

А. Г. Ла́пин
М. А. Усов

ОСНОВЫ АГРОНОМИИ

*Допущено
Государственным комитетом СССР
по гидрометеорологии в качестве учебника
для гидрометеорологических техникумов*



Ленинград Гидрометеиздат 1990

Рецензенты:

д-р геогр. наук, проф. А. Н. Полевой (ВНИИСХМ),
Р. П. Кучерова (Ростовский-на-Дону гидрометеорологический техникум)

Ответственный редактор

д-р с.-х. наук, проф. Х. П. Пекенью

Содержание учебника охватывает все разделы и темы учебной программы для гидрометеорологических техникумов по курсу «Основы агрономии». Изложены основные теоретические и практические положения почвоведения, основ земледелия, агрохимии, ботаники, физиологии растений, семеноводства и растениеводства. Рассмотрена агротехника возделывания важнейших сельскохозяйственных культур с учетом современного уровня развития агрономии.

Учебник предназначен для студентов гидрометеорологических техникумов и может быть полезен специалистам сельского хозяйства среднего звена (экономистам, зоотехникам и др.).

The content of the course on Hydrometeorology for technical schools embraces all the sections and topics of the curriculum within the course of studies "Principles of Agronomy". The amount of biological and agronomical knowledge required from technician-agrometeorologists in their practical work is provided for through the basic theoretical notions and practical skills in soil science, land use, agrochemistry, botany, plant physiology, seed- and plant-growing which are presented in the course. For better understanding the text is illustrated by figures and schemes. The course is intended for usual and correspondencecourse students of hydrometeorological technical schools, as well as for technicians in agrometeorology. It can be useful for agriculturalists of the middle level (economists, zootechnicians, etc.) and for agricultural co-operators as a reference book in the field of agronomy.

Учебник

Анатолий Григорьевич Лапин,
Михаил Андреевич Усов

ОСНОВЫ АГРОНОМИИ

Редакторы Л. В. Ковель, О. О. Штаникова. Художник Е. Е. Городная. Художественный редактор В. В. Быков. Технический редактор Н. В. Морозова. Корректор Т. В. Алексеева.

ИБ № 1933

Сдано в набор 10.08.89. Подписано в печать 21.11.89. Формат 60 x 88/16. Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 29,89. Усл. кр.-отт. 29,89. Уч.-изд. л. 35,28. Тираж 35800 экз. 2-й завод 5001 — 35800 экз. Индекс ПРЛ-206. Цена 1 р. 50 к. Заказ № 331.

Гидрометеонздаг. 199226, Ленинград, ул. Беринга, 38.

Отпечатано в Ленинградской типографии № 4 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евг. Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 191126, Ленинград, Социалистическая ул., 14.

Л 3704010100-022 44-90
069(02)-90

© Гидрометеонздаг, 1989 г.

ISBN 5-286-00135-1

ВВЕДЕНИЕ

Агрономия — наука о земледелии и сельском хозяйстве. В переводе с греческого этот термин, составленный из двух слов — *agros* (поле) и *potos* (закон), — означает буквально «наука о законах полеводства». Какое-то время это понятие имело широкий смысл. Агрономия рассматривалась как совокупность знаний о всех отраслях сельского хозяйства. С развитием теории и практики сельскохозяйственного производства из агрономии выделились экономика и организация хозяйства, зоотехния, учение о сельскохозяйственных машинах, технология переработки сельскохозяйственных продуктов и др. Под агрономией стали понимать комплекс агрономической науки и практических приемов по возделыванию сельскохозяйственных культур.

Основными разделами современной агрономии являются: общее земледелие, агрохимия, агрофизика, растениеводство, селекция, семеноводство, фитопатология, сельскохозяйственная энтомология, сельскохозяйственная мелиорация и др. Развитие этих наук основывается на достижениях общей биологии, физиологии растений, почвоведения, сельскохозяйственной метеорологии, генетики, микробиологии, биохимии, биофизики и других естественных наук.

Широта и сложность проблем научной агрономии вытекают из характера сельскохозяйственного производства, многообразия условий, в которых оно развивается, и задач, встающих перед практикой сельского хозяйства. Важнейшие задачи агрономии вытекают из необходимости удовлетворения возрастающих потребностей населения в сельскохозяйственной продукции. Агрономические науки призваны разрабатывать мероприятия, постепенно освобождающие земледелие от воздействия вредных природных факторов на возделываемые культуры.

Основные этапы развития агрономии. Агрономия — одна из древнейших наук, возникшая в процессе практической деятельности человека и развивавшаяся в тесной связи с ростом производительных сил общества, изменениями социально-экономических отношений и успехами естествознания. В рабовладельческую эпоху уже был накоплен значительный опыт по обработке почвы и возделыванию культур. При феодализме, для которого характерно медленное развитие естественных наук, в агрономии наблюдался застой. Только в ряде стран Западной Европы древняя залежная система земледелия была заменена паровой зерновой системой. В это же время были введены в культуру новые виды растений, завезенные из Америки (картофель, кукуруза, табак и др.), получившие затем широкое распространение.

Прогресс в агрономии связан с развитием капитализма и ростом городского населения. Со второй половины XVIII в. в Англии, а на рубеже XVIII и XIX вв. в Германии и других странах происходит смена паровой системы земледелия более интенсивными.

Так, в Англии А. Юнгом была предложена плодосменная система земледелия, а в Германии И. Шубарт и А. Тэер обосновали и ввели систему травосеяния в паровом поле. Этим было положено начало развитию травопольных и плодосменных севооборотов.

В XIX в., особенно во второй половине, начали обособляться как самостоятельные науки химия и физиология растений. Крупный шаг был сделан в теории питания растений. Большое значение в теории минерального питания растений имели работы Ю. Либиха (Германия, 1840 г.) и Ж. Буссенго (Франция, 1837 г.). Буссенго создал первую в Западной Европе опытную станцию в Эльзасе. Развитие агрономии во многом обязано работам Ротемстедской опытной станции (Англия).

Успехи в микробиологии связаны с именем Л. Пастера, а открытие немецким ученым Г. Гельригелем в 1886 г. симбиоза бобовых культур с клубеньковыми бактериями стало еще одним шагом вперед в развитии агрономии. В это же время достигнуты значительные успехи в агрофизике. Бурное развитие агрономии в XIX в. явилось следствием трех великих открытий: закона сохранения и превращения энергии, теории клеточного строения живых организмов и учения об эволюции органического мира.

В дальнейшем работами Г. Менделя (Австрия, 1868 г.), А. Вейсмана (Германия, 1899 г.) и Т. Моргана (США, 1911 г.) была сформулирована теория наследственности. Существенный вклад в развитие агрономических знаний внесли труды американского селекционера Л. Бёрбанка по созданию новых форм плодовых, декоративных и других сельскохозяйственных растений. К. Хопкинсом была предложена система устойчивого земледелия. В 1953 г. Д. Уотсон совместно с Ф. Криком выдвинул гипотезу о структуре молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), позволившую объяснить свойство гена.

Значительное развитие сельскохозяйственного производства в XX в. в странах Западной Европы и США объясняется успешным развитием химизации земледелия (применение удобрений, известкование почв и т. д.), селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, внедрением интенсивных технологий возделывания культур.

Агрономия в России, как и в других странах, прошла длинный путь развития. Некоторые сведения о приемах ведения сельского хозяйства можно найти в древнерусских литературных памятниках. Большая роль в становлении отечественной агрономии принадлежит М. В. Ломоносову, который учредил при Российской Академии наук «класс земледелия». В своих трудах он развивал прогрессивные агрономические идеи, настойчиво добивался развития агрикультуры, постановки опытов, изучения сельского хозяйства России. Значительное влияние на русскую агрономию оказали труды и практическая деятельность А. Т. Болотова и И. М. Комова. А. Т. Болотов (1738—1833 гг.) предложил заменить трехпольные севообороты семипольными, уменьшив площадь под паром и заняв три поля травами. И. М. Комов (1750—

1792 г.) первым из русских ученых обосновал плодосменную систему земледелия с посевом бобовых трав и корнеплодов и заменой пара пропашными культурами.

В трудах А. Рознатовского (1794 г.) и М. Г. Павлова (1793—1840 г.) были заложены научные основы земледелия и доказано значение почвенных процессов в питании растений, а также обоснован переход от трехполья к интенсивной плодосменной системе земледелия.

Наибольший подъем в развитии русской агрономии начинается со второй половины XIX в. Он связан с именами А. В. Советова, А. Н. Шишкина, А. П. Людоговского, А. С. Ермолова, И. А. Стебута, Д. Н. Прянишникова, П. А. Костычева, В. В. Докучаева и др. В работах А. В. Советова (1826—1910 г.) обобщено все лучшее, что было к тому времени в русской практике и в литературе о системах земледелия. Он впервые дал классификацию систем земледелия. В. В. Докучаев (1846—1903 г.) создал учение о почве как об особом естественно-историческом теле, развивающемся под влиянием ряда факторов. В это же время П. А. Костычевым (1845—1895 г.) была заложена основа агрономического почвоведения и вскрыта сущность взаимосвязи между почвой и растениями, показана роль человека в изменении этих связей.

Период с конца XIX в. и до наших дней знаменуется большими успехами в развитии агрономических наук. Исследования К. К. Гедройца (1872—1932 г.), разработавшего учение о поглотительной способности почв, позволили объяснить многие процессы почвообразования, изменения важнейших агрономических свойств почв.

Изучение Д. И. Менделеевым (1834—1907 г.) вопросов питания растений и повышения урожайности сельскохозяйственных культур стало основой отечественной агрохимии.

Огромный вклад в физиологию и теорию питания растений, в изучение фотосинтеза внес К. А. Тимирязев (1843—1920 г.). Фотосинтез он рассматривал в непрерывной связи с корневым питанием растений. Положение Тимирязева о том, что изучение требований растений есть коренная задача научного земледелия, служит до сего времени ориентиром в развитии агрономических дисциплин.

Важная роль в развитии плодоводства принадлежит И. В. Мичурину (1885—1935 г.). Им создано более 300 сортов плодовых культур, отличающихся высокими хозяйственными качествами.

Д. Н. Прянишников (1865—1939 г.) — основоположник советской агрохимии — обосновал теорию питания растений. В. Р. Вильямс (1863—1939 г.) — развил биологическое направление в почвоведении. Им вскрыта роль растительности и почвенной микрофлоры в развитии плодородия почв.

Неоценимый вклад в биологическую науку внес Н. И. Вавилов (1887—1943 г.). Он сформулировал закон гомологических

рядов в наследственной изменчивости, согласно которому родственные по происхождению виды растений и животных имеют сходные ряды наследственной изменчивости. Применяя этот закон, Н. И. Вавилов установил центры происхождения культурных растений. Им также разработаны ботанико-географические основы селекции растений.

Советские селекционеры В. С. Пустовойт, П. П. Лукьяненко, Ф. Г. Кириченко, В. Н. Ремесло, Б. Н. Соколов, П. Ф. Гаркавый, В. Н. Мамонтова, В. Н. Кузьмин, М. И. Хаджинов, Н. В. Цицин, А. Н. Мазлумов, В. Я. Юрьев и другие вывели отечественную селекцию по важнейшим полевым культурам на передовые рубежи. В нашей стране впервые в мире были созданы однострочковая полиплоидная сахарная свекла, односемянная кормовая свекла, твердая озимая пшеница, пшенично-пырейный гибрид, пшенично-ржаной гибрид (тритикале) и др. Почти вся посевная площадь СССР занята лучшими сортами и гибридами, созданными нашими селекционерами.

В 1929 г. была учреждена Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ), возглавившая в стране сельскохозяйственную науку. В настоящее время в СССР создана широкая сеть научно-исследовательских и опытных учреждений по сельскому хозяйству, решающих задачи, связанные с разработкой вопросов земледелия и агротехнических приемов, систем удобрений, мелиорации почв, создания и внедрения новых высокоурожайных сортов, защиты почвы от водной и ветровой эрозии и защиты растений от вредителей и болезней.

Сегодня агрономическая наука накопила достаточно знаний об условиях, необходимых для роста и развития растений и проявления ими наивысшей продуктивности. Уже с достаточной точностью программируется урожайность с учетом биологических особенностей культур и их сортов, комплекса агротехники, метеорологических и почвенных условий.

Часть первая. БОТАНИКА

Глава 1. ЦИТОЛОГИЯ И ГИСТОЛОГИЯ (УЧЕНИЕ О КЛЕТКЕ И ТКАНЯХ)

1.1. Краткие сведения из истории учения о клетке

Одним из самых первых открытий после изобретения братьями Янсен (Нидерланды) в 1610 г. оптического прибора типа микроскопа было обнаружение неоднородности строения растительной ткани. В 1665 г. английский естествоиспытатель Роберт Гук, рассматривая в усовершенствованный им микроскоп тонкие срезы бутылочной пробки, обнаружил, что они состоят из большого числа «пузырьков», или клеток, как он их назвал. Примерно в это же время (70-е годы XVII в.) итальянский биолог М. Мальпиги и английский ботаник Н. Грю — основоположники анатомии растений — впервые описали микроскопическое строение органов растений. Клетки они считали «мешочками», или «пузырьками», наполненными слизистым содержимым. В 1676 г. голландский натуралист А. Левенгук при помощи линз с очень сильным увеличением, которые он изготовлял сам, наблюдал у водорослей и в клетках вросших растений окрашенные включения. Английский ботаник Р. Броун в 1831 г. обнаружил в клетке ядро и описал его.

Накопленные знания о строении клетки живых организмов позволили русскому ученому П. Ф. Горянинову в 1834 г. высказать предположение о клеточном строении живых существ. Но окончательно сформулировали клеточную теорию немецкие биологи М. Шлейден (1838 г.) и Т. Шванн (1839 г.). С этого времени все большее внимание уделяется изучению содержимого растительной клетки, названного чешским ученым Я. Пуркине цитоплазмой. Согласно клеточной теории (в современном виде) все тела животных, растений и бактерий состоят из клеток и продуктов их жизнедеятельности; именно клетка является основным структурным элементом живого организма.

Новые клетки образуются путем деления существовавших ранее клеток; все клетки в основном сходны по химическому составу и обмену веществ. Активность организма как целого складывается из активности и взаимодействия отдельных клеток.

Клеточная теория имеет такое же основополагающее значение для биологии, как молекулярная и атомная теория для химии и физики. Она является важнейшим доказательством единства принципа строения и развития органического мира — мира растений и мира животных.

По мере совершенствования микроскопической техники ученые все глубже проникали в тонкую структуру клетки. Стало

очевидным, что именно содержимое клетки является носителем жизни. Изучение основных структурных элементов клетки и их функций положило начало развитию науки о клетке — цитологии.

1.2. Формы организации живой материи (цитология)

Клетка — элементарная система, основа строения и жизнедеятельности всех живых организмов. Она не только воспроизводит себя, но, кроме того, проектирует и создает ткани, которые образуют скелет и твердую внешнюю оболочку, снабжает растение водой и питательными веществами и обеспечивает их хранение. Из клеток, как основного элемента жизни, состоят самые разнообразные виды растений; в каждом случае клетки развиваются по уникальному внутреннему плану, который приводит к созданию различных органов растений. Клетка — это замкнутая проницаемой для жидких веществ оболочкой камера, наполненная полужидким содержимым — протоплазмой. Обычные растительные клетки невидимы даже в лупу, а потому для их рассматривания применяют микроскоп. Но среди растительных клеток есть клетки гиганты, различимые невооруженным глазом или в лупу. Клетка одноклеточного организма универсальна, выполняет все функции, необходимые для обеспечения жизни и размножения. Форма ее обычно близка к шаровидной или овальной. У многоклеточных организмов клетки разнообразны по размеру, форме, окраске и внутреннему строению, что связано с разделением функций, выполняемых клеткой в организме. Если клетка растет изолированно, то форма ее обычно приближается к сферической; если же она растет в окружении других клеток, то, сдавленная ими, она принимает форму многогранника. По форме все клетки делятся на два типа: паренхимные и прозенхимные.

Паренхимные клетки округлые или несколько вытянутые в длину, многогранные. Эти клетки в теле растения образуют однородные скопления, заполняют пространства между другими тканями, входят в состав проводящих и механических тканей (мякоти плодов, стеблей, листьев, корней).

Прозенхимные клетки имеют удлинённую форму, длина их превышает ширину и толщину в 5—10 раз и более. Эти клетки входят в состав волокон, образующихся в разных частях растений, особенно в стеблях.

Форма клеток и их расположение определяют облик растения, размер же его зависит от количества клеток.

1.3. Структурные элементы клетки

Структура растительной клетки сложна и высококодифференцирована, но в ней выделяются три главные зоны: клеточная стенка (оболочка), вакуоли и протопласт (рис. 1.1).

Клеточная стенка — сравнительно жесткое образование, представляющее в химическом отношении сложную смесь веществ. У большинства растений она состоит главным образом из полисахаридов (целлюлозы, пектиновых веществ и др.) и играет роль скелета, т. е. обеспечивает клетке сохранение формы. Кле-

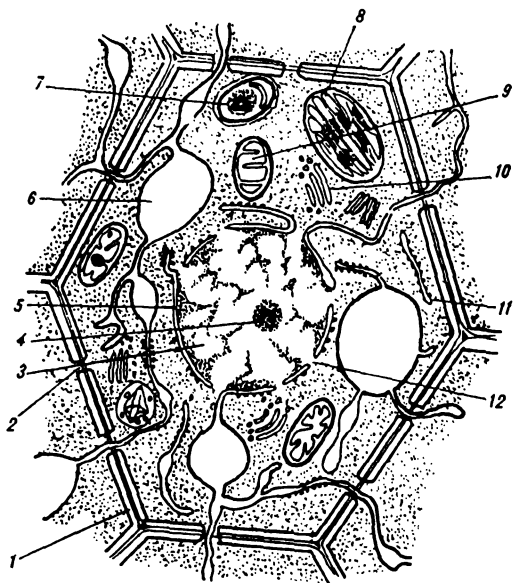


Рис. 1.1. Строение растительной клетки.

1 — клеточная оболочка, 2 — поры в оболочке клетки, 3 — ядро, 4 — ядрышко, 5 — ядерная оболочка, 6 — вакуоля, 7 — лейкопласт с образующимся в нем крахмальным зерном, 8 — хлоропласт, 9 — митохондрия, 10 — комплекс Гольджи (диктиосома), 11 — эндоплазматическая сеть с рибосомами, 12 — ядерная пора.

точная стенка растительного организма пронизана *поровыми каналами*. Поровые каналы двух соседних клеток располагаются обычно напротив друг друга.

Каждый поровый канал клетки замыкается пленкой, представляющей собой первичную клеточную оболочку, в субмикроскопических канальцах которой располагаются цитоплазматические тяжи (нити), или *плазмодесмы*, связывающие одну клетку с другой.

В процессе жизнедеятельности растительной клетки целлюлозная стенка претерпевает такие изменения, как:

1) одревеснение — из-за отложения лигнина (аморфного вещества желто-коричневого цвета), придающего прочность, но снижающего пластичность клетки; клеточная оболочка при этом не теряет способности пропускать воду и воздух;

2) опробковение — из-за отложения суберина (жироподобного вещества), выделяемого клетками покровных тканей растений, в результате чего оболочка клетки становится почти непроницаемой для воды и газов;

3) кутинизация — из-за отложения кутина (вещества, близкого по свойствам к суберину); образующаяся при этом кутикула — тонкая пленка, покрывающая поверхность тканей молодых

органов растений — предохраняет растения от потери воды и проникновения микроорганизмов;

4) минерализация — из-за отложения солей кальция и кремнезема, придающих клетке твердость и хрупкость;

5) омыление — из-за превращения целлюлозы и пектина в слизи и камеди, представляющие собой полимерные углеводы, обладающие способностью к сильному набуханию в воде. Омыление семян и корневых волосков, например, обеспечивает их прочную связь с частицами почвы и способствует поглощению воды семенами и их набуханию при прорастании;

6) мацерация — из-за растворения межклеточного вещества, приводящего к разъединению растительных клеток в тканях. Естественная мацерация происходит, например, в мякоти созревающих плодов (арбуз, банан), в мякоти плодов после морозов (шиповник) и в других случаях.

Вторым структурным элементом являются вакуоли. Это шаровидные полости в растительных клетках, наполненные клеточным соком. В молодой клетке вакуоли небольшие, но по мере роста клетки они увеличиваются, сливаясь в несколько вакуолей или в одну центральную вакуоль. Вещества, растворенные в клеточном соке вакуолей растений (сахара, полисахариды, алкалоиды, дубильные вещества, пигменты, некоторые соли и др.), вызывают поступление в клетки питательных веществ и воды и создают механическое напряжение клеток и тканей (тургор).

Протопласт — третий структурный элемент растительной клетки — это ее содержимое, представляющее собой сложную структурную систему, которая состоит из цитоплазмы, пластид и ядра.

Цитоплазма — прозрачная зернистая полужидкая масса, заполняющая внеядерную часть клетки. В молодых клетках она занимает весь объем, в более старых — лишь его часть, находясь между вакуолями и стенками клетки.

Цитоплазма представляет собой очень сложный по составу, постоянно изменяющийся комплекс веществ. Она содержит до 90 % воды, сложные органические вещества: белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты. Особое место занимают сложные белки и нуклеиновые кислоты.

Цитоплазма снаружи и изнутри ограничена тончайшими (толщиной не более 100 А) клеточными (биологическими) мембранами, отделяющими ее от клеточной стенки и от вакуолей. Биологические мембраны обладают важнейшим свойством — проницаемостью, т. е. способностью пропускать в клетку и из нее различные вещества, образующиеся в процессе промежуточного обмена (метаболиты).

Цитоплазма пронизана разветвленной системой канальцев, пузырьков и плоских цистерн, ограниченных мембранами, которые образуют *эндоплазматическую сеть*, представляющую собой систему взаимосвязанных мембран. Канальцы эндоплазматической сети связаны с наружной оболочкой ядра; через них осущест-

вляется связь ядра с цитоплазмой. Через канальцы осуществляется также и связь между клетками.

Эндоплазматическая сеть служит главным образом для передвижения веществ из окружающей среды в цитоплазму и между внутриклеточными структурами. Мембраны пузырьков, плоских цистерн и коротких канальцев эндоплазматической сети имеют шероховатую поверхность, так как к ним прикреплены округлые частицы — *рибосомы*. Рибосомы не имеют мембранного строения. Они осуществляют синтез белка из аминокислот. Образование белка в рибосомах обуславливается присутствием в них рибонуклеиновой кислоты (РНК).

Помимо рибосом и эндоплазматической сети цитоплазма содержит следующие структурные образования (*органойды*): *митохондрии*, *диктиосомы* (комплекс *Гольджи*), *лизосомы*, *пероксисомы*, *глиоксисомы*.

Митохондрии — это округлые, нитевидные или гантелевидные образования, рассеянные по всей цитоплазме. Основное вещество этого органоида окружено двойной мембраной. В митохондриях под действием ферментов происходит окисление органических веществ (клеточное дыхание), в результате которого выделяется необходимая для жизнедеятельности клетки энергия.

Диктиосомы, или комплекс *Гольджи*, — это крупные органойды дисковидной формы, состоящие из трех компонентов: системы нескольких плоских цистерн, плотных микропузырьков и крупных вакуолей. Роль диктиосом заключается, вероятно, в регулировании физиологических процессов в клетке, они участвуют в формировании клеточной оболочки, эндоплазматической сети и вакуолей.

Лизосомы, *пероксисомы*, *глиоксисомы* — сферические, окруженные мембраной, органойды, содержащие ферменты. В лизосомах протекают процессы распада белков, жиров, дезоксирибонуклеиновых и рибонуклеиновых кислот (ДНК и РНК). В пероксисомах и глиоксисомах содержатся ферменты, ускоряющие биохимические реакции, которые не являются главными, но важны для клетки в определенных условиях (потребление и образование перекиси водорода, окисление двууглеродных кислот, расщепление жиров).

Цитоплазма находится в постоянном движении, скорость которого зависит от температуры, освещенности и других факторов. Различают два типа движения: струйчатое и вращательное. Струйчатое движение наблюдается в молодых клетках. Вращательное движение характерно для более старых клеток с центральной вакуолью. Цитоплазма может двигаться вдоль клеточной стенки как по часовой, так и против часовой стрелки.

Живые клетки содержат большое количество воды. Особенно много ее в вакуолях. Клеточный сок вакуолей давит на цитоплазму, а она, в свою очередь, — на стенки клетки, которые растягиваются. Это давление называется *тургором*. При недостатке воды тургорное давление снижается, цитоплазма начинает отделяться

от стенок клетки и принимать округлую форму. Это явление получило название *плазмолиза*. Процесс восстановления тургорного давления и перехода цитоплазмы в нормальное состояние называют *деплазмолизом*.

Пластиды — внутриклеточные органоиды цитоплазмы, встречающиеся только в растительных клетках. Они содержат пигменты и осуществляют синтез органических веществ. По окраске и функциям пластиды делятся на хлоропласты (зеленые), хромопласты (красно-оранжевые) и лейкопласты (бесцветные).

Хлоропласты — тельца линзовидной или округлой формы диаметром 3—8 мкм, толщиной 1 мкм. Хлоропласты отделены от цитоплазмы двойной мембраной и содержат сложную внутреннюю мембранную систему. Они являются центром фотосинтеза, где сосредоточен весь хлорофилл и все пигменты, связанные с фотосинтезом.

Процесс преобразования световой энергии в химическую называется фотосинтезом. Ведущая роль в фотосинтезе принадлежит хлорофиллу, который у высших растений представлен двумя формами: хлорофилл *a* и хлорофилл *b*. Хлорофилл поглощает красную часть спектра. Входящие в состав хлоропластов каротиноиды поглощают синезеленую и зеленую части спектра и переносят поглощенную энергию на хлорофилл, который использует эту энергию также для синтеза органических веществ.

Фотосинтез — это сложный процесс, происходящий в хлоропластах, в результате которого из углекислого газа и воды при участии солнечной энергии образуются сахара и свободный кислород.

Хромопласты — тельца желтой и оранжево-красной окраски, обусловленной пигментами — каротином и ксантофиллом. Эти пластиды придают окраску осенним листьям, созревающим и зрелым плодам, листочкам околицетника, корнеплодам и др. Роль хромопластов в основном биологическая: окрашивая определенные органы растений, они способствуют привлечению к ним насекомых, птиц и животных, благодаря чему происходит опыление растений и распространение их семян.

Лейкопласты — небольшие тельца, бесцветные, не имеющие пигмента. В лейкопластах из простых органических соединений синтезируются более сложные вещества — крахмал и, возможно, жиры и белки, откладываемые в запас в тканях клубней, корней, корневищ. Поэтому они играют роль хранилища для запасных питательных веществ.

Все типы пластид могут переходить из одной формы в другую. Например, в зреющих плодах томатов переход хлоропластов в хромопласты обеспечивает красный цвет плодов; позеленение клубней картофеля на свету вызвано переходом лейкопластов в хлоропласты; если поместить позеленевшие клубни в темноту, произойдет обратный процесс.

Обязательной составной частью содержимого растительной клетки — протопласта — является *ядро*. В каждой растительной

клетке имеется одно ядро в отличие от клеток некоторых грибов и синезеленых водорослей, у которых их несколько. Ядро обычно имеет шаровидную или овальную форму, находится близ центра клетки и всегда окружено цитоплазмой. От цитоплазмы ядро отделено проницаемой ядерной оболочкой, состоящей из двух слоев (внутреннего и наружного) мембран, пронизанных порами. Наружная мембрана имеет выросты, непосредственно переходящие в мембрану эндоплазматической сети. Она обычно несет белоксинтезирующие частицы — рибосомы.

Содержимое ядра — зернистое вещество (ядерный сок, нуклеоплазма), в котором помещаются более плотные структуры — *хромосомы* и *ядрышко*. Обычно в ядре 1—2 ядрышка, иногда 3—4. Ядрышко имеет зернистую структуру. Оно не ограничено от ядра и свободно перемещается в ядерной плазме. Ядрышко — центр синтеза рибонуклеиновых кислот (РНК) и белков.

Хромосомы построены из молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), соединенных с молекулами белков. Каждая молекула ДНК состоит из двух нитей, закрученных по спирали одна вокруг другой. Нить — это цепочка из огромного числа (50—100 тысяч) *нуклеотидов*. Нуклеотид — соединение азотистого основания, углевода (дезоксирибозы) и фосфорной кислоты. В состав каждого из нуклеотидов входит одно из четырех азотистых оснований: аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (Т).

Хотя все молекулы дезоксирибонуклеиновых кислот построены по единому плану, конкретный их качественный состав различен; отличаются они и по размеру молекул. В каждой молекуле ДНК порядок чередования нуклеотидов А, Г, Ц, Т характерен только для данной молекулы. Перестановка местами даже двух пар нуклеотидов резко меняет свойства всей молекулы.

Информация, заключенная в ДНК, передается через информационную рибонуклеиновую кислоту (и-РНК), которая формируется на определенном ее участке (гене). Сформированная и-РНК переходит из ядра в цитоплазму, где на ее основе происходит синтез белка, свойственный только данной и-РНК.

В период деления клетки количество ДНК в ней удваивается в результате того, что каждая молекула ДНК строит себе подобную. Именно в период деления клетки хромосомы как структурные ее элементы отчетливо различимы под микроскопом. В любой клетке ткани каждого вида животных и растений количество хромосом постоянно и содержит двойное (диплоидное) число одинаковых хромосом ($2n$). Половые клетки обладают одинарным (гаплоидным) набором хромосом (n).

Кратное диплоидному ($4n$, $6n$, $8n$ и т. д.) изменение числа хромосом естественным или искусственным путем называется *полиплоидией*. Полиплоидные растения приобретают иногда новые хозяйственно-ценные признаки, что используется в селекции для создания новых сортов. Иногда при случайной утрате или, напротив, при приобретении одной или нескольких хромосом [$(2n + 1)$ или $(2n - 1)$] возникают анеуплоиды — организмы,

клетки которых содержат число хромосом, не кратное гаплоидному (одинарному). Такие организмы обычно в той или иной степени аномальны, но могут быть и жизнеспособны.

1.4. Деление ядра и клетки

Деление — один из этапов развития клетки, подготавливаемый на протяжении предшествующего периода ее жизнедеятельности. Наиболее важный процесс, происходящий при делении клетки, — деление ядра, а наиболее ответственный процесс в делении ядра — удвоение каждой хромосомы и образование двух дочерних хромосом. Дочерние хромосомы отделяются одна от другой и расходятся к разным полюсам клетки. Так образуется два новых ядра. В клетках растений между этими ядрами возникает клеточная стенка, приводящая к появлению двух отдельных клеток. Довольно часто деление ядра не сопровождается *цитокинезом* — делением цитоплазмы, что приводит к образованию двуядерных клеток.

Различают два способа деления клеток — митоз и мейоз.

Митоз — наиболее распространенный способ размножения клеток. В процессе митоза происходит ряд последовательных и взаимосвязанных изменений в клетке, условно разделяемых на четыре стадии: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (рис. 1.2). Уже к началу митоза после интерфазы (периода между двумя последовательными делениями) количество ДНК в хромосоме удвоено.

Во время *профазы* объем ядра несколько увеличивается, в нем можно различить хромосомы в виде длинных, тонких и уже двойных нитей. Таким образом, в профазе хромосома состоит из двух продольных нитей — хроматид, которые скреплены одна с другой на определенном участке, называемом центромерой. В период деления ядра центромера играет главную роль при движении хромосомы. В течение периода покоя и стадии профазы клеточное ядро отделено от содержимого клетки ядерной оболочкой. К концу профазы эта оболочка растворяется, а хромосомы располагаются определенным образом в экваториальной плоскости клетки.

Возникновение подобной ориентации хромосом происходит при участии веретена деления клетки — системы нитей, идущих от экваториальной области клетки к ее полюсам. Это образование имеет форму двойного конуса, в котором отдельные нити или пучки нитей соединены с центромерами хромосом. Данная стадия деления называется *метафазой*.

В течение следующей стадии — *анафазы* — хроматиды отделяются одна от другой и расходятся к противоположным полюсам клетки. Центромеры разделяются, и каждая хроматида приобретает свою собственную центромеру. Таким образом, хроматиды

превращаются в независимые хромосомы и к обоим полюсам клетки движутся совершенно одинаковые наборы хромосом.

После того как группы хромосом достигают полюсов, наступает стадия *телофазы*, которая характеризуется тем, что заканчивается движение хромосом. Они становятся менее плотными и в них

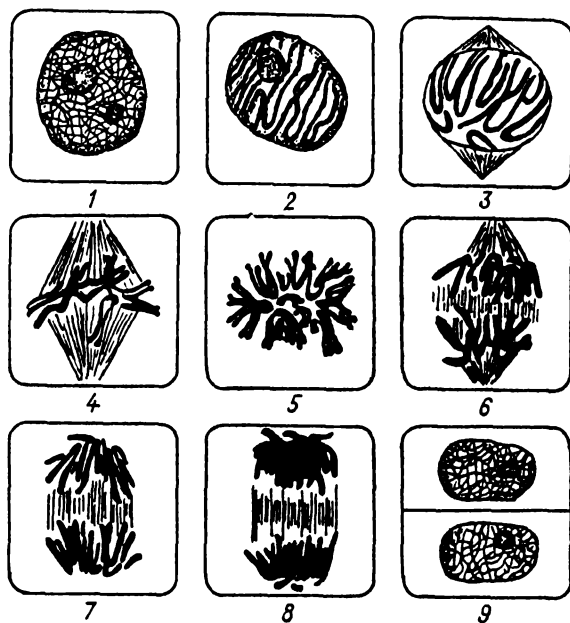


Рис. 1.2. Деление клетки. Митоз.

1 — интерфаза, 2—3 — профаза, 4—5 — метафаза, 6—7 — анафаза, 8 — телофаза, 9 — цитокinesis.

часто в электронный микроскоп хорошо видна спиральная структура. Постепенно границы между отдельными хромосомами стираются, и ядро вновь переходит к периоду покоя. К этому моменту и вся клетка разделяется на две дочерние, каждая из которых получает по ядру. Вокруг каждой из дочерних групп хромосом, расположенных на противоположных полюсах клетки, образуется ядерная оболочка.

У некоторых низших растений в образовании веретена принимает участие специальная тельце — *центросома*, которая в период покоя лежит вне ядерной оболочки. В начале деления клетки центросома делится на две дочерние, которые к метафазе перемещаются к полюсам и от них отходят нити веретена. У цветковых растений центросом нет, но веретено у них образуется так же постоянно, как и у видов, имеющих центросому.

Мейоз (редукционное деление). При обычных делениях клетки — митозах — дочерние клетки получают точно

такой же набор хромосом, какой был в материнской клетке. В процессе мейоза, который происходит при образовании половых клеток, число хромосом уменьшается вдвое. Основные стадии мейоза показаны на рис. 1.3.

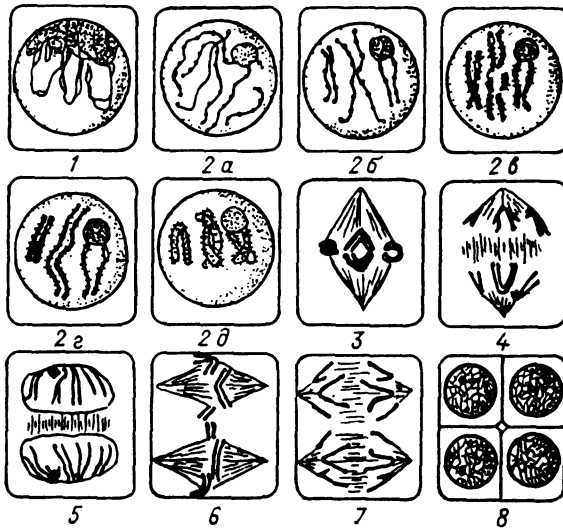


Рис. 1.3. Деление клетки. Мейоз.

1 — интерфаза, 2а—2д — профаза I, 3 — метафаза I, 4 — анафаза I, 5 — телофаза I, 6 — метафаза II, 7 — анафаза II, 8 — цитокinesis.

Мейоз также начинается со стадии покоящегося ядра, которая затем переходит в стадию профазы I. Хромосомы при своем появлении имеют вид одиночных нитей с точечными вздутиями — *хромомерами*. Затем соответствующие гомологичные (однотипные) хромосомы попарно сближаются (конъюгируют) по всей своей длине, так что соответствующие участки двух парных хромосом точно совпадают; эта конъюгация приводит к образованию противостоящих друг другу пар, состоящих из двух гомологичных хромосом каждая.

В стадии метафазы I мейоза ядерная оболочка растворяется, а пары хромосом под влиянием веретена деления клетки располагаются в ее экваториальной области. В анафазе I они разъединяются и расходятся к разным полюсам клетки. Это приводит к тому, что каждая дочерняя клетка получает только две хромосомы, т. е. по одному представителю от каждой пары. Происходит редукция — уменьшение числа хромосом, образуется два гаплоидных ядра.

Телофаза I очень кратковременна и мало обособлена от анафазы. Впрочем после телофазы I не всегда происходит разделе-

ние протоплазмы — цитокинез. Иногда он наступает лишь после второго мейотического деления, а после первого образуется два гаплоидных ядра в одной клетке.

Второе мейотическое деление происходит по типу митоза и начинается практически с метафазы. Оба гаплоидных ядра делятся одновременно. Образуется веретено. Хромосомы собираются в экваториальной области (метафаза II), их центромеры делятся, и в анафазе II к полюсам уходят хроматиды. Образуются четыре клетки (тетрада) с гаплоидным числом хромосом.

У просто организованных низших растений ядро, а затем и клетка делятся перетяжкой пополам. Такое прямое деление клетки называется *амитозом*.

1.5. Классификация тканей (гистология)

Ткани растений — это системы клеток и неклеточных образований, находящихся во взаимосвязи и сходных по происхождению, строению и функциям. Ткани растений образуются в процессе эволюционного и индивидуального развития растительных организмов в тесной связи с условиями их существования. Их свойства закономерно изменяются в различных условиях. Жизнедеятельность растений неразрывно связана с процессами постоянного разрушения и восстановления тканей, это происходит в связи с отмиранием или размножением клеток.

В основу принятой в настоящее время классификации тканей положен морфологический принцип. Различают пять основных групп тканей: образовательные, покровные, основные, механические и проводящие. Кроме того, следует выделить ряд образований, выполняющих секреторную и выделительную функции.

1.6. Система образовательных (меристематических) тканей

Образовательные ткани, или меристемы, — наиболее жизнедеятельные ткани, обладающие двумя основными свойствами: интенсивного деления и дифференциации, т. е. превращения в разнообразные гистологические элементы разнообразных тканей. Обычно они состоят из молодых, мелких и многогранных, плотно сомкнутых клеток с крупными ядрами, густой цитоплазмой и тонкими целлюлозными оболочками.

Различают следующие типы меристем: верхушечную, вставочную и боковую.

Верхушечная меристема (или апикальная) составляет конус нарастания¹ стеблей, корней и их ответвлений. В конусе

¹ Конус нарастания — конусовидная верхушка растущего осевого органа (стебля, корня) растения.

нарастания группа непрерывно делящихся клеток называется *инициальными*. Из них образуются в дальнейшем все части конуса нарастания — *туника* и *корпус*. Из наружной части конуса нарастания — *туники* — развивается покровная ткань (*эпидермис*) и первичная кора стебля. Корпус дает начало внутренней части стебля — *центральному цилиндру* — и части клеток первичной коры. В корпусе возникают пучки удлиненных клеток образовательной ткани, называемые *прокамбиальными пучками*. Из них позднее образуются *проводящие пучки*.

Вставочные меристемы (или интеркалярные) находятся в отдельных участках стебля или листа, а именно в основании междоузлий и листьев, и обеспечивают индивидуальный рост междоузлий.

Боковые меристемы (или латеральные) — камбий. Эта ткань дает новые элементы луба (сложная ткань растений) и древесины. За счет камбия стебель и корень растут в толщину.

Помимо перечисленных первичных меристем существуют вторичные меристемы. Они образуются из живых клеток постоянных тканей (эпидермиса, первичной и вторичной коры) в местах прививок, обрезки и различных повреждений.

1.7. Система покровных (пограничных) тканей

Покровные ткани — комплексы сомкнутых клеток, покрывающих органы растений. У листьев и стеблей они несут защитные функции, у корней служат для поглощения воды и растворов минеральных веществ из почвы. Покровные ткани подразделяются на три типа: кожицу, пробку и корку.

Цветки, плоды, листья и корни в начальный период роста покрыты первичной покровной тканью — *кожицей*. Кожицу на корнях называют *эпibleмой*, на других органах — *эпидермисом* (или *эпидермой*). Эпидермис чаще всего состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток, защищающего внутренние ткани растений от иссушения, механических повреждений, проникновения инфекции. Клетки эпидермиса выделяют на поверхность наружной стенки жироподобное вещество — *кутин*, который образует непроницаемую для воды и газов пленку, называемую *кутикулой*. Кроме кутина, клетки эпидермиса некоторых видов растений выделяют воск, покрывающий поверхность сверху кутикулы. Восковым налетом обычно покрыты плоды сливы, терна, винограда, листья злаков и других растений.

На поверхности эпидермиса многих растений образуются различные волоски, защищающие растения от перегрева и излишней потери воды на транспирацию. У некоторых растений на поверхности эпидермиса встречаются железистые волоски, в которых накапливаются эфирные масла, смолистые и другие вещества.

Эпидермис всех надземных частей растения пронизан мелкими отверстиями — *устьицами*, регулирующими газообмен и транспирацию. Особенно многочисленны устьица в эпидермисе листа.

У большинства растений они находятся на нижней стороне листьев.

Устьица образованы особыми *закрывающимися клетками*. Эти клетки отличаются от других клеток эпидермиса формой, зеленой окраской и неравномерной толщиной стенок. Закрывающие клетки имеют изогнутую (бобовидную) форму, соединены по две концами, между клетками имеется устьичная щель, которая ведет в обширный межклетник — подустьичную полость (рис. 1.4).

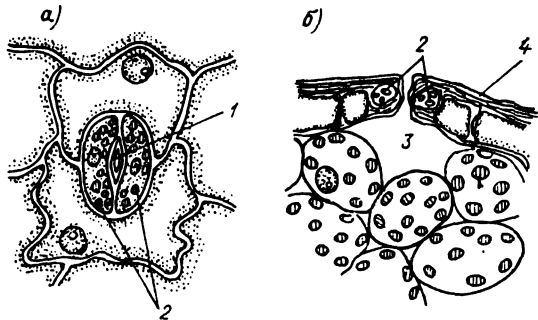


Рис. 1.4. Строение устьиц. а — вид сверху, б — поперечный срез; 1 — устьичная щель, 2 — замыкающие клетки, 3 — подустьичная полость, 4 — кутикула.

Устьица при насыщении замыкающих клеток водой и повышении в них тургорного давления раскрываются. Если количество воды в замыкающих клетках уменьшается и тургорное давление падает, устьичная щель закрывается. Так в растениях регулируется интенсивность газообмена и транспирации.

Молодые корни покрыты однослойной покровной тканью — *эпibleмой*. Стенки клеток эпibleмы состоят из целлюлозы с примесью пектина, кутикулы нет. Некоторые клетки этой ткани вытянуты в виде трубочек длиной 0,10—1,0 мм и толщиной 10—15 мк. Это — корневые волоски. На 1 мм² поверхности корня насчитывается от 100 до 300 корневых волосков. Расположены они вблизи кончика корня, лишь на молодых его частях. Продолжительность жизни корневых волосков 10—20 дней. Плотной примыкая к частицам почвы, волоски всасывают воду с питательными веществами. При этом они выделяют наружу различные кислоты (угольную, кремниевую и др.), которые способствуют растворению поглощаемых ими минеральных веществ.

Органы однолетних растений защищены эпидермой. Для многолетних растений эпидермис не является достаточно надежной защитой на весь жизненный цикл. Обычно при подготовке к зиме эпидерма у многолетников заменяется пробкой, состоящей из нескольких рядов мертвых клеток, целлюлозные оболочки которых пропитаны суберином.

Пробка является вторичной покровной тканью, образующейся из особой меристемы — *феллогена* (пробкового камбия), который развивается из живых клеток основной ткани — коры. Клетки

феллогена наружу откладывают клетки пробки, живое содержимое которых отмирает, а внутрь — живые клетки *феллодермы*. Все три слоя — пробка, феллодерма и феллоген — составляют покровную ткань, называемую *перидермой*.

В пробковой ткани при ее формировании образуются разрывы, заполненные рыхлыми скоплениями клеток. Эти образования, выступающие на поверхности стволов многолетних ветвей в виде бугорков, называются *чечевичками*. По межклетникам в чечевичке происходит газообмен и транспирация.

Пробка встречается на стеблях и корнях древесных, кустарниковых и некоторых травянистых растений, иногда также на клубнях и плодах (например, у картофеля, моркови, груши и др.). У некоторых видов растений пробковый слой достигает значительной толщины.

С возрастом у большинства видов древесных растений в тканях коры возникает несколько слоев перидермы, что приводит к образованию третичной покровной ткани — корки. Эта покровная ткань состоит из значительного количества слоев пробки, перемежающихся слоями отмерших клеток основной ткани. Снаружи корка слущивается, а изнутри за счет деятельности феллогена она непрерывно нарастает, в результате чего на ней образуются многочисленные трещины.

Различают чешуйчатую корку, отпадающую чешуйками (у ели, сосны, березы), и кольчатую, отпадающую большими кольцевыми участками (у вишни, винограда, эвкалипта).

1.8. Система основных (паренхимных) тканей

Основные ткани по происхождению являются производными верхушечной образовательной ткани — конуса нарастания.

По мере роста зародыша клетки его изменяются. После прекращения деления клеток они приобретают строение, связанное с выполняемой функцией (дифференцируются). Большинство клеток основной ткани (паренхимы) имеет длину, близкую к ширине и высоте. В них содержатся цитоплазма, ядро, вакуоли и другие органеллы. Клетки большей частью имеют тонкую целлюлозную стенку с небольшими порами (в некоторых случаях она утолщается и одревесневает).

В зависимости от выполняемой функции паренхима разделяется на пять разновидностей: ассимиляционную, водоносную, запасающую, воздухоносную и поглощающую.

Ассимиляционная паренхима расположена в надземном органе, близко от его поверхности. Солнечный свет, проникающий в паренхиму, способствует формированию в ней хлоропластов, она становится ассимилирующей, т. е. фотосинтезирующей. Особенно хорошо эта паренхима развита в листьях. Ее называют ассимиляционной хлорофиллоносной (*хлоренхимой*). У некоторых растений (мхи, папоротники) хлорофиллоносные клетки могут образоваться при очень слабом освещении.

Размер и форма клеток хлоренхимы в различных органах неодинаковы. Наиболее разнообразна форма клеток хлоренхимы в листьях. Самая распространенная их форма — продолговатая, паренхима из таких клеток называется *палисадной*. Хлоренхима, состоящая из округлых клеток с большими межклетниками, называется *губчатой*. В хвое сосны хлоренхима представлена особыми округлыми клетками со складками на оболочке. Эта паренхима называется *складчатой*.

Основное назначение водоносной паренхимы — запасать воду. Она широко распространена у растений засушливых местообитаний (ксерофитов). Очень крупноклеточная водоносная паренхима имеется в стеблях и листьях растений-суккулентов (кактусы, агавы, алоэ) и многих солончаковых растений (солерос, саксаул черный и др.).

Если в клетках паренхимы накапливаются питательные вещества (крахмал, белки, жирные масла и др.), то ткань, образованная такими клетками, называется *запасяющей паренхимой*. Ее можно обнаружить в клубнях картофеля, зерновых злаках, семенах подсолнечника, клецкевины, а также в стеблях, корневищах, корнях. При соответствующих условиях клетки запасяющей паренхимы могут начать делиться и образовывать вторичную меристему, что имеет место при срастании прививки или восстановлении поврежденных участков.

В органах некоторых растений между паренхимными клетками образуются большие межклетники, заполненные воздухом. Обычно они встречаются у водных растений (в цветоножках кувшинки, кубышки, в стеблях пушицы, белокрыльника, в корнях камыша). Ткань, богатая воздухом, называется *воздухоносной паренхимой*, или *аэренхимой*.

В молодых участках корней под эпидермой расположена поглощающая паренхима. Поступающая в нее через корневые волоски вода с растворенными веществами передвигается к центральному цилиндру корня, по которому затем подается в верхнюю часть растения. Клетки поглощающей паренхимы живые, с целлюлозными стенками. Между клетками имеются межклетные пространства.

1.9. Система механических (арматурных) тканей

Механические ткани растений — комплексы клеток, придающие прочность осевым и боковым органам при их сгибании и натяжении. Проростки (молодые травянистые растения) имеют вертикальное положение благодаря тургору — внутриклеточному напряжению. Но достаточно клеткам потерять это напряжение, и проростки наклоняют свои стебли, листья их опускаются. У более взрослых растений механические ткани, которые придают им прочность, дифференцируются. К таким тканям относятся колленхима, склеренхима и склереиды. Клетки их имеют утолщенные стенки.

Отличительными признаками колленхимы являются живые, несколько удлиненные клетки паренхимного типа, имеющие неравномерно утолщенные целлюлозные стенки с простыми порами и большим содержанием пектиновых веществ и воды. Длина их обычно достигает 1—2 мм. В клетках колленхимы нередко содержатся хлоропласты, крахмальные зерна и дубильные вещества.

Чаще всего они образуются под эпидермой в стеблях и листьях двудольных растений. Колленхима придает прочность черешкам и крупным жилкам листьев. В корнях ее обычно нет. Очень редко колленхима встречается у однодольных растений. Как правило, она возникает из первичной меристемы, но может дифференцироваться и из основной паренхимы.

Различают три типа колленхимы: уголковую, пластинчатую и рыхлую.

Уголковая колленхима характеризуется отложением молекул целлюлозы в углах клеток. Очень часто ее можно обнаружить под эпидермой над главной жилкой листьев, по ребрам травянистых стеблей. Хорошо развита уголковая колленхима в стеблях тыквы, георгины, черешке свеклы.

Пластинчатая колленхима имеет утолщенные тангентальные стенки клеток. Радиальные стенки у нее остаются тонкими. Нередко пластинчатая колленхима образует в стебле сплошное кольцо. Ее можно видеть в стеблях подсолнечника, баклажана.

Рыхлая колленхима в отличие от первых двух имеет хорошо выраженные межклетники. Утолщению подвергаются лишь те части оболочек, которые прилегают к межклетным пространствам. Рыхлая колленхима наблюдается в черешке листа лопуха большого, подбела лечебного, в стебле ваточника. Практического применения колленхима не имеет.

Склеренхима состоит из клеток с заостренными концами, с равномерно утолщенными, обычно одревесневшими и обезвоженными пористыми стенками. Поры последних простые, щелевидные. По прочности на разрыв волокна склеренхимы не уступают стали, по упругости и эластичности — каучуку.

Склеренхима, находящаяся в части пучка, проводящего органические вещества, содержит *лубяные (флоэмные) волокна*, представляющие собой длинные клетки, лишенные живого содержимого. Склеренхима, находящаяся в части пучка, проводящего воду с минеральными веществами, содержит *древесинные волокна*, или *либриформ*. Эти волокна состоят из сильно вытянутых, заостренных на концах клеток древесины (ксилемы), обеспечивающих ее прочность и твердость. Склеренхиму, возникшую из клеток перидикла¹, следует относить к лубяным волокнам, хотя иногда ее называют перидиклическими волокнами.

¹ Перидикл — слой клеток осевых органов с первичным ростом. Он расположен между первичной корой и проводящими тканями.

Можно сказать, что из механических тканей основную роль в обеспечении прочности растения играет склеренхима. По происхождению склеренхима может быть первичной и вторичной в зависимости от производящей ее меристемы. Склеренхимные волокна, возникшие из первичной (верхушечной) меристемы, называются первичными (волокна первичной коры, перицикла, первичной флоэмы и первичной ксилемы). Склеренхимные клетки, возникшие из производных клеток камбия, называются вторичными (волокна вторичной флоэмы, вторичной ксилемы).

У многих растений первичные волокна значительно длиннее вторичных. Так, у конопли первичные волокна достигают 12,7 мм, а вторичные — всего 2,2 мм. Для практического использования такие особенности растения имеют существенное значение. В текстильной промышленности в основном применяются волокна, у которых стенки не одревесневают или слабо одревесневают. Склеренхимные волокна могут встречаться в растении как в виде отдельных клеток (элементарное волокно), так и в виде совокупности многих клеток (техническое волокно). Техническое волокно прядильных растений (кенаф, конопля и др.) используется в текстильной промышленности. Из растений волокно отделяют или после предварительной мочки стеблей, или механическим удалением окружающих тканей (способом декорткации). Лучшие результаты получаются при мочке стеблей, когда паренхимные ткани, окружающие пучки волокон, разрушаются в результате деятельности бактерий.

Склерейды относятся к третьему типу механических тканей. Клетки этой ткани могут быть одиночными или располагаться группами. Окончательно сформировавшиеся склерейды — это мертвые клетки с толстыми, одревесневшими стенками, пронизанными многочисленными поровыми каналами, нередко ветвистыми. Различают два вида склерейд: каменные клетки и опорные клетки.

Каменные клетки характеризуются изодиаметрическим (одинаковым во всех направлениях) строением. Обычно каменные клетки встречаются группами среди тонкостенных клеток. Их можно видеть в мякоти плодов груши, рябины, айвы, в корнях хрена, в стебле дуба, косточках вишен, слив. В съедобных плодах присутствие таких клеток нежелательно, так как они ощущаются как твердые частицы среди мякоти.

Часто каменные клетки играют не только механическую роль, но и защитную — предохраняют от поедания вредителями.

Опорные клетки отличаются от каменных причудливой формой. Как и каменные клетки, они имеют утолщенные одревесневшие стенки. После прекращения их жизнедеятельности полость клетки заполняется воздухом.

Опорные клетки играют поддерживающую роль в листьях некоторых растений (чай, маслина, камелия) и в стеблях водных растений.

1.10. Система проводящих и выделительных тканей

Проводящие ткани. Эти ткани представляют собой совокупность удлинённых (прозенхимных) клеток различной формы, иногда объединённых в проводящий пучок. Они образуют целостную систему, связывающую все органы растения. Для осуществления передвижения по растению воды и растворов минеральных веществ в процессе эволюции сформировались специальные проводящие элементы: трахеиды и сосуды.

Трахеиды — одревесневшие клетки удлинённой формы с острыми или округлыми концами. Вторичная их оболочка накладывается на первичную в виде колец, спиралей, но может быть также лестничной, сетчатой, пористой. Трахеиды достигают длины 1—4 мм. Поперечник их — сотые или десятые доли миллиметра. После отмирания трахеиды заполняются водой. Движение воды очень медленное и осуществляется через поры, окаймляющие стенки клеток, поскольку каждая клетка остается вполне замкнутой. Трахеиды благодаря утолщённым одревесневшим стенкам одновременно выполняют и механическую роль. У голосеменных растений (сосна, ель и др.) именно по этим клеткам осуществляется снабжение органов растений водой.

Сосуды (трахеи) — полые трубки длиной в несколько метров. Диаметр их 0,1—0,7 мм. Трахеи формируются из многих живых клеток первичной или вторичной меристемы, находящихся друг над другом. Продольные стенки их благодаря утолщению вторичной оболочки приобретают вид кольчатых, спиральных, сетчатых и пористых оболочек (рис. 1.5). Поперечные стенки соприкасающихся клеток под влиянием ферментов местами растворяются. Возникают отверстия (перфорации), по которым и осуществляется ток воды из одного членика сосуда в другой. Сосуды функционируют 1—2 года, затем они заполняются *тиллами* — пузырьвидными образованиями соседних с сосудами живых клеток, закупоривающими сосуды, — и уже не могут проводить воду.

Тиллы характерны для сосудов таких растений, как бук, грецкий орех, тыква, шавель и др. В них часто откладываются запасные питательные вещества (крахмал, соли кальция, камедь и др.). В растениях сосуды обычно бывают окружены живыми паренхимными клетками, в которых также накапливаются питательные вещества (крахмальные зерна, жирные масла). Когда растению требуется использовать питательные вещества, они поступают в сосуды в виде растворов сахаров. Кроме паренхимных клеток, к сосудам могут примыкать толстостенные механические волокна (либриформ).

Комплекс, состоящий из трахенд, трахей, либриформа и паренхимных клеток, служит для проведения воды. Называется он *ксилемой*, или *древесиной*. Основными элементами этого комплекса являются трахеиды и сосуды. Без них ксилемы не существуют. Остальные элементы могут отсутствовать.

Растворы органических веществ передвигаются в растениях по ситовидным трубкам. У покрытосеменных растений ситовидные трубки имеют сопровождающие клетки, или клетки-спутницы. Ситовидные (или решетчатые) трубки представляют собой живые удлиненные клетки с целлюлозными стенками, нахо-

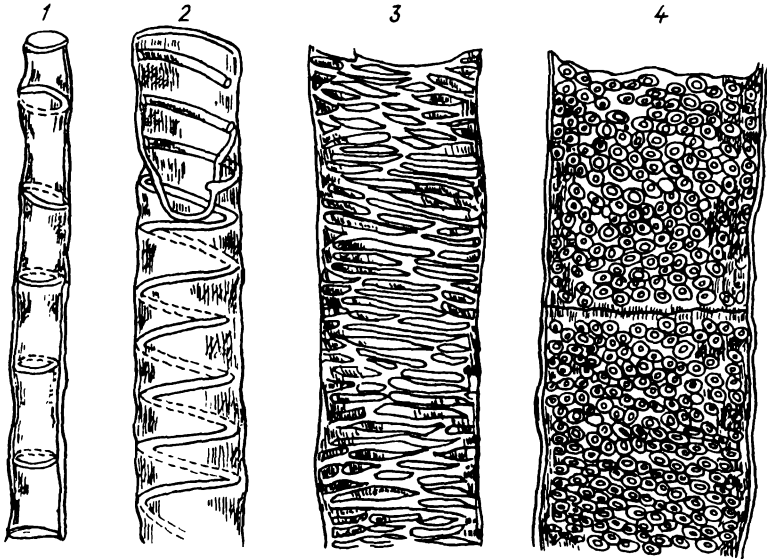


Рис. 1.5. Типы проводящих сосудов (трахей).

1 — кольчатый, 2 — спиральный, 3 — сетчатый, 4 — пористый.

дящиеся одна над другой. На поперечных перегородках имеется множество сквозных отверстий (перфораций), через которые органические вещества передвигаются из одного членика (клетки) ситовидной трубки в другой. Ситовидные трубки имеют цитоплазму, многочисленные мелкие ядра и другие органоиды.

Осенью поперечные ситовидные пластинки затягиваются каллозой — веществом, нерастворимым в воде, которое закупоривает трубки, и они перестают функционировать. Ситовидные трубки у различных видов растений действуют от одного года до четырех лет.

Хорошо развиты ситовидные трубки в стеблях тыквы, винограда, земляного ореха, глицинии, слабо — у льна и картофеля. Длина ситовидных трубок достигает примерно 150—300 мкм, поперечник — 20—30 мкм. Обычно к ситовидным трубкам примыкают живые паренхимные клетки, сообщение с которыми осуществляется посредством простых пор. Их называют лубяной, или флоэмной, паренхимой. Эти элементы дополняются механическими клетками — лубяными, или флоэмными, волокнами.

Перечисленные структурные элементы могут входить в комплекс, называемый *лубом*, или *флоэмой*. Луб (флоэма), возникший из клеток прокамбия¹, называется первичным, а из клеток камбия — вторичным.

Некоторые растения содержат в своих органах млечный сок (латекс) белого, желтого или оранжевого цвета. Его можно обна-

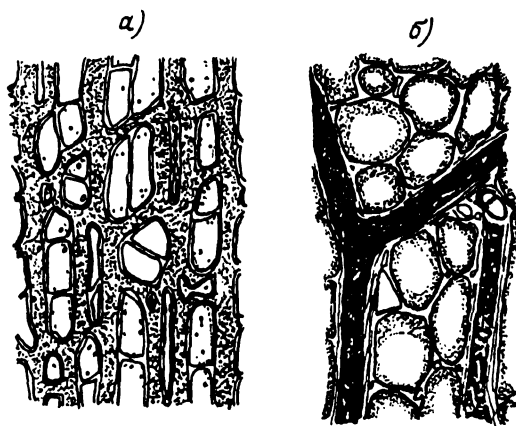


Рис. 1.6. Млечники (продольный разрез).
а — членистые (стебель лилии), б — нечленистые (стебель каучука).

ружить в листьях и цветоносах одуванчика и чистотела. Передвижение такого сока по органам растений происходит по млечникам (или млечным сосудам), пронизывающим все растение.

Млечники бывают двух типов — членистые и нечленистые (рис. 1.6). *Членистые млечники* образуются из ряда находящихся одна над другой млечных клеток (члеников) в результате растворения между ними перегородок. Они имеются у некоторых видов семейств сложноцветных, маковых, колокольчиковых и др.

Нечленистые млечники характерны для молочая, клещевины, конопли, крапивы и др. Это тонкостенные, многоядерные, сильно разросшиеся млечные клетки, сформированные уже в зародыше растения.

В млечном соке (латексе) содержатся белки, сахара, крахмальные зерна, смола, каучук, дубильные вещества, а также различные алкалоиды и витамины. Долгое время млечный сок был единственным источником каучука.

В органах растений тяжи ксилемы и флоэмы обычно проходят рядом, образуя проводящие пучки. Они возникают в конусе нарастания стебля из группы клеток прокамбия. Часть клеток

¹ Прокамбий — боковая меристема растения, из которой дифференцируются его первичные проводящие ткани и пучки.

прокамбия, обращенная к периферии органа, составляет элементы первичной флоэмы, остальные клетки — элементы первичной ксилемы.

По расположению проводящих тканей древесины (ксилемы) и луба (флоэмы) различают следующие типы проводящих пучков:

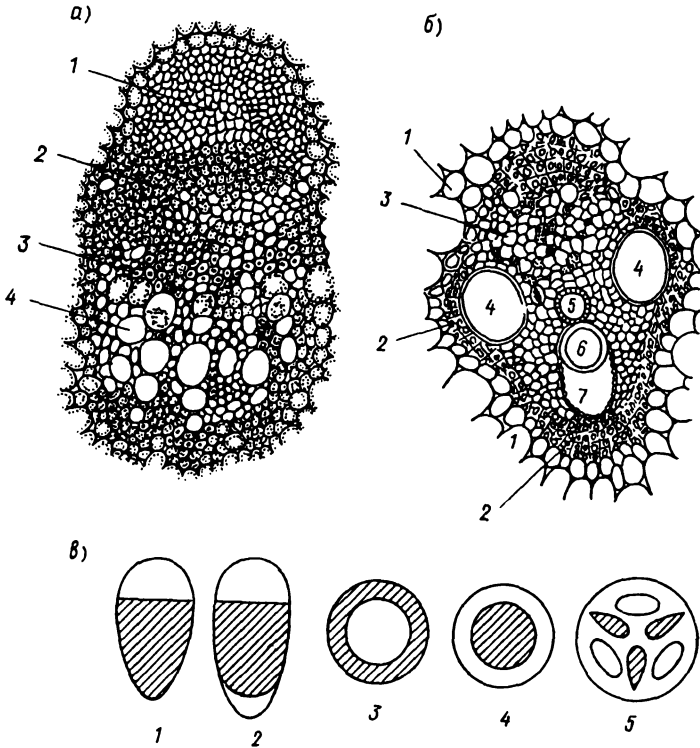


Рис. 1.7. Открытый коллатеральный (а) и закрытый биколлатеральный (б) проводящие пучки и типы сосудистых пучков (в).

а: 1 — склеренхима, 2 — луб (флоэма), 3 — камбий, 4 — сосуды ксилемы; б: 1 — тонкостенная паренхима стебля, 2 — склеренхима, 3 — луб (флоэма), 4 — сетчатые сосуды, 5 — кольчато-спиральный сосуд, 6 — кольчатый сосуд, 7 — воздушная полость; в: 1 — коллатеральный, 2 — биколлатеральный, 3 — концентрический с наружной ксилемой, 4 — концентрический с наружной флоэмой, 5 — радиальный.

коллатеральный, биколлатеральный, концентрический и радиальный (рис. 1.7).

Коллатеральные пучки встречаются в стеблях и листьях растений. В них слой клеток ксилемы обращен к центру стебля, а флоэмы прилегает ближе к периферии. Коллатеральные пучки могут быть *закрытыми* и *открытыми*. В закрытых пучках весь прокамбий идет на образование флоэмы и ксилемы. Такие пучки обычно не увеличиваются в толщину и свойственны только

однодольным растениям. У двудольных растений из прокамбиального пучка также формируется ксилема и флоэма, но между флоэмой и ксилемой имеется слой клеток камбия. В результате деления его клеток образуются новые элементы флоэмы и ксилемы, благодаря чему утолщается стебель. Эти коллатеральные пучки называются открытыми.

Биколлатеральные пучки характерны для стеблей некоторых двудольных тыквенных, пасленовых). Они имеют вид открытого коллатерального пучка, но у них внутрь от ксилемы расположен участок флоэмы.

Концентрические пучки встречаются в стеблях и листьях некоторых папоротников и однодольных. Они характеризуются тем, что ксилема в этих пучках располагается внутри, а флоэма окружает ее снаружи или наоборот. В концентрических пучках камбий отсутствует.

Радиальные пучки образуются в корнях растений. Ксилема и флоэма в этих пучках располагаются радиальными лучами, чередуясь друг с другом. Количество радиальных лучей может быть различным — от 2 до 15. В радиальных проводящих пучках камбий также отсутствует.

Выделительные структуры. В процессе жизнедеятельности растений образуются не используемые ими вещества: смолы, алкалоиды, слизи, эфирные масла, камеди, нектар и др. Многие из этих веществ выполняют определенные функции: одни из них привлекают насекомых-опылителей, другие защищают от вредителей и болезней, третьи выделяются как ненужные растению. Часть этих веществ выводится, а некоторые накапливаются в различных органах.

Различают внешние и внутренние выделительные структуры. К внешним относятся *железистые волоски* и *железистые чешуйки*, образующиеся на эпидермисе стеблей и листьев. Внутренние выделительные структуры — выделительные клетки, вместилища выделений и выделительные ходы, или каналы (смоляные ходы и др.).

К выделительным структурам относятся также *нектарники*. В нектарниках накапливается сахаристый сок — нектар. Обычно он выделяется через стенки поверхностных клеток, в некоторых случаях — через особые устьица.

У водных растений и растений сильно увлажненных мест обитания существуют водяные устьица — *гидатоды*. В отличие от обычных устьиц они образуются группой паренхимных клеток, заканчивающихся у вершины листа (у острия) или у зубчика парной замыкающих клеток, которые никогда не закрывают устьичную щель. Под действием корневого давления капельно-жидкая вода выделяется через гидатоды. Это явление называется гуттацией.

Глава 2. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ И ИХ ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ (ОРГАНОГРАФИЯ)

Вегетативные органы растений — это части тела растительного организма, служащие для поддержания необходимых жизненных функций и состоящие из различных тканей. К вегетативным органам относятся органы питания, передвижения воды и растворов минеральных веществ, органы хранения запасных питательных веществ и органы защиты.

У низших растений вегетативное тело (слоевище, или таллом) не расчленено на органы, а представлено одной клеткой (низшие грибы), нитями из одного ряда клеток (мицелий грибов) или колониями клеток различной формы. У высших растений основные вегетативные органы — это корень, стебель и лист. К вегетативным органам относятся различные их видоизменения — корневище, клубень, луковица, усики, колючки и др. Вегетативные органы бывают симметричные, через которые можно провести одну или несколько плоскостей симметрии (корень, стебель), и асимметричные, через которые нельзя провести плоскость симметрии (листья некоторых видов растений).

Для вегетативных органов характерны активные ростовые движения — *тропизмы*, т. е. более быстрый рост клеток в определенном направлении под влиянием какого-либо односторонне действующего фактора внешней среды. К тропизмам относятся: *геотропизм* — вертикальный рост стебля и корня под влиянием ускорения свободного падения, при этом у стеблей наблюдается отрицательный геотропизм, у корней — положительный; *фототропизм* — расположение листьев и кроны относительно направления светового потока; *гидротропизм* — рост корней в сторону источника влаги; *хемотропизм* — рост корней в сторону источника питательных веществ и др.

У всех вегетативных органов растений четко проявляется полярность, т. е. свойственная растительным организмам ориентация процессов и структур в пространстве. Она приводит к возникновению морфо-физиологических различий на противоположных концах клеток, тканей, органов и организма в целом. Так, у посаженного черенка стебля в верхней части развиваются боковые побеги, из почек нижней части образуются корни.

Видоизменение основных органов растений, связанное обычно со сменой выполняемых ими функций или условий функционирования, называется *метаморфозом*. Клубни, корневища, луковицы представляют собой видоизмененные стебли, колючки — видоизмененные стебли, листья и корни. В связи с этим различают органы *гомологичные* (т. е. одинаковые по строению, развивающиеся из сходных зачатков и выполняющие одни и те же или разные функции) и *аналогичные* (т. е. сходные по внешнему виду и выполняющие одинаковые функции, но различные по строению и происхождению). Гомологичными являются лист растения,

колючка кактуса и усик гороха — по происхождению это листья, но функции их разные. Аналогичными органами будут колючка боярышника (видоизмененный побег), колючка кактуса (видоизмененный лист) и колючка акации при основании листа (видоизмененный прилистник) — все колючки различны по своему происхождению, но выполняют сходные функции.

В отличие от вегетативных органов органы бесполого и полового размножения — спорангии и цветки — называются *генеративными*, или *репродуктивными*, органами. У растений к репродуктивным относятся и органы вегетативного размножения.

У семенных растений зачатки вегетативных органов — корня, стебля и листьев — имеются уже в зародыше семени.

2.1. Корень

Корень — один из основных вегетативных органов семенных и высших споровых растений (кроме мхов), служащий для прикрепления к субстрату (почве) и поглощения из него воды и питательных веществ. Вместе с тем корень является органом первичного превращения ряда поглощаемых из почвы минеральных веществ и синтеза органических соединений, подаваемых в надземные органы. У некоторых видов растений в корнях синтезируются специфические вещества (например, никотин у табака, каучук у каучуконосов и др.).

Корень может служить местом отложения запасных питательных веществ (у корне- и клубнеплодов) и органом вегетативного размножения (у корнеотпрысковых растений). Корень, как и стебель, является осевым органом растений. Морфологически корень отличается от стебля отсутствием листьев, наличием на кончике корневого чехлика, защищающим его от повреждений, и типом ветвления.

Корень появился у растений в процессе эволюционного развития при выходе водорослеобразных предков крупных растений на сушу. У мхов, лишайников, некоторых водорослей и грибов корень заменяют ризоиды — нитевидные образования из одной или нескольких клеток, выполняющие функцию прикрепления к субстратам. Среди высших споровых растений корень имеется только у бесполого поколения (спорофита); половое поколение (гаметофит, или заросток) не имеет корня, а прикрепляется к субстратам ризоидами. Главный корень, образующийся из зародышевого корня семени, появился впервые у голосеменных растений спустя миллионы лет от начала существования растительных организмов.

2.1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ КОРНЕЙ И КОРНЕВЫХ СИСТЕМ

При прорастании семени первым трогается в рост корешок зародыша, из которого чаще всего развивается главный корень растения. Под влиянием геотропизма корень растет вертикально вниз. Дальнейшее формирование корневой системы зависит от вида растения и от окружающих условий.

Корневая система — это совокупность корней (главного, боковых и придаточных) одного растения. Главный корень вместе с боковыми представляет собой зародышевую, или первичную, корневую систему, придаточные корни — придаточную корневую систему. Однако первые придаточные корни хлебных злаков относятся к зародышевой корневой системе, так как они закладываются почти одновременно с главным корнем в зародыше еще при формировании семени.

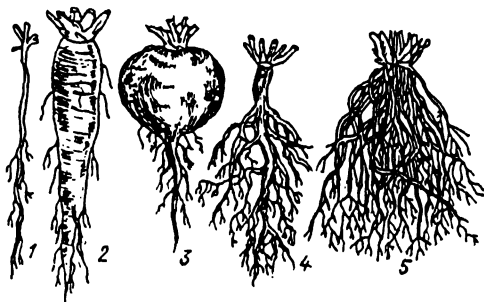


Рис. 2.1. Различные формы корней и типы корневой системы.
 Форма корня: 1, 5 — нитевидная, 2 — конусовидная, 3 — реповидная, 4 — ветвистая. Корневая система: 1—4 — стержневая, 5 — мочковатая.

Соотношение в росте главного и боковых корней определяет общую форму и характер корневой системы (рис. 2.1). При преобладающем росте главного корня образуется *стержневая корневая система*, которая присуща преимущественно двудольным растениям (люцерна, хлопчатник, верблюжья колючка, яблоня и др.). Разновидностью стержневой корневой системы являются утолщенные в верхней части корни моркови, репы, свеклы и других культур. Слабый рост главного корня или раннее его отмирание способствуют росту большого количества придаточных корней, отходящих от нижней части стебля. Такая корневая система называется *мочковатой*. Ее образуют преимущественно злаки и вообще все однодольные растения, из двудольных — отдельные виды лютика, подорожника и некоторых других растений.

Новые корни, называемые придаточными, у многих растений могут появляться на стеблях и даже листьях. Способность растений образовывать придаточные корни широко используется человеком для размножения растений (черенками и отводками) и для повышения их продуктивности (окучивание картофеля, кукурузы и др.).

По расположению корней в почве различают корневые системы специализированные — поверхностные (тыквенные, кактусовые) или глубинные (верблюжья колючка, хрен, люцерна и др.) — и универсальные, равномерно развивающиеся и вширь, и вглубь (подсолнечник, картофель, кукуруза и др.).

Корневая система растений состоит из большого числа корней разных порядков. Например, четырехнедельное растение льна

имеет свыше двух тысяч корневых ответвлений, а взрослое растение ржи — до 750 тысяч. Суммарная длина корней однолетнего растения может достигать нескольких километров (у ржи — около 80 км), а общая поверхность, учитывая и поверхность корневых волосков, во много раз превышает поверхность надземных органов (у ржи площадь поверхности корней 1—4-го порядка равна 237 м² и больше площади поверхности надземных органов в 130 раз). Таким образом, корневая система, так же как и надземная часть растения, образует громадную поверхность соприкосновения с внешней средой при относительно небольшом объеме. Это вызвано очень малой концентрацией питательных веществ в окружающей среде.

В благоприятных условиях корни ржи, пшеницы, овса проникают на глубину до 1,0—1,5 м, кукурузы — до 1,5—2,0 м, люцерны — в первый год жизни до 2,0—3,0 м, а более старые растения — до 10 м, верблюжьей колючки — до 20 м, а корни древесных растений достигают глубины 10—12 м. Диаметр площади, занятой корневой системой одного растения хлебных злаков, достигает 40—60 см, кукурузы — 2,0—2,5 м, тыквы — 6—8 м, древесных пород — 10—18 м. Твердый грунт, подзолистый или засоленный горизонт часто препятствуют проникновению корней на глубину, и большая их часть располагается в верхнем более рыхлом слое. Размеры корневых систем зависят от почвенно-климатических условий: чем доступнее влага и питательные вещества, тем меньшую площадь занимают корневые системы.

2.1.2. СТРОЕНИЕ КОРНЯ (МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ)

Типичный корень имеет узкоцилиндрическую или нитевидную форму. Зачаток корня существует уже в зародыше семени, при прорастании которого он, как правило, развивается в главный корень. Из разветвлений главного корня вырастают боковые корни 1-го порядка, которые в свою очередь образуют корни 2-го порядка, а эти корни — следующего 3-го порядка и т. д. Более молодые боковые корни находятся ближе к верхушке корня, от которого они отходят. Главный корень под влиянием геотропизма растет вертикально вниз (положительный геотропизм). Большая часть боковых корней 1-го порядка позже также становится положительно геотропичной. Кроме главного и боковых корней, у многих растений имеются придаточные корни. Внешне они мало отличаются от других корней и несут обычно те же функции, но развиваются не из корней, а из других органов растений — стеблей, корневищ, листьев, клубней, лукович и т. д.

Корневая система однодольных и папоротникообразных растений почти целиком состоит из придаточных корней, вырастающих из основания стеблей или из корневищ. Главный корень у них не развит, так как корешок зародыша рано отмирает. Придаточные корни характерны и для многих двудольных растений (вырастают из нижней части стебля, а также на ползучих плетях, усах, корневищах, клубнях и т. д.).

Кончик корня прикрыт корневым чехликом, защищающим его от механических повреждений частичками почвы. Рост корня в длину происходит за счет деления клеток верхушечной меристемы в зоне деления. Возникающие при этом новые клетки образуют зону роста, или растяжения. Длина этой зоны обычно равна 1—2 мм, иногда достигает 10 мм. За зоной роста на расстоянии 1—3 мм от кончика корня расположена зона всасывания, или волосконосный слой. Он возникает в результате образования из клеток эпиблемы длинных тонких выростов — корневых волосков. Корневые волоски поглощают воду и растворенные в ней минеральные вещества. За счет корневых волосков поглощающая поверхность корня увеличивается в 5—20 раз.

Зона корневых волосков невелика и чаще всего занимает слой толщиной 1—2 см. Живут корневые волоски несколько дней (иногда несколько недель), затем постепенно отмирают, а на смену им вырастают новые. Таким образом, зона всасывания постоянно перемещается вместе с ростом корня из использованных участков почвы в новые.

Корневые волоски выделяют в почву различные вещества, переводящие труднорастворимые соединения в легкодоступные растениям формы, и вещества, стимулирующие развитие возле корней почвенной микрофлоры.

У водных и болотных растений корневые волоски отсутствуют.

В зоне корневых волосков во внутренней части корня происходит процесс дифференциации клеток, т. е. превращение их в клетки постоянных тканей корня. Выше зоны всасывания находится часть корня, служащая для перемещения веществ в надземные органы растений — зона проведения. В этой зоне образуются боковые корни.

Первичное анатомическое строение молодого корня одинаково для всех семенных растений. Оно хорошо заметно на уровне волосконосного слоя. Здесь корень покрыт снаружи одним слоем клеток эпиблемы (рис. 2.2). Под слоем клеток эпиблемы расположена сильно развитая многослойная первичная кора, состоящая из тонкостенных живых паренхимных клеток. У некоторых растений оболочки одного-двух наружных слоев клеток коры, так называемой *экзодермы*, опробковывают, и по отмирании эпиблемы становятся наружным защитным слоем корня. Самый внутренний слой первичной коры — *эндодерма* — состоит из одного слоя клеток, оболочки которых частично опробковывают или одревесневают и утолщаются; лишь некоторые клетки в эндодерме остаются мало измененными. Эндодерма окружает *центральный цилиндр* (внутренняя часть корня), один или несколько наружных слоев клеток которого образуют *перцикл*. Тонкостенные живые клетки перицикла долго сохраняют меристематический характер. В перицикле закладываются боковые корни, придаточные почки, образуется пробковый камбий (феллоген).

Большую часть центрального цилиндра корня занимают проводящие пучки: одни из них представляют несколько радиальных

участков древесины (ксилемы), состоящих из крупных сосудов и трахеид, а между ними находятся участки луба (флоэмы) с ситовидными трубками.

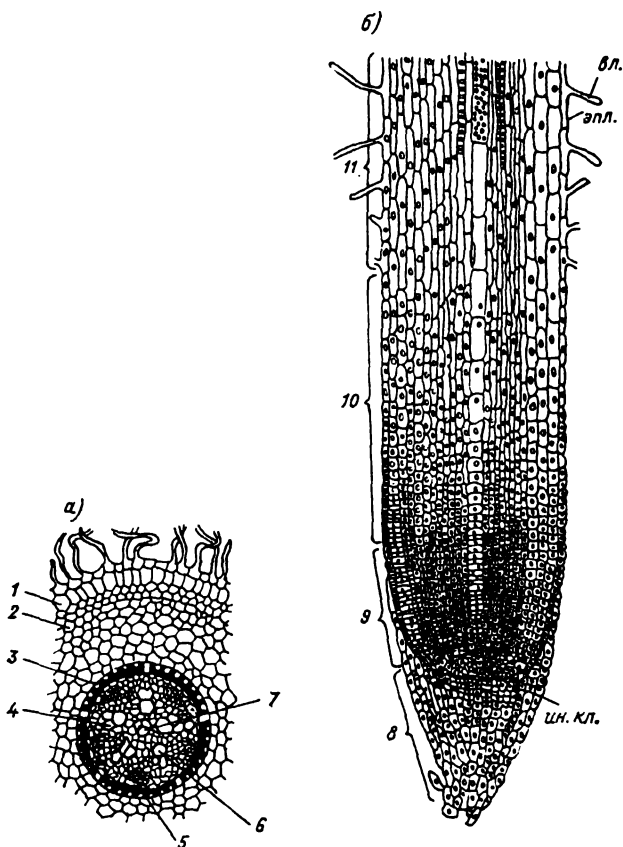


Рис. 2.2. Первичное анатомическое строение корня [поперечный срез (а) и продольный разрез (б)].

1 — эпibleма, 2 — экзодерма (наружный слой первичной коры), 3 — эндодерма (внутренний слой первичной коры) с пятью пропускными клетками, 4 — перицикл, 5 — первичная флоэма, 6 — первичная ксилема, 7 — механическая ткань, состоящая из клеток склеренхимы, 8 — корневой чехлик, 9 — зона деления, 10 — зона роста (растяжения), 11 — зона поглощения (всасывания) и дифференциации (зона корневых волосков); вл. — волоски, эп.л. — эпibleма, ин. кл. — инициальные клетки.

Первичное анатомическое строение корня у однодольных растений сохраняется всю жизнь. У двудольных и голосеменных оно сменяется вторичным (рис. 2.3). При этом в центральном цилиндре возникает камбий, который откладывает к центру элементы вторичной ксилемы, а наружу — вторичной флоэмы, благодаря

чему первичная флоэма и ксилема все больше отодвигаются друг от друга за счет утолщения корня. Корень превращается в орган проведения воды и растворов минеральных веществ.

Одновременно с этим в перицикле образуется особый пробковый камбий — феллоген (вторичная кора), который откладывает снаружи клетки пробки. Пробка становится покровной тканью

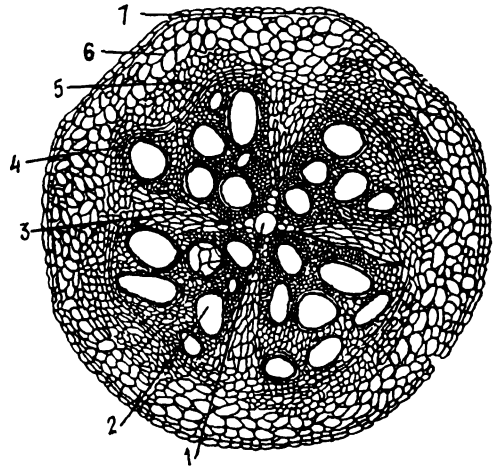


Рис. 2.3. Вторичное анатомическое строение корня двудольного растения (поперечный срез).

1 — первичная древесина (ксилема).
2 — вторичная древесина (ксилема).
3 — сердцевинный луч. 4 — камбий.
5 — вторичный луб (флоэма). 6 — паренхима коры, 7 — перидерма.

вторично утолщенного корня по мере отмирания и сбрасывания первичной коры.

Такое строение корня имеют все двудольные — травянистые и деревья, только у деревьев в корнях видны годовичные кольца, а с периферии корень покрыт коркой.

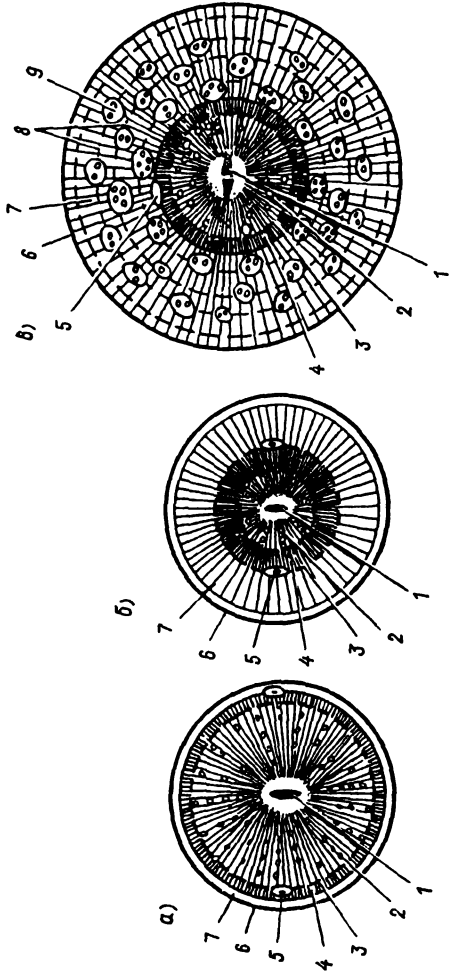
Своеобразное строение корней имеют корнеплоды, в которых откладываются запасные питательные вещества (рис. 2.4). У редьки большую часть корня занимает вторичная ксилема с живыми клетками, в которой и накапливаются запасные вещества. У моркови запасные вещества откладываются во вторичной коре и вторичной флоэме. Корни свеклы имеют так называемые третичные изменения. В центре корня находятся первичные и вторичные элементы ксилемы и флоэмы. Основную же массу его составляет вторичная кора, в которой имеются дополнительные камбиальные кольца, формирующиеся из перицикла. Из них образуются клетки основной ткани вторичной коры и дополнительные проводящие пучки. Снаружи корни корнеплодов покрыты тонким слоем пробки.

2.1.3. РОЛЬ КОРНЕЙ В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

Растения через корни поглощают из почвы воду с растворенными в ней минеральными веществами. Это сложный физиологический процесс, который зависит от состояния клеток кожицы,

Рис. 24. Анатомическое строение
корней редьки (а), моркови (б)
и свеклы (в).

1 — первичная ксилема, 2 — вторичная
ксилема с широкими радиальными лу-
чками, 3 — камбий, 4 — вторичная флоэ-
ма, 5 — первичная флоэма, 6 — перидерма,
7 — кора, 8 — дополнительные
камбиальные кольца, 9 — дополни-
тельные проводящие пучки.



корневых волосков, от интенсивности дыхания клеток и других факторов.

Вода из почвы всасывается корневыми волосками и поступает в сосуды ксилемы проводящих пучков, корней и стеблей, по которым она в результате действия корневого давления и транспирации поднимается в листья. Потребность растений в воде очень велика: хлебные злаки на один килограмм созданной ими сухой массы расходуют 300—500 кг воды. Вместе с водой растения получают растворенные в ней минеральные вещества. При этом клетки кожицы корней и корневых волосков обладают избирательной способностью, и растение получает только необходимые химические элементы.

Для нормального роста и развития растениям в первую очередь требуется азот, калий, кальций, магний, железо, фосфор, сера. Потребность в этих элементах относительно велика. Кроме того, растениям нужны в очень малых количествах и другие вещества, так называемые микроэлементы. К ним относятся бор, медь, цинк, марганец, молибден и др.

Основная часть минеральных веществ поступает в растение через корневую систему. Роль корней не ограничивается только поглощением из почвы питательных веществ и транспортировкой их в другие органы. В корнях частично происходит синтез многих физиологически активных веществ (аминокислот, алкалоидов и др.), а также превращение некоторых минеральных веществ в органические соединения.

2.1.4. ОСОБЫЕ ФУНКЦИИ КОРНЯ

Одной из особенностей корневой системы растений семейства бобовых (горох, кормовые бобы, клевер, люцерна и др.), а также отдельных представителей других ботанических семейств является их способность жить в симбиозе (т. е. в полезном взаимодействии) с клубеньковыми бактериями рода *Rhizobium*. Эти бактерии, поселяясь на корнях некоторых бобовых растений, проникают в корневые волоски и вызывают активное деление клеток паренхимы корня, в результате чего образуются клубеньки. Клубеньковые бактерии, усваивая из воздуха молекулярный азот, в обычных условиях недоступный растениям, переводят его в доступные формы и практически полностью обеспечивают растение-хозяина азотом. Значительная часть накопленного клубеньковыми бактериями азота остается в почве с корневыми остатками после отмирания или уборки растений, а значит, обогащает ее легкодоступными формами азота.

На корнях многих высших растений часто поселяются грибы-микоризообразователи. Их мицелий (грибница), образуя так называемую *микоризу* (грибокорень), развивается или на поверхности корня, при этом оплетает покровную ткань молодых корней, или внедряется внутрь клеток коры корня. Микориза оказывает на растение благоприятное воздействие: за счет развитого

мицелия увеличивается поглощающая поверхность корня и усиливается поступление в растение воды и питательных веществ.

Важное значение для размножения имеет способность многих видов растений развивать на корнях придаточные почки, дающие в определенных условиях побеги.

В зависимости от условий жизни корни некоторых видов растений претерпели видоизменения и выполняют функции прицепков, присосок, опор, органов дыхания, фотосинтеза и другие.

2.2. Стебель и побег

Значение стебля для растений столь же разнообразно, как и значение корня. Стебель в качестве осевого органа служит растению для передвижения воды и минеральных веществ из корней в листья и органических веществ из листьев по всему растению, в том числе и в корни. На стебле расположены ветви, листья, цветки и плоды. Совокупность ветвей и листьев у деревьев называется *кроной*. При посредстве стебля и его ветвей достигается расчленение надземных частей растения и образование ассимилирующей и испаряющей поверхности, во много раз превосходящей занимаемую растением площадь. Листовая поверхность улавливает свет и углекислый газ.

В стеблях некоторых многолетних и двулетних растений откладывается значительное количество запасных питательных веществ (свекла, сахарный тростник, кольраби, спаржа и др.). Зеленые стебли травянистых растений содержат в своих клетках хлорофилл и частично выполняют роль зеленых листьев. Стебли многолетних растений служат для вегетативного размножения.

Размеры стеблей разнообразны. У так называемых бесстебельных растений (одуванчик, подорожник и др.) стебель настолько укорочен, что надземная часть растения представлена лишь розеткой листьев. Только к периоду цветения верхнее междоузлие у них начинает удлиняться, превращаясь в цветочную стрелку (цветонос). Среди травянистых растений встречаются такие, у которых стебли всего несколько сантиметров (крупка весенняя и др.). Но среди растений есть и великаны, стебли (стволы) которых имеют громадную толщину и высоту (ель, сосна, дуб — 40—50 м, секвойя — 120—140 м, эвкалипт — 140—150 м, толщина ствола баобаба 10—20 м).

Продолжительность жизни стебля различна — от нескольких дней или недель до столетий или тысячелетий. *Однолетние растения* заканчивают свой жизненный цикл в течение года. К ним относится большая часть культурных растений.

К *двулетним растениям* относятся те, которые в первый год жизни в своих корнях, стеблях, а иногда и в листьях накапливают запасные питательные вещества, а на второй год образуют цветущие побеги, плодоносят и отмирают (свекла, морковь, капуста и др.).

Многолетние растения — это растения, продолжительность жизни которых более двух лет (многие луговые травы, деревья, кустарники). Характерной особенностью многолетников является древесный стебель или наличие корневища, т. е. подземного побега.

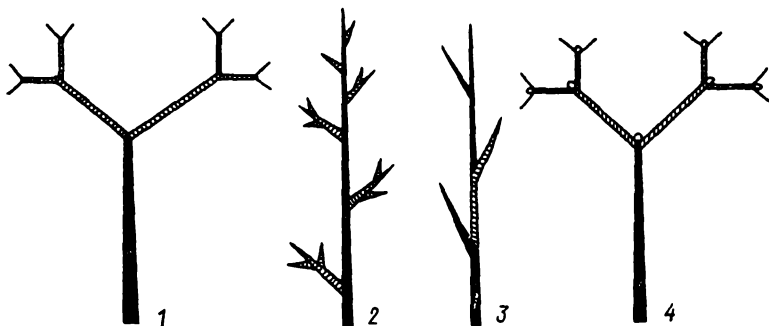


Рис. 2.5. Схема типов ветвления растений.

1 — дихотомическое, 2 — моноподиальное, 3 — симподиальное, 4 — ложнодихотомическое.

Обычно стебли ветвятся, и только некоторые травянистые растения не дают боковых ветвей (лук, одуванчик и др.). Различают несколько типов ветвления растений (рис. 2.5):

1) дихотомическое (вилчатое) — характерно для многих водорослей, печеночных мхов, плаунов и др. Точка роста основного побега делится на две новые точки роста, образуется вилчатое боковое ответвление — две ветви 2-го порядка, которые, в свою очередь, могут делиться на ветви 3-го порядка и т. д.;

2) моноподиальное (неопределенное) — характерно для ели, пихты, лиственницы, сосны, кедра, многих травянистых растений, листовенных мхов и др. Основной побег растет неопределенно долго; на нем ниже вершины из боковых почек появляются ветви 2-го порядка, которые также могут делиться на ветви 3-го порядка и т. д.;

3) симподиальное (определенное) — характерно для семенных, древесных и травянистых растений (осины, березы, липы, многих многолетних трав и др.). Рост основного побега прекращается, рост ветвей происходит за счет боковых почек, которые дают боковое ответвление. Дальнейший рост продолжается вновь за счет боковых почек;

4) ложнодихотомическое (ложновилчатое) — характерно для сирени, конского каштана и др. Верхушечная почка основного побега дает короткий прирост, а дальнейший рост ветвей происходит за счет боковых почек, из которых развиваются две почти одинаковые супротивные ветви 2-го порядка.

По форме стебли делятся на цилиндрические, трехгранные, четырехгранные, многогранные, сплюснутые и др.

Направление роста стеблей бывает различным. В большинстве случаев стебли обладают отрицательным геотропизмом и растут вертикально — прямостоячие стебли. Но существуют и другие типы стеблей, различающиеся по положению в пространстве, а именно: стелющиеся, приподнимающиеся, ползучие, лазающие, вьющиеся, цепляющиеся и др.

Места прикрепления листьев на стебле называются *узлами*, а промежутки между ними — *междоузлиями*. Междоузлия могут быть укороченными или удлиненными.

Побег — это стебель с сидящими на нем листьями и почками. Внутренний угол между основанием листа и стеблем называется *пазухой листа*. В пазухах листьев находятся укороченные побеги — почки.

Почка может быть вегетативной (ростовой) или генеративной (смешанной). Она состоит из очень короткой оси (стебля), на которой расположены зачатки листьев. Стебель почки заканчивается конусом нарастания. Листья внутри почки желтоватые и зеленоватые, а снаружи — бурые, чешуйчатые, опробковевшие. Они защищают почку от высыхания, повреждений и неблагоприятных внешних условий. Развитие наружных почек в побег может происходить в год их появления или после перезимовки. В генеративной почке, кроме листьев, находятся зачатки соцветий и цветков. Цветочная почка, заключающая в себе только один цветок, называется *бутоном*. Различают *верхушечные почки*, обеспечивающие рост растений в длину, и боковые, или пазушные, обеспечивающие ветвление и образование системы побегов. Кроме перечисленных, есть еще *спящие почки* (недоразвившиеся и заросшие корой обычные почки), которые могут долгое время находиться в покое, но при определенных условиях трогаются в рост. Вне пазух (во внутренних слоях тканей стебля и корня) закладываются *придаточные почки*. Из них образуются придаточные побеги в тех случаях, когда гибнут пазушные почки или основные побеги.

По особенностям развития побегов выделяют следующие группы растений:

1) деревья, имеющие хорошо выраженный главный стебель — ствол, несущий крону из боковых ветвей с листьями; высота деревьев обычно не ниже 2 м;

2) кустарники, не имеющие главного ствола, так как стебель образует ветви от основания; высота кустарников от 0,8 до 7 м;

3) полукустарники, имеющие нижние части побегов многолетние, одревесневшие, а верхние — травянистые, ежегодно отмирающие; к ним относятся многие виды полыней, черника и др.; высота полукустарников обычно не более 0,8 м, реже до 1,5—2,0 м;

4) травы, не имеющие древеснеющих побегов; стебли у них сохраняются в течение одного вегетационного периода.

У растений, кроме типичных надземных побегов, часто наблюдаются видоизмененные (метаморфизированные) побеги (рис. 2.6). К таким побегам относятся корневище, клубень, луковица.

Корневище представляет собой подземный стебель многолетних травянистых растений. Оно служит для их вегетативного

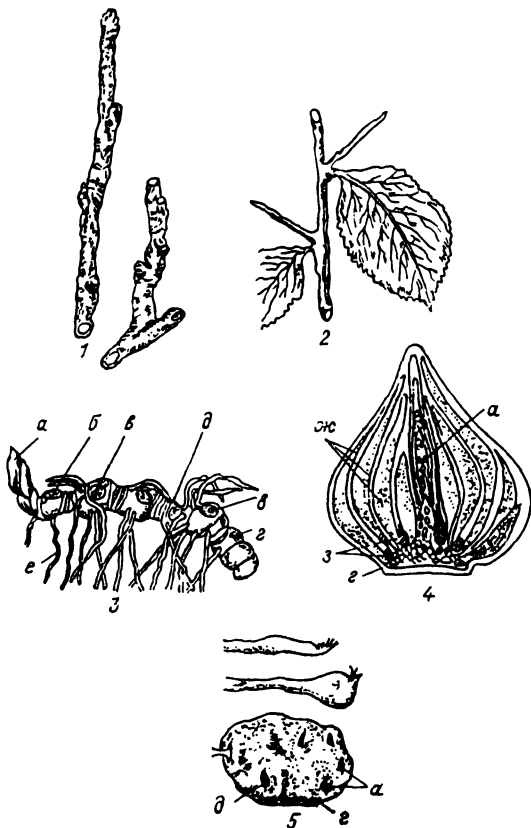


Рис. 2.6. Видоизменение (метаморфоз) побегов.

1 — укороченный и удлиненный побеги яблони, 2 — колючки боярышника побегового происхождения, 3 — корневище, 4 — луковица, 5 — развитие клубня на stolone; а — почка надземного побега (у луковицы виден сформированный цветок), б — рубец от побега этого года, в — побеговые рубцы от прошлых лет, г — стебель, д — листовые рубцы от редуцированных листьев, е — придаточные корни, ж — листовые чешуи, з — пазушные почки, из которых развиваются дочерние луковицы.

размножения, которое осуществляется путем обособления возникающих на корневище подземных побегов после отмирания старых участков корневища. От надземных побегов корневище отличается отсутствием зеленых листьев, а от корня — наличием остатков листьев в виде бурых чешуй, не имеющих черешков и остающихся на корневище после опадения рубцы, отсутствием на конце растущей части корневого чехлика, а также отсутствием корневых волосков. В узлах или пазухах листьев на корневище образуются почки, ежегодно дающие новые подземные побеги и придаточные корни.

Форма корневищ и направление их роста разнообразны. Они могут иметь вид удлиненных плетей (пырей ползучий), могут

быть укорочены и сильно утолщены (ревень). В почве корневища располагаются вертикально, наклонно или горизонтально. В теле корневищ накапливаются запасные питательные вещества, которые используются растением для образования новых побегов при вегетативном размножении.

Клубень также является видоизмененным побегом. Различают надземные клубни, имеющие зеленые листья (например, у капусты кольраби, некоторых тропических орхидей и др.), и подземные, листья которых редуцированы в очень мелкие, рано опадающие чешуйки. Почки, развивающиеся в пазухах листьев подземных клубней, называются глазками. В клубнях накапливаются питательные вещества, чаще крахмал и другие углеводы. Клубни покрыты тонкой пробковой тканью — кожицей, под которой находится кора, проводящие пучки и сердцевина. Клубни могут возникать как на главной оси растения (обычно у ее основания), так и на боковых побегах (полевой хвощ), подземных побегах — столонах (картофель, земляная груша). Клубни служат обычно для размножения. После отмирания столонов прорастают почки, образуются придаточные корни, и клубень развивается в новое растение.

Луковица состоит из сильно укороченного стебля, называемого донцем, и мясистых листьев-чешуй, служащих для запаса воды и питательных веществ. Внутри луковицы находятся 1—3 почки, из которых вырастают новые растения и цветonoсные побеги. Имеются сложные луковицы (например, у чеснока). У таких луковиц в пазухе каждой луковичной чешуи формируется несколько луковичек-деток (зубков), расположенных боком в один ряд. Луковичные растения распространены в жарких и сухих районах, так как луковицы хорошо переносят засуху.

Метаморфозу у растений могут подвергаться не только побеги, но и другие органы (листья, корни или их части, ветви соцветий). Такие образования, как колючки и усики, не что иное, как результат метаморфоза различных органов растений. Например, колючки могут быть листового происхождения (барбарис), стеблевого (боярышник) или корневого (пальма *Acanthorhiza*).

Чаще всего метаморфоз надземного побега вызван недостатком влаги и наблюдается у растений засушливых областей. Так, у стеблевых суккулентов (например, кактусов) листья превратились в колючки, а мясистый стебель стал водозапасающим и фотосинтезирующим органом.

2.2.1. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ

Строение стебля у разных классов растений различно. В стеблях растений встречаются все виды тканей.

Рост стебля в длину осуществляется за счет конуса нарастания. В конусе нарастания различают наружный слой — *тунику*, состоящий из одного или нескольких слоев клеток образовательной ткани (меристемы), и внутренний — *корпус*. Из клеток туники образуется первичная покровная ткань — эпидермис (эпидерма)

и первичная кора, а из клеток корпуса — центральный цилиндр и внутренний слой первичной коры (эндодерма).

Центральный цилиндр состоит или только из проводящих тканей, или включает также основные, выделительные и механические ткани. В корпусе конуса нарастания закладываются проводящие

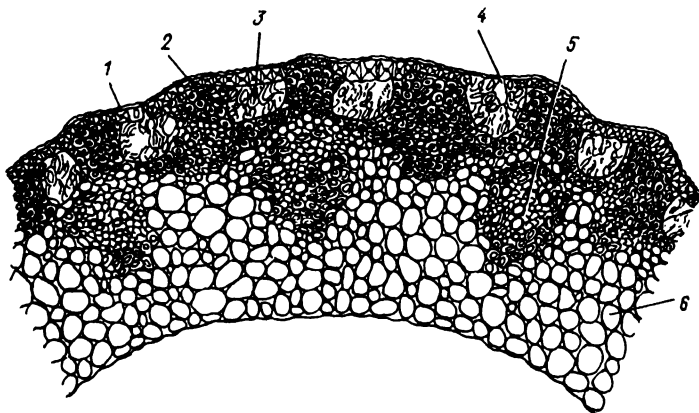


Рис. 2.7. Анатомическое строение стебля однодольного растения.

1 — сильно кутинизированный эпидермис, 2 — склеренхима, 3 — разорванные участки периферической паренхимы, 4 — устьице, 5 — проводящие пучки, 6 — паренхима.

пучки удлиненных клеток из образовательной ткани (боковой меристемы), называемые *прокамбием*.

В строении стебля древесных, кустарниковых и травянистых растений существуют значительные различия. В стеблях травянистых растений менее развиты механические ткани и меньшее количество одревесневших клеток по сравнению с древесными растениями.

Строение стебля однодольных растений сильно отличается от двудольных. На поперечном срезе стебля однодольного растения (злаки, осоки, лилейные и др.) отчетливо выражены три составные части: эпидермис, первичная кора и центральный цилиндр (рис. 2.7).

Поверхность стебля покрывает эпидерма с кутикулой, которая на молодых побегах имеет устьица. К устьицам прилегают клетки паренхимы, снабженные хлоропластами. Под эпидермой располагается тонкий слой хлорофиллоносных паренхимных клеток первичной коры. Далее расположен центральный цилиндр. Он начинается с кольца механических тканей, состоящих из склеренхимных волокон, обеспечивающих механическую прочность стебля. Основная часть центрального цилиндра состоит из основной ткани (паренхимы), в которой рассеяны закрытые проводящие пучки. Они не имеют образовательной ткани — камбия,

поэтому стебли однолетних растений не способны к вторичному росту в толщину.

Проводящие пучки образуются из тяжей прокамбия, которые закладываются еще в конусе нарастания. Пучки окружены механической тканью — склеренхимой, защищающей их от сдавливания.

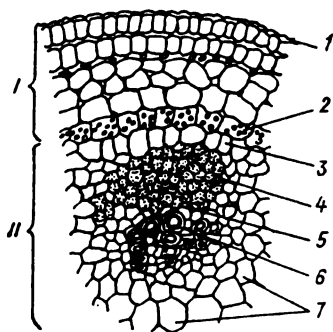


Рис. 2.8. Первичное строение стебля двудольного растения (поперечный срез).

I — первичная кора, II — центральный цилиндр; 1 — эпидермис, 2 — эндодерма (крахмалоносное влагалище), 3 — склеренхима перидермы, 4 — первичная флоэма, 5 — формирующий камбий, 6 — ксилема, 7 — паренхима сердцевины.

У некоторых однолетних растений (кукуруза, просо, сорго, тростник) кольцо механической ткани начинается сразу под эпидермисом. У ржи, пшеницы, овса, ячменя паренхима междоузлий разрушается в процессе роста и образуется центральная полость. Такой тип стебля называется *соломиной*.

Таким образом, стебель однодольных растений характеризуется первичным строением, наличием лишь первичной покровной ткани — эпидермы, слабо выраженной хлорофиллоносной корой, пучковым строением центрального цилиндра, закрытым типом и разбросанным расположением коллатеральных проводящих пучков.

Стебли двудольных травянистых растений на ранних этапах развития имеют первичное строение, хотя несколько и отличное от однодольных растений (рис. 2.8).

В результате деятельности первичных меристем конуса нарастания формируется покрытая кутикулой эпидерма, первичная кора и центральный цилиндр. Эпидерма имеет небольшое число устьиц. Под эпидермой залегает первичная кора, образованная колленхимой, а под ней лежит хлорофиллоносная паренхима. Клетки внутреннего слоя первичной коры — эндодермы — обычно заполнены крахмальными зёрнами и называются крахмалоносным влагалищем.

Внутри от крахмалоносного влагалища располагается центральный цилиндр. Его наружный слой — перидерма — часто образован одним или несколькими рядами склеренхимы. Остальная его часть представляет собой паренхиму, по периферии которой правильным кольцом расположены открытые проводящие пучки. Проводящие пучки не окружены со всех сторон механической

тканью; последняя располагается отдельными участками в лубе в виде пучков лубяных волокон, а также между сосудами древесины в виде древесных волокон.

Вторичные изменения в стебле приводят к вторичному росту в толщину. Эти изменения начинаются с появления участков меж-

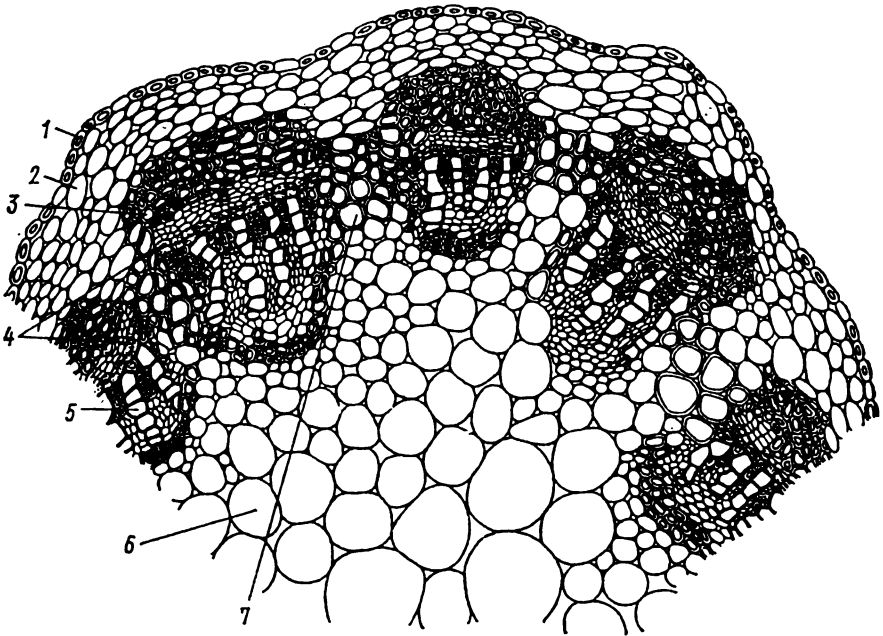


Рис. 2.9. Вторичное пучковое строение стебля двудольного растения (поперечный срез).

1 — эпидермис, 2 — коровая паренхима, 3 — флоэма, 4 — камбий, 5 — вторичная ксилема, 6 — сердцевина, 7 — сердцевинные лучи.

В указанном типе стебля межпучковый камбий возникает позднее, пучковые камбиальные участки вначале соединяются межпучковыми участками механических волокон.

пучкового камбия, который соединяется с пучковым камбием, образуя сплошное *камбиальное кольцо*. Клетки камбиального кольца, делясь, откладывают сплошное кольцо вторичной флоэмы наружу и вторичной ксилемы внутрь. Происходит рост стебля в толщину.

Стебли двудольных растений могут иметь пучковое, непучковое и переходное строение. Пучковое строение стебля, свойственное бобовым растениям, показано на рис. 2.9. Наружный слой стебля, имеющего пучковое строение, покрыт эпидермой с кутикулой, под которой расположена первичная кора, представленная хлорофиллоносной паренхимой. Наружный ряд ее клеток — пластинчатая колленхима, внутренний — клетки крахмалоносного влагища (эндодермы). Между первичной корой и центральным

цилиндром расположена хорошо заметная склеренхима перициклического происхождения. Склеренхима образует полудуги над открытыми коллатеральными пучками, расположенными по кругу. В составе пучка — первичная флоэма, примыкающая к склеренхиме, вторичная и первичная ксилема. Пучковый камбий смыкается с межпучковым, образуя цельное кольцо из меристемы. Одревесневающая паренхима соединяет проводящие пучки, в результате образуется кольцо (трубка) одревесневших тканей, обеспечивающее стеблю прочность. Проводящие ткани в стебле пучкового строения остаются разобщенными в виде пучков. Сердцевина стебля представлена паренхимой.

Непучковое (сплошное) строение свойственно травянистым (лен) и древесным (яблоня, рябина, липа) растениям. В конусе нарастания этих растений прокамбиальные тяжи настолько сближены, что образуют сплошной цилиндр (имеющий на поперечном срезе вид кольца). Прокамбиальный цилиндр, дифференцируясь, дает к центру цилиндр первичной ксилемы, к периферии — цилиндр первичной флоэмы, а между ними образуется камбиальный цилиндр.

Вторичные изменения связаны с делением клеток камбия, которое идет параллельно поверхности стебля, при этом внутрь клеток откладывается в несколько раз больше, чем наружу. Внутренний слой формируется из элементов вторичной ксилемы (древесины): сосудов, трахеид, древесинной склеренхимы и паренхимы. Наружу откладывается вторичная флоэма (луб). Местами камбий откладывает в обе стороны паренхимные клетки сердцевинных лучей.

У некоторых видов растений пучковое строение может с возрастом сменяться непучковым, сплошным. Таким переходным строением отличаются стебли подсолнечника, георгины, клещевины и др.

В результате вторичных изменений у некоторых двудольных возникают вторичные пучки, но меньших размеров по сравнению с первичными. Позднее элементы этих пучков сливаются, образуя сплошные кольца.

Расположение проводящих пучков по стеблю и переход их из листьев в стебли отличается большой сложностью и разнообразием. У однодольных проводящие пучки одновременно и стеблевые и листовые — *общие пучки*. У двудольных проводящие пучки двух родов: одни — стеблевые, тянутся от корня до верхушки стебля, а другие — листовые, выйдя из листа в стебель, сливаются со стеблевыми пучками.

Для строения стебля двудольных растений в отличие от однодольных характерны следующие особенности: вторичное строение, возникающее вслед за первичным; развитие (помимо эпидермы) перидермы и корки; развитая первичная кора, состоящая из паренхимы и колленхимы; пучковое или непучковое (сплошное) строение; правильное расположение пучков; наличие открытых пучков.

Стебли большинства древесных и кустарниковых растений имеют типичное непучковое строение. Если у травянистых двудольных растений все клетки камбия к осени превращаются в клетки постоянных тканей, то в древесных стеблях камбий функционирует в течение всей жизни. Камбий, расположенный кольцами, откладывает наружу вторичную флоэму, а внутрь вторичную ксилему, в результате чего стебли этих растений ежегодно растут в толщину. В сторону древесины откладывается больше клеток, чем в сторону луба, поэтому древесина занимает большую часть стебля. Ежегодно из камбия образуется по одному кольцу древесины — *годовые кольца*, которые состоят из различных по диаметру проводящих элементов. Весенние сосуды шире летних и осенних, поэтому годовые кольца отчетливо выражены.

Стебли древесных и кустарниковых растений покрыты сверху пробкой или коркой. Часть стебля к периферии от камбия состоит из вторичной коры, включающей луб (флоэму), и первичной коры. Радиальные полоски клеток, идущие от коры к сердцевине, называются *сердцевинными лучами*, по ним проводятся вещества в горизонтальном направлении. В клетках этих лучей откладываются крахмальные зерна.

В древесине (ксилеме) некоторых древесных пород выделяется более темная внутренняя часть — *ядро* и наружная — *заболонь*. Ядро не участвует в проведении воды и растворенных в ней веществ, в нем накапливаются камеди, пигменты, смолистые, дубильные и другие вещества, а сосуды ксилемы закупориваются *тиллами* — выростами клеток древесной паренхимы. Для проведения воды с растворенными в ней минеральными солями служит заболонь, которая выполняет функции ксилемы.

Особенности строения стебля хвойных растений заключаются в том, что древесина их лишена сосудов и состоит из трахеид с крупными окаймленными порами.

2.2.2. движение веществ по стеблю

Стебель растения связывает листья с корнями: из корней в листья передвигается вода с растворенными в ней минеральными веществами, а органические вещества, образующиеся в листьях, отводятся в корни.

Вода, поглощенная из почвы корневыми волосками и клетками эпидермиса путем осмотического всасывания, из клеток внешней части корня перемещается к ксилеме, занимающей центральную часть корня. Пройдя сквозь мембрану и протопласт клеток эндодермы, она попадает в ксилему. По ксилеме вода поднимается в надземные части растения, двигаясь главным образом по сосудам и трахеидам корня и стебля. Сосуды представляют собой длинные перфорированные трубки. В трахеидах нет перфорации, и вода, чтобы попасть из одной трахеиды в другую, должна пройти через их торцевые стенки. Однако трахеиды — очень длинные клетки, а потому эта конструкция достаточно хорошо приспособлена для проведения воды.

Листовые жилки, состоящие из тяжелой ксилемы и флоэмы, образуют в листе настолько густую сеть, что любая его клетка оказывается достаточно близко от источника воды. Из ксилемы вода поступает в стенки клеток основной ткани листа — *мезофилла*. Таким образом, вода в жидкой фазе заполняет весь путь от почвы — через корень и стебель — до листа. Поток воды направлен в сторону меньшего водного потенциала, который максимален в почве, несколько меньше в клетках корня и самый низкий в эпидермисе листа. Малая величина водного потенциала в эпидермисе листа объясняется главным образом испарением воды с поверхности листа, т. е. *транспирацией*.

Если трахеиды и сосуды образуют проводящую систему для перемещения воды и некоторых растворов из почвы в надземную часть растения, то другая трубчатая система — флоэма — служит для доставки сахарозы и других органических веществ, образующихся в листьях, ко всем остальным органам растения.

По ситовидным трубкам флоэмы транспортируются: сахара, аминокислоты, гормоны и в меньшем количестве минеральные вещества. Если по ксилеме содержимое перемещается исключительно от корней к листьям, то по флоэме отток происходит вверх или вниз к любой точке, где продукты фотосинтеза потребляются или запасаются. В нижней части стебля это движение направлено вниз к корням, в других частях зависит от нахождения «потребителя». Кроме того, направление «транспорта» может изменяться в зависимости от возраста растений и времени года.

2.3. Лист

Лист — это вегетативный орган растения; выполняющий функции фотосинтеза и испарения (транспирации), а также обеспечивающий газообмен с воздушной средой. Ничтожная часть воды идет на построение органического вещества, главная же масса — на транспирацию, за счет чего создается непрерывный ток воды, обеспечивающий поступление из почвы минеральных веществ и предохраняющий растение от перегрева.

Лист является боковым органом стебля или его видоизмененный, возникающим из наружных слоев клеток первичной меристемы конуса нарастания стебля. Сам лист не имеет конуса нарастания и рост его у большинства растений осуществляется сначала верхушкой, затем путем диффузного размножения и роста клеток в разных зонах листовой пластинки или у ее основания (однодольные).

По расположению на стебле различают низовые, срединные и верхушечные листья. К *низовым* листьям относятся видоизмененные листья: семядоли, первые не типичные для растения листья, чешуйки на корневищах, защитные чешуйки на почках, чешуи на луковицах. *Срединные листья* — это листья, типичные для данного вида. Они располагаются на средней части стебля. По ним

определяют вид растения. *Верхушечные (верховые) листья* находятся в верхней части растения. Они мельче срединных, имеют более простую форму, иногда другую окраску. К верхушечным относятся кроющие листья соцветий и цветков, а также прицветники и прицветнички.

2.3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИСТЬЕВ

Типичные для растений срединные листья состоят из листовой пластинки, черешка и прилистников. Прилистники — придатки у основания листа. Обычно их бывает два свободных (у вики), но могут быть сросшиеся (у клевера) или в виде небольших выростов, щетинок, пленочек. У многих видов растений прилистники отсутствуют.

Пластинка листа может непосредственно прикрепляться к стеблю без черешка; такой лист называется *сидячим* (у мака). Некоторые сидячие листья своим основанием охватывают стебель — *стеблеобъемлющие* листья; другие срастаются основанием со стеблем на некотором протяжении — *низбегающие* листья. Встречаются сидячие листья, у которых стебель как бы проходит сквозь листовую пластинку — *прозенные* листья. Наконец, два супротивно расположенных сидячих листа, сросшихся своими основаниями, образуют *сросшийся* лист.

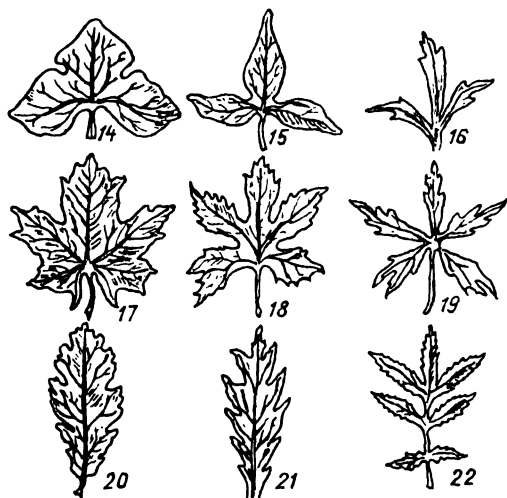
Лист, прикрепляющийся к стеблю с помощью черешка, называется *черешковым*. Если черешок отходит не от основания пластинки, а от центра (у настурции, лотоса), то такие листья называются *щитовидными*. У некоторых видов (зонтичных, осоковых, злаков и др.) черешок расширен в так называемое *влагалище*, более или менее охватывающее стебель. Осоки имеют замкнутое влагалище, сросшееся своими краями. У большинства злаков открытое влагалище, не сросшееся с краями. Черешки, имеющие плоское окаймление (у чины, цитрусовых), — крылатые черешки.

Листовые пластинки обладают большим разнообразием и часто служат отличительным признаком растений. Пластинки листьев подразделяются по следующим признакам: общие очертания, форма основания и верхушки, жилкование, характер края, опушение и плотность.

Листья бывают простые и сложные. Простые листья имеют различные очертания листовых пластинок: круглую, овальную, яйцевидную, обратнояйцевидную, почковидную, продолговатую, ланцетовидную, копьевидную, сердцевидную, стреловидную, линейную, игловидную, пронзенную, щитовидную и др. Важный признак — характер края листа, который может быть цельным, зубчатым, игольчатым, городчатым, выемчатым и др. Пластинки простых листьев могут быть сильно надрезаны. В связи с этим различают листья цельные, лопастные (дуб, клен), отдельные, (герань луговая), рассеченные (картофель) (рис. 2.10).

Форма основания может быть клиновидной, закругленной, сердцевидной, стреловидной и копьевидной. Верхушка листа бывает тупой, острой, заостренной, остроконечной. Пластинки листьев

различаются *жилкованием* («нервацией»), характер которого специфичен для разных видов растений. У однолетних растений жилкование *параллельное* и *дугвое*, у двудольных — *перистое* и *пальчатое*.



Сложные листья состоят из отдельных листочков, имеющих небольшие черешки и опадающих осенью.

Различаются перистосложные листья, у которых листочки расположены по длине общего черешка — *рахиса* (вика, горох), и пальчатосложные, у которых они прикрепляются к верхушке рахиса (конский каштан). Пальчатосложный лист, состоящий из трех листочков, называется *тройчатым* (донник, люцерна), пери-

Рис. 2.10. Форма простых листьев.

1 — игольчатая, 2 — линейная, 3 — обратнояйцевидная, 4 — почковидная, 5 — стреловидная, 6 — эллиптическая, 7 — ланцетовидная, 8 — округлая, 9 — яйцевидная, 10 — сердцевидная, 11 — ромбовидная, 12 — лопатчатая, 13 — копьевидная, 14 — тройчатолопастная, 15 — тройчатораздельная, 16 — тройчаторассеченная, 17 — пальчатолопастная, 18 — пальчатораздельная, 19 — пальчаторассеченная, 20 — перистолопастная, 21 — перистораздельная, 22 — перисторассеченная.

стосложный, оканчивающийся парой листочков — *парноперистосложным* (чина, желтая акация), а *перистосложный*, оканчивающийся одним листочком — *непарноперистосложным* (эспарцет).

Листья могут быть без опушения, опушены с двух сторон или с одной. Сильное опушение называется *войлочным*. По плотности различают листья очень тонкие и мясистые.

На стебле листья располагаются с определенной закономерностью. Часто наблюдается *очередное*, или *спиральное*, *листорас-*

положение (береза, ива, тополь, травянистые). При супротивном расположении листьев на каждом узле стебля два листа сидят друг против друга (клен, мята, шалфей, гвоздика). Если из одного узла стебля вырастает несколько листьев, то такое расположение называется мутовчатым (вороний глаз, ветреница).

Срединные листья некоторых видов растений, развивающихся не в одинаковых условиях, бывают различными по форме. Так, у водных растений (водяной лютик, стрелолист) листья, погруженные в воду, имеют сильное рассечение пластинок, тогда как у листьев, находящихся над водой, пластинки цельные. Данное явление называется *гетерофиллией*.

Размеры листьев колеблются от нескольких миллиметров у мхов до 22 м длины и 10—12 м ширины у некоторых видов пальм.

Продолжительность жизни листьев у большинства растений в средних широтах равна одному вегетационному периоду (от весны до осени), но у брусники лист живет до трех лет, а у хвойных — от 2 до 15 лет. У вечнозеленых растений тропиков продолжительность жизни листьев составляет от одного года до 17 лет.

При неблагоприятных условиях произрастания или в связи со старением листья опадают. Листопад в умеренной зоне начинается с наступлением холодов, а в жарком климате — с наступлением засухи. Перед опаданием у основания черешка или листовой пластинки, если лист сидячий, появляется отделительный слой. Клетки отделительного слоя начинают делиться и набухать, затем они разъединяются в результате ослизнения. Ситовидные трубки закупориваются. В листе нарушается жизнедеятельность и он опадает под действием собственной массы. Раневую поверхность защищают опробковевшие клетки.

Опадение листьев стимулируется специальными гормонами. Воздействие некоторых химических веществ может ускорить или задержать опадение листьев. В отдельных случаях используется искусственное удаление листьев с растений — *дефолиация*. Она применяется перед уборкой хлопчатника путем опрыскивания посевов растворами цианамиды кальция или хлората магния и др.

Нужные растению вещества перед листопадом оттекают из листьев в стебель, но незначительная их часть остается. С листьями удаляются и ненужные растению вещества.

2.3.2. СТРОЕНИЕ ЛИСТА

Различия в анатомическом строении листа между видами, сформировавшимися в несходных климатических условиях, сильно выражены даже среди растений одного вида (например, произрастающих в тени и на освещенном месте). Но в общих чертах оно единообразно и у разных видов (рис. 2.11).

Снаружи с обеих сторон лист покрыт однослойным, иногда двуслойным эпидермисом. Между верхним и нижним эпидермисом располагается основная ткань, или мякоть, — *мезофилл*. В мезо-

филле различают столбчатую (палисадную) паренхиму, в которой главным образом и происходит синтез органических веществ, и губчатую.

Эпидермальные клетки лишены хлоропластов (за исключением водных и теневых растений). Особенностью эпидермиса листа является наличие в нем устьиц. Через устьица происходит газо-

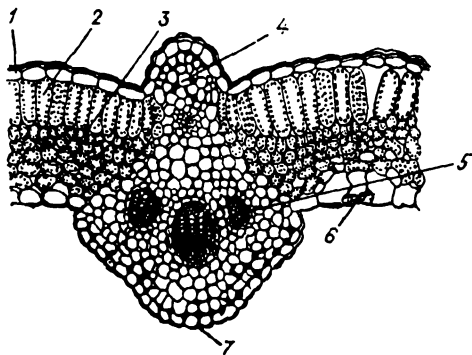


Рис. 2.11. Анатомическое строение листа.

1 — верхний эпидермис, 2 — столбчатая (палисадная) паренхима, 3 — губчатая паренхима, 4 — механическая ткань, 5 — проводящий пучок, 6 — устьице, 7 — нижний эпидермис.

обмен с атмосферой и транспирация. У листьев, расположенных горизонтально (двудольные), устьица находятся преимущественно на нижней стороне. У листьев, растущих вертикально, устьица равномерно распределены на обеих сторонах листа. У водных растений устьица находятся на верхней части листа.

Палисадная паренхима занимает верхнюю, обращенную к свету, часть листа. Ее удлиненные клетки расположены перпендикулярно к поверхности листа. Они не имеют межклетников, содержат много хлорофилла и могут состоять из двух и даже трех слоев.

Ближе к нижней стороне листа находится губчатая паренхима, клетки которой имеют округлую, несколько вытянутую, или неправильную форму. В этой части листа много межклетников. Губчатая паренхима служит для проведения органических веществ от клеток палисадной паренхимы до проводящих пучков. По межклетникам идет газообмен и удаление воды через устьица.

В мезофилле листа проходят *жилки*, образованные одним или несколькими коллатеральными, большей частью закрытыми, сосудисто-волокнистыми пучками. Пучки включают ксилему и флоэму. В крупных жилках ксилема состоит из сосудов, трахеид, волокон либриформа и ксилемной паренхимы, а флоэма — из ситовидных трубок, клеток-спутниц, лубяных волокон и флоэмной паренхимы. В тонких жилках ксилема представлена только кольчатыми сосудами или трахеидами, окруженными тонкостенными паренхимными клетками, которые иногда смыкаются своими концами, создавая петли, но могут заканчиваться свободно. В листовых пластинках жилки образуют густую сеть.

У некоторых однодольных растений, например у злаков, листья имеют несколько иное строение. Мезофилл у них не раз-

деляется на палисадную и губчатую паренхиму. Он состоит из однородных клеток почти без межклетников; сильно развита паренхимная ткань.

Особое строение имеют листья хвойных растений. У них под эпидермисом имеется слой клеток — гиподерма, выполняющая механическую и водозапасающую роль. Мезофилл состоит из складчатой паренхимы и двух проводящих пучков.

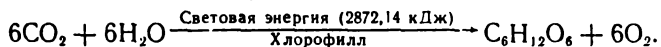
Прочность листьям придают группы склеренхимных волокон (механическая ткань), сопровождающие пучки или отдельные клетки. В черешках листьев развита колленхима. Их упругость обеспечивается тургором клеток.

2.4. Фотосинтез

Фотосинтез — образование высшими растениями сложных органических веществ из простых соединений — углекислого газа и воды — за счет световой энергии, поглощаемой хлорофиллом. Создаваемые в процессе фотосинтеза органические вещества необходимы растениям для построения их органов и поддержания жизнедеятельности.

Исходные вещества для фотосинтеза — углекислый газ, поступающий в листья из воздуха, и вода — представляют собой продукты полного окисления углерода (CO_2) и водорода (H_2O). В образующихся при фотосинтезе органических веществах углерод находится в восстановленном состоянии. При фотосинтезе система $\text{CO}_2\text{—H}_2\text{O}$, состоящая из окисленных веществ и находящаяся на низком энергетическом уровне, восстанавливается в менее устойчивую систему $\text{CH}_2\text{O—O}_2$, находящуюся на более высоком энергетическом уровне.

В общем виде суммарный конечный результат фотосинтеза выражается следующим уравнением:



Из уравнения видно, что на получение одной грамм-молекулы глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) расходуется световая энергия в количестве 2872,14 кДж, которая запасается в виде химической энергии. При этом в атмосферу выделяется свободный кислород.

Приведенное уравнение дает конкретное представление о начальных и конечных веществах, участвующих в фотосинтезе, но оно не вскрывает сущности очень сложного биохимического процесса.

История учения об углеродном питании растений насчитывает более 200 лет. В трактате «Слово о явлениях воздушных» М. В. Ломоносов в 1753 г. писал, что растение строит свое тело из окружающего его воздуха, поглощенного при помощи листьев. Однако открытие фотосинтеза связывают с именем английского химика Дж. Пристли, который в 1771 г. обнаружил, что на свету зеленые растения «исправляют» воздух, «испорченный» горением.

Последующими работами голландского ученого Я. Ингенхауза (1779, 1798 гг.), швейцарских Ж. Сенебье (1782, 1783 гг.) и

Н. Соссюра (1804 г.) было установлено, что на свету зеленые растения усваивают из окружающей атмосферы углекислый газ и выделяют кислород.

Важную роль в изучении фотосинтеза имели работы К. А. Тимирязева, который показал, что свет является источником энергии для синтеза органических веществ из углекислого газа и воды, и установил максимум поглощения хлорофилла в красной и синеволетовой областях спектра. Дальнейшие исследования многих ученых с использованием современных методов позволили вскрыть многие звенья сложной цепи превращений веществ в растительном организме.

Было установлено, что фотосинтез протекает в двух фазах. Первая из них — световая, вторая — темновая. Первая фаза идет только на свету, тогда как вторая — с равным успехом как в темноте, так и на свету. Световая фаза протекает в зеленой фракции хлоропласта — гранах, а все превращения темновой фазы проходят в его бесцветной фракции — цитоплазматическом матриксе. Световая фаза характерна только для фотосинтезирующих клеток, тогда как большинство реакций, составляющих процесс фиксации углекислоты в темновой фазе, свойствен не только фотосинтезирующим клеткам.

Световая фаза фотосинтеза начинается с поглощения света пигментами. В химических реакциях световой фазы участвуют лишь молекулы хлорофилла *a*, находящиеся в активированном (за счет поглощения световой энергии) состоянии. Остальные пигменты — хлорофилл *b* и каротиноиды — улавливают свет с помощью особых систем, передают полученную энергию на молекулы хлорофилла *a*.

Важнейшая роль световой фазы состоит в построении молекулы АТФ (аденозинтрифосфата), в которой запасается энергия. Процесс образования АТФ в хлоропластах с затратой солнечной энергии называется *циклическим фосфорилированием*. При распаде АТФ до АДФ (аденозиндифосфата) выделяется около 40 кДж энергии.

Для восстановления молекулы НАДФ (никотинамидадениндинуклеотидфосфат) требуется два атома водорода, который получается из воды с помощью света. Активированный светом хлорофилл тратит свою энергию на разложение воды, превращается в инактивированную форму, при этом выделяются четыре атома водорода, которые используются в восстановительных реакциях, и два атома кислорода, поступающие в атмосферу.

Таким образом, первыми стабильными химическими продуктами световой реакции в растениях являются НАДФ·Н₂ и АТФ.

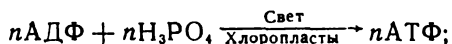
Сокращенно световую фазу фотосинтеза можно представить следующей схемой:

1) разложение воды:

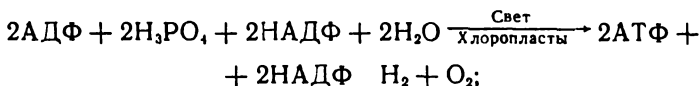
а) Пигмент + Свет → Активированный хлорофилл *a*;

б) Активированный хлорофилл *a* + Н₂О → Инактивированный хлорофилл + 4Н + 2О;

2) фосфорилирование циклическое:



3) фосфорилирование нециклическое:



4) образование аминокислот и белков непосредственно в хлоропластах.

В темновую фазу аминокислоты и белки образуются в цитоплазме.

Темновая фаза фотосинтеза служит продолжением световой фазы. В темновой фазе с участием АТФ и НАДФ·Н₂ из углекислого газа строятся различные органические вещества. При этом НАДФ·Н₂ выполняет в темновой фазе роль восстановителя, а АТФ служит источником энергии. Восстановитель окисляется до НАДФ, а от АТФ отщепляется один остаток фосфорной кислоты (Н₃РО₄) и получается АДФ. НАДФ и АДФ снова возвращаются из матрикса в граны, где в световой фазе снова преобразуются в НАДФ·Н₂ и АТФ и все начинается сначала.

Последовательность реакций на пути превращения СО₂ в сахар удалось выяснить благодаря применению радиоактивного углерода ¹⁴С. Было установлено, что в процессе фотосинтеза за несколько минут образуется большое число соединений. Однако когда время, отведенное на фотосинтез, сократили до 0,5 с, удалось обнаружить лишь трехуглеродное фосфорилированное соединение — трифосфоглицериновую кислоту (ФГК). Следовательно, ФГК — это первый стабильный продукт, образующийся из СО₂ в процессе фотосинтеза. Оказалось, что первым веществом, которое соединяется с СО₂ (акцептор СО₂), является пятиуглеродное фосфорилированное соединение — *рибулезодифосфат* (РДФ), распадающееся после присоединения СО₂ на две молекулы ФГК. Фермент, катализирующий эту реакцию, — РДФ-карбоксилаза — занимает в количественном отношении первое место среди белков, содержащихся в белковой ткани.

Фосфоглицериновая кислота восстанавливается до уровня альдегида за счет восстановительного потенциала НАДФ·Н₂ и энергии АТФ.

Фосфоглицериновый альдегид, представляющий собой фосфорилированное соединение сахара, содержит только три атома углерода, тогда как простейшие сахара содержат шесть атомов углерода. Для того чтобы образовалась *гексоза* (простейший сахар), две молекулы фосфоглицеринового альдегида должны соединиться и полученный продукт — *гексозодифосфат* — должен подвергнуться дефосфорилированию.

Получившаяся гексоза может направляться либо на синтез сахарозы и полисахаридов, либо на построение любых других органических соединений клетки. Таким образом, сахар, образующийся

в процессе фотосинтеза из CO_2 , — это основное органическое вещество, которое в клетках высших растений служит источником как энергии, так и необходимых клетке строительных белков.

2.4.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОТОСИНТЕЗ

Углекислый газ. Интенсивность фотосинтеза зависит от количества углекислого газа в воздухе. Обычно в атмосферном воздухе содержится 0,03 % CO_2 . Увеличение его содержания способствует повышению урожайности, что используют при выращивании растений в парниках, оранжереях, теплицах. Установлено, что наилучшие условия для фотосинтеза создаются при содержании CO_2 около 1,0 %. Повышение содержания CO_2 до 5,0 % способствует повышению интенсивности фотосинтеза, но в этом случае необходимо повысить освещенность.

Количество CO_2 , усвоенное в единицу времени на единицу массы хлорофилла, называется *ассимиляционным числом*. Количество миллиграммов CO_2 , усвоенное за 1 ч на 1 дм^2 листовой поверхности, называется *интенсивностью фотосинтеза*. Интенсивность фотосинтеза у различных видов растений неодинакова, изменяется она и с возрастом растений.

Свет. Растения поглощают 85—90 % попадающей на них световой энергии, но на фотосинтез идет только 1—5 % от поглощенной световой энергии. Остальная энергия используется на нагрев растения и транспирацию.

Все растения по их отношению к интенсивности освещения можно разделить на две группы — светолюбивые и тенелюбивые. Светолюбивые требуют большей освещенности, теневыносливые — меньшей.

Вода. Обеспеченность растений водой имеет важное значение. Недостаточное насыщение клеток водой вызывает закрытие устьиц, а следовательно, снижает снабжение растений углекислым газом. Обезвоживание клеток нарушает деятельность ферментов.

Температурный режим. Наилучший температурный режим для большинства растений, при котором фотосинтез идет наиболее интенсивно, 20—30 °С. При понижении или повышении температуры фотосинтез замедляется. Хлорофилл в клетках растений образуется при температуре от 2 до 40 °С.

При благоприятном сочетании всех необходимых для фотосинтеза факторов растения наиболее активно накапливают органические вещества и выделяют кислород. Образующиеся в избытке продукты фотосинтеза — сахара — немедленно превращаются в высокополимерное запасное соединение — крахмал, откладываясь в виде крахмальных зерен в хлоропластах и лейкопластах. Одновременно какая-то часть сахаров выводится из пластид и перемещается в другие части растения. Крахмал может вновь расщепляться до сахаров, которые, окисляясь в процессе дыхания, обеспечивают клетку энергией.

Таким образом, искусственно регулируя газовый состав атмосферы, обеспечивая растения светом, водой, теплом, можно повы-

шать интенсивность фотосинтеза и, следовательно, увеличивать продуктивность растений. Именно на это направлены агротехнические приемы при возделывании сельскохозяйственных культур: обогащение почвы органическими веществами, обработка почвы, орошение, мульчирование, регулирование густоты посевов и др.

2.5. Дыхание растений

Дыхание — очень сложный биохимический процесс, в основе которого лежит процесс окисления органических веществ с выделением энергии, необходимой для жизнедеятельности организма. При окислении углеводов в процессе дыхания образуются многочисленные промежуточные продукты, которые играют очень важную роль во всех процессах обмена веществ.

Окисление углеводов при дыхании выражается следующим суммарным уравнением:



т. е. при полном окислении одной грамм-молекулы глюкозы или любой другой гексозы образуется шесть грамм-молекул CO_2 и шесть грамм-молекул воды с выделением 2872,14 кДж энергии. Однако, так же как и суммарное уравнение фотосинтеза, это общее уравнение дыхания ничего не говорит о промежуточных реакциях и продуктах, которые образуются при распаде углеводов до CO_2 и H_2O .

В процессе дыхания поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Отношение количества выделяемого из организма углекислого газа к количеству поглощаемого за то же время кислорода называется *дыхательным коэффициентом* ($DK = CO_2/O_2$).

В качестве дыхательного материала в растениях, кроме углеводов, могут использоваться жиры, белки, аминокислоты, органические кислоты и др. Значение дыхательного коэффициента изменяется в зависимости от использования тех или иных веществ в процессе дыхания. При полном окислении гексозы дыхательный коэффициент равен единице, при окислении жира — 0,71; при окислении органических кислот — более единицы.

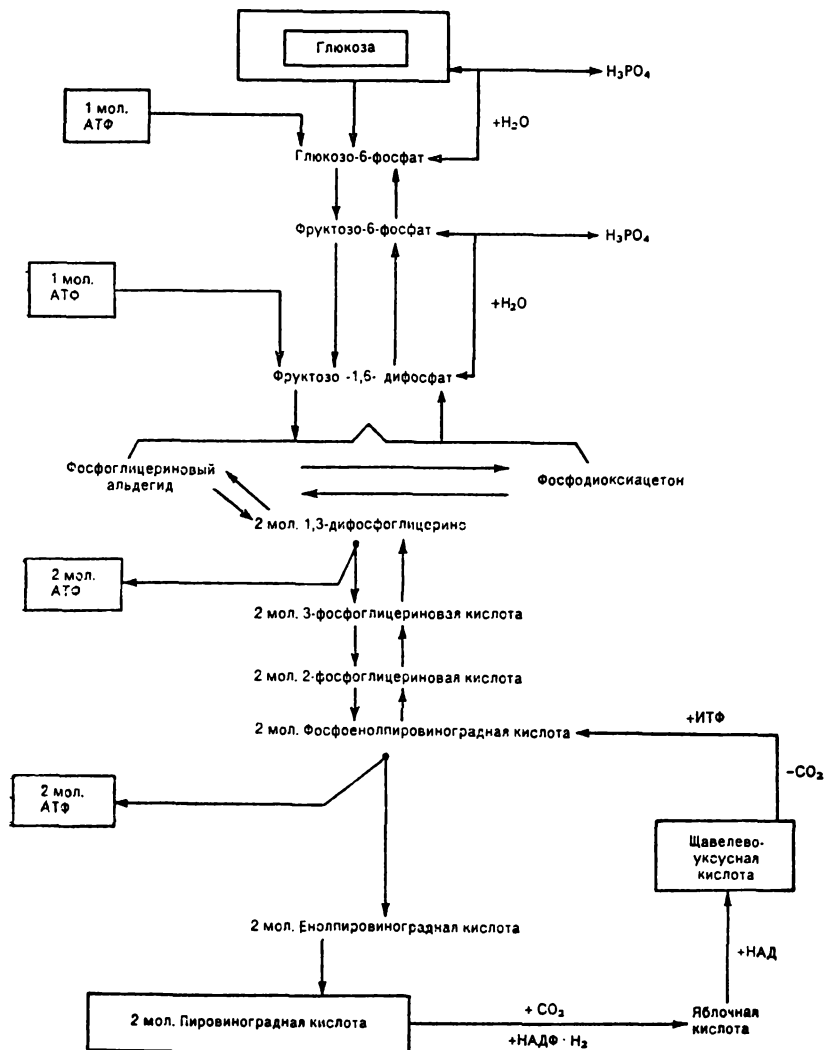
В раскрытии химизма процессов дыхания большая заслуга принадлежит Л. Пастеру, А. Н. Баху, В. И. Палладину, И. П. Бородину, Х. Виланду, С. П. Костычеву, О. Варбургу, В. А. Энгельгардту, А. И. Опарину и др.

Процесс дыхания можно разделить на две стадии: *анаэробную* и *аэробную*. И при анаэробном, и при аэробном дыхании углеводы на первых этапах претерпевают одни и те же превращения.

Если дыхательным материалом является глюкоза, то первая стадия ее превращений — фосфорилирование. Эта реакция требует затраты энергии. На превращение одной молекулы глюкозы в фруктозодифосфат расходуется две молекулы АТФ; затем фруктозодифосфат расщепляется на две молекулы дифосфоглицериновой кислоты, которые в серии промежуточных реакций окисляются

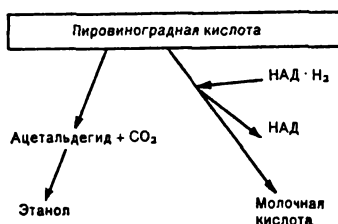
до пировиноградной кислоты. В этих реакциях образуются четыре молекулы АТФ, так что суммарный результат сводится к синтезу двух молекул АТФ. Помимо непосредственного образования АТФ, часть высвобождаемой в процессе реакций энергии накапливается в восстановленной форме никотинадениндинуклеотида (НАД). Позже эта энергия (в виде НАД·Н) используется для синтеза АТФ в аэробной стадии дыхания. Следует отметить, что все химические превращения происходят при участии ферментов.

Ниже представлена общая схема реакций распада глюкозы до пировиноградной кислоты и обратные реакции, в результате которых из пировиноградной кислоты синтезируется глюкоза:



Анаэробный распад углеводов с образованием пировиноградной кислоты — первая стадия распада углеводов — протекает в цитоплазме. При распаде глюкозы до пировиноградной кислоты возникает большое число промежуточных продуктов и в двух молекулах АТФ выделяется энергия, равная 10 кДж. Известно, что при полном распаде углеводов выделяется 2872,14 кДж, т. е. при последующем превращении пировиноградной кислоты должно выделиться значительно больше энергии, чем на первой стадии распада углеводов. Это и происходит во второй, аэробной, стадии дыхания.

Следует отметить, что при отсутствии кислорода образующаяся в процессе первой стадии дыхания пировиноградная кислота вступает в реакции, называемые брожением, при котором синтез АТФ не происходит:



Подобный распад пировиноградной кислоты наблюдается в клетках корней на плохо дренированных (переувлажненных, заболоченных) почвах. Так как поглощение минеральных веществ из почвы связано с расходом АТФ, у растений, произрастающих на плохо аэрируемых почвах, часто обнаруживаются симптомы резкой недостаточности тех или иных минеральных элементов.

Процессы аэробного окисления пировиноградной кислоты имеют циклический характер. Они получили название цикла Кребса. Пировиноградная кислота сначала расщепляется, теряя CO_2 (декарбоксилируется), и образовавшийся ацетат присоединяется к веществу, называемому коферментом А (CoA); получается ацетилкофермент А, который, взаимодействуя с щавелевоуксусной кислотой, вовлекается в цикл Кребса. Все превращения веществ протекают с участием ферментов, находящихся в митохондриях, при этом на некоторых этапах высвобождается энергия.

Все рассмотренные выше процессы протекают в цитоплазме без участия молекулярного кислорода, а, как известно, потребление кислорода — характерная черта дыхания. Потребность в кислороде возникает вследствие того, что значительная доля энергии, находившейся ранее в сахарах, содержится теперь в восстановленных переносчиках $\text{НАД} \cdot \text{H}_2$ и $\text{ФАД} \cdot \text{H}$ (флавинадениндинуклеотид), из которых она высвобождается в процессе так называемого окислительного фосфорилирования.

Поскольку в НАД·Н₂ и ФАД·Н₂ заключено большое количество энергии, высвободиться она должна постепенно, путем передачи электронов целому ряду переносчиков, связанных с белками. Окислительное фосфорилирование происходит в митохондриях клетки.

Таким образом, митохондрии являются основными центрами накопления энергии в клетке. В результате окислительного и фотосинтетического фосфорилирования растительные организмы получают энергию, необходимую им для обмена веществ, для их жизнедеятельности.

Независимо от того, как именно идет расщепление углеводов в процессе дыхания, промежуточные продукты этого расщепления часто используются еще до полного окисления, т. е. до превращения в СО₂ и Н₂О. Так, в отсутствии кислорода пировиноградная кислота может восстанавливаться в молочную кислоту или этанол.

Образующиеся в цикле Кребса органические кислоты могут присоединять аммиак и превращаться в аминокислоты, а затем в конечном счете в белки. Из аминокислот получаются также фенолы, флавоноиды, антоцианы, лигнин и все прочие соединения. Различные алкалоиды и растительный гормон ауксин синтезируются из аминокислоты триптофан. Ацетил-СоА, образующийся из пировиноградной кислоты, служит исходным продуктом для синтеза многих соединений, таких, как жирные кислоты, входящие в состав липидов (жиров), полимеры изопрена (например, каучук), летучие терпены, стероиды и гормоны.

Итак, отметим две главные функции дыхания — высвобождение энергии, необходимой для жизнедеятельности организма, и образование строительных блоков, из которых в клетке синтезируются многие соединения.

2.5.1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ

На процесс дыхания влияют температура, влажность, химические и физические воздействия, содержание кислорода в воздухе, возраст растений.

Температура. Повышение температуры на каждые 10°С усиливает энергию дыхания приблизительно в два раза. Усиление энергии дыхания происходит до температуры 40—50°С, т. е. до температуры, оказывающей губительное действие на многие растения. Дыхание у растений происходит в широких диапазонах температуры. Корнеплоды и клубнеплоды продолжают дышать зимой при температуре хранения от 0 до 3°С, поэтому необходимо вентилировать места их хранения. Лишайники дышат при температуре —10°С, а почки лиственных деревьев и хвоя сосны и ели — при температуре —20...—25°С. Оптимальная температура дыхания прорастающих семян 30—40°С.

Обеспеченность водой. Сухие семена при влажности 10—14 % теряют за год на дыхание 3—4 % сухого вещества, у набухших семян интенсивность дыхания повышается в несколько тысяч раз. Наиболее энергично дышат быстрорастущие органы и содержащие

в себе много воды прорастающие семена, плоды, цветки, молодые почки и молодые листья. Менее энергично дышат закончившие рост части растений.

Действие химических и физических факторов. Многие органические вещества, а также соли щелочных и щелочноземельных металлов в малых дозах усиливают дыхание, большие дозы вызывают быстрое падение дыхания вследствие отравления растений.

Воздействие электричеством, радиоактивными веществами, резкие перемены температуры, освещенности и повреждение растений усиливают дыхание.

Содержание кислорода в воздухе. Небольшие колебания в содержании кислорода в воздухе на процесс дыхания влияния не оказывают. Снижение содержания кислорода до 1—2 % приводит к падению интенсивности дыхания. При низком содержании кислорода растения переходят на анаэробный тип дыхания. Способность растений длительное время поддерживать жизнедеятельность с помощью анаэробного дыхания имеет важное значение при прорастании семян, при росте растений на тяжелых заплывающих и заболоченных почвах, при затоплениях, глубоком снежном покрове и ледяной корке. Этот способ дыхания широко распространен у болотных растений.

Семена, имеющие плотные воздухо непроницаемые оболочки, могут долгое время не терять всхожести и находиться в почве не прорастая (семена сорняков, клевера, люцерны и др.).

2.6. Транспирация

Процесс транспирации, или испарения воды растениями, имеет важное значение в их жизни. В результате транспирации растение снабжает себя водой и минеральными веществами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности клеток. Кроме того, достигается терморегуляция растений. Температура листа в самую жаркую погоду ниже температуры воздуха на 4—10 °С.

Транспирация воды растениями, а следовательно, и движение воды по стеблю регулируются как внутренними физиологическими факторами, так и внешними. Различают устьичную и кутикулярную транспирацию. Устьица как регуляторы транспирации играют основную роль, так как устьичная транспирация во много раз превосходит кутикулярную.

Явления транспирации и ассимиляции тесно взаимосвязаны. Ассимиляционный аппарат листьев требует свободного доступа воздуха и света; следовательно, растению нужны широкие открытые листовые пластинки, а борьба за воду, которой часто не хватает в почве, требует уменьшения листовых пластинок, защиты их волосками от нагревания, наличия непроницаемой кутикулы и замыкания устьиц.

Величину транспирации растений можно определить весовым или объемным методом. Массу воды, которую растение испаряет

в единицу времени, определяют путем систематического взвешивания вегетационного сосуда вместе с выращиваемыми растениями. При объемном методе пользуются прибором — потометром. Для измерения фактической транспирации в естественных условиях используют почвенные испарители, или лизиметры.

Весовое количество воды, израсходованное растением за время его развития на построение единицы сухого вещества, называется *транспирационным коэффициентом* (например, количество граммов воды, израсходованное на накопление одного грамма сухого вещества). Значение транспирационного коэффициента различных сельскохозяйственных культур приблизительно показывает способность растений развиваться при различных условиях увлажнения и колеблется от 230 до 1000. Транспирационный коэффициент кукурузы равен 233, гречихи — 578, гороха — 416, картофеля — 636, горчицы — 843, овса — 665. Транспирационный коэффициент изменяется в зависимости от почвенно-климатических условий и сортовых особенностей возделываемой культуры.

Количество воды, испаряемое с 1 м² листовой поверхности за 1 ч, называется *интенсивностью транспирации*.

Испарение воды с поверхности почвы, покрытой растениями, существенно отличается от испарения с других поверхностей. Во-первых, испаряющим слоем в этом случае является весь корнеобитаемый слой почвы, а не только ее поверхность. Во-вторых, растения обладают способностью регулировать испарение с помощью устьиц.

Для агрометеорологического обслуживания сельского хозяйства важно знать значение испарения с трех видов поверхности: 1) водной, 2) почвы, лишенной растительности, и 3) почвы, покрытой растительностью.

Испарение с водной поверхности дает представление о потенциально возможном испарении, или *испаряемости*. Сумма значений физического испарения с поверхности почвы и транспирации называется валовым, или суммарным, испарением.

2.7. Устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды

Проблема устойчивости растений к неблагоприятным условиям внешней среды — засухе, высоким и низким температурам, выпреванию, вымоканию, выпиранию — имеет большое практическое значение.

Засухоустойчивость. Растения, произрастающие в зоне достаточного увлажнения, редко испытывают недостаток воды и постоянно компенсируют ее потери за счет транспирации. В умеренной и тем более засушливой зонах растительность часто на протяжении длительного периода испытывает водный дефицит. При обезвоживании растительных тканей возникают те или иные нарушения в ходе физиологических процессов, приводящие к снижению

интенсивности фотосинтеза и усилению процессов распада. Сдвиг в обмене веществ при засухе зависит от внутренних особенностей растения, его возраста, фазы развития. Наибольший вред засуха причиняет молодым растущим органам и тканям. Злаки, например, очень чувствительны к недостатку почвенной влаги в период формирования у них репродуктивных органов. В засушливую погоду угнетается рост растений, нарушаются процессы формирования цветков и пыльцы, уменьшается число колосков, что выражается в череззернице, пустоколосице (белоколосице) и щуплости зерна (захват). Картофель при высокой температуре не образует клубни и вырождается. Оптимальная температура для клубнеобразования у картофеля 17—26 °С.

Засухоустойчивые растения имеют разнообразные приспособления: у одних — мощная кутикула, сильное опушение, у других — глубокая и хорошо развитая корневая система, высокое осмотическое давление клеточного сока и способность клеток и их структур выносить обезвоживание.

Засуха может быть атмосферной и почвенной. Атмосферная засуха — это комплексное метеорологическое явление, характеризующееся низкой влажностью воздуха (8—30 %) и, как правило, повышенной температурой. В тихую погоду при достаточном содержании влаги в почве отрицательное действие атмосферной засухи проявляется слабо. Положение усугубляется сухими горячими ветрами — суховеями. В ветреную погоду возрастает транспирация, корневая система не успевает компенсировать расход воды и растение завядает.

Гораздо опаснее почвенная засуха, особенно если она сопровождается низкой влажностью воздуха и высокими температурами. В этом случае растения не получают влаги из почвы и находятся в завядшем состоянии длительное время, что приводит к нарушению обмена веществ и гибели растений.

Кроме физической сухости воздуха и почвы имеет место физиологическая засуха. Физиологическую засуху испытывают растения на сырых, болотистых, холодных почвах в северных районах. Потребление холодной воды корнями, несмотря на ее избыток в почве, происходит очень медленно. Поэтому растения болотистых мест — клюква, багульник, брусника и другие — имеют приспособления, снижающие транспирацию: листья покрыты опушением или кутикулой.

Жароустойчивость. Повреждающее действие, оказываемое на растение недостатком воды, значительно усиливается влиянием высоких температур. Для подавляющей части наземной флоры верхняя граница нормальной жизнедеятельности составляет 45 °С. Наиболее благоприятные (оптимальные) температуры для растений умеренного климата находятся в интервале от 15 до 35 °С. Устойчивость растений к воздействию температур выше оптимальной является ценным приспособительным свойством. Однако жароустойчивость не всегда сочетается с засухоустойчивостью. Известны формы растений, хорошо переносящие влияние засухи, но

не устойчивые к высоким температурам, и наоборот. Даже в пределах группы жаростойких растений существуют различия в механизме устойчивости. Например, у тыквы устойчивость к высоким температурам обусловлена физико-химическими свойствами протоплазмы, а у арбуза — обеспечивается за счет транспирации. У кукурузы температура листьев в дневные часы на 1—3 °С выше, а у подсолнечника и пшеницы — на 1—2 °С ниже температуры окружающего воздуха.

У жаростойких форм растений при воздействии высоких температур отмечается снижение дыхательного коэффициента и накопление в тканях органических кислот, которые связывают выделяющийся при нарушении обмена аммиак.

Наименее жаростойки молодые растущие органы растений. Среди сельскохозяйственных культур высокой жароустойчивостью отличаются сорго, рис, хлопчатник, клещевина.

Низкие температуры. Уровень устойчивости к низким температурам сильно варьирует в зависимости от вида растения. Существуют растения, постоянно сохраняющие высокую чувствительность к воздействию низких температур и не способные приобрести свойства морозоустойчивости в результате какого-либо специального воздействия. С другой стороны, имеется большая группа растений, устойчивость которых к низким температурам может быть резко повышена в результате их предварительной подготовки.

Все активно вегетирующие растения повреждаются или гибнут от кратковременного снижения температуры до 0 °С. Например, хвоя сосны летом гибнет от заморозка —2... —5 °С, тогда как зимой легко переносит морозы ниже —40 °С.

Всходы некоторых зерновых, зернобобовых и овощных культур могут выдерживать кратковременные заморозки. Многие растения южных широт гибнут при температуре чуть выше 0 °С. Так, хлопчатник, огурец, томат, баклажан и арбуз погибают от воздействия в течение нескольких суток положительных температур 1—3 °С.

По внешним признакам гибель растений в этих условиях сходна с замерзанием, хотя образования льда в тканях растений при этом, естественно, совершенно не наблюдается. Следовательно, гибель растений наступила в результате нарушения обмена веществ в протоплазме. Устойчивость теплолюбивых растений к температурам несколько выше 0 °С называется *холодостойкостью*. Способность растений переносить температуры ниже 0 °С называется *морозоустойчивостью*.

Устойчивость растений к низким температурам обеспечивается сложными физико-биохимическими перестройками в цитоплазме клеток. Этот процесс протекает в несколько этапов и называется *закаливанием*.

Первая фаза закаливания наиболее благоприятно протекает при ясной солнечной погоде, дневной температуре воздуха несколько выше нуля (до 10 °С) и низкой положительной ночной температуре (0—1 °С) на фоне постепенно сокращающейся продолжительности дня. За этот период в клетках накапливаются

сахара, более простые формы белка и липиды. Морозоустойчивость растений после первой фазы повышается незначительно.

Вторая фаза закаливания протекает при более низких температурах (ниже 0 °С). Во второй фазе происходит обезвоживание цитоплазмы и перестройка коллоидной системы клеток. Увеличивается водоудерживающая сила коллоидов, уменьшается общее количество свободной воды, способной превратиться в лед. Растения переходят в состояние органического покоя, приобретая высокую морозоустойчивость.

Повышение температуры нарушает органический покой растений, в результате чего они теряют морозоустойчивость. Поэтому частые оттепели в зимний период снижают устойчивость растений к перезимовке.

Большая роль в морозоустойчивости озимых зерновых принадлежит узлу кушения. Узел кушения представляет собой единственный орган растения, способный к образованию новых корней и побегов кушения в случае их гибели. Успешная перезимовка озимых культур зависит от глубины залегания узла кушения.

Находясь в течение зимы под снегом, растения в процессе дыхания теряют много запасных веществ, бывают сильно ослабленными и могут подвергаться неблагоприятным воздействиям.

Выпревание растений происходит в мягкие зимы с глубоким снежным покровом на незамерзшей почве. Растения за счет интенсивного дыхания, так как температура под снегом достаточно высокая, расходуют весь запас питательных веществ и погибают.

Вымокание наблюдается весной, когда талая вода долго задерживается на полях, в результате чего растения задыхаются. Образование льда на поверхности воды при возврате морозов также способствует вымоканию.

Выпирание наблюдается на посевах многолетних трав и озимых культур. Вызывается замерзанием в почве талой воды, а также усадкой почвы, если озимые были посеяны по свежей (не осевшей) пашне. В результате выпирания происходит разрыв корней и гибель посевов, если их своевременно не прикатать.

Таким образом, устойчивость к комплексу неблагоприятных явлений (низкие температуры, выпревание, вымокание, выпирание и др.), воздействующих на растения в течение зимнего периода, называется *зимостойкостью*.

Знание механизмов устойчивости используется в производственной деятельности. Применяя закалку прорастающих семян, различные удобрения, выводя новые сорта, выбирая сроки и способы посева, систему обрезки деревьев, удается направленно повышать устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды.

Глава 3. РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТЕНИЙ

3.1. Вегетативное размножение растений

Размножение — одно из важнейших свойств растительного организма, заключающееся в воспроизведении потомства. Оно является необходимым условием жизни вида, сохраняя или увеличивая его численность. При размножении растений одна особь (обоеполая) или две особи (раздельнополые) дают начало неопределенно большому числу себе подобных дочерних особей или одной особи.

Известно два способа размножения растений: бесполой и половой. Бесполое размножение подразделяется на вегетативное и собственно бесполое (спорообразование).

Вегетативное размножение, широко распространенное в растительном мире, свойственно как низшим, так и высшим растениям. Низшие одноклеточные организмы (например, микроскопические водоросли) размножаются путем деления материнской клетки на две дочерние, низшие многоклеточные образуют новые особи из небольших частей материнского растения.

Высшие растения, имеющие ярко выраженное расчленение тела и функциональную дифференциацию органов (лист, стебель и корень), могут формировать новые растения из частей этих специализированных органов.

В природных условиях вегетативное размножение характерно для большинства древесных, кустарниковых и травянистых растений. Многие растения размножаются специально приспособленными для этого вегетативными органами: корневищами (ландыш, мята, спаржа), корневыми отпрысками (рябина, ольха, роза, осот полевой), луковичами и клубнями (лук, картофель, тюльпан, лилия), черенками (стеблевыми — виноград, айва, жасмин, смородина; корневыми — малина, ежевика, молодые сеянцы яблони; листовыми — бегония, узамбарская фиалка) и отводками (орешник, некоторые косточковые и ягодные культуры). Многие растения размножаются делением куста на части. При вегетативном размножении многие взрослые особи вырастают значительно быстрее, чем при семенном (половом). При этом способе размножения признаки материнского растения передаются полнее.

Способность растений к вегетативному размножению широко используется в сельском хозяйстве, селекции и семеноводстве. Благодаря вегетативному размножению стало возможным в северных районах выращивать картофель и многие декоративные растения. В практике (особенно в плодоводстве) больше всего применяется размножение растений стеблевыми и корневыми черенками, отводками и прививками.

Прививка — один из важнейших способов вегетативного размножения сортов плодовых культур. Кроме того, ее применяют для ускорения начала плодоношения, сохранения сортовых осо-

бенностей многолетних растений и придания им устойчивости к неблагоприятным условиям среды, болезням и вредителям. Смысл прививки заключается в искусственном сращивании веточки (черенка) или почки (глазка) одного растения (привоя) с другим, имеющим корень (подвоем).

Существует несколько сотен способов прививок, но в производстве применяют всего 10—15, из них наиболее распространены следующие: окулировка, копулировка, прививка сближением, в расщеп, за кору, седлом и др. (рис. 3.1).

Окулировка — прививка почкой (глазком). На подвое около корневой шейки (на высоте 5—7 см от поверхности почвы) делают Т-образный раз-

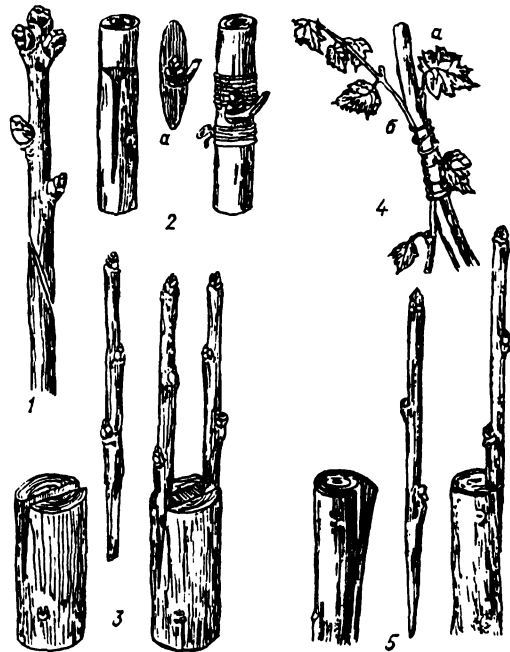


Рис. 3.1. Способы прививок. 1 — копулировка, 2 — окулировка (а — глазок-почка с участком коры), 3 — в расщеп, 4 — прививка сближением (а — подвой, б — привой), 5 — за кору.

рез коры. Затем кору отворачивают и в разрез вставляют щиток с почкой (глазком), который срезают с растения-привоя с небольшим участком древесины. Отвороты коры плотно прижимают и обвязывают мочалом. Для изоляции от воздействия влаги применяют садовый вар.

Копулировка — прививка черенком. При копулировке на побегах привоя (нижний конец) и подвоя (верхний конец) делают косые срезы одинаковой длины (1,5—2,0 см). Привой совмещают с подвоем, место прививки обвязывают мочалом и обмазывают садовым варом. Хорошие результаты получают при обертывании места прививки изоляционной лентой. При этом способе необходимо, чтобы привой и подвой были одного диаметра.

Прививка сближением — прививка путем сближения ветвей растений без отделения прививаемой части (привоя) от материнского растения; применяют, когда растения растут рядом. У подвоя и привоя удаляют участки коры, побеги пригибают, совмещают бескорые участки и обвязывают место прививки мочалом или изоляционной лентой. После полного сращения привоя

отделяют от маточного растения, оставляя на корнях подвоя. Хорошие результаты этот способ дает при прививке томатов, картофеля, тыквенных, а также в том случае, когда подвой по диаметру больше привоя.

Прививка в расщеп — прививка черенком; применяют в том случае, когда подвой значительно толще привоя. Подвой (в виде пенька) расщепляют продольно и в щель с обеих сторон вставляют черенки, предварительно заостренные клином. Затем место прививки обвязывают мочалом и обмазывают садовым варом.

Также можно сделать *прививку за кору* и *прививку седлом*.

Окулировку «спящей почкой» проводят в период летнего сокодвижения и заканчивают во всех зонах не позднее чем за два месяца до наступления устойчивых холодов. Копулировку можно начинать в конце зимы, когда минует опасность морозов ниже -15°C , и продолжать до начала интенсивного роста побегов.

В ряде случаев при повреждении коры штамба дерева грызунами применяют *прививку мостиком*. В этом случае черенками соединяют здоровые участки ствола, корневой части и ветвей кроны. Применяют также прививку черенка на отрезок корня и т. д.

Все прививки обычно лучше удаются между сортами в пределах вида, хуже прививается один вид на другой, еще хуже осуществляются прививки между различными родами растений.

Некоторые растения размножаются только вегетативным путем: бессемянные сорта ананаса, винограда, миндаля, мандарина, апельсина, инжира и др. В последнее время в селекции находят применение так называемые тканевые культуры, когда из кусочка растительной ткани выращивается целое растение.

3.2. Собственно бесполое размножение

Бесполое размножение растений осуществляется специализированными клетками — спорами: у наземных растений споры покрыты твердой оболочкой, обычно неподвижны, разносятся ветром, водой и животными; у водных растений споры лишены твердой оболочки, подвижны, при помощи ресничек-жгутиков могут двигаться в воде как простейшие животные, поэтому их называют зооспорами.

Споры (зооспоры), попав в благоприятные условия, способны воспроизвести организм, сходный с материнским. Споры и зооспоры развиваются в особых органах — *спорангиях* и *зооспорангиях*. По происхождению и функциональным особенностям споры подразделяют на две группы: споры бесполого размножения и споры полового размножения. У некоторых водорослей, слизистых грибов (миксомицетов) и грибов, стоящих на низком уровне эво-

люционного развития, образуются споры бесполого размножения. Они формируются из обычных клеток ткани путем непрямого (митотического) деления и способны без слияния с другими клетками воспроизводить растение, сходное с материнским.

Споры бесполого размножения (рис. 3.2) образуются: у водорослей и низших грибов — внутри спорангиев (аскоспоры), у выс-

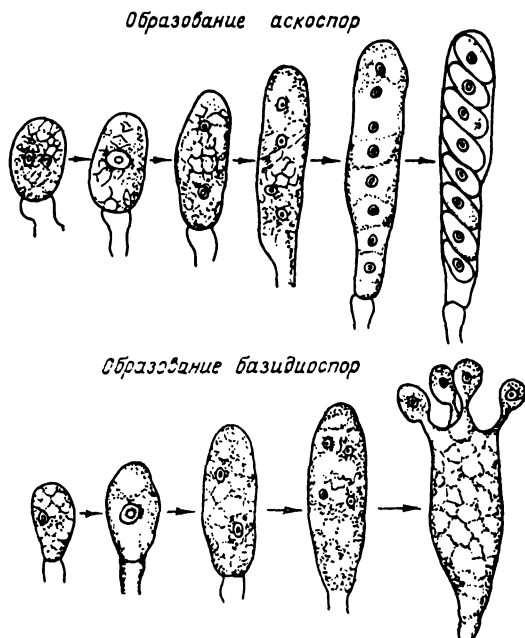


Рис. 3.2. Органы бесполого размножения у низших грибов и водорослей (аскоспоры) и у высших грибов (базидиоспоры).

ших грибов — на поверхности специально обособленных ветвей грибницы (базидиоспоры).

Собственно бесполое размножение (спорообразование) у высших растений (кроме семенных) является обязательной фазой их жизненного цикла и чередуется с половым размножением. Образовавшиеся бесполом путем споры, попав в благоприятные условия, дают начало половому поколению: у мхов и водорослей — самому растению (рис. 3.3), у папоротников, хвощей, плаунов и селлагинелл — заростку (рис. 3.4). У разноспоровых высших растений (водные папоротники и селлагинеллы) образуются *мегаспоры*, прорастающие в женские заростки, и *микроспоры*, прорастающие в мужские заростки.

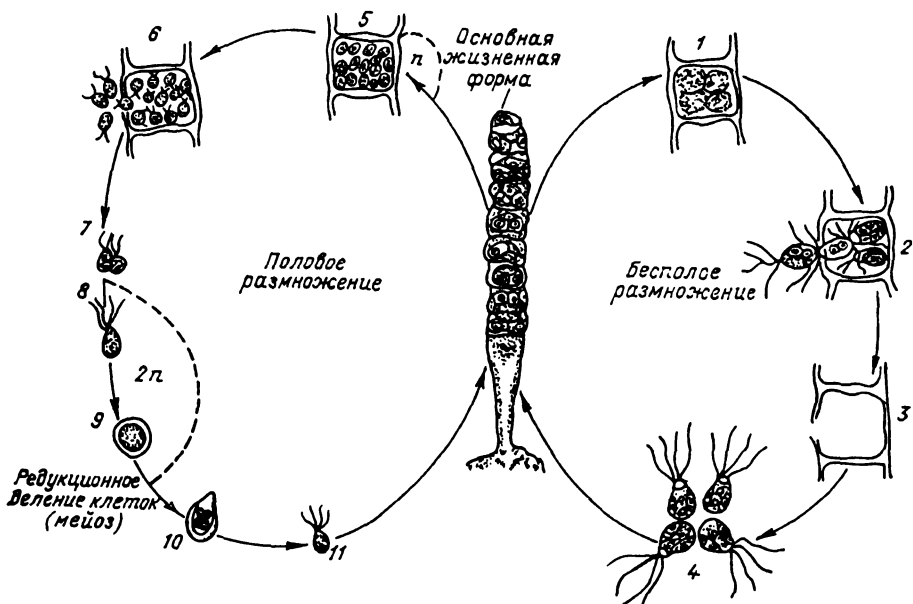


Рис. 3.3. Бесполое и половое размножение многоклеточной водоросли улотрикс. **Бесполое размножение:** 1 — образование зооспор, 2 — выход зооспор из клетки, 3 — пустая клетка, 4 — зооспоры. **Половое размножение:** 5 — образование половых клеток (гамет), 6 — выход гамет, 7 — слияние гамет (изогамия), 8, 9 — образование клетки (зиготы) в результате слияния гамет, 10 — прорастание зиготы, 11 — зооспора.

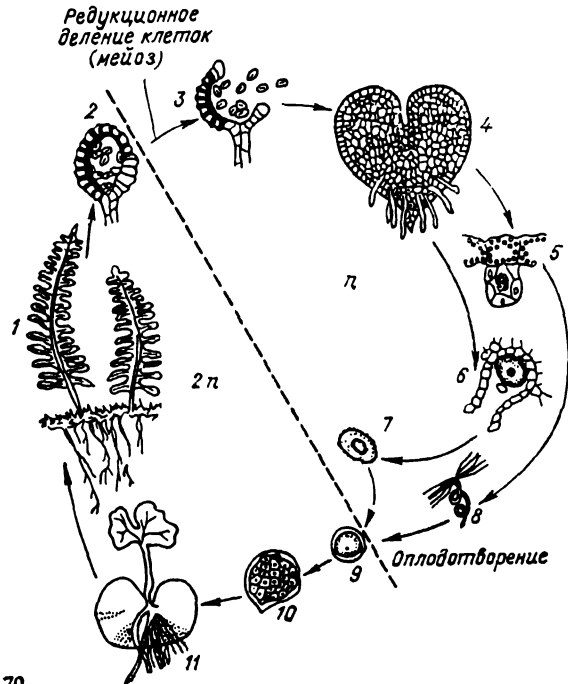


Рис. 3.4. Цикл развития папоротника.

1 — взрослое растение бесполового поколения (спорофит), 2 — деление споры, 3 — выход споры, 4 — заросток полового поколения (гаметофит), 5 — антеридий (мужской половой орган споровых растений), 6 — архегоний (женский половой орган папоротникообразных), 7 — яйцеклетка (женская гамета), 8 — сперматозоид, 9 — зигота, 10 — зародыш, 11 — развитие проростка на заростке (спорофит на гаметофите).

3.3. Половое размножение

Половое размножение свойственно большинству растений. Отсутствует оно у бактерий, синезеленых водорослей, многих несовершенных грибов, некоторых зеленых водорослей и лишайников.

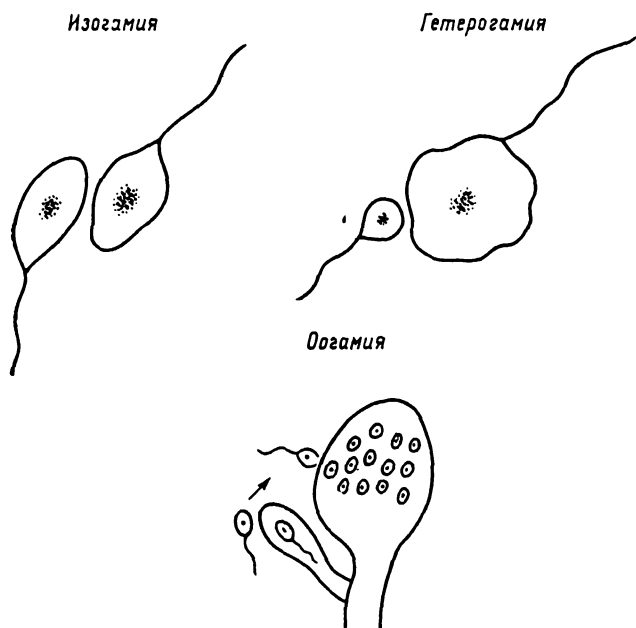


Рис. 3.5. Типы полового размножения у низших грибов и водорослей.

В основе полового размножения лежит слияние двух клеток с одиночным (гаплоидным) набором хромосом и образование из них одной клетки с полным (обычно двойным — диплоидным) набором хромосом. Половые клетки называются *гаметами*, слившиеся половые клетки образуют клетку, называемую *зиготой*. Зигота несет признаки двух родителей, поэтому потомство от такой клетки более жизнеспособно.

У низших растений половое размножение выражено тремя основными типами: изогамия, гетерогамия и оогамия (рис. 3.5).

Изогамия — тип полового процесса, при котором две гаметы, сливающиеся при оплодотворении, не различаются по внешнему виду. Наблюдается она у многих водорослей, а также у некоторых низших грибов и выражается в слиянии двух клеток-изогамет или снабженных жгутиками (многие водоросли), или лишенных

органов движения (диатомовые водоросли, низшие грибы — зоогаметы).

Гаметы образуются в клетке, называемой *гаметангием*. Гаметы имеют гаплоидный (одинарный) набор хромосом (n). Образованная от слияния двух гамет зигота имеет диплоидный набор хромосом ($2n$) (см. рис. 3.3 и 3.4).

Гетерогамия — тип полового процесса, при котором сливающиеся гаметы различаются по внешнему виду — женская гамета крупнее мужской. По форме они схожи и обладают подвижностью. Гетерогамия наблюдается у некоторых зеленых и бурых водорослей, у немногих диатомовых водорослей и у очень немногих низших грибов.

Третий тип полового процесса — оогамия — характеризуется слиянием двух гамет, резко отличающихся друг от друга: относительно крупной неподвижной женской гаметой (яйцеклеткой) и мелкой обычно подвижной мужской гаметой (сперматозоидом). Образованная зигота, называемая ооспорой, покрывается относительно толстой многослойной оболочкой, защищающей ее от неблагоприятных условий — пересыхания водоема, холода и др. При прорастании (обычно после периода покоя) ооспора делится на несколько зооспор, которые и дают начало новому организму. Иногда новый организм образуется непосредственно из зиготы.

У мхов органы полового размножения возникают на самом растении — *гаметофите* (половое поколение). У одних мхов органы полового размножения (мужские — *антеридий* и женские — *архегоний*) развиваются на одном и том же растении, у других — на разных. В архегонии находится одна крупная яйцеклетка, в антеридии — большое количество подвижных сперматозоидов, снабженных двумя жгутиками. В каплях росы или дождя сперматозоиды, вышедшие из антеридия, достигают архегония, проникают внутрь и сливаются с яйцеклеткой. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается спорогоний, в котором образуются споры для бесполого размножения.

Сами мхи содержат в клетках гаплоидный набор хромосом. Диплоидные у них лишь зигота и возникший из нее спорогоний.

У папоротников, хвощей, плаунов и селлагинелл органы полового размножения — антеридий и архегоний — сходны с аналогичными органами мхов, но более упрощены. Они образуются на маленьком заростке (гаметофите), развивающемся из споры (от бесполого размножения). Заростки обычно однополые, у некоторых видов — обоеполые. Оплодотворение такое же, как у мхов.

У голосеменных и покрытосеменных растений в результате полового размножения формируются семена.

Голосеменные растения имеют женские и мужские шишки. Женские шишки создаются мегаспорофиллами, мужские — микроспорофиллами. Мегаспорофиллы и микроспорофиллы представляют собой видоизмененные листья, на которых возникают в первом случае мегаспоры, во втором — микроспоры.

На мегаспорофиллах образуются мегаспорангии, называемые у голосеменных семязчатками. В них развиваются мегаспоры, прорастающие в женские гаметофиты, на которых возникают архегонии, содержащие яйцеклетки.

На микроспорофиллах образуются микроспорангии, которые заполняются микроспорами. В микроспорангиях, не выходя за

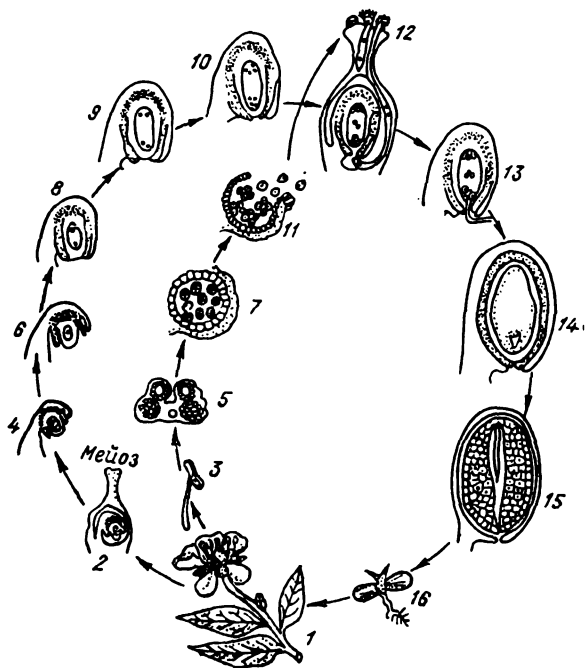


Рис. 3.6. Цикл развития цветкового растения.

1 — цветок, 2 — молодой пестик, 3 — тычинка с пыльником, 4 — семязачаток (семяпочка) с четырьмя мегаспорами, 5 — пыльник с материнскими мегаспорами, клетками микроспор, 6 — семязачаток после редукции трех мегаспор, 7 — пыльник с микроспорами, 8—10 — развитие зародышевого мешка (ядро мегаспоры претерпевает три цикла митоза), 11 — пыльцевые зерна, 12 — опыление, 13 — оплодотворение, 14 — молодой зародыш, 15 — семя с зародышем, 16 — проросток.

пределы оболочки, они прорастают в мужской заросток — гаметофит. Он называется пыльцой. Пыльца переносится ветром и, попадая на семязачаток, прорастает. Из проросшей пыльцы формируется пыльцевая трубка, которая доносит мужские половые клетки до семязачатка. Образующаяся диплоидная зигота многократно делится путем митоза до образования зародыша. Из семязачатка развивается семя, покрытое твердой семенной кожурой и содержащее запасные питательные вещества.

Таким образом, заростки голосеменных растений не связаны с наземным существованием. После оплодотворения у них образуются семена.

У цветковых (или покрытосеменных) растений семена формируются из семязпочек, заключенных внутри завязи цветка. Отличительной особенностью размножения цветковых растений является *двойное оплодотворение*, при котором происходит слияние двух пар клеток, а не одной, как у голосеменных. В результате одна клетка — яйцеклетка — развивается в зародыш растения, семязпочка — в семя, а завязь превращается в плод (рис. 3.6).

3.4. Цветок и его строение

Цветок — орган семенных растений, служащий для их полового воспроизводства. Цветок представляет собой неразветвленный укороченный побег, листья которого видоизменены для выполнения особых функций, связанных с размножением.

Цветком заканчивается главный или боковой побег. Часть побега под цветком, обычно лишенная листьев, называется *цветоножкой*. Часто она сильно укорочена, и тогда цветок называют сидячим. Цветоножка переходит в укороченную ось цветка — *цветоложе*, которое обычно шире цветоножки и может быть различной формы: от конической (у лютиковых) до плоской и даже вогнутой (у шиповника). На цветоложе расположены все части цветка — *цветолистки*: чашелистики и лепестки, тычинки и плодолостки (рис. 3.7).

Чашелистики образуют *чашечку* и обычно служат для защиты цветка, особенно до его распускания. У некоторых видов чашелистики сросшиеся, иногда они выполняют функцию лепестков.

Лепестки часто имеют яркую окраску и служат для привлечения насекомых-опылителей. Совокупность лепестков цветка называется *венчиком*. Чашечка и венчик составляют *околоцветник*. Когда цветок имеет чашечку и венчик, околоцветник называется двойным. Если лепестки отсутствуют или нет четких различий между чашечкой и венчиком, околоцветник называется простым.

В центре цветка расположены *тычинки*. Совокупность тычинок в цветке называется *androцеом*. Тычинки, или микроспорофиллы, состоят из *тычиночной нити* и *пыльника*. Тычиночная нить обычно имеет цилиндрическую форму, хотя встречаются и плоские, крылатые нити. Пыльник состоит из двух симметричных продольных половинок (в каждой из них 1—2 пыльцевых гнезда), соединенных связником — продолжением тычиночной нити. В пыльцевых гнездах образуются микроспоры, из которых формируются пыльцевые зерна — пыльца. При созревании пыльца выбрасывается через образующиеся отверстия или продольную трещину. Количество тычинок в цветке у разных видов растений неодинаково. Они бывают свободными (лютик) и сросшимися тычиночными нитями (горох) или пыльниками (василек).

Плодолистки, или мегаспорофиллы, находятся также в центре цветка. Совокупность плодолистиков называется *гинецеем*. Если в цветке один или несколько пестиков и каждый пестик образован из одного плодолистика, то гинецей апокарпный (горох, лютик). Если в цветке один пестик, но он произошел из нескольких сросшихся плодолистиков, то гинецей ценокарпный (лук).

Пестик состоит из трех частей: завязи, столбика и рыльца.

Завязь — нижняя утолщенная часть пестика. Различают завязь верхнюю, когда она вся прикреплена к цветоложу только нижней своей частью (томат); нижнюю — цветоложе полностью срослось с завязью, а все части цветка расположены выше (огурец, яблоня); полунижнюю, когда часть завязи свободна, а остальная часть срослась с цветоложем (бузина).

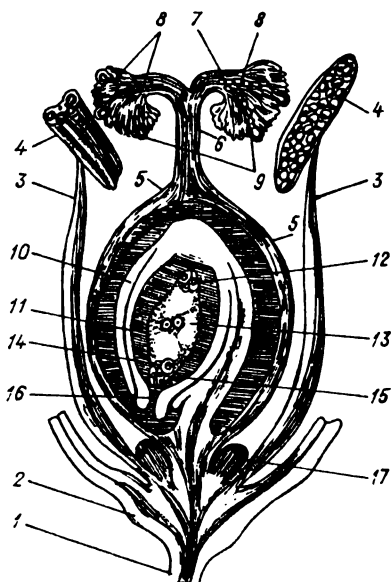
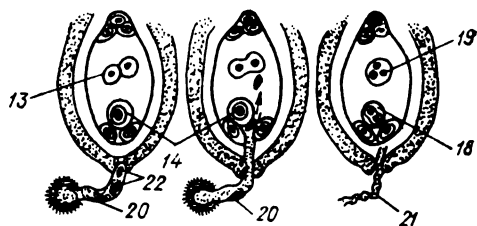


Рис. 3.7. Схема строения цветка и процесса оплодотворения. 1 — цветоложе, 2 — чашелистики чашечки, 3 — тычиночная нить, 4 — пыльник с пыльцевыми зёрнами, 5 — завязь, 6 — столбик, 7 — рыльце, 8 — пыльцевая трубка, 9 — прорастание пыльцевых зёрен, 10 — семязпочка, 11 — зародышевый мешок, 12 — клетки антиподы, 13 — полярные ядра, 14 — яйцеклетка, 15 — клетки синергиды (вспомогательные клетки), 16 — пыльцевход (микропиле), 17 — нектарные железы, 18 — диплоидная зигота, 19 — триплоидное ядро эндоспермы, 20 — ядро пыльцевой трубки, 21 — сморщенная пыльцевая трубка, 22 — ядра спермиев. Один из двух спермиев пыльцевой трубки оплодотворяет яйцеклетку, другой — центральное ядро.



Столбик — средняя удлиненная часть пестика. Иногда столбик отсутствует и непосредственно на завязи располагается рыльце, называемое сидячим (мак). Столбиков в цветке может быть несколько, и по их числу судят о количестве сросшихся плодолистиков в завязи.

Рыльце венчает столбик. Оно служит для восприятия пыльцы. Рыльце выделяет вещества, способствующие прорастанию пыльцы (сахара и белковые соединения).

В завязи пестика находится *семяпочка*, или семязачаток. Она прикрепляется к стенке завязи при помощи семяножки. Место прикрепления называется *плацентой*. Семяпочка состоит из ядра (нуцеллуса) и двух покровов (интегументов), в которых имеется небольшое отверстие — микропиле (пыльцевход). Нижняя часть семяпочки, примыкающая к семяножке, называется халазой.

В завязи может быть разное число семяпочек: у злаковых — одна, у тыквенных — много. Каждая семяпочка содержит зародышевый мешок, состоящий из центральной клетки и трех клеток яйцевого аппарата. Одна из трех клеток, более отдаленная от микропиле, является *яйцеклеткой*, или женской гаметой, остальные две — синергиды (вспомогательные клетки). На халазном конце зародышевого мешка формируются три клетки — антиподы. Зародышевый мешок после образования в нем семи клеток готов к оплодотворению.

3.5. Обоеполость, однополость, однодомность, двудомность

Цветки с тычинками и пестиками называют *обоеполами*, в случае отсутствия тех или других — *однополами*: мужскими (тычиночными) или женскими (пестичными). Если однополые цветки (мужские и женские) находятся на одном растении, то оно будет *однодомным* (дуб, орех, огурец, кукуруза), если же на разных растениях, то — *двудомным* (конопля, осина, тополь). В последнем случае плодоносят только женские экземпляры.

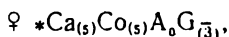
Существуют и так называемые многодомные растения, у которых одни экземпляры несут обоеполые цветки, другие — только мужские, третьи — только женские, четвертые — мужские и женские (клен, смолевка, ясень). Есть еще полигамные растения, у которых на одной особи могут быть мужские, женские и обоеполые цветки (дыня).

Цветки имеют важное значение в систематике растений, поэтому, чтобы дать представление о цветке, пользуются формулой и диаграммой цветка. В формуле цветка все его части обозначают латинскими буквами: простой околоцветник — буквой P (от латинского Perigonium), чашечку — буквами Ca (Calyx), венчик — буквами Co (Corolla), андроцей (совокупность тычинок) — буквой A (Androeceum), гинецей (совокупность плодолистиков) — буквой G (Gynoeceum).

Все части цветка в формуле обычно расположены циклически (по кругу). Число членов каждого цикла обозначают цифрой после буквенного обозначения. Если членов круга больше 12, их число обозначается знаком бесконечности (∞). Если круг отсутствует, то при соответствующей ему букве ставят 0. Скобки обозначают *срастание*. Черта над цифрой или под цифрой у гинецея обозначает соответственно верхнюю и нижнюю завязь. Звездочка показывает, что цветок правильный (симметричный), стрелка —

что цветок неправильный. Женский цветок обозначается знаком ♀, мужской — знаком ♂, обоеполый — знаком ♂♀

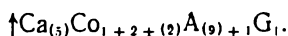
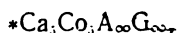
Примеры формулы цветков:
огурец



лютик



горох



Формулы не дают представления о взаимном расположении частей цветка, поэтому они дополняются диаграммами, т. е. про-

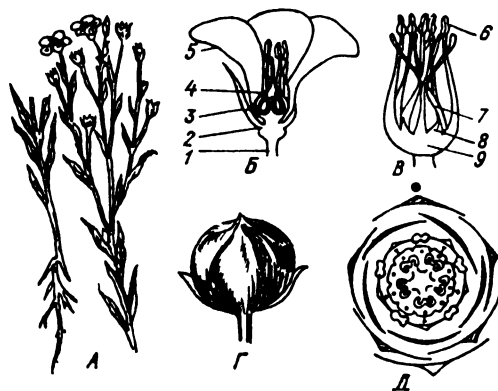


Рис. 3.8. Строение и диаграмма цветка льна.

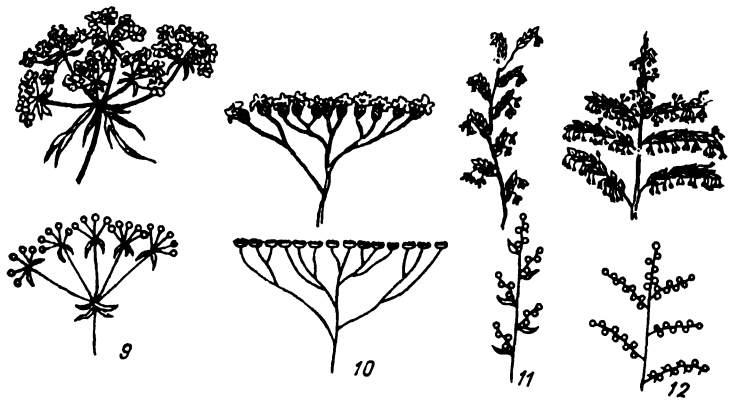
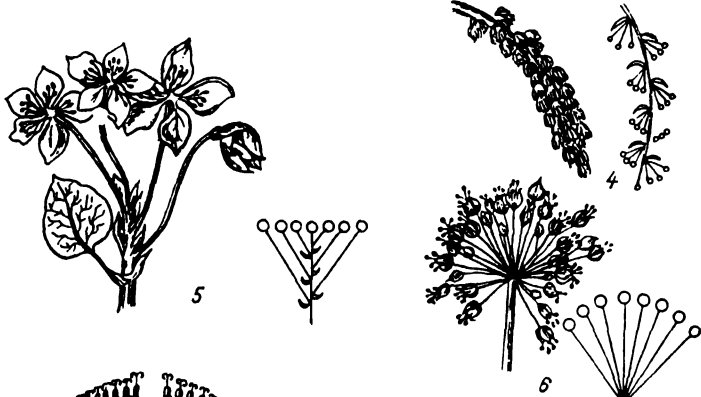
А — общий вид, Б — продольный разрез, В — цветок без околоцветника, Г — плод, Д — диаграмма цветка. 1 — цветоножка, 2 — чашечка, 3 — венчик, 4 — семязачаток, 5 — тычинки, 6 — пестик, 7 — тычинки, 8 — стаминодий, 9 — соединение оснований тычиночных нитей.

екцией цветка на плоскость, где каждый круг на диаграмме имеет свое обозначение (рис. 3.8): чашелистики — скобкой с килем на наружной стороне, лепестки — круглой утолщенной скобкой, тычинки — контуром поперечного разреза пыльника, а гинецей — поперечным разрезом завязи. Срастание частей цветка обозначают соединением их.

3.6. Соцветия, их классификация

Соцветие — это побег или система побегов, несущих цветки. На растении соцветия размещаются одиночно или группами.

В соответствии со способами ветвления различают две группы соцветий: моноподиально ветвящиеся, или ботрические, и симподиально ветвящиеся, или цимозные. Рост ботрических соцветий не ограничен, число боковых ветвей неопределенно, поэтому они



часто называются неопределенными соцветиями. В ботрических соцветиях хорошо выражена главная ось соцветия и распускание цветков происходит от основания к вершине, т. е. акропетально.

Рост цимозных соцветий ограничен. Эти соцветия являются определенными, так как число боковых ветвей определенное и характерно для вида и рода. В отличие от ботрических соцветий главная ось соцветия не выражена или ложная. Цветки распускаются от верхушки к основанию, т. е. базипетально, или от центра к периферии — центробежно (молочай).

Ботрические (моноподиальные) соцветия бывают простыми и сложными. Простые ботрические соцветия не ветвятся, на главной оси соцветия располагаются цветки. Сложные ботрические соцветия ветвятся, на главной оси находятся боковые ответвления с цветками.

Простые ботрические соцветия (рис. 3.9).

Кисть — на удлинённой главной оси соцветия цветки сидят на цветоножках примерно равной длины, выходящих из пазух прицветников (люпин); иногда прицветники не развиты (капуста, белая акация).

Колос — на вытянутой главной оси соцветия расположены сидячие цветки (подорожник).

Початок (или мясистый колос) — в отличие от обычного колоса главная ось соцветия сильно утолщена, цветки сидят на мясистой оси соцветия; у основания початка часто имеется один или несколько охватывающих его листьев (белокрыльник, аир).

Сережка — колос или кисть с поникающей осью соцветия; после цветения соцветие обычно опадает (мужские соцветия дуба, грецкого ореха, ивы, тополя, березы, лещины).

Щиток — в отличие от кисти цветки на удлинённой оси соцветия располагаются на цветоножках разной длины, но таким образом, что все цветки соцветия размещены в одной плоскости, причем ближе к верхушке оси цветоножки укорачиваются (груша, яблоня, боярышник); внешне щиток похож на простой зонтик.

Простой зонтик — ось соцветия укорочена; цветки имеют цветоножки равной длины, выходят из очень сближенных узлов и располагаются в одной плоскости, чем и напоминают зонтик (лук, вишня, черешня).

Корзинка — главная ось соцветия укорочена, утолщается в блюдцевидное ложе, на котором расположены мелкие сидячие

Рис. 3.9. Ботрические соцветия.

Простые: 1 — кисть (акация белая), 2 — колос (подорожник большой), 3 — мясистый колос, початок (кукуруза, женское соцветие), 4 — сережка (грецкий орех, мужское соцветие), 5 — щиток (груша кавказская), 6 — простой зонтик (лук репчатый), 7 — корзинка (подсолнечник обыкновенный и другие сложноцветные), 8 — головка (клевер). *Сложные:* 9 — сложный зонтик (многие зонтичные), 10 — сложный щиток-корзинка (тысячелистник), 11 — сложный колос (плевел, пырей), 12 — сложная кисть, метелка (мужское соцветие кукурузы).

цветки. Снаружи соцветие окружено многолистной оберткой, образованной скученными верхушечными листьями (подсолнечник, василек).

Головка — ось соцветия укорочена; цветки расположены на верхушке оси, сидячие или на очень коротких цветоножках (клевер, цефалария). Верхушка оси соцветия булавовидно расширена.

Сложные ботрические соцветия (рис. 3.9).

Сложный колос — на главной оси соцветия располагаются колоски (пшеница, ячмень, рожь, плевел, пырей).

Метелка (или сложная кисть) — на главной оси соцветия располагаются не цветки, а кисти (виноград, сирень) или колосовидные соцветия (овес, мятлик, овсяница, мужское соцветие кукурузы).

Сложный зонтик — на укороченной главной оси соцветия сидят не цветки, а оси второго порядка, несущие простые зонтики (укроп, борщевик).

Сложный щиток (или щитковидная метелка) — смешанное соцветие, главная ось которого представляет щиток, а боковые — корзинки (тысячелистник, рябина).

Цимозные соцветия (рис. 3.10).

К цимозным соцветиям относятся симподиально- и ложнодихотомические ветвящиеся соцветия. В том и другом случае рост соцветия ограничен. Различают три типа цимозных соцветий.

Монохазий (однолучевой верхохветник) — каждый ряд цветков в соцветии является боковой ветвью, заканчивающейся цветком. Ветвление типично симподиальное. Встречаются два типа монохазия:

1) завиток (улитка) — цветки развиваются односторонне; ось формирует ряды цветков в одном направлении и заканчивается цветком (незабудка, многие буранчиковые);

2) извилина — в отличие от завитка цветки распускаются на боковых ветвях, отходящих последовательно то в одну сторону, то в другую (белена, манжетка, гладнолус).

Дихазий (двулучевой верхохветник) — последовательно ложнодихотомически ветвящиеся ряды соцветия заканчиваются цветком, цветок остается в центре развилки (звездчатка, смолевка, гвоздика).

Плейохазий (многолучевой верхохветник) — заканчивающаяся цветком ось растет сильнее боковых. Распускание цветков часто центробежное (молочай). К плейохазиям относятся соцветия ложная мутовка (яснотка и др. губоцветные) и пучок (турецкая гвоздика).

Эволюция соцветий шла в направлении увеличения общего числа цветков на побеге, уменьшения размера цветков и соединения их в компактные группы, хорошо заметные для опыляющих насекомых. Усложнение соцветий облегчает опыление и обеспечивает большую вероятность образования семян.

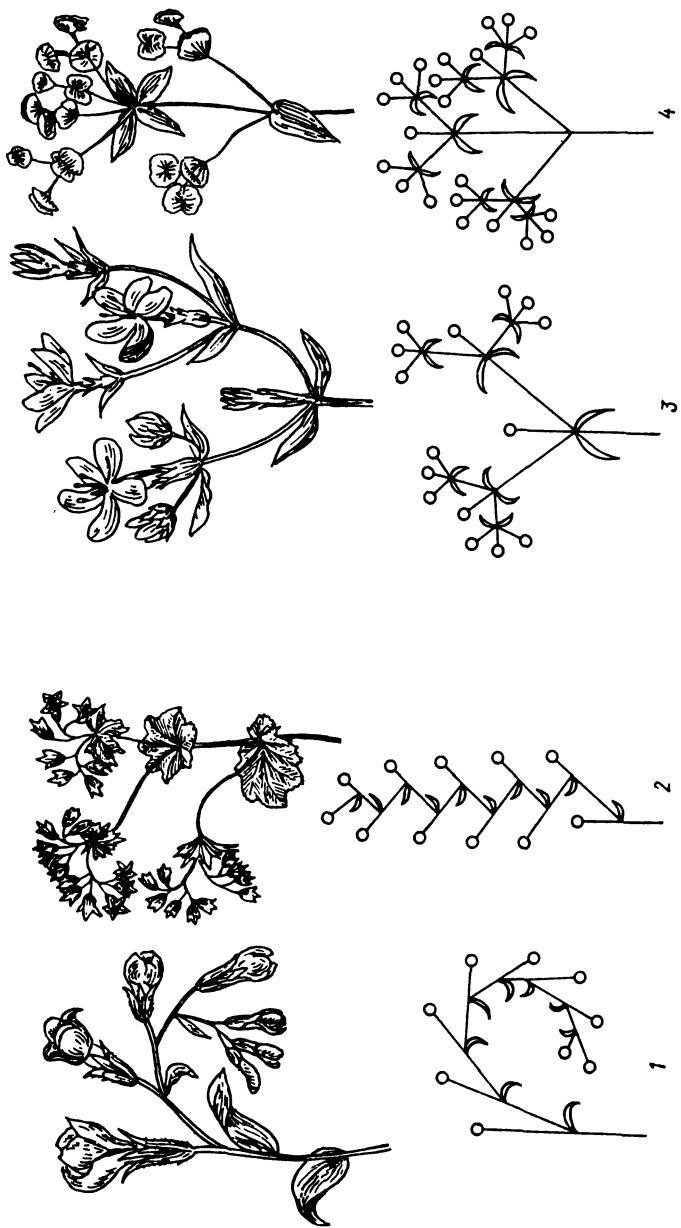


Рис. 3.10. Цимозные соцветия. 1 — заванток (окопник), 2 — извилина (манжетка), 3 — дихазия (гвоздика), 4 — плеохазия (молочай).

3.7. Опыление и оплодотворение у покрытосеменных растений

Опыление. Процесс опыления заключается в переносе пыльцы с пыльников тычинки цветка на рыльце пестика. По типу опыления эти растения делятся на две группы: самоопыляющиеся (самоопылители) и перекрестноопыляющиеся (перекрестноопылители). В данных группах нет резких разграничений. Многие растения опыляются как тем, так и другим способом в зависимости от условий внешней среды. Растения, самоопыляющиеся в условиях теплой и влажной погоды (пшеница), проявляют склонность к перекрестному опылению в условиях сухой и жаркой погоды.

У самоопылителей оплодотворение происходит в результате опыления рыльца пестика пыльцой того же цветка (*автогамия*). Они способны также нормально оплодотворяться пыльцой растений того же вида. Это используется для получения гибридов. Перекрестное опыление в естественных условиях у самоопылителей не происходит лишь потому, что попадание чужой пыльцы на рыльце пестика у них затруднено, а попадание своей пыльцы осуществляется легко. Обычно у самоопылителей опыление происходит в закрытом цветке. Из возделываемых растений к самоопылителям относятся: ячмень, пшеница, овес, горох, соя, фасоль, лен-долгунец; к необязательным самоопылителям — хлопчатник, томат. При самоопылении обогащения наследственности дочернего организма не происходит; он сохраняет преимущественно признаки родительской формы.

При перекрестном опылении пыльца с одного растения переносится на рыльце пестика другого растения того же, а иногда и другого вида (*ксеногамия*). Иногда пыльца с одного цветка переносится на рыльце другого цветка того же растения (*гейтогамия*). Такое опыление является разновидностью самоопыления, поскольку совершается в пределах одной особи. В результате перекрестного опыления потомство обладает признаками обоих родителей и более жизнеспособно.

В процессе эволюции растения приобрели много приспособительных особенностей, связанных с опылением. Большинство из них направлено на предотвращение самоопыления. Двудомные растения имеют экземпляры только с женскими или только с мужскими цветками (конопля, хмель, спаржа, шпинат, шавель, крапива, ива, тополь, дуб, облепиха и др.), однодомные растения — с раздельнополыми цветками (кукуруза, тыквенные, дуб, орешник, береза и др.). Среди растений с обоеполыми (гермафродитными) цветками есть как самоопылители, так и перекрестноопылители. В этом случае перекрестноопылители либо совсем не способны к самооплодотворению, либо оно у них затруднено некоторыми приспособительными свойствами. Часто в обоеполых цветках пыльники и пестики созревают неодновременно (дихогамия), при этом чаще созревают раньше пыльники (протандрия), реже пестики (протерогиния). У некоторых растений в разных цветках

длина тычинок и пестиков различна (гетеростилия), что мешает попаданию своей пыльцы на рыльце. У многих перекрестноопыляющихся растений пыльца плохо прорастает или не прорастает совсем на рыльце своего пестика, исключая самоопыление.

Перекрестное опыление широко используется в селекции растений для получения гибридов, служащих исходным материалом для выведения новых сортов. Вместе с тем в селекции растений используется принудительное самоопыление (инцухт, или инбридинг) для получения чистых линий. Последующее скрещивание чистых линий между собой дает очень продуктивное гетерозисное потомство.

Перекрестное опыление осуществляется с помощью животных (зоофилия), ветра (анемофилия) и воды (гидрофилия). Наибольшее число видов цветковых растений опыляется животными, преимущественно насекомыми (энтомофилия), меньше птицами (орнитофилия).

Анемофильные растения образуют большое количество пыльцы, цветки у них открытые. Пыльники, растрескиваясь, выбрасывают пыльцу, которая ветром разносится на большие расстояния.

Насекомые и птицы посещают цветки ради нектара или пыльцы. Пыльца зоофильных растений обычно крупная с неровной и липкой поверхностью, что помогает ей удерживаться на теле насекомого или птицы. Для привлечения насекомых цветки имеют яркую окраску, сильный запах и выделяют из нектарников (медовых железок растений) сахаристую жидкость (нектар). Нектар выделяется небольшими порциями, и чтобы его собрать в достаточном количестве, насекомое должно посетить много цветков.

Иногда в период цветения перекрестноопыляющихся растений сочетание неблагоприятных погодных факторов может отрицательно влиять на их опыление. В таких случаях проводят дополнительное (искусственное) опыление.

Прием дополнительного опыления достаточно прост. Растения ржи, конопли и злаковых многолетних трав встряхивают с помощью натянутой веревки, для опыления гречихи на веревку прикрепляют ленту из мешковины шириной 25—30 см. Дополнительное опыление других растений, например кукурузы, подсолнечника, более трудоемко, однако при селекции и семеноводстве может быть целесообразным.

Оплодотворение. Пыльцевое зерно, содержащее вегетативную и генеративную клетку у одних видов или вегетативную клетку и две генеративных у других, прорастает на рыльце пестика, образуя пыльцевую трубку, в которую переходит содержимое пыльцевого зерна. На рыльце пестика одновременно могут прорасти несколько пыльцевых зерен (см. рис. 3.7). На прорастание пыльцы влияют различные факторы: генотип пыльцы, от которого зависит совместимость, погодные условия, количество пыльцевых зерен, попавших на рыльце, видовые особенности и др. У подсолнечника, кукурузы, пшеницы пыльца прорастает через несколько минут, у свеклы — через два часа.

После прорастания пыльцевых зерен в пестике изменяется содержание ауксинов, ферментов, сахаров, аминокислот и др. Те пыльцевые трубки, которые не в состоянии вызвать физиологические изменения в пестике, растут медленнее и не достигают зародышевого мешка. Опыление смесью пыльцы активизирует в пестике многие процессы и стимулирует приток к нему питательных веществ.

Пыльцевая трубка, достигнув основания столбика, через микропиле проникает в зародышевый мешок. Здесь происходит присущее только покрытосеменным растениям так называемое двойное оплодотворение. Один из спермиев объединяется с ядром центральной клетки и получается триплоидная зигота ($3n$), а другой — с ядром яйцеклетки и получается диплоидная зигота ($2n$). Объединение ядер гамет в оплодотворенной яйцеклетке и центральной клетке наступает не одновременно, так же как и деление зигот. У пшеницы объединение спермия с ядром центральной клетки заканчивается через 2—3 ч, а еще через час наступает первое митотическое деление зиготы. У многих видов растений объединение ядер в яйцеклетке заканчивается лишь через 6—7 ч, а после этого до начала митотического деления покой длится 16—18 ч, т. е. только через 24 ч после опыления зигота делится.

Оплодотворенная яйцеклетка дает начало диплоидному зародышу. Оплодотворенная центральная клетка развивается в триплоидный эндосперм.

Среди растений некоторых видов имеет место образование зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки и даже из клеток ядра семяпочки. Такое явление называется апомиксисом. Апомиксис встречается у представителей ряда семейств: сложноцветных, розанных, злаковых и др.

Часто наблюдается полиэмбриония — многозародышевость (цитрусовые, розанные и др.) и партенокарпия — образование плодов без семян (виноград, груша, мандарин и др.).

3.8. Семя

Семя — орган семенных растений, выполняющий функцию их воспроизведения, расселения и переживания неблагоприятных условий. Семя развивается из семяпочки обычно после оплодотворения. Иногда семя развивается без оплодотворения путем апомиксиса или партеногенеза. Оно состоит из одного зародыша (у большинства растений) или нескольких зародышей (у мандарина и др.). Снаружи семя покрыто семенной кожурой. Кожура семени обычно образуется из покровов семяпочки. Она служит для защиты зародыша и часто способствует расселению семян.

У многих растений семя содержит запасные питательные вещества вне зародыша (эндосперм или перисперм).

Эндосперм развивается из оплодотворенной центральной клетки зародышевого мешка. Семена с хорошо развитым эндоспермом

характерны для растений семейства злаковых, лилейных, пасленовых, лютиковых.

Перисперм представляет собой остатки тканей ядра семяпочки. Семена с периспермом свойственны многим видам растений: маревым, гвоздичным и др.

В семенах могут одновременно находиться эндосперм и перисперм (перечные, кувшинковые). У растений, находящихся на более высоких ступенях эволюции, питательные вещества откладываются непосредственно в зародыше, обычно в семядолях (бобовые, розоцветные, тыквенные).

Тип семени определяется главным образом типом семяпочки, из которой образуется семя. На поверхности семени обычно различим семенной рубчик — место отделения зрелого семени от семяножки, на корневом конце — след микропиле.

Поверхность семени бывает гладкой и блестящей (горох), сетчато-ямчатой (белена), шиповатой (куколь), бугорчатой (ясколка), чешуйчатой (борец) и др. У некоторых семян есть крыльчатки (эремурус), волоски (хлопчатник) и т. д.

Размеры и масса семян различны — от мелких у орхидей (0,002 мг) до огромных у пальм (9 кг). Число семян в одном плоде варьирует от сотен тысяч у орхидных до одного у злаков. Число семян на одном растении некоторых сорняков достигает полмиллиона и более (ширица, гулявник).

Продолжительность сохранения всхожести семян зависит от вида растений и условий хранения. Семена тополя сохраняют всхожесть 5—6 дней, овощных растений — 4—8 лет, хлебных злаков — 8—12 лет, некоторые сорняки — десятки лет. Чтобы семена не потеряли всхожесть, они должны иметь низкую влажность и храниться при температуре 2—5 °С.

Прорастание семян происходит при достаточной обеспеченности их водой, теплом и воздухом. Требования к этим факторам у различных культур не одинаковы. Семена ржи прорастают при количестве воды 60 % от массы семян, пшеницы — 46 %, проса — 25 %, клевера — 145 %. Минимальная температура прорастания семян ржи и пшеницы 0—5 °С, подсолнечника 4,5—10,0 °С, кукурузы и проса 8—10 °С, огурца 15—18 °С. Оптимальная температура прорастания семян 25—30 °С. Для прорастания семян некоторых растений необходимо освещение, но большинство лучше прорастает в темноте.

Зародыш, прорастая, использует запасенные в семени питательные вещества (крахмал, жиры, белки), которые под воздействием ферментов в период набухания и прорастания превращаются в легкодоступные соединения.

3.9. Плод

Плод — орган покрытосеменных растений, образующийся после оплодотворения и служащий для формирования, защиты и распространения семян. Исключением является плод, образующийся

партенокарпически, т. е. без оплодотворения, и не содержащий семян.

Плоды образуются из завязи. В образовании плодов могут принимать участие и другие части цветка: цветоложе (у земляники), околоцветник (у свеклы), чашечка (у яблони), венчик и тычинки (у клевера), цветковые и колосковые чешуи (у злаковых), прицветники (лебедовые).

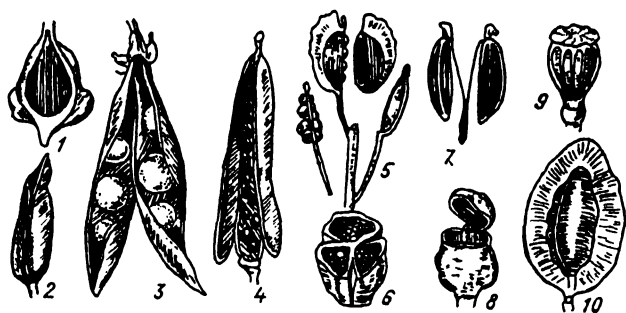


Рис. 3.11. Типы плодов.

1 — семянка, 2 — листовка, 3 — боб, 4 — стручок, 5 — стручочек, 6, 8, 9 — коробочка, 7 — двусемянка, 10 — костянка.

Форма плодов, их окраска и размер чрезвычайно разнообразны (рис. 3.11). Плод состоит из околоплодника, внутри которого находятся семена. Различают плоды настоящие, образующиеся только из завязи, и ложные, в образовании которых участвуют другие части цветка. Кроме того, по внешним признакам подразделяют плоды на простые и сложные, а простые на сухие и сочные.

Простые сухие плоды бывают вскрывающиеся и нескрывающиеся.

Вскрывающиеся сухие плоды содержат более одного семени и при созревании растрескиваются. К этому типу плодов относятся: листовка, боб, стручок, стручочек, коробочка.

Листовка — одногнездный плод, вскрывающийся по одному шву (живокость полевая).

Боб — одногнездный плод, вскрывающийся по двум швам (бобовые).

Стручок — двугнездный плод. Вскрывается от основания к вершине двумя опадающими створками. Семена держатся на перегородке, остающейся на плодоножке. Длина стручка в четыре раза и более превышает ширину (крестоцветные).

Стручочек — аналогичен стручку, но длина его превышает ширину не более чем в три раза (пастушья сумка).

Коробочка — одногнездный и многугнездный плод. Вскрывается разнообразными способами: спадание крышечки, отворот зубчиков, появление продольных трещин, отверстий (белена, дурман, мак).

Не вскрывающиеся сухие плоды — орех, орешек, семянка, зерновка, крылатка — все односеменные.

Орех, орешек — плод с деревянистым нераскрывающимся околоплодником (орех — лещина, дуб; орешек — гречиха, липа)

Семянка — плод с кожистым околоплодником, не срастающимся с семенем (подсолнечник, череда), сложная семянка (земляника).

Зерновка — пленчатый околоплодник, сросшийся с кожурой семени (рожь, пшеница).

Крылатка — плод с кожистым или пленчатым околоплодником, разрастающимся в крылатый придаток (береза), дробная крылатка (клен).

Сборный орешек — двух-трехсемянный сборный плод, клубочек (свекла).

Простые сочные плоды имеют сочный и мясистый околоплодник, в котором откладываются запасные вещества.

Ягода — многосемянный плод с сочным околоплодником, покрытым тонкой кожицей (виноград, смородина, помидор).

Костянка — в большинстве случаев одногнездный односемянный плод (абрикос, вишня, слива, грецкий орех).

Тыквина — ложный ягодообразный плод, в значительной части состоящий из разросшегося цветоложа (тыква, арбуз, дыня, кабачок).

Померанец — сочный плод, в губчато-кожистых покровах которого имеются многочисленные железки, внутренняя часть сочная, мясистая (мандарин, лимон).

Яблоко — ложный плод, в образовании которого участвует цветоложе (яблоко, груша, рябина, айва).

Сложные плоды образуются из цветков, в которых было несколько пестиков. Название они получают в зависимости от сходства отдельного плодика с простыми плодами: сложная листовка (пеон), сложный орешек (лютик), сложная семянка (земляника, лапчатка), сложная костянка (малина, ежевика).

Основное назначение плода заключается в защите и распространении формирующихся в нем семян. В связи с этим большую роль играет околоплодник. До созревания семян он защищает их от высыхания, механических повреждений, поедания животными. Последнее связано с тем, что в этот период в околоплоднике обычно накапливаются ядовитые, кислые или вяжущие вещества, исчезающие при созревании плодов.

Распространение плодов, а с ними и семян может происходить с помощью ветра, воды и животных. Плоды, распространяемые с помощью ветра, имеют хохолок (сложноцветные), крылатые выросты (клен, ясень, вяз). У плодов, разносимых водой, наблюдается развитие в околоплоднике воздухоносной ткани или образование снаружи выростов, наполненных воздухом (осоки). Плоды, снабженные различными цепкими выростами — крючками, щетинками, шипами, например у липучки, моркови,

репейника, могут прикрепляться к шерсти животных и разноситься ими. Плоды, имеющие сочный околоплодник, могут распространяться птицами или другими животными, поедающими их.

Глава 4. СИСТЕМАТИКА И ГЕОГРАФИЯ РАСТЕНИЙ

4.1. Основные систематические единицы

Систематика растений — биологическая наука, в задачу которой входит создание системы для практической возможности ориентироваться во множестве существующих форм растений. Систематика выясняет пути образования видов, степень родства между ними и объединяет их по этим признакам во взаимосвязанные группы.

Как наука систематика оформилась в середине XVIII в. — с момента разработки шведским натуралистом Карлом Линнеем. Подлинный же материалистический смысл естественной системы организмов был вскрыт Чарлзом Дарвиным в его труде «Происхождение видов» (1859 г.).

С целью создания полной системы растительного мира систематика опирается на достижения многих наук: морфологии и анатомии растений, эмбриологии, экологии, биохимии, географии, генетики, палеоботаники и др.

К настоящему времени создано большое количество систем, показывающих эволюцию растений в виде сложнейшего генеалогического древа. Однако ни одна из них не является общепринятой. Трудность создания единой системы состоит в несовершенстве наших знаний о происхождении и развитии отдельных групп растений. По мере накопления научных знаний отдельные положения системы становятся твердо установленными, другие претерпевают коренные изменения.

Основной структурной единицей в систематике растений является *вид* (species). Для обозначения вида принята введенная К. Линнеем двойная латинская номенклатура (т. е. бинарная номенклатура). Название каждого вида состоит из двух слов. Первое из них (латинское или греческое — существительное) означает название рода, к которому относится данный вид, второе (обычно латинское — прилагательное) — видовое название. К общему названию вида добавляется также в сокращенной форме фамилия автора, описавшего данный вид (например, сосна обыкновенная — *Pinus silvestris* L. Буква «L» означает, что вид описан Линнеем). Родственнблизкие виды объединяются в *роды* (genus), близкие роды в *семейства* (familia), близкие семейства, отражающие родство, — в *порядки* (ordo), порядки — в *классы* (klassis), а классы — в *отделы* (divisio). Отдел в систематике растений —

высшая таксономическая категория из принятых для мира растений.

Внутри вида выделяются более мелкие систематические единицы: *подвид* (subspecies), *разновидность* (varietas), *форма* (forma). У культурных растений выделяется еще *сорт*.

Все растения подразделяют на две группы: низшие (Thallobionta) и высшие (Cormobionta) растения.

4.2. Низшие растения

Низшие, или талломные, растения (Thallobionta) разнообразны по своему происхождению и находятся на различных ступенях эволюционного развития. Они имеют ряд общих признаков. Их тело не расчленено на органы — корень, стебель и лист — и представляет собой таллом, или слоевище. Отсутствует дифференциация тела на ткани. Органы размножения, как правило, одноклеточные.

Низшие растения подразделяются на 11 отделов.

4.2.1. ОТДЕЛ ВИРУСЫ

Вирусы (Viriphyta) представляют собой наиболее примитивные формы жизни. Это ультрамикроскопические тела, невидимые в световой микроскоп. Клеточная система у вируса не выражена: нет ни органелл, ни мембранной системы, ни энергогенерирующего аппарата. Вирусы состоят из белка, образующего наружную оболочку, и нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), в некоторых содержатся жироподобные вещества и полисахариды.

На искусственных средах вирусы не размножаются. Признаки живых существ они проявляют только внутри живых клеток растений, животных или микроорганизмов, используя ферментный аппарат хозяина.

К вирусам относятся также фаги — паразиты микроорганизмов. Некоторые фаги используются в медицине для профилактики инфекционных заболеваний.

Близко к вирусам примыкает особая группа микроорганизмов — риккетсии. Это внутриклеточные паразиты человека и животных. От вирусов они отличаются особенностями размножения и обмена веществ и меньшими размерами.

Классификация вирусов насчитывает 19 групп.

4.2.2. ОТДЕЛ БАКТЕРИИ

Бактерий (Bacteriophyta) насчитывается около 3000 видов. В подавляющем большинстве это микроскопические организмы. При классификации учитывают следующие основные формы бактерий: кокки — шаровидные, округлые клетки; они могут быть одиночными, но чаще собраны по две, четыре и более, образуя круглые выпуклые колонии; бациллы — прямые длинные палочки; бактерии — короткие палочки, сюда относят клубеньковые

бактерии; вибрионы — слабо закрученные в виде запятой; спироиллы — бактерии спирально закрученные в 2—3 завитка; спирохеты — более длинные, чем спироиллы, и закрученные.

Ядро, пластыди и красящие вещества у большинства бактерий отсутствуют. Изредка встречаются окрашенные бактерии — пурпурные и зеленые. У бактерий имеется наружная мембрана, трехслойная клеточная стенка, ДНК и РНК, рибосомы. Ядерное вещество у большинства бактерий диффузно рассеяно в цитоплазме в виде мелких зернышек. Многие бактерии имеют жгутики и активно движутся, а бактерии, не имеющие жгутиков, переносятся водой и ветром.

Размножаются бактерии путем простого деления клетки. Однако известны немногие группы, размножающиеся путем почкования. Некоторые палочковидные бактерии переживают неблагоприятные условия путем образования спор. Изредка у бактерий встречается половой процесс.

В настоящее время отдел бактерий делят на 4—6 классов и 13 порядков.

По способу питания большинство бактерий — гетеротрофные организмы, использующие для жизнедеятельности органические вещества отмерших организмов, обеспечивая процессы гниения, разложения органического вещества. Кроме того, бактерии паразитируют в живых организмах, вызывая различные болезни растений и животных.

Встречаются и автотрофные бактерии, в клетках которых образуются органические вещества из неорганических путем фотосинтеза (пурпурные и зеленые бактерии) или хемосинтеза благодаря использованию химической энергии (нитрифицирующие бактерии). По отношению к кислороду бактерии делятся на аэробные и анаэробные. Аэробным бактериям для жизнедеятельности необходим кислород. К ним относятся гнилостные бактерии. Анаэробные формы бактерий развиваются в бескислородной среде и вызывают различные брожения (спиртовое, молочнокислое, маслянокислое и др.).

4.2.3. отдел слизевика

В составе отдела слизевиков (*Mucophyta*) около 500 видов (60 родов). Они являются промежуточной группой между растениями и животными. Тело слизевиков — *плазмодий* — представляет собой многоядерную цитоплазматическую бесхлорофильную массу, лишенную оболочки. Плазмодий или микроскопически мал, или может достигать в диаметре 1 м и более.

Размножаются слизевики в основном спорами, зооспорами и миксамебами. Споры имеют прочную оболочку и в сухой среде могут долго сохраняться. Во влажной среде из каждой споры формируется одна двужгутиковая подвижная клетка без оболочки. Эти клетки могут размножаться делением. После нескольких делений такие клетки утрачивают жгутики и превращаются в амебы, называемые миксамебами. Они перемещаются при

помощи ложных ножек (выростов протоплазмы) — псевдоподиев, питаясь преимущественно бактериями. Размножаются миксамебы делением.

При половом воспроизводстве миксамебы и их ядра сливаются, образуя диплоидные ядра. В дальнейшем миксамебы сливаются в общую массу. Ядра при этом не сливаются. Таким образом образуется вегетативное тело слизевика — многоядерный плазмодий.

К началу спороношения многоядерный плазмодий выходит на поверхность субстрата, образуя бесцветные или окрашенные выросты. После редукционного деления ядер образуются гаплоидные споры.

По способу питания это гетеротрофные организмы, среди которых встречаются преимущественно сапрофиты, но есть и паразиты. Из паразитирующих форм широко распространен плазмодиофорный гриб *Plasmodiophora brassicae*. Паразитирует в тканях корней высших растений. Наиболее часто поражает капусту, вызывая заболевание, называемое капустной килой. Этот паразит повреждает около 200 видов растений семейства капустные.

4.2.4. ОТДЕЛ ГРИБЫ

Грибов (*Fungi*) насчитывается около 100 тысяч видов. Они распространены повсеместно: в воде, воздухе и почве, в организмах животных и растений. Отрасль науки, изучающая грибы, называется микологией.

Вегетативное тело грибов имеет вид мицелия, или грибницы. Мицелий состоит из тонких переплетенных волокнистых или нитевидных образований — гиф. У низших грибов гифы лишены перегородок и представляют собой как бы одну сильно разветвленную клетку. У высших грибов они разделены поперечными перегородками на клетки. Гифы покрыты твердой оболочкой: у низших грибов из целлюлозы или пектиновых веществ, а у высших из хитина.

Важнейшая особенность грибов — отсутствие пластид. Ядра мелкие. У низших грибов ядер много, а у высших — одно или два ядра. Запасные вещества откладываются в виде гликогена или жира, крахмал никогда не образуется.

Для роста и развития грибы не нуждаются в свете. Источником азотного и углеродного питания служат органические вещества. Как и другие растения, грибы поглощают минеральные соли, извлекая необходимые им азот, фосфор, серу, калий, железо.

Все грибы нуждаются во влаге. Высокая влажность способствует развитию мицелия, сухость стимулирует спороношение. Оптимальная температура для развития грибов 20—25 °С, максимальная выше 40 °С и минимальная 1—5 °С.

Роль грибов в природе и жизни человека велика. Минерализуя органические остатки, они поддерживают общий круговорот веществ в природе, являясь ее санитарами. Поселяясь на

продуктах питания, разрушая древесину, вызывая коррозию металлов и многочисленные заболевания, приносят большой вред.

Размножаются грибы вегетативным, бесполым и половым путем.

Вегетативное размножение происходит частями мицелия, почкованием, склероциями, оидиями и хламидоспорами.

Части мицелия, попав в благоприятные условия, образуют новые особи. Этим способом размножаются почти все грибы.

Почкование наблюдается у дрожжевых грибов. На клетке образуется округлый вырост, затем в него переходит одно из образовавшихся в результате митоза ядро и бугорок превращается в самостоятельную клетку. Через некоторое время эта клетка также начинает почковаться.

Склероций — плотное сплетение обезвоженных гиф. При благоприятных условиях склероций прорастает, образуя много новых особей.

Оидии — тонкостенные клетки, на которые распадаются гифы некоторых грибов. Каждая клетка прорастает затем в новую особь.

Хламидоспоры — толстостенные клетки, образующиеся из клеток гиф. Хламидоспоры могут переживать неблагоприятные условия.

Бесполое размножение у грибов осуществляется при помощи зооспор (водные грибы), спорангиеспор-клеток, образующихся в особых вместилищах — спорангиях, или при помощи конидий — спор, возникающих на разветвленных гифах, конечные клетки которых, округляясь, создают цепочки конидий. Конидии отчлениваются и опадают.

Формы полового размножения у грибов разнообразны (гологамия, изогамия, гетерогамия, оогамия и зигогамия). В результате полового процесса появляется зигота, которая после мейоза прорастает в спорангий с гаплоидными спорами. Из них развиваются гаплоидные мицелии. Споры полового размножения могут быть двух типов: аскоспоры — образуются в особых члениках, называемых асками, или сумками, и базидиоспоры — образуются на поверхности базидий (см. рис. 3.2). Эти способы полового размножения встречаются у низших грибов.

У высших грибов выделяются следующие формы полового процесса: гаметангиегамия — слияние двух внешне различных органов полового размножения, называемых гаметангиями; сперматизация — оплодотворение яйцеклетки неподвижными клетками, переносимыми ветром или насекомыми; соматогамия — переползание содержимого одной вегетативной клетки в другую; автогамия — попарное слияние ядер в одном членике.

Размножение грибов происходит очень интенсивно. Одна особь образует десятки тысяч и даже миллионы спор.

В цикле развития грибов бесполое и половое спороношения обычно чередуются, причем половое спороношение завершает жизненный цикл.

Отдел грибы подразделяется на пять классов: фикомицеты, трихомицеты, аскомицеты, базидномицеты и несовершенные грибы.

В класс фикомицеты (*Phycomycetes*) входит около 1000 видов. Характерный признак — или отсутствие мицелия, или наличие простого многополярного мицелия, гифы которого не разделены перегородками. К этому классу относятся плесневый гриб мукор (*Mucor mucedo*), вызывающий порчу продуктов, а также паразитические грибы, такие, как ольпидия капустная (*Olpidium brassicae*), вызывающая заболевание рассады под названием черная ножка; грибы рода синхитрий (*Synchytrium*) — внутриклеточные паразиты, вызывающие на теле растения-хозяина образование бородавок, опухолей и других наростов. Наиболее известен возбудитель рака картофеля (*Solanum endobioticum*). Очень вредоносен гриб фитофтора (*Phytophthora infestans*), поражающий картофель и томаты.

Меры борьбы: обработка почвы и растений соответствующими химикатами (фунгицидами), а также выведение устойчивых сортов.

Класс трихомицеты (*Trichomycetes*) представлен небольшим числом видов. Мицелий неветвящийся, слабо развит, гифы имеют длину до 1 см, членистые или лишены перегородок. Обитают в желудке и кишечнике беспозвоночных животных. Преимущественно паразиты.

Класс аскомицеты, или сумчатые грибы (*Ascomycetes*), объединяет около 30 000 видов. Все они имеют развитый мицелий, который состоит из членистых гиф. Членики гиф иногда называются клетками, они бывают одно-, двух- или многоядерные. На мицелии в результате полового процесса образуются особые сумки, или аски, с 8 аскоспорами.

К наиболее примитивным видам относятся дрожжи. Они вызывают спиртовое брожение и используются в хлебопечении, виноделии, пивоварении и др.

Большинство сумчатых грибов формируют плодовые тела, которые состоят из уплотненного мицелия и внутри содержат сумки с аскоспорами. Плодовые тела бывают закрытые (клейстокарпии), полуоткрытые (перитеции), открытые (апотеции). По форме плодовых тел осуществляется систематика аскомицетов.

К грибам, образующим клейстокарпии, относятся плесени: аспергилл (*Aspergillus*) и пеницилл (*Penicillium*) (рис. 4.1). Используются эти грибы для созревания сыров, для получения лекарств. Размножаются плесневые грибы преимущественно конидиями.

Среди грибов, образующих клейстокарпии, встречаются и паразиты, к ним относится сферотека (*Sphaerotheca mors — uvae*), вызывающая болезнь мучнистая роса у некоторых плодовых растений (например, крыжовника).

Полуоткрытые плодовые тела (перитеции) встречаются у спорыньи (*Claviceps purpurea*), поражающей колосья злаков. Форми-

рующиеся в колосе вместо зерен рожки (склероции) спорыньи ядовиты. Из них готовят лекарственные препараты.

Грибы с открытыми плодовыми телами (апотециями) распространены широко. Представителем их является склеротиния (*Sclerotinia*), поражающая яблони, сливы и другие плодовые

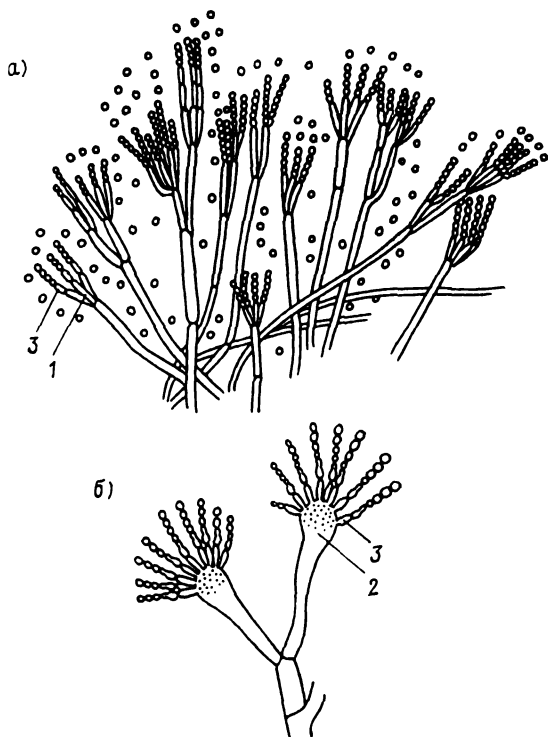


Рис. 4.1. Сумчатые грибы из порядка аскомицетов.
а — пеницилл, б — аспергилл.

культуры. К ним относятся и съедобные грибы: строчки и сморчки (рис. 4.2).

Класс базидиомицеты (*Basidiomycetes*) объединяет около 30 000 видов. Эти грибы образуют сильно развитый многоклеточный мицелий. Размножаются вегетативно частями мицелия, оидиями и хламидоспорами. Бесполое размножение происходит с помощью конидий. При половом процессе сливаются две одноядерные клетки, создаются двуядерные клетки, дающие двуядерный мицелий. На нем после слияния ядер возникают базидии, несущие базидиоспоры. Эти споры при прорастании дают новый одноядерный мицелий.

Большое количество видов относится к семейству трутовиковых. Представителями их являются трутовики, растущие на деревьях и разрушающие древесину. К этому семейству относятся также белый гриб, подберезовик, подосиновик, масленок и домовый гриб, разрушающий деревянные строения (рис. 4.3).

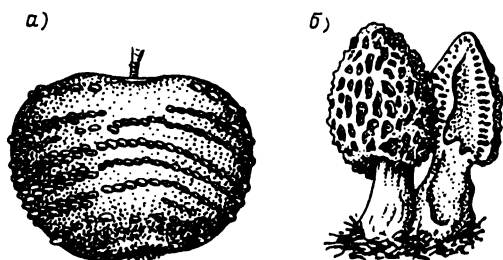


Рис. 4.2. Сумчатые грибы из порядка дискомицетов.

а — яблоко с конидиальными подушечками склеротинии, б — сморчок.

Близко к семейству трутовиковых стоит семейство пластинчатых. К ним относятся: мухоморы, шампиньон, рыжик, груздь и др.

К классу базидиальных относятся головневые и ржавчинные грибы, поражающие злаки: пыльная и твердая головня пшеницы, пузырчатая головня кукурузы, стеблевая головня ржи, линейная ржавчина злаков (рис. 4.4).

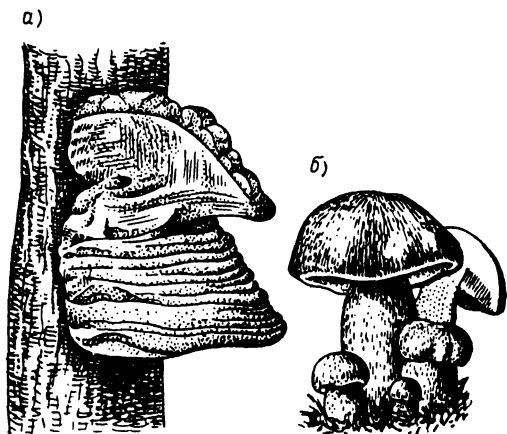


Рис. 4.3. Плодовое тело базидиальных грибов.

а — ложного трутовика, б — белого гриба.

Класс несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*) включает около 25 000 видов. По строению мицелия они сходны с сумчатыми и базидиальными грибами, но не образуют сумок и базидий. Размножаются вегетативным путем (частями мицелия, почкованием или распадом мицелия на отдельные клетки) и бесполом,

образуя конидии. Несовершенные грибы включают паразиты и сапрофиты.

Фузариум (*Fusarium*) — обширный род, виды которого живут в почке и паразитируют, вызывая болезни многих видов растений — фузариозы.

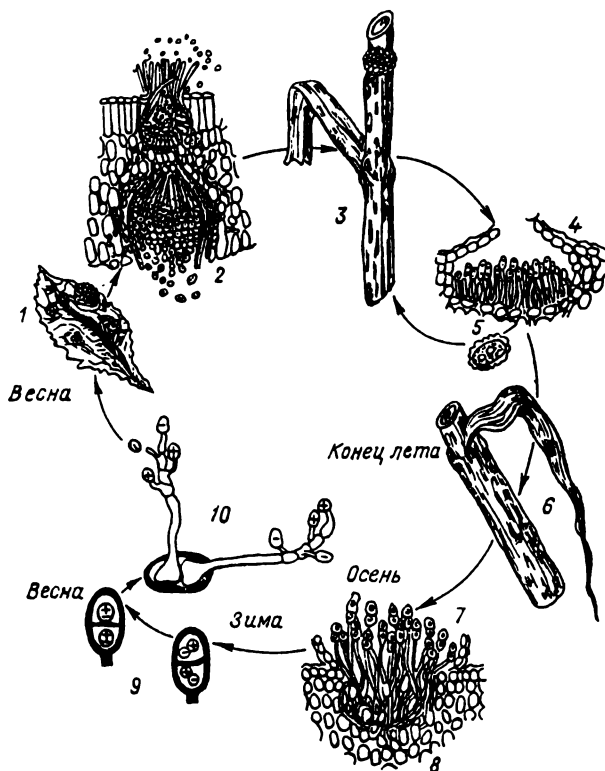


Рис. 4.4. Цикл развития линейной ржавчины злаков.

Последовательные фазы развития паразита на барбарисе: 1 — лист барбариса, 2 — срез листа барбариса. Последовательные фазы развития паразита на злаке: 3 — фаза красной ржавчины, 4 — срез стебля пшеницы со скоплением уредоспор (летних спор), 5 — уредоспора, 6 — фаза черной ржавчины (стебель пшеницы), 7 — двуклеточные телеитоспоры (зимующие споры), 8 — срез стебля пшеницы со скоплением телеитоспор, 9 — телеитоспоры, 10 — образование базидиоспор.

4.2.5. ОТДЕЛЫ ВОДОРОСЛИ

Водоросли (*Algae*) — автотрофные растения, содержащие хлорофилл и живущие преимущественно в воде. Насчитывается около 40 000 видов водорослей, выделяемых более чем в 10 отделов. К ним относятся как микроскопические формы, так и формы, достигающие десятков метров. Водоросли бывают одноклеточные, колониальные, неклеточные и многоклеточные. Они имеют орга-

неллы-хроматофоры, в которых осуществляется процесс фотосинтеза. Хроматофоры могут быть различной формы: лентовидной, чашевидной, сетчатой. Окраска хроматофоров варьирует в зависимости от набора пигментов. Кроме хлорофилла и каратиноидов, которые есть у всех водорослей, в зависимости от глубины обитания могут содержаться и другие пигменты. Ближе к поверхности обитают водоросли, имеющие чисто зеленую окраску, а на глубине они сменяются бурыми и красными.

Многие одноклеточные и колониальные формы обладают подвижностью благодаря особым ресничкам — жгутикам. Высокоорганизованные формы неподвижны, так как обычно прикреплены ко дну с помощью ризоидов. Тем не менее у большинства из них сохранились подвижные жгутиковые клетки бесполого и полового размножения, которые часто похожи на одноклеточные водоросли.

Ядро и цитоплазма клеток большинства водорослей имеют такое же строение, как у высших растений. Вакуоль одна крупная или несколько мелких. Клеточная стенка из пектина или целлюлозы, иногда пропитана кремнеземом или известью. Запасные вещества — крахмал, гликоген или жиры.

Размножаются водоросли вегетативным путем (делением клеток, частями колоний или образованием дочерних колоний из материнских). Бесполом путем водоросли размножаются при помощи зооспор с одним, двумя или многими жгутиками, а также неподвижными с утолщенной оболочкой клетками (апланоспоры, моноспоры, тетраспоры).

Половое размножение водорослей разнообразно. Как и у грибов, имеются такие формы полового размножения, как изогамия, гетерогамия и оогамия. В цикле развития большинства водорослей преобладает гаплоидное поколение, имеющее в клетках n хромосом; диплоидное поколение с числом хромосом, равным $2n$, наблюдается обычно у зигот. У некоторых высших форм водорослей смена поколений выражена более отчетливо, так как диплоидное поколение становится более развитым.

Водоросли имеют огромное значение, так как основная масса органических веществ на земле и кислорода в воздухе — результат жизнедеятельности этих растений. Водоросли, живущие в почве и на ней, участвуют в почвообразовательных процессах. Важное практическое значение имеет одноклеточная водоросль хлорелла, для которой характерна высокая энергия роста и размножения. Содержание полноценных белков достигает в хлорелле 50 % сухой массы, в ее клетках накапливаются жиры и витамины. По питательности хлорелла превосходит пшеницу и может быть использована в пищу. Из бурых и красных водорослей получают йод и бром. Они используются на корм скоту и удобрение. Некоторые виды японской ламинарии (морская капуста) употребляются в пищу. Красные водоросли идут на производство агара, применяемого в микробиологии, пищевой и парфюмерной промышленности. Из красных водорослей получают клеящее вещество — альгинат

натрия, используемый в текстильной, химической и пищевой промышленности.

Отдел синезеленые водоросли (Cyanophyta) включает около 1400 видов. Они имеют диффузное ядро и размножаются только вегетативным путем. По способу питания относятся к автотрофным организмам, но не потеряли способности к гетеротрофному питанию за счет готовых органических веществ.

Синезеленые водоросли содержат хлорофилл в наружной части цитоплазмы и не имеют хроматофоров. В их клетках находится синий пигмент — фикоциан, придающий своеобразный оттенок. К этим водорослям относятся колониальная водоросль — носток (*Nostoc*) и нитчатая осциллятория (*Oscillatoria*). Они распространены в загрязненных водах и в почве.

Отдел золотистые водоросли (Chrysophyta) содержит около 400 видов (25 семейств, 60—80 родов). Эти водоросли обитают в пресных водоемах, почве, реже в морях. Водоросли одноядерные, преимущественно подвижные, одноклеточные, иногда подвижные колониальные и очень редко неподвижные амeboидные или нитчатые.

В наружном слое цитоплазмы имеется 1—2 хроматофора. Подвижные формы снабжены 1—2 (реже 4) разными по величине и форме жгутиками.

Размножение осуществляется обычно путем продольного деления клеток и зооспорами. У колониальных форм клетки после деления не расходятся. Размножение происходит путем разъединения колоний на части. Половой процесс осуществляется по оогамному и изогамному типам.

Из золотистых водорослей широко известны представители родов хромулины и динобриона.

Отдел желтозеленые водоросли (*Xanthophyta*) содержит около 250 видов с одноклеточным (род хлорамеба), колониальным (род ботридиописис), многоклеточным нитчатым (род конферва), неклеточным (роды ботридий, вошерия) талломами. Распространены в пресных и соленых водах, встречаются также в почве. Ядро в большинстве случаев одно, у неклеточных водорослей ядра многочисленны. Хроматофоры, кроме хлорофилла, содержат каратиноиды. При бесполом размножении образуются зооспоры с двумя разными жгутиками. Половой процесс преимущественно изогамный, изредка оогамный.

Отдел диатомовые, или кремнистые, водоросли (*Diatomophyta*) включают около 6000 видов. Основные формы — одноклеточные, колониальные и нитчатые водоросли микроскопических размеров. Обитают в соленых и пресных водах, в почве, на скалах и коре деревьев. Клеточные стенки пропитаны кремнеземом. В хроматофорах имеется хлорофилл и бурый пигмент диатомин, придающий бурую окраску. Размножение вегетативное (делением клеток, частями колоний) и половое (конъюгация). Представитель этих водорослей — часто встречающаяся в пресных и соленых водах пиннулярия.

Отдел бурые водоросли (Phaeophyta) содержит около 1500 видов (190 родов). Распространены в морях и океанах. Среди бурых водорослей имеются микроскопические нитчатые организмы и гиганты, достигающие в длину 30—50 м. Клетки бурых водорослей одноядерные. Хроматофоры зернистые, многочисленные. Бесполое размножение отсутствует у фукусовых, а у остальных видов осуществляется зооспорами или неподвижными тетраспорами. Вегетативное размножение происходит частями таллома. Формы полового размножения разнообразны: изогамия, гетерогамия, оогамия.

Отдел красные водоросли, или багрянки (Rhodophyta) содержит 4000 видов, из них 200 обитает в пресных водоемах, а остальные — в морях. Таллом некоторых видов багрянок имеет сходство с талломом наиболее высокоорганизованных бурых водорослей (сильная расчлененность, дифференциация тканей). Хроматофоры имеют форму дисков. Запасные продукты в виде жира и крахмала. Таллом в виде кустиков, состоящих из многоклеточных ветвящихся нитей, реже пластинчатый или листовидный.

Красным водорослям свойственны различные способы размножения. Большинство багрянок двудомные растения. Подвижные формы (зооспоры) в цикле развития отсутствуют.

Отдел зеленые водоросли (Chlorophyta) включает свыше 13 000 видов. Распространены преимущественно в пресных водоемах, некоторые в морской воде и очень немногие в условиях периодического увлажнения: на почве, деревьях и др. Основные формы — подвижные и неподвижные одноклеточные и колониальные; многоклеточные — нитчатые, пластинчатые; расчлененные — неклеточные. Хроматофоры чашевидные, лентовидные, пластинчатые, зернистые. Зеленым водорослям свойственны все способы размножения: вегетативное — делением клеток, частями колоний, частями таллома, специальными группами клеток; бесполое — зооспорами и спорами; половое — изогамия, гетерогамия, оогамия, конъюгация.

Существует несколько классификаций зеленых водорослей, но чаще всего их делят на три класса: равножгутиковые, сцеплянки и харовые.

Равножгутиковые водоросли в цикле своего развития имеют фазу подвижных клеток с одинаковыми жгутиками. Наиболее известными представителями этого класса являются хламидонода, хлорелла, вольвокс, улотрикс и кладофора.

Сцеплянки в цикле своего развития не имеют подвижных жгутиковых стадий, половой процесс осуществляется в виде конъюгаций. Широко распространенным представителем этого класса является спирогира.

Класс харовые, или лучицы, представлен однолетними или многолетними растениями высотой от 10 до 100 см. Наиболее хорошо изученным представителем является хара, образующая на

дне водоемов лучисто разветвленные нити, собранные в редкие кустики.

4.2.6. ОТДЕЛ ЛИШАЙНИКИ

Число известных видов лишайников (Lichenophyta) составляет 18—20 тысяч. Это группа своеобразных растений, состоящих из двух находящихся в симбиозе компонентов — гриба и водоросли

(рис. 4.5). Грибная основа лишайников формируется сумчатыми грибами и очень редко базидиальными. Водорослевая компонента состоит из видов отделов зеленые или синезеленые. В некоторых лишайниках присутствуют азотфиксирующие бактерии. Такой симбиоз обеспечивает неприхотливость лишайников. Они могут произрастать даже на стекле и металле. Грибы способствуют получению воды и минеральных солей, водоросли за счет фотосинтеза обеспечивают органическими веществами, а

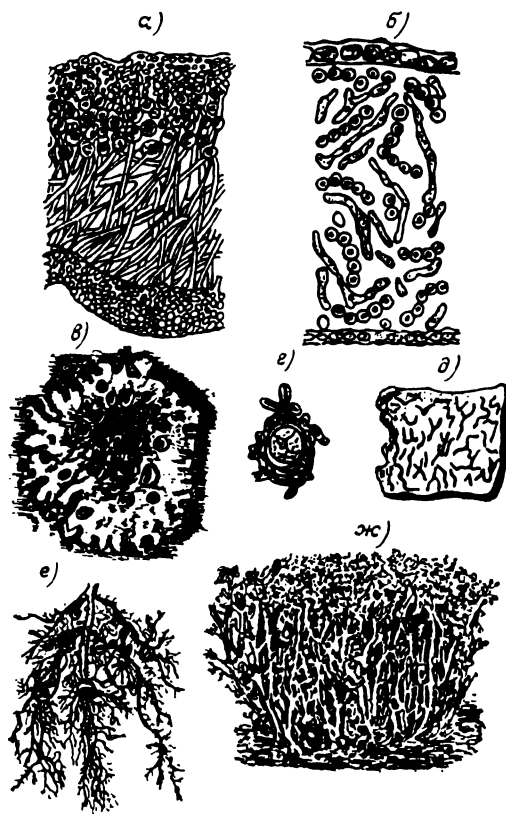


Рис. 4.5. Лишайники.

а — пармелия, поперечный срез гетеромерного слоевища; б — лептогия, поперечный срез гомеомерного слоевища; в — слоевище пармелии с плодовыми телами грибов, г — начальная стадия роста боредий (органов вегетативного размножения) у пармелии, д — накипный лишайник на коре дерева, е — кустистый лишайник *Usnea*, ж — кустистый лишайник ягель (олений мох).

азотфиксирующие бактерии — связывают атмосферный азот. Каждый из симбионтов использует вещества, образуемые другими организмами, входящими в состав лишайника.

Разнообразные формы лишайников можно встретить повсюду. Особенно большие территории они занимают в тундре. Лишайники способны переносить и длительное обезвоживание. По строению тела различают накипные лишайники, сросшиеся всей поверхностью с субстратом; листоватые, имеющие вид листочков и прикрепленные только отдельными участками, и кустовые, имеющие вид кустиков. Встречаются и переходные формы.

Лишайники размножаются только бесполом путем — вегетативно, чаще всего частями слоевищ, а также при помощи соредий или изидий. *Соредии* — мелкие пылевидные комочки, состоящие из одной или нескольких клеток водоросли, оплетенных гифами гриба. После разрыва слоевища они освобождаются и разносятся ветром. *Изидии* — выросты на поверхности слоевища. Они также содержат обе компоненты лишайника. Изидии отламываются от слоевища и распространяются ветром, водой и животными.

Поселяясь на бесплодных горных породах, лишайники способствуют их выветриванию и накоплению органического вещества, создавая тем самым условия для поселения в этих местах других растений. В условиях тундры лишайники служат кормом для оленей (ягель, исландский мох и др.). Используют лишайники в медицине и парфюмерии. Некоторые виды идут на получение глюкозы и лакмуса.

4.3. Высшие, или листостебельные, растения

В отличие от низших у высших растений (Cormobionta) имеются ткани и органы, выполняющие различные функции. Кроме того, органы размножения высших растений многоклеточные. Наконец, высшие растения имеют зародыш, развивающийся из зиготы и представляющий диплоидный ($2n$) зачаток, из которого формируется спорофит. Поэтому листостебельные растения называют также зародышевыми.

В процессе эволюции высших растений образовались голосеменные, у которых зародыши получили надежные вместилища (семена) с хорошо развитыми покровами и запасом питательных веществ, обеспечивающие проростки в начальный период роста всем необходимым. Дальнейшая эволюция привела к образованию цветковых растений. В цветках появились такие новообразования, как завязи со скрытыми внутри них семяпочками. Цветковым растениям свойственно двойное оплодотворение, вследствие которого образуются семена и плоды.

Высшие растения подразделяются на четыре крупные систематические группы: мохообразные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные.

4.3.1. ОТДЕЛ МОХООБРАЗНЫЕ

Отдел содержит более 30 000 видов травянистых многолетних растений, тело которых или не расчленено на вегетативные органы (печеночные мхи), или состоит из стеблей, несущих листья (листо-стебельные мхи). Мохообразные (Bryophyta) являются одной из ветвей эволюции, берущей начало от водорослей. Корней мохообразные еще не имеют, и вместо них развиты выросты эпидермиса, сходные по строению с корневыми волосками.

От остальных высших растений они отличаются преобладанием в цикле развития гаметофита. У более простых форм гаметофит

представлен слоевищем, талломом, а у остальных расчленен на стебель и листья. Проводящие ткани (трахеиды и ситовидные трубки) появляются лишь у наиболее высокоорганизованных мхов.

В цикле развития мхов отмечается последовательная смена полового и бесполого поколений (гаметофита и спорофита). На верхней части стебля, в пазухах листьев, на одних растениях образуются антеридии, на других — архегонии. Созревшие в антеридиях сперматозоиды переносятся водой на женские растения, где проникают в архегонии. После оплодотворения из зиготы на верхушке женского растения образуется спорогоний с коробочкой. Это бесполое поколение — спорофит, живущее за счет полового — гаметофита. В коробочке, в особой спорогенной ткани, образуются многочисленные мелкие споры. При созревании споры рассеиваются. Попадая на почву, они прорастают в нитевидное растение — предросток, похожий на нитчатую водоросль и имеющий зеленый цвет. На предростке образуются почки, из которых вырастает обычное растение.

К гаплоидному (половому) поколению относятся: спора, предросток, обычное растение, архегонии и антеридии с половыми клетками; к диплоидному (бесполому) — зигота и спорогоний.

Обилие видов мхов, почти повсеместное их распространение играют заметную роль в природных растительных группировках. Как и лишайники, мхи выступают пионерами заселения растительностью необжитых территорий. Мхи играют основную роль в торфообразовании.

Отдел мохообразные делится на три класса: антоцеротовые, печеночные и настоящие мхи.

Антоцеротовые мхи включают 300—320 видов (2 семейства). Распространены в обоих полушариях, преимущественно в странах с теплым климатом. В СССР встречается только два вида, не имеющих хозяйственного значения.

Печеночники — общее число видов около 10 000 (235 родов), их подразделяют на 7 порядков. Печеночники распространены повсеместно.

Настоящие мхи имеют важное значение в хозяйственной деятельности человека. Они делятся на три подкласса: андривые мхи, сфагновые, или белые, мхи и зеленые мхи. Общее число видов около 25 000 (660 родов). Некоторые виды распространены в приполярных странах северного полушария.

Андривые мхи встречаются как скальные растения и особого значения не имеют.

Сфагновые, или белые, мхи имеют большое значение в природе. Они накапливают большое количество воды. Разрастаясь плотными дернинами, они вызывают заболачивание и торфообразование.

Зеленые мхи распространены более широко, чем сфагновые, встречаясь в разнообразных условиях от тундры до степных и пустынных местообитаний. Наиболее типичным представителем зеленых мхов является кукушкин лен (рис. 4.6). При развитии

зеленых мхов на лугах, урожайность кормовых угодий снижается. В этом случае необходимо провести коренное улучшение лугов, включающее вспашку, внесение удобрений и посев трав.



Рис. 4.6. Кукушкин лен.

А — мужской гаметофит, Б — верхушка мужского гаметофита (продольный разрез), В — женский гаметофит, Г — верхушка женского гаметофита (продольный разрез), Д — спорогон, разившийся на женском гаметофите, Е — коробочка спорогона; 1 — антеридий, 2 — архегоний, 3 — парафизы (нити, предохраняющие антеридий и архегоний от повреждений и высыхания), 4 — ризоиды (образования для прикрепления к субстрату).

4.3.2. ОТДЕЛ ПСИЛОФИТООБРАЗНЫЕ

Псилофитообразные (Psilopsida) — первые наземные растения. Они представляют особую ветвь эволюции, берущую начало от вымерших водорослей. В тропическом поясе в настоящее время встречаются два рода этой когда-то большой группы растений. Для них характерен дихотомический тип ветвления побегов и появление листьев. Корни отсутствуют, вместо них при прорастании зародыша формируется особый тип корневища — ризоиды — с многочисленными ризоидами. От псилофитовых произошли различные формы высших растений.

4.3.3. ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ

Плауновидные (Lycopodiophyta) — очень древняя группа растений, к которой относятся как ископаемые, так и современные виды. Ископаемые формы были крупными деревьями — до 30 м в высоту и до 2 м в диаметре. Современные плауновидные — многолетние травянистые растения со стелющимся стеблем и отходящими от него дихотомически разветвленными ветвями. В лесах умеренной зоны широко распространен плаун булавовидный — вечнозеленое травянистое растение. Стебель его ползучий с мелкими, расположенными по спирали, листьями. Корни придаточные. Стебли несут

2—6 спороносных колоска. Спороносные листочки колосков — спорофиллы — расположены черепитчато и на верхней стороне имеют почковидные спорангии с образующимися в них гаплоидными спорами.

Спора, попадая в почву, прорастает через несколько лет и из нее медленно, в течение 12—20 лет, развивается гаметофит. Он имеет ризоиды, через которые в гаметофит вырастают гифы гриба. В симбиозе с грибом, который обеспечивает питание, и живет гаметофит, лишенный хлорофилла и неспособный к фотосинтезу. У некоторых видов гаметофит имеет хлоропласты. Антеридий и архегоний образуются на верхней стороне гаметофита. После оплодотворения формируется диплоидная зигота, из которой развивается зародыш спорофита, а затем и взрослое растение.

Помимо многочисленных (около 400) видов плауновых к плауновидным относится большой класс шильниковых, насчитывающий до 700 видов, распределенных в два порядка — шильниковые и селягинеловые. Третий порядок — чешуевидные — охватывает вымершие виды.

Споры плаунов, содержащие до 50 % невысыхающего масла, имеют практическое применение. Они употребляются в качестве детской присыпки, обсыпки пилюль, при фасонном литье, для фейерверков и бенгальских огней.

4.3.4. ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЫЕ

Отдел хвощевидные (*Equisetophyta*) подразделяют на три класса: гиениевые, клинолистные, хвощевые. Представители первых двух классов — вымершие виды. В настоящее время распространены представители класса хвощевые. Это многолетние травянистые растения. Типичное растение — хвощ полевой — сорняк полей и лугов (рис. 4.7). Он имеет подземные корневища с клубеньками, в которых накапливаются запасные вещества. От корневищ отходят придаточные корни и обычно однолетние надземные побеги. Стебли имеют членистое строение. От узлов отходят мутовки бурых чешуйчатых листьев, сросшихся в трубчатое влагалище, и мутовки боковых побегов. Функцию фотосинтеза выполняют ребристые стебли. Клетки эпидермы пропитаны кремнеземом. Под ней расположена механическая ткань — склеренхима. Коллатеральные проводящие пучки образуют кольцо.

Органы спороношения — спорангии — расположены на особых спорангиофорах, собранных в колоски, или стробилы. Споры, темно-зеленые, шарообразной формы, снабжены особыми спирально закрученными лентами — элатерами. Элатеры гигроскопичны. Они способствуют разрыхлению спор и сцеплению их в небольшие комочки. Морфологически споры одинаковы. Физиологически они неоднородны. Из одних спор развиваются более крупные женские гаметофиты, из других — мужские. Женские гаметофиты хвощей могут стать обоеполыми. Сперматозоиды разносятся водой. Из зиготы вырастает обычное растение.

Некоторые виды хвощей имеют кормовое значение: хвощ ветвистый, хвощ пятнистый, хвощ зимующий, хвощ полевой; но многие виды ядовиты: хвощ болотный, хвощ дубравный, хвощ приречный.

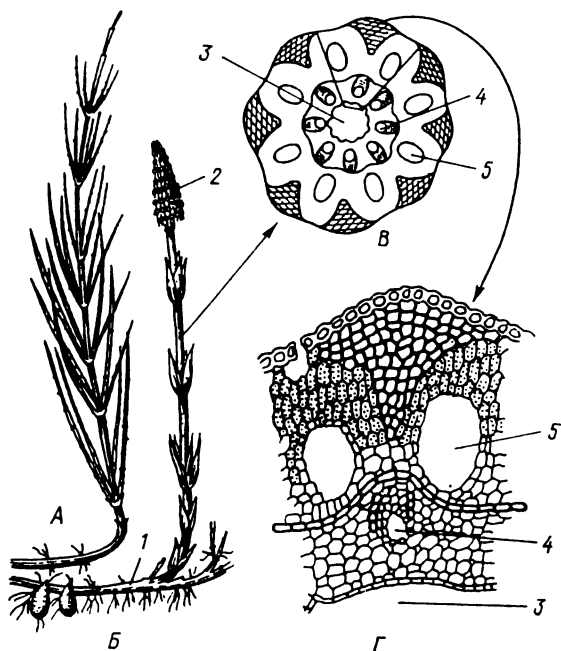


Рис. 4.7. Хвощ полевой.

А — вегетативный побег, Б — спорозный побег, В — поперечный срез стебля, Г — участок среза стебля; 1 — корневище, 2 — спорозный колосок, 3 — центральная полость, 4 — ложбинчатая полость, 5 — протоксилемная полость.

4.3.5. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ

К отделу папоротниковидных (Polypodiophyta) относится свыше 10 000 видов, объединяемых в три класса: первопапоротники, настоящие папоротники и лептоспорангиатные.

По внешнему виду современные папоротники представляют большое разнообразие. В северном полушарии произрастают лишь травянистые папоротники, обитатели влажных лесов, болотистых лугов и оврагов, берегов водоемов и расщелин скал. В условиях влажного тропического климата жизненные формы разнообразнее: деревья и травы.

От предыдущих отделов высших споровых папоротниковидные отличаются крупнолиственностью. Наиболее обширен класс лептоспорангиатные. Типичный представитель — мужской папоротник (рис. 4.8). Это растение имеет крупные перисторассеченные листья,

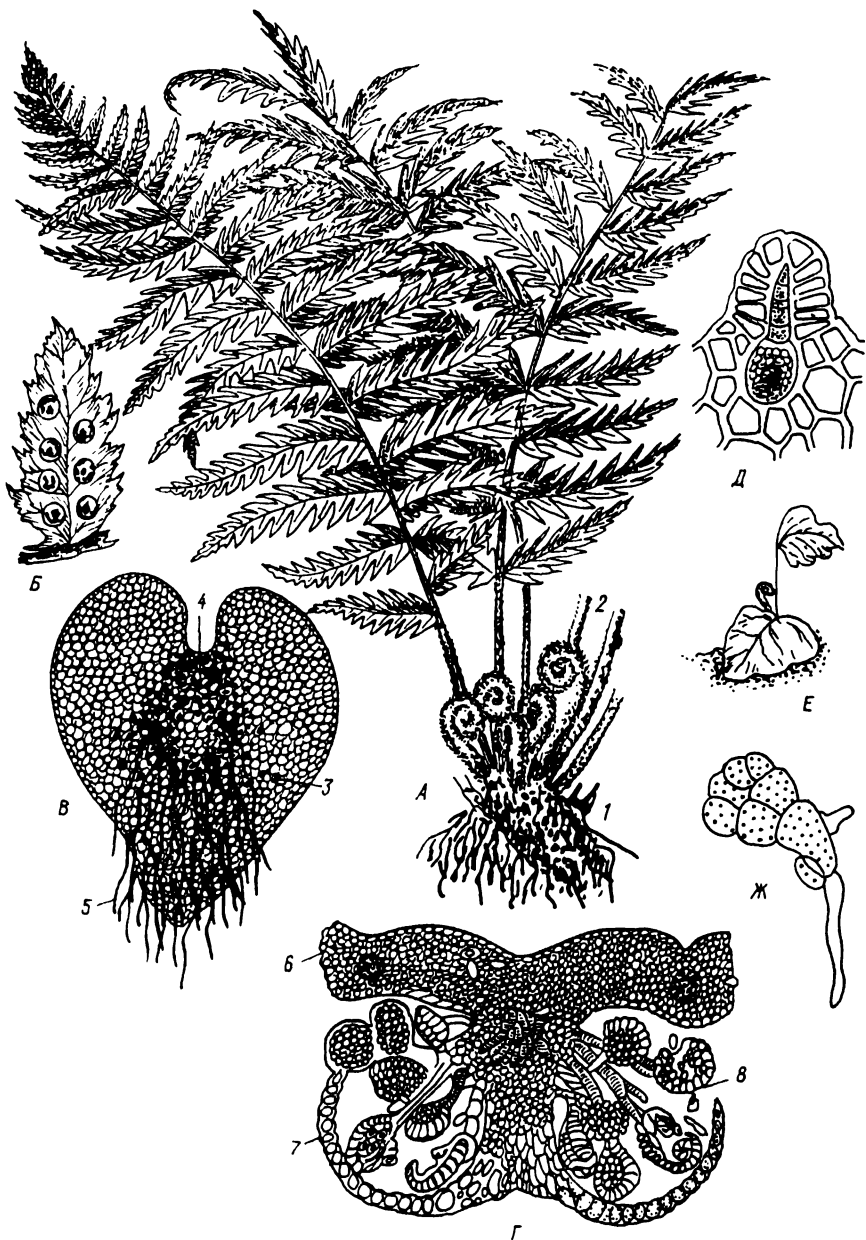


Рис. 4.8. Мужской папоротник.

А — общий вид растения, Б — часть листа с сорусами, В — заросток папоротника с нижней стороны, Г — разрез через сорус листа, Д — архегоний, Е — заросток папоротника, Ж — прорастание споры; 1 — корневище, 2 — молодые листья (вайи), 3 — антеридии, 4 — архегоний на заростке, 5 — ризоиды.

растущие верхушкой, стебель в виде многолетнего утолщенного корневища, от которого отходят корни.

На нижней стороне листьев папоротники имеют в виде темных пятнышек скопления органов размножения — спорангии, которые называются сорусами. Каждый сорус прикрывает индустрий, или покрывальце, представляющий собой небольшой вырост на поверхности листа.

С наружной стороны спорангия расположен слой неравномерно утолщенных клеток, который при созревании спор подсыхает и разрывается, способствуя раскрытию спорангия.

Попав на почву, спора прорастает в маленькое сердцевидное зеленое растение, прикрепляемое ризоидами к почве — гаметофит. Гаметофит (заросток) обоеполюй, у водяных папоротников раздельнополюй. Из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) формируется зародыш бесполой фазы. У папоротниковидных в жизненном цикле преобладает бесполое диплоидное поколение (зигота, растение, сорусы и спорангии) и в меньшей степени половое гаплоидное поколение (спора, гаметофит, архегоний и антеридий с половыми клетками).

Подавляющее число видов папоротников равноспоровые, они являются сухопутными растениями, остальные (около 120 видов) — разноспоровые, или водяные папоротники.

4.3.6. отдел сосновые, или голосеменные

В мировой флоре насчитывается около 800 видов голосеменных (Pinophyta). Это преимущественно деревья, реже кустарники или одревесневающие лианы. Травы представлены лишь одним достоверно известным ископаемым видом из рода вильямсониелла. Голосеменные растения возникли от вымерших разноспоровых папоротниковидных. Основное отличие от предыдущих отделов мира растений — у голосеменных зачатком размножения и распространения являются семена. У голосеменных также наблюдается чередование поколений, только половое (гаплоидное) поколение еще больше уменьшено, а бесполое (диплоидное) развито сильнее.

Ветвление в основном моноподиальное. Стебель имеет сложное строение и по общей структуре близок к стеблям древесных покрытосеменных с вторичным утолщением.

По строению листьев голосеменные делятся на две группы: одни имеют крупные рассеченные листья, похожие на листья пальм или папоротников, другие — мелкие, цельные, чешуевидные или игольчатые (хвоя). За небольшим исключением голосеменные — вечнозеленые растения.

Корни (главный и боковые) обычного для деревьев и кустарников строения, с микоризой. Придаточные корни встречаются редко, только у примитивных представителей.

Особенности размножения голосеменных удобно рассмотреть на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). У сосны мужские и женские шишки образуются на одном растении (рис. 4.9).

Женские шишки развиваются из верхушечных молодых побегов, несут мелкие крошечные чешуйки, в пазухах которых появляются более крупные толстые чешуйки с двумя семязчатками на верхней стороне. Семязчаток — один из наиболее важных признаков всех голосеменных, не свойственный растениям предыдущих отделов. Это видоизмененный сорус с одним мегаспорангием —

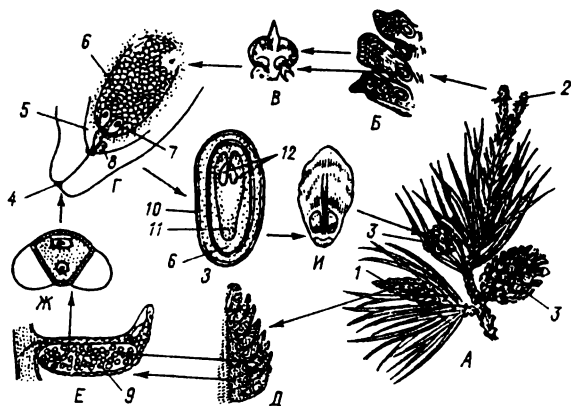


Рис. 4.9. Сосна обыкновенная.

А — ветка с шишками, *Б* — часть продольного разреза молодой женской шишки, *В* — семенная чешуя с семязчатками, *Г* — семязчаток в продольном разрезе, *Д* — часть продольного разреза мужской шишки, *Е* — продольный разрез микроспорифилла, *Ж* — пыльцевое зерно, *З* — продольный разрез семени, *И* — семенная чешуя зрелой шишки с двумя семенами; 1 — группа мужских шишек, 2 — молодая женская шишка, 3 — зрелые женские шишки, 4 — микропиле (отверстие на вершине семяпочки), 5 — нуцеллус (ядро семяпочки), 6 — эндосперм (женский гаметофит), 7 — архегоний, 8 — пыльцевая трубка со спермиями, 9 — микроспорангий, 10 — кожура семени, 11 — зародышевый корешок, 12 — семядоли.

нуцеллусом, в котором формируются четыре мегаспоры. Одна из них разрастается, образуя особую питательную ткань — эндосперм — редуцированный заросток, на котором развиваются сильно уменьшенные архегонии с яйцеклетками. Эндосперм и архегонии — гаплоидное женское поколение.

Мужские шишки собраны в метельчатое соцветие. Оно образуется в пазухе чешуек, на месте укороченного побега и представляет собой побег с хорошо развитой осью, на котором спирально расположены микроспорифиллы — редуцированные споронесные листья. У основания оси имеются низовые листья в виде чешуек, играющие защитную роль. На микроспорифиллах образуется по два пыльцевых мешка — микроспорангия — с многочисленными материнскими клетками микроспор. Каждая из них делится на четыре гаплоидные микроспоры. Микроспора одноядерная, одета двумя оболочками — интиной и энзиной и несет два сетча-

тых воздушных мешка. В результате деления ядра микроспоры формируется мужской гаметофит (пыльца). У сосны образуется большое количество пыльцевых зерен. Они переносятся ветром и, попадая на женский гаметофит, прорастают. Спермии оплодотворяют яйцеклетки, которые развиваются в зародыш, а вся семяпочка — в семя. Происходит это на второй год после опыления. Созревшая шишка древеснеет, трескается, из нее выпадают семена, имеющие крыловидные пленки. Семена распространяются воздушными потоками.

Голосеменные делятся на несколько классов.

Класс саговниковые (Cycadopsida). Листья крупные, перистые, реже цельные, ланцетные. Стебель имеет мощную сердцевину и кору и относительно слабо развитую древесину. К саговниковым относятся вымершие растения порядков: семенные папоротники (Pteridospermae), кейтониевые (Caytoniales). Порядок саговники (Cycadales) — общее число видов 120—130 (10 родов), распространены в тропических и субтропических областях. Порядок бенетитовые (Bennettitales) — вымершие древовидные растения. Предполагается, что бенетитовые являются предками цветковых растений.

Класс хвойные, или пинопсиды (Pinopsida). Листья чаще сидячие, мелкие, ланцетные, игловидные, чешуевидные, реже широкие, крупные. Стебель имеет слабо развитые сердцевину и корку, но мощную древесину. Хвойные представлены несколькими порядками. Кордаиты (Cordaitales) — вымершие древесные растения с цельными листьями и разветвленными стеблями. Гинкговые (Ginkgoales) представлены одним сохранившимся видом — гинкго двулопастным. Культивируется в Японии и Китае. Это крупное, листопадное дерево высотой до 40 м. Крона пирамидальная, сильно ветвистая, густая. Ветвление моноподиальное. Сосновые — Pinales — [хвойные, или шишконосные (Coniferales)] — широко распространенные древесные растения, имеющие большое практическое значение. К ним относятся семейства араукариевые, подокарповые, тиссовые, сосновые, таксодиевые.

Класс гнетовые (Gnetopsida). От других голосеменных гнетовые отличаются наличием сосудов во вторичной древесине, нет смоляных ходов, листья супротивные, семяпочки у них имеют два покрова. Половой процесс несколько напоминает двойное оплодотворение покрытосеменных. В классе три рода: эфедра (Ephedra), вельвичия (Welwitschia) и гнетум (Gnetum). Эти роды настолько обособились от голосеменных и так различны между собой, что их выделяют в особые семейства и порядки.

Плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные и голосеменные представляют единый ряд в эволюции растений. У них имеются общие признаки в строении органов размножения, особенностях чередования бесполого и полового поколений. Эволюционное развитие шло по пути совершенствования способов размножения и строения растительного организма. У голосеменных впервые в истории развития растительного мира сформировалось

семя как орган размножения, процесс оплодотворения осуществляется сперматозоидами, или спермиями, гаметофит перестает существовать как самостоятельно живущее поколение. Отличны от них мохообразные. Несмотря на некоторое сходство в размножении, они резко отличаются по строению вегетативных органов, чередованию поколений и другим признакам. Это позволяет считать мохообразные особой, замкнутой ветвью эволюции, не давшей более совершенных растений.

43.7. ОТДЕЛ ЦВЕТКОВЫЕ, ИЛИ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ

Покрытосеменные (Anthophyta, Angiospermophyta) — самый молодой и самый многочисленный отдел высших растений, к которому относится более половины всех существующих на земле видов. Они отличаются высокой пластичностью по отношению к условиям среды и поэтому их представители произрастают в различных почвенно-климатических зонах земного шара. Покрытосеменные отличаются от остальных высших растений рядом признаков: наличием цветка, пестика с завязью, в которой развиваются семязачатки, образованием восьмиядерного зародышевого мешка (гомолога женского гаметофита), двойным оплодотворением, в результате которого образуются семена с триплоидным эндоспермом (они находятся внутри плода, развивающегося из завязи), наличием сосудов в древесине. Жизненные формы: травянистые (однолетние, многолетние), кустарники и кустарнички, древесные растения и лианы.

Различные систематические группы покрытосеменных различаются между собой по строению цветка, плода, семени, по морфологическим и анатомическим признакам.

Отдел покрытосеменных подразделяется на два класса — двудольные и однодольные. Оба класса связаны общностью происхождения от единых предков и параллельного их эволюционного развития, но они имеют ряд характерных отличий.

Класс двудольные

(около 200 000 видов, 10 000 родов, 325 семейств)

1. Зародыш семени имеет две семядоли
2. Семена с эндоспермом, без эндосперма, иногда с периспермом
3. Проводящие пучки расположены по кругу, открытые
4. Стебли и корни обладают вторичным ростом в толщину
5. Листья простые и сложные. Жилкование сетчатое
6. Цветки с двойным околоцветником, пятичленные, редко четырехчленные
7. Корневая система стержневого типа

Класс однодольные

(около 60 000 видов, 3000 родов, 65 семейств)

1. Зародыш семени имеет одну семядолю
2. Семена с эндоспермом
3. Проводящие пучки разбросаны диффузно, закрытые
4. Стебли и корни не обладают вторичным ростом в толщину
5. Листья простые. Жилкование параллельное или дуговое
6. Цветки с простым околоцветником, трехчленные
7. Корневая система мочковатого типа

Класс двудольные (Dicotyledoneae)

Общее число видов свыше 200 000 (около 10 000 родов и 325 семейств). Важнейший элемент структуры, который обычно кладут в основу классификации,— околоцветник. По строению околоцветника двудольные большинством систематиков подразделяются на два подкласса: раздельнолепестные и спайнолепестные. Однако единого мнения среди систематиков в отношении подразделения двудольных на подклассы нет.

Группа порядков магнолиевидные, или многоплодниковые (Magnoliales, Polycarpicae)

Магнолиевидные — наиболее примитивные из всех покрытосеменных. К ним относятся около 40 семейств. Среди магнолиевидных встречаются вечнозеленые деревья — господствующая жизненная форма голосеменных. В ряде случаев сохранились общие черты микроскопического строения вегетативных органов. В строении цветка обнаруживается много примитивных признаков: коническое цветоложе, неопределенное количество элементов цветка и их спиральное расположение, отсутствие сростаний плодолистиков.

Магнолиевидные — центральная группа покрытосеменных. Многие ныне прогрессирующие линии развития покрытосеменных связаны своим происхождением с многоплодниковыми. Даже однодольные, например лилейноцветные, несомненно связаны с ромалиевыми.

К магнолиевидным относятся следующие порядки: магнолиецветные (Magnoliales), лавроцветные (Laurales), перечноцветные (Piperales), кирказоноцветные (Aristolochiales), нимфейноцветные (Nymphaeales), лютикоцветные (Ranunculales).

Магнолиецветные имеют 8 семейств (165 родов, около 2600 видов). Во флоре СССР встречаются в южных районах преимущественно как декоративные. Среди них виды родов магнолия (декоративные), азимина (плодовые), камфорное дерево (лекарственное), лимонник китайский.

Лавроцветные имеют 11 семейств, объединяющих около 2700 видов. Важнейшие роды и виды: лавр благородный, коричневое дерево, авокадо.

Перечноцветные включают 2—3 семейства, 18 родов, свыше 2000 видов. Широко известен перец черный.

Кирказоноцветные насчитывают 3—4 семейства. Преимущественно травы, лианы или кустарники. В СССР встречается копытень европейский и как декоративное растение кирказон.

Нимфейноцветные — число семейств 5, около 100 видов. Водяные многолетние растения, обитающие преимущественно в тропических и субтропических странах. В СССР произрастают виды рода эвриала (Уссурийский край); род кувшинка: кувшинка белая, лотос орехоносный (дельта Волги); род кубышка: кубышка желтая и др.

Лютикоцветные насчитывают 10—12 семейств, преимущественно тропических. Это небольшие деревца, кустарники, лианы и травы. В нашей климатической зоне наиболее распространены 2 семейства.

Семейство барбарисовых (Berberidaceae), содержащее 600 видов, объединяемых в 11 родов. Важнейшие роды и виды: род барбариса (барбарис обыкновенный), род магнолия (магнолия падуболистная — декоративное растение, золотая печать — лекарственное растение).

Семейство лютиковых насчитывает около 2000 видов (45 родов). В СССР распространено около 500 видов. Это преимущественно многолетние растения, реже деревянистые (лианы). Некоторые ядовиты.

Листья очередные, цельные или рассеченные. Цветки среднего размера, чаще в редких соцветиях, околоцветник двойной, пятичленный, тычинок и пестиков неопределенное количество. Плод — листовка, многосемянка и реже ягода.

Очень распространенный род лютик (*Ranunculus*). Многолетние или однолетние травы, большей частью ядовитые. Часто встречаются виды: лютик едкий, лютик ползучий, лютик ядовитый, лютик многоцветковый, лютик золотистый. Цветки желтые, среднего размера, обоеполые. Плод многосемянка.

Род ветреница (*Anemone*) — травянистые многолетние растения, ядовиты. Цветки среднего размера или крупные, желтые, белые. Представители: ветреница алтайская, ветреница лютичная, ветреница лесная.

Род живокость (*Delphinium*) — многолетние и однолетние травы с рассеченными листьями и неправильными цветками. Один из листочков околоцветника вытянут в шпору, в которой находится нектарник. Часто встречается живокость полевая — однолетнее сорное растение.

Представители семейства лютиковых используются как декоративные (пион, водосбор, аконит, ломонос) и лекарственные (горицвет, морозник, живокость) растения.

Группа порядков розаннородные раздельнолепестные (*Melophyta choripetalae*)

Наибольшее значение имеет порядок розоцветные (*Rosales*). Этот порядок объединяет около 16 семейств травянистых, кустарниковых и древесных растений, распространенных на всех континентах земного шара. Цветки круговые правильные. Околоцветник состоит из чашечки и венчика, чаще пятичленных. Тычинок 5, 10 или неопределенное количество. Пестиков небольшое или неопределенное количество. Цветоложе у большинства видов расширено. У некоторых видов встречается нижняя завязь.

Семейство розанные (*Rosaceae*)

Растения большей частью с крупными цветками, двойным околоцветником, с ярко окрашенными лепестками, сростнолистной

чашечкой, часто с подчашием. Тычинок много. Пестиков много, иногда один. Завязь верхняя или нижняя. Плоды — коробочка, орешек, костянка, ложные, сборные и др. Число видов около 3000 (120 родов), в СССР больше 700 видов.

Растения из семейства розанные имеют огромное практическое значение как ценные плодовые и ягодные культуры. Травянистые растения этого семейства входят в состав травостоев лугов и удовлетворительно поедаются скотом.

Семейство розанные подразделяют на 4 подсемейства, главным образом по особенностям структуры цветков и плодов. Наибольшее значение имеют: подсемейства шиповниковые (*Rosoideae*), подсемейство яблоневые (*Pomoideae*), подсемейство сливовые (*Prunoideae*).

Подсемейство шиповниковые содержит около 800 видов распространенных преимущественно в умеренных широтах северного полушария. Важнейшие роды: роза или шиповник (*Rosa*), малина (*Rubus*), земляника (*Fragaria*), лапчатка (*Potentilla*), манжетка (*Alchemilla*).

Подсемейство яблоневые. Характеризуется вогнутым цветоложем и нижней завязью цветка. Плод — ягодовидный, яблоко. Представители служат родоначальниками многих сортов важнейших плодовых культур.

К подсемейству относятся роды: яблоня (*Malus*), груша (*Pyrus*), рябина (*Sorbus*). Важное значение имеют виды других родов яблоневых: айва продолговатая, мушмула германская, японская мушмула, ирга круглолистная.

Подсемейство сливовые. Цветки с верхней завязью, цветоложе вогнутое, но не срастающееся с завязью. Плод — сочная костянка, реже сухая. Важнейшие роды: вишня (*Cerasus*), слива, терн (*Prunus*), абрикос (*Armeniaca*), персик (*Persica*), миндаль (*Amygdalus*), черемуха (*Padus*), лавровишня (*Laurocerasus*).

Порядок бобовцветные (Fabales)

В составе порядка около 18 000 видов древесных и травянистых растений, распространенных повсюду на земном шаре. В СССР около 1800 дикорастущих видов и 30 в культуре. Листья сложные с прилистниками или без них. Цветки правильные и неправильные. Околоцветник пятичленный, отдельные листочки которого могут срастаться. Тычинок определенное или неопределенное количество. Плодолистик один, завязь верхняя, плод — боб. Семена чаще без эндосперма или содержат эндосперм. Зародыш крупный. По строению цветка порядок бобовцветных делят на 3 семейства: мимозовые (*Mimosaceae*), цезальпиниевые (*Caesalpinaceae*), собственно бобовые (*Fabaceae*).

Наибольшее хозяйственное значение имеет семейство бобовые.

Семейство бобовые, или *мотыльковые* (*Fabaceae*, *Papilionaceae*), насчитывает около 12 000 видов (490 родов). Основные жизненные формы: деревья, кустарники, лианы, в умеренных и

холодных районах — многолетние и однолетние травы. Все виды живут в симбиозе с азотфиксирующими бактериями, образующими на корнях клубеньки. Характерной особенностью является мотыльковый тип цветка. Чашечка сростнолистная, пятизубчатая, правильная или неправильная (двугубая). Мотыльковый венчик представлен пятью лепестками: тремя свободными (флагом или парусом, двумя веслами или крыльями) и двумя лепестками, отчасти сросшимися верхушкой в так называемую лодочку. Но у некоторых родов лепестки сросшиеся между собой (клевер).

Важнейшие роды во флоре СССР: астрагал (*Astragalus*), верблюжья колючка (*Alhagi*), вика (*Vicia*), горох (*Pisum*), солодка (*Glycyrrhiza*), клевер (*Trifolium*), люцерна (*Medicago*), фасоль (*Phaseolus*), соя (*Glycine*), арахис (*Arachis*), донник (*Melilotus*). Все виды этих родов — ценные кормовые травы или пищевые культуры.

Порядок мальвоцветные (Malvales)

В этом порядке 8 семейств. Большинство из них произрастают в тропиках. Преимущественно деревья и кустарники, реже травы. Цветки обоеполые, правильные, реже неправильные. Околоцветник двойной, чашечка спайнолистная, иногда из прицветников формируется внешняя чашечка (подчашие). Тычинок много и расположены они в два круга. Завязь верхняя. Плоды коробочковидные, сухие, растрескивающиеся. Листья цельные или пальчаторассеченные, обычно с прилистниками.

В СССР произрастают виды из *семейства липовые* — род липа (*Tilia*) и из *семейства мальвовые* — роды: алтей (*Althaea*), мальва (*Malva*), гибискус (*Hibiscus*), хлопчатник (*Gossypium*), канатник (*Abutilon*).

Порядок гераниецветные (Geraniales)

В составе порядка до 19 семейств. Основные жизненные формы — травы, изредка деревья и кустарники. Распространены в области умеренного климата. Растения с очередными листьями, реже с супротивными. Цветки обоеполые. Околоцветник обычно двойной, пятичленный. Число тычинок 5 или 10. Завязь верхняя 3—5-гнездная. Плоды коробочковидные, ореховидные. В СССР порядок представлен *семействами льновых* (*Fimaseae*), *кисличных* (*Oxalidaceae*), *гераниевых* (*Geraniaceae*), *бальзаминовых* (*Balsaminaceae*). Наибольшее хозяйственное значение как масличная и прядельная культура из семейства льновых — лен обыкновенный (*Linum usitatissimum*).

Порядок аралиецветные (Araliales)

В составе порядка 7 семейств, распространенных в тропической и субтропической зонах. Во флоре СССР важное значение

имеют лишь три: *кизиловые* (Cornaceae), *аралиевые* (Araliaceae), *сельдерейные* (Ariaceae).

Хозяйственное значение имеют из семейства кизиловых — кизил обыкновенный; из аралиевых — аралия высокая, аралия маньчжурская и женьшень; из сельдерейных, или зонтичных: сельдерей, морковь, петрушка, пастернак, укроп, бедренец, фенхель, сныть, борщевик и др.

Порядок крушиноцветные (Rhamnales)

Важнейшие семейства *крушиноцветные* (Rhamnaceae) и *виноградные* (Vitaceae). Общее число видов около 1700 (72 рода). Основные жизненные формы у крушинных — деревья, кустарники, травы и лазающие растения; у виноградных — невысокие деревья, кустарники и часто одревесневающие лианы. Крушина слабительная и крушина ломкая являются лекарственными растениями. Из семейства виноградных важнейшее значение имеют виды из рода виноград (*Vitis*); виноград культурный, виноград лесной, виноград изабелла и некоторые другие.

Группа порядков розанородные однопокровные (Melophyta monochlamydeae)

Эта группа объединяет 5 порядков: молочайноцветные (Euphorbiales), сумахоцветные (Anacardiales), букоцветные (Fagales), орехоцветные (Juglandales), ивоцветные (Salicales).

Общие признаки: цветки правильные, однополые или обоеполые, приспособленные к опылению ветром, мелкие невзрачные с простым обычно чашечковидным околоцветником, соцветия цимозные, часто соцветия дихазального строения.

Важнейшее народнохозяйственное значение из порядка молочайноцветные имеют виды из рода клещевина, гевея бразильская, тунговое дерево, маниок — *семейства молочайные* (Euphorbiaceae), из порядка сумахоцветные: виды рода фисташка и сумах — *семейства сумаховые* (Anacardiaceae); виды из рода цитрус (лимон, мандарин, апельсин, грейпфрут и др.) — *семейства Рутовые* (Rutaceae); вид маслина обыкновенная — *семейства маслинные* (Oleaceae); из порядка букоцветные: роды бук, дуб — *семейства буковые* (Fagaceae); род береза, граб, лещина — *семейства березовые* (Betulaceae); из порядка орехоцветные: орех грецкий, орех маньчжурский, черный орех, серый орех — *семейства ореховые* (Juglandaceae).

Группа порядков розанородные спайнолепестные (Melophyta sympetalae)

Вечнозеленые или листопадные деревья и кустарники, многолетние и однолетние травы. Распространены по всем континентам мира. Основные порядки: мареноцветные (Rubiales), выюнково-

цветные (Convolvulales), бурачничкоцветные (Boraginiales), норичничкоцветные (Scrophylariales), ясноткоцветные (Lamiales).

Общее строение репродуктивных органов: цветки 4-х циклические, обоеполые, реже раздельнополые, с двойным околоцветником и яркими лепестками, в типичных случаях сросшимися в трубочку. Опыление энтомофильное, редко анемофильное. Тычинок 5, но часто 4 или 2. Завязь состоит из 2 плодолистиков, реже из 3—5. Нектарники развиты. Плоды преимущественно коробочковидные, реже ягодовидные.

Важнейшие роды порядка мареноцветные: хинное дерево, кофе — *семейства мареновые* (Rubiaceae); бузина, калина, жимолость — *семейства жимолостные* (Caprifoliaceae); валериана — *семейства валериановые* (Valerianaceae). Из порядка вьюнковых важное значение имеет род ипомея (батат) *семейства вьюнковые* (Convolvulaceae) и как паразиты культурных и дикорастущих растений представители *семейства повиликовые* (Cuscutaceae).

Порядок норичничкоцветные включает наибольшее число ценных в хозяйственном отношении родов, относящихся к *семейству пасленовых* (Solanaceae): паслен, табак, дурман, перец, томат.

Порядок ясноткоцветные объединяет 4 семейства. Наиболее крупное из них *семейство яснотковые*, или губоцветные (Lamiaceae, Labiata), объединяющие такие роды, как мята, шалфей, яснотка, лаванда и др.

Группа порядков центральносеменные однопокровные (Centrospermae monochlamydeae)

Центральносеменные дифференцируются на две группы порядков. Первая объединяет более примитивные порядки: крапивоцветные (Urticales), марецветные (Chenopodiales), гречихоцветные (Polygonales); вторая представлена порядком гвоздикоцветными (Caryophyllaceae).

Порядок крапивоцветные включает 5 семейств. Они объединяются на основе общей организации вегетативных органов, цветков и плодов. Побеги преимущественно с очередным листорасположением. Листья простые с прилистниками. Цветки невзрачные, мелкие, с простым чашечковидным зеленым околоцветником, преимущественно раздельнополые, анемофильные. Соцветия цимозные. Тычинок 4—6. Завязь верхняя с одним семязачатком, рыльце двухлопастное, выступающее из цветка. Семена обычно с эндоспермом.

Крапивоцветные имеют важное значение в народном хозяйстве. Конопля посевная и рами — прядильные растения. Хмель используется в пивоварении. В шелководческих районах культивируется тутовое дерево (шелковица). Широко известны хлебное дерево, бумажное дерево, коровье дерево, фикус, эвкомия.

Порядок марецветные характеризуется следующими признаками: листья очередные, или супротивные без прилистников. Цветки мелкие невзрачные. Околоцветник простой, число компонентов от 5 до 1, свободные или сросшиеся, иногда отсутствуют.

Тычинок обычно 5. Отдельные роды семейства маревых (Chenopodiaceae) содержат ценные виды: свекла, шпинат, солянки.

Порядок гречихоцветные характеризуются очередным или супротивным реже мутовчатым расположением листьев. Основание междоузлий окружено трубчатым влагалищем. Цветки мелкие, как правило, обоеполые, околоцветник из 3—6 цветочестиков различной окраски. Тычинок 6—9. Завязь полунижняя. Важное значение имеет гречиха посевная — крупная культура, некоторые виды из рода ревеня — овощные культуры, виды из родов горец и джугун — кормовые культуры.

Группа порядков стенкоположные раздельнолепестные (Teichiospermatophyta choripetalae)

Важнейшие порядки макоцветные (Rhoeadales), чаецветные (Theales).

Порядок чаецветные представлен древесными и кустарниковыми одревесневающими лианами, изредка травянистыми растениями. Распространены главным образом в тропических и субтропических странах. Полукустарники и травы произрастают в умеренном климате. Завязь верхняя состоит из двух или многих плодочестиков. Семена с более или менее развитым эндоспермом.

В нашей флоре широко представлен один род семейства зверобойных — род зверобой. Второе семейство — актинидиевые — представлено одним родом актинидия. Из семейства чайные важное значение имеет род чай.

Порядок макоцветные объединяет семейства, сосредоточенные во внетропических зонах: капустные (Brassicaceae), маковые (Papaveraceae). Цветки симметричные, обычно обоеполые с двойным околоцветником. Листочки околоцветника свободные, в 2—5-членных мутовках. Число тычинок равно числу лепестков, либо их много. Завязь одногнездная или многогнездная, чаще верхняя.

Центральным родом семейства капустных является род капуста, а важнейшие роды семейства маковых: мак, чистотел.

Группа порядков стенкоположные спайнолепестные (Teichiospermatophyta sympetalae)

Важнейшие порядки верескоцветные (Ericales), тыквоцветные (Cucurbitales), астрочетные (Asterales). Основу *порядка верескоцветные* составляют два семейства: вересковые (Ericaceae) и брусничные (Vacciniaceae). Основные жизненные формы: вечнозеленые деревья, кустарники, многолетние и однолетние травы. Побеги несут простые цельные листья без прилистников, листорасположение очередное, редко супротивное или мутовчатое. Цветки 4—6-членные, обоеполые, реже раздельнополые, венчик от спайнолепестного до раздельнолепестного. Плоды коробочковидные.

ягодovidные, костянковидные. Важнейшие роды семейства вересковых: рододендрон, багульник, вереск.

Из семейства брусничных следует отметить род вакциниум, к которому относятся такие ценные виды: черника, брусника, голубика, клюква.

Порядок тыквоцветные — небольшие деревья, кустарники, но главным образом травы, лазающие с помощью усиков. Цветки преимущественно раздельнополые, надпестичные, околоцветник пятичленный, спайнолепестный, но бывает и раздельнолепестный. Завязь нижняя. Семена со слабо развитым эндоспермом или без него.

Большое хозяйственное значение имеет семейство тыквенных (*Cucurbitaceae*), объединяющее такие ценные роды, как огурец, дыня, арбуз, тыква.

Порядок астроцветные включает самое крупное семейство во всем царстве растений астровые, или сложноцветные (*Asteraceae*, *Compositae*). Растения характеризуются очередным, реже супротивным или мутовчатым листорасположением. Листья без прилистников.

Отличительный признак семейства — простые соцветия (корзинки, или головки). Иногда мелкие корзинки собраны в сложный щиток, метелку. Снаружи корзинки расположены прицветники (брактей), совокупность которых называют оберткой. Ложе корзинки может быть вогнутым, плоским или выпуклым. Исходя из строения венчика, различают 4 типа цветков: трубчатые, язычковые, ложноязычковые, воронковидные. В качестве основной формы венчика обычно принимают трубчатый. Для него характерны лепестки, сросшиеся в трубку, в верхней части колокольчато расширенную и расщепленную на 5 зубчиков (срединные цветки у подсолнечника). Тычинок 5 со свободными тычиночными нитями и спаянными в трубку пыльниками. Пестик один из 2 плодolistиков. Завязь нижняя, одногнездная. Плод — семянка.

Важнейшие роды: подсолнечник, георгин, полынь, василек, бодяк, тысячелистник, сафлор, ромашка, латук, одуванчик, осот, цикорий.

Класс однодольные (*Monocotyledoneae*, *Liliopsida*)

Общее число видов около 64 000 (2600 родов, 85—90 семейств). Основные жизненные формы: преимущественно травы — однолетние, двулетние и многолетние, реже деревья, кустарники, лианы. Распространены на всех континентах мира.

Большинство однодольных можно объединить в три группы порядков: чашечкоцветные, венчикоцветные, чешуецветные.

Группа порядков чашечкоцветные (*Calyciflorae*)

В составе группы 3 порядка, характеризующихся дифференцированным на чашечку и венчик околоцветником. Цветки спи-

ральнокруговые или круговые. Тычинок от 3—6 до 200; гинецей многочленный (от 3 до нескольких десятков плодолистиков). Опыление чаще всего энтомофильное. Важнейшие представители: кокосовая пальма, саговая пальма, финиковая пальма, масличная пальма.

Группа порядков венчиковцветные (Corolliflorae)

Это крупнейшая группа, куда относятся однодольные с простым венчиковидным околоцветником и развитыми нектариями. Опыление насекомыми, в тропических странах птицами. Крупнейшие порядки: *лилейноцветные* (Liliales), *орхидоцветные* (Orchidales), *имбирецветные* (Zingiberales). Многие представители этих порядков используются как декоративные растения: гладиолус, лилия, тюльпан, ландыш, нарцис, шафран. Хозяйственное значение имеют виды, относящиеся к роду лук.

Группа порядков чешуецветные (Glumiflorae)

Специализированная группа, охватывающая 2 крупнейших порядка, важнейшего значения в природе и хозяйственном отношении. Многие виды и видовые комплексы составляют основу растительных ландшафтов степей, лугов, болот, прерий, саванн. Преобладают многолетние травы.

Стебли чешуецветных несут очередные влагалищные листья или бывают безлистные. Околоцветник простой или редуцированный в связи с ветровым опылением. Он состоит из чешуек, щетинок, волосков, иногда цветки голые.

Порядок осокоцветные (Cyperales) содержит одно семейство. Представители порядка встречаются во всех флорах мира. Большинство видов — обитатели тропических стран. В умеренном и холодном поясе некоторые роды и особенно виды представлены огромным числом особей и являются важнейшим компонентом растительного покрова, особенно на болотах.

Важнейшие роды: осока, камыш, болотница, пушица.

Порядок мятликоцветные, или злакоцветные (Poales, Graminales) включает одно семейство мятликовых (Poaceae). Злаки резко отличаются от осок. Один из признаков различия — структура семени: у злаков зародыш прилегает к эндосперму сбоку, а у осоковых зародыш окружает эндосперм. Семейство мятликовых объединяет около 10 000 видов (700 родов). Важнейшее кормовое значение в составе сенокосов и пастбищ имеют виды таких родов: пырей, овсяница, костер, мятлик, лисохвост, тимфеевка, полевица, ежа, ковыль. Злаки используются в качестве текстильных и лекарственных растений. Некоторые используются для закрепления песков: аристида, колосняк и др. Виды некоторых родов возделываются как зерновые культуры: пшеница, рожь, рис, кукуруза, ячмень, сорго, овес, просо и для производства сахара: сахарный тростник.

4.4. Понятие об экологии растений

Экология растений — отрасль ботаники, изучающая отношение растений к среде их существования. Это отношение определяется свойствами как растений, так и факторов среды их обитания. Так как все факторы среды связаны друг с другом и сами взаимодействуют между собой, то они влияют на растение комплексно, во многом определяя их морфологические, анатомические и физиолого-биохимические особенности. Элементы среды, оказывающие то или иное влияние на организм растений, называются экологическими факторами и подразделяются на климатические (влажность, температура, освещенность, скорость ветра и др.), местные (почва, вода), геологические (рельеф, характер горных пород), биотические (влияние других организмов) и антропогенные (влияние человека). Благоприятное для растения значение одного фактора может в известной степени уменьшать неблагоприятное действие другого.

Экология растений тесно связана с физиологией, систематикой, фитоценологией и географией растений. Зная жизнь растений, особенности их реакции на условия среды, т. е. их экологические свойства, человек, применяя разные приемы обработки почвы, осушения, орошения, внесения удобрений и др., направленно изменяет среду обитания растений, создавая наиболее благоприятные условия для роста и развития растений.

4.5. Растительные сообщества как часть ландшафта

Различные виды растений в естественных условиях растут не изолированно друг от друга, а образуют определенные сочетания, характеризующиеся особыми взаимоотношениями друг с другом и с условиями среды. Такая исторически сложившаяся устойчивая совокупность видов на однородном участке территории называется *растительным сообществом*, или *фитоценозом*. Фитоценоз характеризуется определенным видовым составом, подбор видов в котором определяется в основном их экологическими особенностями. Хотя сообщество развивается в определенных условиях среды, виды, входящие в него, экологически очень различны. Так, под пологом древесной растительности растут теневыносливые виды, а под ними еще более теневыносливые.

Естественно, что не все виды в сообществе равноценны. Виды, встречающиеся в большом количестве (обилие) и занимающие большую площадь, т. е. имеющие большое покрытие, занимают ведущее положение и называются *доминантами*.

Каждое растительное сообщество характеризуется определенной структурой. Большинству сообществ присуща вертикально расчлененная структура — *ярусность*. Ярусность особенно ярко выражена в лесу, где порой насчитывают четыре и более ярусов.

Внешний вид растительного сообщества — аспект — определяется видовым составом и особенно четко проявляется в период цвете-

ния луговых растений, когда из-за неравномерного развития различных компонентов травостоя один цвет сменяется другим. Смена аспектов свидетельствует о подвижности сообщества, хотя и не связано с изменением его свойств и признаков. Но есть смены, которые приводят к перестройке сообщества и смене одного сообщества другим, при этом одни виды подготавливают условия для других. Так формируется растительность на месте карьеров, на отвалах шахтной породы и др.

Наряду с подвижностью наблюдается и устойчивость сообществ, которые будучи нарушены постепенно возвращаются к своему исходному типу. Восстанавливается после пожара лес, а после распашки степь.

Классификация фитоценозов осуществляется по следующему принципу: близкие по видовому составу и структуре сообщества объединяются в так называемые растительные ассоциации. Ассоциации объединяются в группы ассоциаций, последние в формации, группы формаций, классы формаций, типы растительности. Чаще всего применяется такая единица, как *формация*, которая образуется одним или несколькими преобладающими видами растений, например, еловые леса, сосновые леса; но выделяют также формации разнотравных лугов, смешанных лесов и др.

Растительное сообщество (фитоценоз) вместе с обитающими в нем животными и низшими растениями образует *биоценоз*. Устойчивая система, включающая сообщество живых организмов и среду их обитания, взаимосвязанная общим круговоротом веществ, называется *экологической системой* (экосистемой).

Изучение растительных сообществ позволяет выявить ценность сенокосных, пастбищных и лесных угодий, понять ход их развития и разработать правильную систему мероприятий повышения их продуктивности.

4.6. Растительные зоны СССР

Распределение растительности на земном шаре тесно связано с природными условиями и прежде всего с климатом. С изменением климата от полюса к экватору наблюдается смена зон растительности (широтная зональность). Помимо широтной зональности в горных районах наблюдается вертикальная зональность, связанная с изменением климата и почв в зависимости от высоты над уровнем моря. Известно, что средняя суточная температура снижается в среднем на 0,6—0,7 °C при подъеме на каждые 111 м, при продвижении от экватора к полюсу такое же падение температуры наблюдается лишь через 100 км. В горах Средней Азии смена растительности происходит в следующем порядке: растительность пустынной зоны при подъеме в горы постепенно сменяется поясом степей, лесов, субальпийских и альпийских лугов, высокогорных тундр и вечными снегами.

Широтная зональность прослеживается лучше на равнинных территориях. При этом в растительном покрове между Европейской частью и Сибирью имеется ряд отличий, связанных с усилением континентальности климата с запада на восток.

В СССР имеются все основные растительные зоны за исключением тропической: арктическая, тундровая, лесная, степная, пустынная, а также переходные между ними: лесотундра, лесостепь, полупустыня. На Черноморском побережье Кавказа и Крыма, а также в Закавказье (Ленкоранская низменность) имеется субтропический пояс.

Зона арктических пустынь включает острова Северного Ледовитого океана, а также северную оконечность полуострова Таймыр. Растительность развивается в прибрежной полосе на склонах и вершинах скал. Сплошной растительный покров отсутствует. Развиты куртины мхов и лишайников, встречаются отдельные растения камнеломок, крупок, лютиков, маков и изредка злаков и осок.

Зона тундры занимает 15 % территории страны. Ее северная граница идет примерно по Полярному кругу, южная совпадает с 14°-ной изотермой июля. Средняя годовая температура 0°С. Осадков выпадает 200—300 мм в год. Снежный покров держится 280 дней в году. Растительный покров состоит из травянистых и кустарниковых растений: карликовая береза, ива полярная, карликовая сосна, брусника, черника, клюква, багульник, водяника, осоки, мхи, лишайники.

Лесная зона занимает около 40 % территории СССР. Средняя годовая температура 2—5°С. Осадков выпадает 500—700 мм в год. Леса составляют 1/5 покрытой лесом территории земного шара. Из древесных пород распространены: лиственница, ель, сосна, реже пихта. В Европейской части и на Дальнем Востоке встречается примесь широколистных пород: дуб, клен, ясень, липа, орешник. В Сибири широколиственные породы отсутствуют, но как и в Европейской части встречаются мелколиственные породы: береза и осина.

Земледелие развито хорошо. Возделываются зерновые, овощные и кормовые культуры.

Лесостепная и степная зоны составляют около 20 % территории страны. Характеризуются более повышенными температурами, меньшим количеством осадков, черноземными почвами. Растительный покров состоит из травянистых степных растений, кустарников, а в защищенных пониженных местах встречаются участки леса. Условия для земледелия здесь очень благоприятные.

Полупустыни расположены южнее степной зоны и занимают 5 % всей территории. Климат сухой, континентальный с небольшим количеством осадков (200—220 мм).

Растительный покров включает многолетние виды с преобладанием типчака, пиретрума, полыни, камфоросмы, кохии, местами встречаются участки ковыльных степей. Земледелие возможно на орошаемых землях.

Пустыни занимают до 10 % территории страны. Осадков выпадает 80—150 мм в год. Средняя годовая температура 2—6°С. Типичные для пустынь сухолюбивые кустарнички, главным образом из полыней и маревых (полынь, кокпек, биюргун, саксаул и др.). Растительный покров развивается в весенний период, а с мая вегетация приостанавливается.

Субтропическая зона характеризуется богатой растительностью. Теплый климат и большое количество осадков 1500—2000 мм в год создают условия для развития многих теплолюбивых растений: чай, виноград, миндаль, пальмы, олеандры, кипарисы, магнолии, лавр благородный, бамбук.

Растительный мир СССР богат и разнообразен. В нашей стране насчитывается около 18 000 видов высших и сотни тысяч низших растений. Имеется большое количество кормовых, вредных, лекарственных и медоносных растений.

Часть вторая. ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Глава 5. ПОЧВА И ЕЕ ПРОИСХОЖДЕНИЕ

5.1. Понятие о почве как о природном теле

Почва — это природное образование, состоящее из генетически связанных горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под воздействием воды, воздуха и живых организмов. По определению В. В. Докучаева, почва есть результат совокупной деятельности следующих факторов: материнской породы, растительных и животных организмов, климата, рельефа местности и возраста страны.

Специфическим свойством почвы, отличающим ее от материнской горной породы, является плодородие. Под плодородием понимают способность почв удовлетворять потребность растений в воде и питательных веществах, обеспечивать их корневую систему достаточным количеством воздуха и тепла для поддержания нормальной жизнедеятельности и создания урожая. Различают *потенциальное* (естественное) плодородие почвы, которое создается под влиянием естественных факторов почвообразования, и *эффективное* (искусственное) плодородие, приобретенное в процессе обработки, удобрений и мелиорации почвы, т. е. в результате производственной деятельности человека. Мерилом эффективного плодородия почвы является количество и качество получаемого урожая.

Процессы развития почв и почвенного покрова, как и процесс формирования их плодородия, тесно связаны с природными факторами почвообразования, а также с многообразной деятельностью человеческого общества, с развитием его производительных сил, экономических и социальных условий. Особая роль в почвообразовании принадлежит живым организмам. В процессе их жизнедеятельности в верхнем слое горной породы концентрируются органические и органо-минеральные вещества, что создает условия для большего удержания влаги, повышения газообмена с атмосферой, поглощения лучистой энергии солнца и др.

Разнообразие почв в природе, географические закономерности их распределения обусловлены сочетанием различных факторов. В масштабах земного шара на отдельных его материках эти закономерности связаны с зональными изменениями климата и растительности в широтном направлении (север — юг). Различия в почвенном покрове небольших территорий обусловлены влиянием рельефа (возвышенности, долины и др.), состава и свойств пород на растительность и почвообразующие процессы.

Являясь продуктом и элементом ландшафта — особым природным телом, почва выступает как важная среда в развитии природы земного шара. Благодаря своим особым качествам, и в частности плодородию, почва служит необходимым условием жизни наземных растений.

Используя почву как средство производства, человек существенно изменяет условия почвообразования, влияя как непосредственно на свойства почвы, ее режим и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразование. Посадка и вырубка лесов, возделывание сельскохозяйственных культур изменяют облик естественной растительности; осушение и орошение меняют режим увлажнения. Не менее резкие воздействия на почву вызывают приемы ее обработки, применение удобрений и средств химической мелиорации (известкование, гипсование). Следовательно, почва является не только предметом приложения труда, но в известной степени и продуктом этого труда.

Наука о происхождении и развитии почв, их составе, свойствах, закономерностях географического распространения и путях рационального использования называется почвоведением. Почвоведение изучает почву как особое природное тело, как средство производства, как предмет приложения и аккумуляции человеческого труда, а также в определенной степени как продукт этого труда.

5.2. Выветривание горных пород и его типы

Выветривание горных пород и минералов — это процесс разрушения и химического изменения горных пород под влиянием температуры, химического и механического воздействия на них атмосферы, воды и организмов.

Различают три типа выветривания: физическое, химическое, биологическое.

Физическое выветривание — это процесс механического раздробления горных пород без изменения химического состава образующих их минералов.

Физическое выветривание активно протекает при больших колебаниях суточных и сезонных температур, например в жарких пустынях, где поверхность почвы иногда нагревается до $60-70^{\circ}\text{C}$, а ночью охлаждается почти до 0°C . Процесс разрушения усиливается при конденсации и замерзании воды в трещинах горных пород, поскольку, замерзая, вода расширяется на $\frac{1}{10}$ своего объема и с огромной силой давит на стенки. В сухом климате аналогичную роль играют соли, кристаллизующиеся в трещинах горных пород. Так, соль кальция CaSO_4 , превращаясь в гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), увеличивается в объеме на 33%. В результате от породы, разбитой сетью трещин, начинают отпадать отдельные обломки, и с течением времени ее поверхность может подвергнуться полному механическому разрушению, что благоприятствует химическому выветриванию.

Химическое выветривание — это процесс химического изменения горных пород и минералов и образования новых, более простых соединений в результате реакций растворения, гидролиза, гидратации и окисления.

Важнейшими факторами химического выветривания являются вода, углекислый газ и кислород. Вода выступает в роли активного растворителя горных пород и минералов, а растворенный в воде углекислый газ усиливает разрушающее действие воды.

Основная химическая реакция воды с минералами магматических пород — гидролиз — приводит к замене катионов щелочных и щелочноземельных элементов кристаллической решетки на ионы водорода диссоциированных молекул воды.

С деятельностью воды связана также гидратация — химический процесс присоединения воды к минералам. В результате реакции происходит разрушение поверхности минералов, что в свою очередь усиливает их взаимодействие с окружающим водным раствором, газами и другими факторами выветривания.

Реакция присоединения кислорода и образования оксидов (кислотные, основные, амфотерные, солеобразующие) называется окислением. Окислительные процессы широко распространены при выветривании минералов, содержащих соли металлов, особенно железа.

В результате химического выветривания изменяется физическое состояние минералов, разрушается их кристаллическая решетка. Порода обогащается новыми (вторичными) минералами и приобретает такие свойства, как связность, влагоемкость, способность к поглощению и др.

Биологическое выветривание — это процесс химического разрушения и химического изменения горных пород и минералов под влиянием организмов и продуктов их жизнедеятельности.

При биологическом выветривании организмы извлекают из породы необходимые для построения своего тела минеральные вещества и аккумулируют их в поверхностном горизонте породы, создавая условия для формирования почвы. Корни растений и микроорганизмы выделяют во внешнюю среду углекислый газ и различные кислоты (шавелевую, яблочную, янтарную, плавиковую, азотную, серную и др.), которые разрушают минералы и усиливают процесс выветривания.

Большая роль в биологическом выветривании монолитных пород принадлежит лишайникам, которые разрушают породы как химически, выделяя углекислоту и кислоты, так и механически, проникая гифами внутрь минералов и трещин горных пород.

Животные в меньшей степени, чем растения, влияют на горные породы. Однако и они разрушают их путем механического разрушения и выделения продуктов жизнедеятельности.

Разные породы и минералы имеют неодинаковую устойчивость к выветриванию. Более легко выветриванию подвергаются порис-

тые породы с высоким содержанием минералов: вулканические пеплы, слюды и др. Наоборот, минералы с плотной структурой устойчивы к выветриванию — это кварциты, граниты и др. Промежуточное положение занимают полевые шпаты.

Интенсивность выветривания зависит также от климатических условий и главным образом от температуры и количества осадков. В условиях засушливого климата продукты выветривания накапливаются, в условиях влажного климата — вымываются (выщелачиваются).

5.3. Общая схема почвообразовательного процесса

Развитие почвы из горной породы совершается под влиянием одновременно протекающих на земной поверхности процессов выветривания и почвообразования.

При выветривании горная порода из сплошной превращается в рыхлую породу, представляющую собой пористое тело, обладающее большой проницаемостью и ничтожной влагоемкостью. Выделяющиеся в процессе выветривания растворимые соединения элементов минерального питания растений поступают в *большой геологический круговорот* веществ в природе (между сушей и океаном) и уносятся вместе с атмосферными осадками в реки и моря. Таким образом, конечный продукт выветривания — так называемая почвообразующая, или материнская, порода — не обладает большой и устойчивой влагоемкостью, элементы зольной пищи растений из нее совершенно вымыты, кроме того, там нет азота.

Процесс почвообразования — это биологический процесс, проникающий и развивающийся только под воздействием живых организмов, главным образом высших растений и микроорганизмов.

Корни поселившихся в горной породе растений, проникая на значительную глубину и охватывая большой объем, извлекают из почвы рассеянные элементы зольного питания (фосфор, серу, кальций, магний, калий и др.) и азот, появление которого в породе вызвано результатом жизнедеятельности микроорганизмов. Используя углекислоту воздуха, воду, зольные элементы, азот и лучистую энергию солнца, растения синтезируют органическое вещество. Остатки отмерших растений, содержащие зольные элементы, откладываются на поверхности породы и в ее верхнем слое. Они служат источником пищи и энергии для микроорганизмов.

В процессе микробного разложения одна часть органических остатков превращается в новые органические вещества — гумусовые, которые медленно разрушаются микроорганизмами, накапливаясь в верхнем слое породы, другая часть минерализуется, освобождая элементы азотного и зольного питания. Последние переходят в раствор, образуя новые, менее подвижные соединения

с минеральной частью породы и гумусовыми веществами, и поглощаются корнями новых поколений растений.

Таким образом, в результате почвообразовательного процесса рассеянные в породе зольные элементы, а также азот под воздействием высших растений и микроорганизмов концентрируются, проходят ряд биохимических превращений и в новой, менее подвижной форме накапливаются в верхнем слое породы. Следовательно, между растениями и горными породами, превращающимися в почву, возникает круговорот зольных элементов и азота, вследствие которого в верхнем слое породы происходит постепенное накопление одного из факторов почвенного плодородия — элементов минерального питания.

Данный круговорот веществ В. Р. Вильямс предложил называть *малым биологическим круговоротом*. В отличие от геологического здесь растворимые продукты выветривания и минерализации органических веществ перехватываются растениями в качестве пищи и тем самым частично или полностью задерживаются в породе, концентрируясь в ее верхнем слое. Накопление в верхнем слое породы биологически активных или жизненно необходимых элементов питания растений обусловлено присущей растительным организмам избирательной поглотительной способностью.

Малый биологический круговорот не является полностью замкнутым или сбалансированным циклом. Некоторая часть питательных элементов, освобождающихся при разложении минеральных и органических веществ, которые не использованы растениями, могут вымываться из почвы и поступать в геологический круговорот.

В процессе почвообразования верхние слои породы обогащаются не только минеральными веществами, но и органическими, богатыми химической энергией, которая представляет собой превращенную в процессе фотосинтеза лучистую энергию солнца. При разложении органических веществ отмерших растений химическая энергия расходуется на развитие процессов, которые не могли бы возникнуть без органического вещества в горной породе. Однообразная вначале минеральная масса горной породы постепенно приобретает новый состав, строение, водно-воздушные, тепловые и другие физические свойства и обособляется в особое природное тело — почву.

Основные процессы, способствующие превращению горной породы в почву, следующие:

1) выветривание горной породы и минералов, приводящее к образованию новых минералов и освобождению в доступной форме элементов зольного питания растений;

2) извлечение из материнской горной породы, а в дальнейшем из почвы элементов питания;

3) синтез и накопление в верхних слоях породы остатков растений и животных, минерализация и превращение их в гумус-

совые вещества (гумификация), сопровождающиеся освобождением и аккумуляцией элементов зольного и азотного питания;

4) взаимодействие минеральных и органических веществ, образование органо-минеральных соединений разной степени подвижности;

5) перемещение и осаждение минеральных, органических и органо-минеральных продуктов почвообразования в почвенной толще.

Между продуктами выветривания минералов, минерализации и гумификации органических остатков непрерывно протекают сложные процессы взаимодействия, в результате чего образуются новые соединения, совершенно не характерные для рыхлой горной породы, не затронутой почвообразовательным процессом. Они играют важную роль в формировании почвы и ее плодородия. Такие соединения получают главным образом в результате взаимодействия минеральных веществ и гуминовых кислот.

Соли некоторых гуминовых кислот со щелочноземельными металлами, особенно кальцием, нерастворимы в воде. Осаждаясь, они обволакивают пленками минеральные части почвы, склеивают и цементируют их, накапливаются в мелких порах и полостях между частицами. При взаимодействии гуминовых кислот с солями алюминия, железа и другими компонентами минералов образуются сложные органо-минеральные соединения, обладающие разной растворимостью, а следовательно, и разной способностью закрепляться на поверхности минеральных частиц.

Продукты взаимодействия минеральных и органических веществ, передвигаясь в толще рыхлой породы, осаждаются на различных глубинах. В результате однообразная материнская порода дифференцируется на ряд слоев, не одинаковых по химическому и механическому составу, физическим свойствам и внешним признакам. Эти слои называют *почвенными горизонтами*.

В процессе почвообразования образуется гумус. Накопление гумуса в верхних слоях почвы происходит более интенсивно, чем в нижних. В результате этого верхний горизонт приобретает черную, темно-бурую или серую окраску и рыхлость, связанную с образованием структурных комочков. С накоплением гумуса в почве увеличивается содержание питательных для растений элементов. Это происходит вследствие *избирательной поглотительной способности растений*. Она выражается в том, что растения усваивают не все химические элементы, содержащиеся в целом в почве или в почвенном растворе, а лишь те, которые им нужны для роста. Так, соединений кремния в почвенном растворе находится ничтожное количество, между тем в золе растений они есть. Некоторые растения (злаки, осоки, хвощи, диатомовые) характеризуются как накопители кремнезема; в злаковой растительности степей кремнезем составляет 50—70 % массы золы. В крестоцветных и зонтичных растениях серы в 5—10 раз больше, чем

в других растениях. Плауны содержат алюминия до 30 % массы золы. Солянки пустынных степей и пустынь содержат большое количество хлористого натрия. Некоторые растения накапливают цинк, железо и другие элементы.

При промывании почвы водой (особенно в зонах повышенного увлажнения) почвенный раствор обедняется минеральными элементами, в том числе и кальцием, в результате чего минерально-органические гели становятся неустойчивыми, разрушаются водой и в виде илстых суспензий выносятся из верхних слоев. Почвенный горизонт обедняется, теряет характерную для рыхлых пород окраску (бурую, красно-бурую и пр.), обесцвечивается и становится светло-серым, белесым, в нем увеличивается относительное содержание более крупных почвенных частиц. Горизонт, где происходят указанные процессы, называют *горизонтом вымывания, или элювиальным*.

Вымываемые сверху илстые суспензии, коллоидально растворимые соединения, а также солевые продукты выветривания и почвообразования осаждаются в глубине почвы. Здесь при взаимодействии поступающих веществ может проходить вторичное образование новых минералов (в частности, глинистых). В первую очередь осаждаются частицы илстых суспензий и коллоидально растворимые вещества. Накопление их внешне выражается в изменении механического состава почвы, уплотнении и потемнении слоя, в котором происходит осаждение. Соли выносятся глубже. Выпадение солей в осадок идет в порядке уменьшения их растворимости: первыми осаждаются наименее растворимые карбонаты кальция и магния, далее следует осаждение сульфата кальция и, наконец, сульфатов, щелочей и хлоридов. Часть солей и гумусовых веществ может быть вовсе вымыта из почвы.

Минеральные соли и другие растворимые вещества могут поступать в почву также и из глубинных слоев с поднимающимися по капиллярам грунтовыми водами.

Горизонты, где осаждаются вещества, поступающие из вышележащих слоев почвы или снизу из горных пород, называются *иллювиальными*.

Ниже иллювиального горизонта располагается слабо затронутая почвообразованием материнская порода. Все горизонты почвенного профиля связаны между собой общностью происхождения, поэтому их называют *генетическими почвенными горизонтами*.

Итак, в процессе развития почва приобретает характерное для нее строение, которое выражается в чередовании различных по составу, свойствам и внешним признакам генетических горизонтов, отличных от слоев подстилающих пород. Совокупность подстилающих горизонтов образует *генетический профиль почвы*.

Одновременно с развитием почвы растет ее плодородие, т. е. способность обеспечивать растения пищей, водой и другими усло-

виями. Количество питательных веществ, доступных корням растений, постепенно увеличивается за счет включения в биологический круговорот зольных элементов, освобождающихся при выветривании минералов, и азота атмосферы, ассимилируемого почвенными азотфиксирующими микроорганизмами. По мере накопления гумуса в форме различных его соединений с минеральной частью возрастает способность почвы поглощать минеральные вещества и удерживать их от вымывания. Одновременно с этим изменяются физические свойства почвы: увеличивается рыхлость, воздухо- и водопроницаемость, влагоемкость.

Из всего сказанного становится ясно, что почвообразование представляет собой сложный механический, физический, биологический и физико-химический процесс. По определению А. А. Роде, почвообразовательным процессом называется совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще.

Почвообразовательный процесс протекает непрерывно, вследствие чего также непрерывно изменяется состав и свойства почвы. Этот процесс складывается из различных и противоположно направленных явлений: синтеза и разрушения органических соединений, синтеза и разрушения минералов, аккумуляции органических и минеральных веществ, их вымывания и т. д. В каждой почве одновременно и взаимно влияя друг на друга протекают противоположно направленные процессы (синтез — разрушение, окисление — восстановление и др.), но интенсивность их в разных почвах неодинакова. Один и тот же процесс в разных горизонтах почвы может проходить с различной скоростью или идти только в одном горизонте. Вследствие этого формируются почвы с различным строением генетического профиля. На структуру и строение почвенного профиля влияют также многочисленные факторы почвообразования.

5.4. Факторы почвообразования

Основы учения о факторах почвообразования заложены В. В. Докучаевым, который установил, что почва как особое природное тело формируется в результате тесного взаимодействия следующих факторов: климата, растительности и животных, почвообразующих пород, рельефа местности и возраста страны (времени). Сочетание факторов почвообразования — это комбинация экологических условий развития почвообразовательного процесса и почв.

5.4.1. климат

Климат оказывает прямое и косвенное влияние на процесс почвообразования. Прямое влияние заключается в непосредственном воздействии на почву таких факторов климата, как тепло,

свет, осадки. Косвенное влияние проявляется через воздействие климата на растительный и животный мир.

Климат — важный фактор развития биологических и биохимических процессов. Определенное сочетание температурных условий и увлажнения обуславливает тип растительности, темпы создания и разрушения органического вещества, состав и интенсивность деятельности почвенной микрофлоры и фауны.

Состояние атмосферы, преломляясь через свойства и состав почвы, оказывает огромное влияние на водно-воздушный, температурный и окислительно-восстановительный режим почвы.

С климатическими условиями тесно связаны процессы превращения минеральных соединений в почве (направление и темп выветривания, аккумуляция продуктов почвообразования и др.), а также процессы ветровой и водной эрозии почв.

Главным источником энергии для биологических и почвенных процессов является солнечная радиация, а основным источником увлажнения — атмосферные осадки. Солнечная радиация, поглощаясь земной поверхностью, постепенно излучается и нагревает атмосферу. Влага осадков поглощается растениями и возвращается в атмосферу путем транспирации или физического испарения. Таким образом, устанавливается постоянный тепло- и влагообмен между почвой и атмосферой. В процессе этого обмена формируется *гидротермический режим почвы*, который является важнейшим ее свойством. Поэтому большой интерес представляет характеристика климатов по температурным условиям и увлажнению.

Основой для выделения главных термических групп климатов служит сумма средних суточных температур воздуха выше 10 °С за вегетационный период:

Группа климатов	Сумма (°С) температур воздуха выше 10 °С
Холодные (полярные)	Менее 600
Холодно-умеренные (бореальные)	600—2000
Тепло-умеренные (суббореальные)	2000—3800
Теплые (субтропические)	3800—8000
Жаркие (тропические)	Более 8000

Климаты названных термических групп располагаются в виде широтных поясов, окружающих земной шар. Они характеризуются не только температурными условиями, но и определенными типами растительности и почв, варьирующих в широких пределах в зависимости от увлажнения, и называются *почвенно-биотермическими поясами*.

По условиям увлажнения различают шесть главных групп климатов:

Группа климатов	Коэффициент увлажнения по Высоцкому—Иванову
Очень влажные (экстрагумидные)	Более 1,33
Влажные (гумидные)	1,33—1
Полувлажные (семигумидные)	1—0,55
Полусухие (семиаридные)	0,55—0,33
Сухие (аридные)	0,33—0,12
Очень сухие (экстрааридные)	Менее 0,12

Критерием для такого деления является коэффициент увлажнения — отношение количества осадков к испаряемости.

Помимо упомянутых климатических факторов на характер почвообразовательного процесса существенное влияние оказывает распределение осадков по времени года, суровость зимы, выражающаяся в степени континентальности климата.

5.4.2. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

В почвообразовании участвуют три группы организмов — зеленые растения, микроорганизмы и животные, составляющие сложные биоценозы.

Растительность. Растения являются единственным первоисточником органических веществ в почве. Основной функцией их как почвообразователей следует считать биологический круговорот веществ — синтез биомассы за счет углекислого газа атмосферы, солнечной энергии, воды и минеральных соединений, поступающих из почвы. Биомасса растений в виде корневых остатков и наземного опада возвращается в почву. Характер участия зеленых растений в почвообразовании различен и зависит от типа растительности и интенсивности биологического круговорота (табл. 5.1).

Все живые организмы на Земле образуют биологические сообщества (ценозы) и биологические формации, с которыми неразрывно связаны процессы образования и развития почв.

Учение о растительных формациях с точки зрения почвоведения было разработано В. Р. Вильямсом. В качестве основных критериев для разделения растительных формаций им были приняты такие показатели, как состав растительных группировок, особенности поступления в почву органического вещества и характер его разложения под воздействием микроорганизмов при различном соотношении аэробных и анаэробных процессов.

В настоящее время при изучении роли растительных ценозов в почвообразовании дополнительно учитывается характер и интенсивность биологического круговорота веществ. Это позволяет расширить учение о растительных формациях с точки зрения почвоведения и дать более детальное их разделение.

Согласно Н. Н. Розову, различают следующие основные группы растительных формаций:

Биологический круговорот вещества (ц/га) по Л. Е. Родину и Н. И. Базилевич, 1965)

Растительные сообщества	Органическое вещество						Зольные элементы и азот				Азот			
	общая биомасса	в том числе биомасса корней	ежегодный прирост	ежегодный опад	запас органических остатков в лесной подстилке или степном войлоке	в биомассе	ежегодно потребляется	ежегодно возвращается с опадом	содержится в лесной подстилке или степном войлоке	в биомассе	ежегодно потребляется	ежегодно возвращается	% от суммарных химических элементов в опаде	
Арктические тундры	50	35	10	10	35	1,6	0,38	0,37	2,8	0,81	0,21	0,20	53	
Сосняки южной тайги	2800	635	61	47	448	18,8	0,85	0,58	17,3	6,64	0,27	0,16	28	
Ельники южной тайги	3300	735	85	55	350	26,0	1,55	1,20	13,0	7,20	0,41	0,35	29	
Березняки	2200	505	120	70	300	21,0	3,80	2,90	16,0	8,75	1,50	0,90	30—40	
Сфагновые болота лесные	370	40	34	25	1000	6,1	1,09	0,73		2,29	0,40	0,25		
Дубравы	4000	960	90	65	150	58,0	3,40	2,55	8,0	11,50	0,95	0,57	19—26	
Луговые степи	250	170	137	137	120	11,8	6,82	6,82	8,0	2,74	1,61	1,61	22—28	
Сухие степи	100	85	42	42	15	3,5	1,61	1,61	0,7	1,03	0,45	0,45	17—36	
Пустыни полкустарниковые	43	38	12	12	100	1,85	0,59	0,59		0,61	0,18	0,18	24—31	
Субтропические лиственные леса	4100	820	245	210	100	52,8	9,93	7,95	6,8	13,59	2,77	2,26	28	

1) деревянистая растительная формация: таежные леса, широколиственные леса, влажные субтропические леса и ливневые тропические леса;

2) переходная деревянисто-травянистая растительная формация: ксерофитные леса, саванны;

3) травянистая растительная формация: суходольные и заболоченные луга, травянистые прерии, степи умеренного пояса, субтропические кустарниковые степи;

4) пустынная растительная формация: растительность суббореального, субтропического и тропического почвенно-климатических поясов;

5) лишайниково-моховая растительная формация: тундра, верховые болота.

Для каждой группы растительных формаций, а внутри группы для каждой формации характерен определенный биологический цикл превращения веществ в почве. Он зависит от количества и состава органического вещества, а также от особенностей взаимодействия продуктов распада с минеральной частью почвы. Поэтому различия в растительности являются главной причиной почвенного многообразия в природе. Так, под широколиственным лесом и лугово-степной растительностью в одинаковых условиях климата и рельефа и на одних и тех же породах будут формироваться разные почвы.

Лесная растительность — это многолетняя растительность, поэтому ее остатки поступают в основном на поверхность почвы в виде наземного опада, из которого формируется лесная подстилка. Водорастворимые продукты разложения поступают в минеральную толщу почвы. Особенностью биологического круговорота в лесу является длительная консервация значительного количества азота и зольных элементов питания растений в многолетней биомассе и выключение их из ежегодного биологического круговорота. В различных природных условиях формируются разные типы леса, что и определяет характер почвообразовательного процесса, а следовательно, и тип формирующихся почв.

Травянистая растительность образует в почве густую сеть тонких корней, переплетающих всю верхнюю часть почвенного профиля, биомасса которых обычно превышает биомассу наземной части. Поскольку наземная часть травянистой растительности отчуждается человеком и поедается животными, то основным источником органического вещества в почве под травянистой растительностью являются корни. Корневые системы и продукты их гумификации оструктурируют верхнюю корнеобитаемую часть профиля, в которой постепенно формируется гумусовый горизонт, богатый элементами питания. Интенсивность процессов определяется природными условиями, так как в зависимости от типа травянистых формаций количество образующейся биомассы и интенсивность биологического круговорота различны. Поэтому в разных природных условиях под травянистой растительностью образуются различные почвы.

Мохово-лишайниковая растительность характеризуется тем, что при большой влагоемкости имеет малую активность в биологическом круговороте. Это является причиной консервации отмирающих растительных остатков, которые при достаточной и избыточной влажности превращаются в торф, а при постоянном иссушении легко развеваются ветром.

Микроорганизмы. Роль микроорганизмов в почвообразовании не менее значительна, чем роль растений. Несмотря на малые размеры, они в силу своей многочисленности имеют огромную суммарную поверхность и потому активно соприкасаются с почвой. По данным Е. Н. Мишустина, на 1 га пахотного слоя почвы площадь активной поверхности бактерий достигает 5 млн м². Вследствие кратковременности жизненного цикла и высокой размножаемости микроорганизмы сравнительно быстро обогащают почву значительным количеством органического вещества. По подсчетам И. В. Тюрина, ежегодное поступление в почву сухого микробного вещества может составлять 0,6 т/га. Эта биомасса, богатая протеинами, содержащая много азота, фосфора, калия, имеет большое значение для почвообразования и формирования плодородия почвы.

Микроорганизмы являются тем активным фактором, с деятельностью которого связаны процессы разложения органических веществ и превращения их в почвенный перегной. Микроорганизмы осуществляют фиксацию атмосферного азота. Они выделяют ферменты, витамины, ростовые и другие биологические вещества. От деятельности микроорганизмов зависит поступление в почвенный раствор элементов питания растений, а следовательно, плодородие почвы.

Наиболее распространенным видом микроорганизмов почв являются бактерии. Их количество колеблется от нескольких сотен тысяч до миллиардов в 1 г почвы. В зависимости от способа питания бактерии подразделяют на гетеротрофные и автотрофные.

Гетеротрофные бактерии используют углерод органических соединений, разлагая органические остатки до простых минеральных соединений.

Автотрофные бактерии усваивают углерод из углекислоты воздуха и окисляют недоокисленные минеральные соединения, образующиеся в процессе деятельности гетеротрофов.

По типу дыхания бактерии делят на *аэробные*, развивающиеся при наличии молекулярного кислорода, и *анаэробные*, не требующие для своей эволюции свободного кислорода.

Подавляющее большинство бактерий лучше развивается при нейтральной реакции среды. В кислой среде они малодетельны.

Актиномицеты (плесневидные бактерии, или лучистые грибы) содержатся в почвах в меньших количествах, чем другие бактерии; однако они очень разнообразны, и им принадлежит важная роль в почвообразовательном процессе. Актиномицеты разлагают клетчатку, лигнин, перегнойные вещества почвы, участ-

вуют в образовании гумуса. Они лучше развиваются в почвах с нейтральной или слабощелочной реакцией, богатых органическим веществом и хорошо обрабатываемых.

Грибы - сапрофиты — гетеротрофные организмы. Они встречаются во всех почвах. Имея ветвящийся мицелий, грибы густо переплетают органические остатки в почве. В аэробных условиях они разлагают клетчатку, лигнин, жиры, белки и другие органические соединения. Грибы участвуют в минерализации гумуса почвы.

Грибы способны вступать в симбиоз с растениями, образуя внутреннюю или внешнюю микоризы. В этом симбиозе гриб получает от растения углеродное питание, а сам обеспечивает растение азотом, образующимся при разложении азотсодержащих органических соединений почвы.

Водоросли распространены во всех почвах, главным образом в поверхностном слое. Содержат в своих клетках хлорофилл, благодаря которому способны усваивать углекислый газ и выделять кислород.

Водоросли активно участвуют в процессах выветривания пород и в первичном процессе почвообразования.

Лишайники в природе обычно развиваются на бедных почвах, каменистых субстратах, в сосновых борах, тундре и пустыне.

Лишайник представляет собой симбиоз гриба и водоросли. Водоросль лишайника синтезирует органическое вещество, которое использует гриб, а гриб обеспечивает водоросли водой и растворенными в ней минеральными веществами.

Лишайники разрушают породу биохимически — путем растворения и механически — при помощи гифов и слоевищ (тело лишайника), прочно срастающихся с поверхностью.

С момента поселения лишайников на горных породах начинается более интенсивное биологическое выветривание и первичное почвообразование.

Простейшие представлены в почве классами корненожек (амебы), жгутиковых и инфузорий. Они питаются преимущественно микроорганизмами, населяющими почву. Некоторые простейшие содержат диффузно растворенный в протоплазме хлорофилл и способны ассимилировать углекислоту и минеральные соли. Отдельные виды могут разлагать белки, углеводы, жиры и даже клетчатку.

Вспышки деятельности простейших в почве сопровождаются уменьшением числа бактерий. Поэтому принято считать проявление активности простейших как показатель, отрицательный для плодородия. В то же время некоторые данные свидетельствуют, что в ряде случаев с развитием амеб в почве возрастает количество усвояемых форм азота.

Микроорганизмы в почве образуют сложный биоценоз, в котором различные их группы находятся в определенных взаимоотношениях, меняющихся в зависимости от изменений условий почвообразования.

На характер микробных биоценозов влияют условия водного, воздушного и теплового режимов почв, реакция среды (кислотная или щелочная), состав органических остатков и др. Так, с увеличением влажности почвы и ухудшением аэрации усиливается деятельность анаэробных микроорганизмов; с увеличением кислотности почвенного раствора угнетаются бактерии и активизируются грибы.

Все группы микроорганизмов чутко реагируют на изменение внешних условий, поэтому в течение года их деятельность очень неравнозначна. При очень высоких и низких температурах воздуха биологическая деятельность в почвах замирает.

Регулируя условия жизнедеятельности микроорганизмов, можно существенно влиять на плодородие почвы. Обеспечивая рыхлое сложение пахотного слоя и оптимальные условия увлажнения, нейтрализуя кислотность почв, мы благоприятствуем развитию нитрификации и накоплению азота, мобилизации других элементов питания и в целом создаем благоприятные условия для развития растений.

Животные. Почвенная фауна довольно многочисленна и разнообразна, она представлена беспозвоночными и позвоночными животными.

Наиболее активные почвообразователи из числа беспозвоночных — дождевые черви. Начиная с Ч. Дарвина, многие ученые отмечали их важную роль в почвообразовательном процессе.

Дождевые черви распространены практически повсеместно как в окультуренных, так и в целинных почвах. Их количество колеблется от сотен тысяч до нескольких миллионов на 1 га. Перемещаясь внутри почвы и питаясь растительными остатками, дождевые черви активно участвуют в переработке и разложении органических остатков, пропуская через себя огромную массу почвы в процессе пищеварения.

По данным Н. А. Димо, на поливных окультуренных сероземах черви выбрасывают ежегодно на поверхность площадь 1 га до 123 т переработанной почвы в виде экскрементов (копролитов). Копролиты представляют собой хорошо агрегированные комочки, обогащенные бактериями, органическим веществом и углекислым кальцием. Исследованиями С. И. Пономаревой установлено, что выбросы дождевых червей на дерново-подзолистой почве обладают нейтральной реакцией, содержат на 20 % больше перегноя и поглощенного кальция. Все это говорит о том, что дождевые черви улучшают физические свойства почв, делают их более рыхлыми, воздухо- и водопроницаемыми, тем самым способствуя повышению их плодородия.

Насекомые — муравьи, термиты, шмели, осы, жуки и их личинки — также участвуют в процессе почвообразования. Прodelывая в почве многочисленные ходы, они разрыхляют почву и улучшают ее водно-физические свойства. Кроме того, питаясь растительными остатками, они перемешивают их с почвой, а отмирая,

сами служат источником обогащения почвы органическими веществами.

Позвоночные животные — ящерицы, змеи, сурки, мыши, суслики, кроты — осуществляют огромную работу по перемешиванию почвы. Прodelывая в толще почвы норы, они выбрасывают на поверхность большое количество земли. Образовавшиеся ходы (кратовины) засыпаются массой почвы или породы и на почвенном профиле имеют округлую форму, выделяющуюся по окраске и степеням уплотненности. В степных районах землероющие животные настолько сильно перемешивают верхние и нижние горизонты, что на поверхности образуется бугорковый микрорельеф, а почва характеризуется как перерытый (кратовинный) чернозем, перерытая каштановая почва или серозем.

5.4.3. МАТЕРИНСКИЕ, или ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ, ПОРОДЫ

Почвообразующими, или материнскими, породами называются поверхностные горизонты горных пород, из которых возникают почвы. В состав почв входят минеральные и органические вещества. Минеральная часть почвы составляет 80—90% и более от общей массы почвы, и лишь в торфяниках содержание ее снижается до 1—10%. Качество почв, уровень их потенциального плодородия и агрономическая ценность во многом зависят от физических и химических особенностей материнской породы.

По своему происхождению слагающие земную кору горные породы подразделяют на магматические, метаморфические и осадочные.

Магматические породы образуются при остывании расплавленных силикатных масс — магм в глубоких слоях земной коры или вытекших в виде лав на земную поверхность (гранит, сиенит, базальт и др.).

Метаморфические породы формируются из осадочных и магматических пород в глубоких слоях земной коры под воздействием высокой температуры и большого давления (гнейс, глинистый сланец, мрамор и др.).

Магматические и метаморфические породы скрыты толщей осадочных пород, на которых в основном развиваются современные почвы, на поверхность они выходят сравнительно редко.

Осадочные породы образуются из магматических и метаморфических пород в результате длительных процессов их разрушения и неоднократного перемещения продуктов выветривания водой, льдом, ветром (пески, глины и др.), а также из отложений остатков различных организмов (известняки и др.).

Приведем краткое описание некоторых основных генетических типов осадочных пород.

Элювий (элювиальные отложения) — продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте своего образования. В качестве почвообразующих чаще всего служат элювиальные образования коренных (дочетвертичных по возрасту) пород: известняков, мергелей, опок, глины, песчаников и др. Породы этой

группы отличаются значительной уплотненностью, большим разнообразием минералогического и химического состава, нередко содержат простые соли и органические вещества.

Делювий (делювиальные отложения) — отложения, возникающие в результате накопления смытых со склонов дождевыми и талыми водами рыхлых продуктов выветривания. По составу делювий разнообразен. Делювиальные породы отличаются некоторой сортированностью материала и хорошо выраженной слоистостью.

Иногда трудно разграничить элювиальные и делювиальные отложения, тогда их объединяют в группу элювиально-делювиальных образований.

Пролювий (пролювиальные отложения) формируется в горных странах, у подножия гор в результате деятельности временных водных и селевых потоков. Пролювий характеризуется плохой сортированностью, включением крупнообломочного материала.

Делювий и пролювий часто сочетаются, образуя делювиально-пролювиальные отложения.

Аллювий (аллювиальные отложения) представляет собой осадки, отложенные при разливе рек (пойменный аллювий), и донные отложения рек (русловый аллювий).

Озерные отложения распространены на низменных равнинах, где часто образуются застойные бассейны паводковых вод. Они отличаются глинистостью и слоистостью.

Ледниковые, или моренные, отложения — продукты выветривания различных пород, перемешанные и отложенные ледником. Для морен характерны: несортированность, неоднородный механический состав, наличие валунов, обогащенность песчаными фракциями, красно-бурая, реже желто-бурая окраска. При оглеении цвет морены приобретает серо-сизый оттенок.

Флювиогляциальные, или водноледниковые, отложения связаны с деятельностью текучих вод ледника. Вытекающая из-под ледника, она перемещает моренный материал и переоткладывает его за краем ледника. Эти отложения обычно хорошо сортированы, отличаются слоистостью, не содержат валунов, бескарбонатные, преимущественно песчаные и песчано-галечниковые.

Покровные суглинки чаще всего встречаются в зоне ледниковых отложений и рассматриваются как отложения мелководных приледниковых разливов талых вод. Для них характерно покровное залегание на морене, откуда и произошло их название. На покровных суглинках развиты подзолистые, дерново-подзолистые почвы, испытывающие нередко переувлажнение, а также серые лесные почвы.

Лёссы и лёссовидные суглинки имеют различный генезис. Их общими чертами являются палевая или буровато-палевая окраска, карбонатность, пылевато-суглинистый механический состав с преобладанием крупнопылевой фракции (0,05—

0,01 мм), мучнистость, пористость, рыхлое сложение, микроагрегативность, хорошая водопроницаемость.

По химическим и водно-физическим свойствам эти породы более всего подходят для развития растений. При благоприятных климатических условиях на них формируются высокопродуктивные черноземные почвы, а также развивается ряд других почв — сероземы, каштановые, серые лесные.

Эоловые отложения образуются под влиянием ветра. В засушливых и пустынных районах к ним относятся бугристые и барханные пески, а в зоне умеренного климата — дюны на берегах морей и в долинах рек.

Морские отложения формируются в результате перемещения береговой линии морей. Как правило, они хорошо сортированы, отличаются слоистостью и всегда засолены.

Свойства и состав материнских пород влияют на состав и продуктивность поселяющейся на ней растительности, на скорость разложения органических остатков, качество гумуса, на характер взаимодействия органических веществ с минералами, а также на другие процессы почвообразования.

Таким образом, почвообразующая порода является материальной основой почвы и передает ей свой механический, минералогический и химический состав, а также физические и химические свойства, которые в дальнейшем постепенно изменяются под воздействием почвообразовательного процесса.

5.4.4. РЕЛЬЕФ

Рельеф определяется характером чередования повышенных и пониженных участков. В зависимости от соотношения высот возвышенного и пониженного участков различают три вида рельефа:

1) макрорельеф — крупные формы рельефа, определяющие общий облик большой территории: равнины, плато, горные системы;

2) мезорельеф — формы рельефа средних размеров: увалы, холмы, лощины, долины, террасы и их элементы — плоские участки, склоны;

3) микрорельеф — мелкие формы рельефа, занимающие незначительные площади: бугорки, западины, понижения, мерзлотные деформации и др.

Рельеф оказывает существенное влияние на климатические условия, жизнь растений, животных, микроорганизмов, характер образования и разложения органических веществ, на почвообразовательный процесс в целом.

Так, рельеф выступает как главный фактор перераспределения солнечной радиации и осадков в зависимости от экспозиции и крутизны склонов; он оказывает существенное влияние на водный, тепловой, питательный, окислительно-восстановительный и солевой режимы почв.

Горный рельеф обуславливает формирование вертикальных климатических и растительных зон.

Рельеф влияет на эрозионные процессы. В условиях склоновых форм рельефа возможно проявление водной эрозии, т. е. смыва и размыва почвы. Равнинные формы рельефа в районах с засушливым и континентальным климатом благоприятствуют возникновению ветровой эрозии.

Разнообразие форм рельефа на сельскохозяйственных угодьях определяет неоднородность почвенных условий возделывания растений, что необходимо учитывать в производственной деятельности.

5.4.5. ВОЗРАСТ ПОЧВ

Фактор времени (возраст страны по В. В. Докучаеву) имеет огромное значение в формировании и развитии почв. Различают абсолютный и относительный возраст почв.

Абсолютный возраст почв исчисляется от начала формирования почвы до настоящего времени. Он колеблется от нескольких лет до миллионов лет. Для большей территории нашей страны возраст почв определяется тысячелетиями и десятками тысяч лет. Наибольший возраст имеют почвы тропических территорий, не претерпевшие разрушений (эрозии, дефляции).

Относительный возраст почв характеризует скорость почвообразовательного процесса, быстроту смены одной стадии развития почвы другой. Он связан с влиянием состава и свойств пород, форм рельефа на скорость и направление почвообразовательного процесса.

5.4.6. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА НА ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Используя почву как средство производства, человек в процессе своей хозяйственной деятельности существенным образом меняет условия почвообразования, влияя как непосредственно на свойства почвы, ее режим и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразовательный процесс. Посадка и вырубка лесов, возделывание сельскохозяйственных культур изменяют облик естественной растительности; осушение и орошение меняют режим увлажнения. Сильное воздействие на почву оказывают приемы ее обработки, применение удобрений и средств химической мелиорации (известкование, гипсование).

Сознательное, направленное воздействие на почву способствует изменению ее свойств более быстрыми темпами, чем это происходит под влиянием природных факторов. Систематические мероприятия по повышению плодородия почв с учетом их генетических свойств и требований возделываемых культур приводят к окультуриванию почв, в результате формируются почвы с более высоким уровнем эффективного и потенциального плодородия. Наоборот, нарушение научно обоснованных рекомендаций применения того или иного приема не только не дает необходимого эффекта, но и приводит к ухудшению почв — заболачиванию, вторичному засолению, загрязнению и т. д.

5.5. Морфологические признаки почвы

Морфологические или внешние признаки почв формируются в процессе почвообразования, следовательно, они отражают важные процессы и явления, происходящие в почве.

Основными морфологическими признаками почвенного профиля являются: строение, мощность слоя почвы и ее отдельных горизонтов, окраска, структура, сложение, новообразования, включения.

Рассмотрим отдельно каждый из признаков.

Строение почвенного профиля. Профиль любой почвы подразделяется на генетические горизонты, которые обозначаются большими буквами латинского алфавита сверху вниз по профилю почвенного разреза. При достаточном различии каждый горизонт может быть подразделен на подгоризонты, для чего используют дополнительные буквенные и цифровые индексы.

Обычно выделяют следующие горизонты.

Горизонт аккумуляции органических веществ (А) формируется в верхней части профиля за счет отмирающей биомассы. В зависимости от его характера выделяют: A_0 — лесную подстилку на поверхности лесных целинных почв (листья, хвоя, ветки и т. д.); A_d — дернину, также формирующуюся в самой верхней части профиля, состоящую из стеблей и листьев, сильно переплетенных корнями; А — гумусово-аккумулятивный горизонт, образующийся в верхней части минеральной толщи почвы, где накапливается гумус и вымываются только некоторые минеральные соли и органические соединения. Если наряду с накоплением перегноя происходит разрушение и вымывание минеральных веществ, данный горизонт называется гумусово-элювиальным и обозначается A_1 . Элювиальный горизонт обозначается индексом A_2 . Пахотный слой, образованный за счет верхних горизонтов почвы, обозначается $A_{пах}$ или A_0 .

Иллювиальный горизонт обозначается буквой В. Он является переходным между гумусовым горизонтом и материнской породой. В зависимости от характера, структуры и сложения почвы иллювиальный горизонт подразделяется на подгоризонты B_1 и B_2 .

Глеевой горизонт обозначается буквой G. Если глееватость обнаруживается в горизонтах А, В или других, то к обозначению генетического горизонта добавляют букву «g» (A_g и т. д.).

Горизонт материнской породы обозначают буквой С. Иногда почва развивается на двуслойной материнской породе, тогда второй слой обозначается буквой D.

При значительной мощности и неоднородности генетические горизонты подразделяются на подгоризонты. В гумусово-аккумулятивном горизонте их обозначают штрихами выше строки (A' , A'' , A'''), в иллювиальном — цифрами ниже строчки (B_1 , B_2 , B_3).

Переход одного горизонта в другой может быть резким, плавным и постепенным или иметь вид языков и затеков. В случае

плавного перехода, когда границу определить трудно, выделяют переходные горизонты, например, A_1A_2 , A_2B , AB , BC .

Для обозначения солевых скоплений вводятся дополнительные буквенные индексы: k — карбонаты, $г$ — гипс, $с$ — растворимые в воде соли. Наличие солей в генетическом горизонте обозначают соответствующим индексом, например, B_k , C_k , C_r , C_c .

Мощность почвы. Это толщина почвы от ее поверхности вглубь до слабо затронутой почвообразовательными процессами материнской породы. Мощность различных почв неодинакова и колеблется от 40 до 150 см и более. Мощность почвенного горизонта определяется с точностью до 1 см, при этом указываются его верхняя и нижняя границы, например, $A_{пах} \frac{0-20}{20}$ см; $A_1 \frac{25-25}{5}$ см и т. д.

Окраска (цвет) почвы. Цвет почвы является важным внешним признаком, отличающим одни типы почв от других, а также горизонты и подгоризонты друг от друга. Достаточно сказать, что многие почвы получили название по их цвету: черноземы, красноземы, желтоземы, сероземы и др. Окраска почв зависит от ее химического состава, условий почвообразования, влажности. Верхние горизонты окрашены гумусом в темные цвета. Чем больше гумуса содержит почва, тем темнее окрашен горизонт. Наличие железа и марганца придает почве бурые, охристые, красные тона. Белесые, белые тона предполагают наличие процессов оподзоливания (вымывания продуктов разложения минеральной части почвы), осолодения, засоления, окарбоначивания, т. е. присутствие в почве кремнезема, коалина, углекислого кальция и магния, гипса и других солей.

Обычно окраска почв довольно сложная и состоит из нескольких цветов (например, серо-бурая, белесовато-сизая, красновато-коричневая и т. д.), название преобладающего цвета ставится на последнем месте, после обозначения оттенков.

Таким образом, для определения окраски почвенного горизонта необходимо: а) установить преобладающий цвет; б) установить насыщенность этого цвета (темно-, светлоокрашенный); в) отметить оттенки основного цвета (например, буровато-светло-серый, коричневатобурый, светлый, серовато-палевый и т. д.). Почва во влажном состоянии и в крупных комках всегда имеет более темную или интенсивную окраску, чем в сухом и растертом состоянии.

Структура почвы. Это важный и характерный признак, имеющий большое значение при определении генетической и агропроизводственной характеристики почвы. Под структурой почвы подразумевают ее способность естественно распадаться на структурные отдельности и агрегаты, состоящие из склеенных перегноем и иловатыми частицами механических элементов почвы. Форма структурных отдельностей зависит от свойств почвы.

Морфологические типы структур почвенной массы разработаны С. А. Захаровым. Эта классификация приведена в табл. 5.2.

Каждому типу почв и каждому генетическому горизонту свойственны определенные типы почвенных структур. Для гумусовых

Таблица 5.2

Классификация структурных отдельностей почв

Род структуры	Вид структуры	Размер, мм
I тип — кубовидная структура (структура развита равномерно по трем перпендикулярным осям)		
Грани и ребра выражены плохо, агрегаты сложны и плохо оформлены		
Глыбистая	Крупноглыбистая	Более 100
	Мелкоглыбистая	100—50
Комковатая	Крупнокомковатая	50—30
	Комковатая	30—10
	Мелкокомковатая	10—5
Пылеватая	Пылеватая	Менее 5
Грани и ребра выражены хорошо, агрегаты ясно оформлены		
Ореховатая	Крупноореховатая	Более 10
	Ореховатая	10—7
	Мелкоореховатая	7—5
Зернистая	Крупнозернистая (гороховатая)	5—3
	Зернистая (крупинчатая)	3—1
	Мелкозернистая (порошистая)	1—0,5
II тип — призмовидная структура (структура развита в основном по вертикальной оси)		
Грани и ребра выражены плохо, агрегаты сложны и плохо оформлены		
Столбовидная	Крупностолбовидная	Более 50
	Столбовидная	50—30
	Мелкостолбовидная	Менее 30
Столбчатая	Крупностолбчатая	Более 50
	Столбчатая	50—30
	Мелкостолбчатая	Менее 30
Призматическая	Крупнопризматическая	Более 50
	Призматическая	50—30
	Мелкопризматическая	30—10
	Карандашная	Менее 10
III тип — плитовидная структура (структура развита по горизонтальным осям)		
Плитчатая	Сланцеватая	Более 5
	Плитчатая	5—3
	Пластинчатая	3—1
Чешуйчатая	Листоватая	Менее 1
	Скорлуповатая	Более 3
	Грубочашуйчатая	3—1
	Мелкочашуйчатая	Менее 1

горизонтов характерна зернистая, комковато-зернистая, порошисто-комковатая структура; для элювиальных горизонтов — плитчатая, листовая, чешуйчатая, пластинчатая; для иллювиальных — столбчатая, призматическая, ореховатая, глыбистая и т. д.

В зависимости от наличия и степени выраженности структуры различают структурные и бесструктурные почвы. Бесструктурные — это большей частью песчаные и супесчаные почвы, нередко пахотные слои суглинистых и глинистых почв, расплывающиеся при обработке. Между структурными и бесструктурными почвами выделяют переходные почвы со слабо выраженной структурой.

В почвенных горизонтах структура чаще всего бывает неоднородной, или смешанной, так как структурные отдельности имеют разные формы и размеры (комковато-зернистая, комковато-порошистая и т. д.).

Сложение. Это внешнее проявление плотности и пористости почвы. По степени плотности (силе связывания почвенных частиц) различают следующие виды сложения: слитное (очень плотное) — почва не поддается копке лопатой; плотное — лопата входит в почву с большим трудом; рыхлое — лопата входит в почву легко; рассыпчатое — лопата входит в почву без усилий.

По пористости (размеру и характеру пор) различают следующие типы сложения почвы: тонкопористые — диаметр пор менее 1 мм, пористые — диаметр 5—10 мм, ячеистые — диаметр пор более 10 мм, трубчатые — полости соединяются в каналы.

Сложение зависит от механического и химического состава, структуры и влажности почвы. Оно влияет на воздухо- и водопроницаемость почвы, а также на глубину проникновения корневой системы растений.

От сложения зависит степень сопротивления почвы обрабатывающим орудиям.

Новообразования. Это более или менее хорошо выраженные и четко ограниченные выделения и скопления различных веществ, которые возникли в процессе почвообразования. По составу, цвету и форме они резко отличаются от окружающей их почвенной массы. Различают новообразования химического и биологического происхождения.

Химические новообразования в почве — результат химических процессов, вследствие которых возникают новые соединения. Последние могут или осаждаться на месте образования, или, перемещаясь с почвенным раствором, выпадать на некотором расстоянии от места своего возникновения. Химические новообразования по форме делят на выцветы и налеты, корочки, примазки и потеки, прожилки и трубочки, конкреции.

Химические новообразования представлены легкорастворимыми солями: гипсом, углекислой известью, окислами железа, алюминия и марганца, закисными соединениями железа, кремнекислотой, гумусовыми и другими веществами.

Новообразования биологического происхо-

ждения (животного и растительного) встречаются в следующих формах: червоточины — ходы дождевых червей; копролиты — экскременты дождевых червей; кротовины — пустые или заполненные землей ходы крупных землероев (сусликов, сурков, кротов и др.); корневины — сгнившие крупные корни растений; дендриты — узоры мелких корешков на поверхности структурных отдельностей.

Новообразования являются важным признаком, по которому судят о происхождении почв, их составе и свойствах. Так, выделения углекислой извести в виде плесени указывают на процессы перемещения ее в почвенном профиле. Сизоватые или ржаво-охристые пятна свидетельствуют, что почвы сформировались в условиях некоторого заболачивания.

Включения. Предметы, механически включенные в массу почвы и не связанные с ней генетически, называются включениями. В их число входят обломки горных пород, не связанных с материнской породой, раковины моллюсков, кости современных и вымерших животных, остатки золы, углей, древесины, остатки материальной культуры человека (обломки кирпича, посуды и археологические находки).

Такой признак, как включения, помогает судить о происхождении почвообразующей породы и возрасте почв.

Глава 6. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

6.1. Органическое вещество почвы

Органическое вещество почвы — комплекс органических соединений, входящих в состав почвы; один из основных признаков, отличающих почву от материнской породы. Количество и состав содержащихся в почве органических веществ тесно связаны с направлением процесса почвообразования, биологическими, физическими, химическими свойствами почвы и ее плодородием. Органическое вещество почвы отличается сложным составом. В него входят различной степени разложения растительные и животные остатки.

Основной источник органического вещества в почве — опад растительного покрова в виде отмирающих корней и надземной массы. Меньшая часть органической массы поступает в почву в форме отмерших животных и микроорганизмов. Количество поступающего в почву опада зависит от видового состава растительных ассоциаций и климатических условий. Так, под злаково-разнотравной растительностью в умеренно-засушливых условиях опад достигает 15 т/га, в засушливых степных районах — около 5 т/га. После уборки зерновых культур опад составляет в среднем около 4 т/га, а под многолетними травами 3—4-летнего возраста — 4—6 т/га.

Основные химические компоненты органических остатков — жиры, простые сахара, полисахариды (клетчатка, гемицеллюлозы), белки, аминокислоты, лигнины и другие вещества.

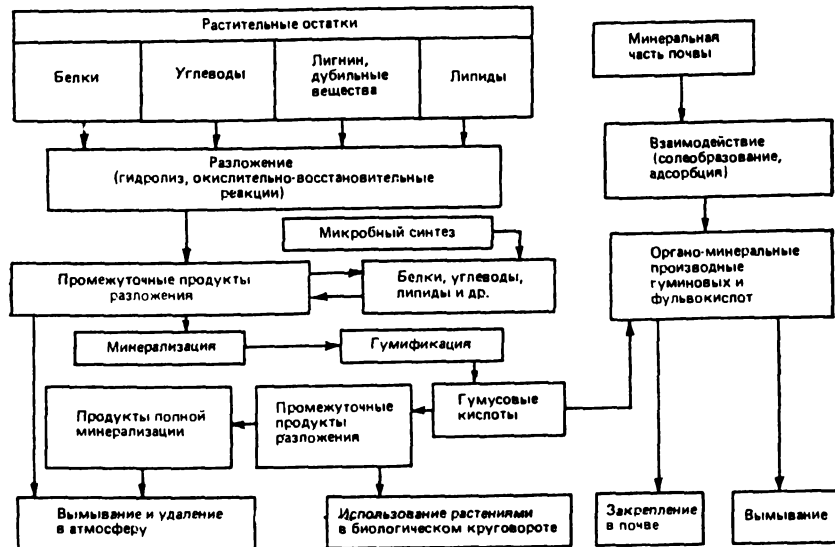
Органические остатки в почве под воздействием микроорганизмов подвергаются гумификации. В этом сложном процессе 70—80 % компонентов, входящих в состав органических остатков, разлагается до конечных продуктов (воды, аммиака, углекислоты) и некоторого количества низкомолекулярных органических соединений. Остальная часть (20—30 %) превращается в гумусовые вещества.

Органические вещества почвы имеют огромное значение в образовании почвенной структуры и как источник минерального питания растений, так как с каждой тонной растительной массы в почву поступает 5—10 кг азота и 30—50 кг зольных веществ (фосфора, калия, кальция, серы и других элементов). Кроме того, органическое вещество почвы служит источником углекислого газа, а также физиологически активных веществ (витаминов, стимуляторов роста, антибиотиков), поступающих в почву с растительными остатками и вырабатываемых микроорганизмами.

В условиях сельскохозяйственного производства важно рационально использовать органическое вещество почвы, пополняя его запасы путем внесения навоза, торфа, компостов, посевом многолетних трав.

6.2. Образование гумуса

В современном понимании процесс превращения органических остатков в гумус (гумусообразование) представляет собой совокупность одновременно протекающих процессов разложения исходных органических остатков, синтеза вторичных форм (развитие микроорганизмов) и их гумификации. Общая схема гумусообразования по И. В. Тюрину имеет следующий вид:



Растительные остатки, попадая в почву или на ее поверхность, разлагаются микроорганизмами, в результате возникают более простые подвижные соединения. Часть этих соединений полностью минерализуется микроорганизмами и усваивается новыми поколениями растительности, другая часть используется микроорганизмами для синтеза органических веществ, которые в дальнейшем вновь разлагаются. Некоторые продукты разложения превращаются в сложные высокомолекулярные вещества — гуминовые кислоты. Этот процесс, протекающий под воздействием кислорода воздуха, воды и ферментов микроорганизмов, называется *гумификацией*, или гумусообразованием. Активное участие в превращении органических остатков в гумус принимают живые организмы (бактерии, грибы, почвенные животные), которые перемешивая с почвой всю массу органических остатков, а также продуктов их разложения и гумификации, перерабатывают все и выбрасывают неиспользованную часть в виде экскрементов в толщу почвы.

Процессы разложения и минерализации различных органических соединений протекают по-разному. Быстрее всех минерализуются растворимые сахара, крахмал; достаточно хорошо разлагаются белки, гемицеллюлозы и целлюлоза; устойчивы к разложению и минерализации лигнин, смолы, воски.

Разложение белков, углеводов, липидов начинается с гидролитического расщепления их сложных молекул на более простые промежуточные продукты. Белки расщепляются на пептиды, а затем — на аминокислоты. При гидролизе сложных белков (нуклеопротеидов) наряду с аминокислотами образуются углеводы, фосфорная кислота, азотсодержащие гетероциклические основания (пуриновые и пиримидиновые). При гидролизе жиров возникают глицерин и различные жирные кислоты, а при гидролизе углеводов (целлюлозы, гемицеллюлозы, крахмала, полиуронидов, камедей) — моносахариды, аминсахара, уроновые кислоты. Одновременно с гидролизом развиваются разнообразные окислительно-восстановительные процессы, катализируемые ферментами. В аэробных условиях преобладают процессы окисления, в анаэробных — восстановления.

Углеводы в аэробных условиях окисляются до органических кислот, альдегидов, спиртов и далее — до углекислого газа и воды. В анаэробных условиях развиваются различные типы брожения, в процессе которых образуются недоокисленные продукты (метан, спирты, органические кислоты), а в конечном итоге — углекислота, вода, метан, водород. Продукты гидролиза лигнина и других ароматических соединений в результате окислительно-восстановительных реакций дают сложную систему соединений: оксихиноны, ароматические альдегиды и кислоты. Продуктами полной минерализации являются вода и углекислый газ.

Параллельно с разложением и минерализацией органических остатков в почве идут процессы их гумификации, в результате образуются относительно устойчивые против разложения гумусовые вещества.

Процессы образования гумусовых веществ изучены еще недостаточно. Существует ряд гипотез образования гумусовых веществ. Основное положение наиболее ранних гипотез — представление о гумификации как о системе реакций конденсации или полимеризации относительно простых промежуточных продуктов разложения — аминокислот, фенолов, хинонов и т. д. Не подвергаясь дальнейшей минерализации, эти соединения вне живых клеток микроорганизмов синтезируются в высокомолекулярные гумусовые вещества.

Иная гипотеза гумификации была предложена в 30-х годах этого столетия И. В. Тюриным. Согласно этой гипотезе, основой гумификации являются реакции медленного биохимического окисления высокомолекулярных веществ, имеющих циклическое строение. К ним относятся белки, лигнин, дубильные вещества. Эта гипотеза получила подтверждение и дальнейшее развитие в работах Л. Н. Александровой и др.

Образующиеся гуминовые кислоты, вступая во взаимодействие с зольными элементами растительных остатков, освобождающихся в процессе их минерализации, а также с минеральной частью почвы, образуют ряд органо-минеральных производных. При этом единая система постепенно расщепляется на несколько фракций, различных по степени растворимости и деталям строения молекул. Менее дисперсная часть системы, образующая нерастворимые в воде соли с кальцием и полуторными окислами, формируется как группа гуминовых кислот. Более дисперсная фракция, дающая растворимые соли, образует фульвокислоты.

В переувлажненных почвах фульвокислот образуется больше, вследствие более интенсивного гидролитического расщепления всей системы гумусовых кислот.

Гумификация развивается не только в почвах, но и на дне водоемов, в компостах, при формировании торфа, угля, т. е. везде, где накапливаются растительные остатки и создаются условия, благоприятные для жизнедеятельности микроорганизмов и развития этого процесса, широко распространенного в природе.

6.3. Условия образования гумуса в почве

Характер и скорость гумусообразования неодинаковы в различных природных условиях и зависят от ряда взаимосвязанных факторов почвообразования. Важнейшими из них являются водно-воздушный и тепловой режимы почв, состав и характер поступления в почву растительных остатков, видовой состав и интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов, механический состав и физико-химические свойства почвы.

В зависимости от водно-воздушного режима почвы гумусообразование протекает в аэробных и анаэробных условиях.

В аэробных условиях при достаточном количестве влаги (60—80 % полной влагоемкости) и благоприятной температуре (25—

30°C) органические остатки разлагаются интенсивно. В почве накапливается мало гумуса, но много элементов зольного и азотного питания растений (почвы субтропиков). В условиях засушливого климата в почве накапливается мало растительных остатков, процессы разложения и гумификации замедляются и гумуса так же образуется мало.

В анаэробных условиях при постоянном избытке влаги и низких температурах процесс гумусообразования замедляется. Возникающие промежуточные продукты разложения: органические кислоты, метан и водород угнетают жизнедеятельность микроорганизмов. Вследствие этого гумификация идет слабо, и органические остатки превращаются в торф.

Оптимальный гидротермический и водно-воздушный режим для накопления гумуса существует в черноземной зоне. Здесь происходит постепенное разложение органических остатков, достаточно интенсивная их гумификация и прочное закрепление образующихся гумусовых веществ минеральной частью почвы.

На скорость гумусообразования влияет химический состав разлагающихся остатков, а также их количество и сроки поступления в почву.

Остатки травянистой растительности, богатые белками (особенно бобовые растения), разлагаясь в почве в присутствии большого количества оснований, и прежде всего кальция, образуют «мягкий», или муллевый, гумус, равномерно пропитывающий минеральную часть почвы. Муллевый гумус развивается также в почвах под листовыми или смешанными лесами, где отмечается интенсивная деятельность почвенной фауны.

Остатки древесной растительности, бедные белками и зольными элементами, но обогащенные лигнином, восками, смолами, поступают главным образом на поверхность почвы в виде наземного опада, который разлагается в условиях сквозного промывания подстилки осадками. Подстилка разлагается под действием грибов, образуя при этом большое количество органических кислот, нейтрализация которых затруднена вследствие интенсивного выщелачивания оснований. Кислая реакция подавляет развитие процессов гумификации, и на поверхности почвы формируется «грубый» гумус (модер-гумус), содержащий много полуразложившихся остатков.

Помимо упомянутых факторов на интенсивность гумусообразования большое влияние оказывают видовой состав почвенных микроорганизмов и интенсивность их жизнедеятельности.

Северные подзолистые почвы характеризуются наименьшим содержанием микроорганизмов и низкой их жизнедеятельностью. К югу насыщенность почвы микроорганизмами увеличивается, их видовой состав становится более разнообразным, жизнедеятельность резко возрастает. Наибольшее количество гумуса накапливается в почвах со средним содержанием микроорганизмов.

Процесс гумификации зависит также от механического состава и физико-химических свойств почв. Так, в хорошо аэрированных

и быстро прогреваемых песчаных и супесчаных почвах разложение органических остатков идет быстро, значительная часть их минерализуется полностью, а образовавшиеся гумусовые вещества плохо закрепляются на поверхности песчаных частиц и быстро минерализуются. В глинистых и суглинистых почвах, наоборот, процесс разложения органических остатков протекает медленно, гумусовых веществ образуется много, они прочно закрепляются на поверхности высокодисперсных минеральных частиц и постепенно накапливаются в почве.

Химический и минералогический состав почвы определяет количество питательных веществ, необходимых для микроорганизмов, реакцию среды, в которой идет процесс образования гумуса, и условия для закрепления гумусовых веществ в почве. В последнем большую роль играет кальций, так как почвы, насыщенные им, имеют нейтральную реакцию, которая благоприятствует развитию микроорганизмов. Гуминовые кислоты образуют с кальцием нерастворимые в воде соли — гуматы кальция.

6.4. Состав гумуса и его свойства

Гумус — это сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении органических остатков. Содержание гумуса в почвах определяется условиями и характером почвообразовательного процесса; оно колеблется в верхних горизонтах от 1—2 до 12—15 %, резко или постепенно уменьшаясь с глубиной.

В составе почвенного гумуса выделяют специфическую часть (85—90 % всего гумуса), представленную гумусовыми веществами, и неспецифическую часть (10—15 %), представленную негумифицированными органическими веществами. Последние по своему составу могут быть весьма разнообразны и включать: азотистые соединения (белки, ферменты, аминокислоты), углеводы (моносахариды, олигосахариды, полисахариды), липиды (жиры, воски, фосфолипиды), дубильные вещества (танины, галловая кислота, флорафены и другие полифенолы), органические кислоты; кроме того, лигнины, смолы, спирты, альдегиды.

Гумусовые вещества почвы представлены гуминовыми и фульвокислотами, а также гуминами.

Гуминовые кислоты — это высокомолекулярные азотсодержащие (до 3—6 %) органические кислоты, имеющие циклическое строение, не растворимые в воде и минеральных кислотах, но растворимые в слабых щелочах и некоторых органических растворителях.

Гуминовые кислоты состоят из углерода (50—62 %), водорода (3—7 %), кислорода (31—40 %) и азота (2—6 %). Их элементный состав зависит от типа почвы, химического состава разлагающихся остатков, условий гумификации. Так, гуминовые кислоты

в подзолистых почвах в отличие от черноземов и каштановых почв содержат меньше углерода, но больше водорода.

В составе гуминовых кислот может содержаться от 1 до 10 % зольных элементов, однако они не являются постоянными компонентами молекулы, а присоединяются в результате химических реакций.

Молекулы гуминовых кислот неодинаковы по размерам и химическому составу. Молекулярная масса их колеблется от 4000 до 100 000, поэтому они легко разделяются на фракции. Гуминовые кислоты в почвах находятся преимущественно в виде гелей, которые под действием минеральных кислот слабо гидролизуются, а под действием щелочей переходят в раствор.

Взаимодействуя с минеральной частью почвы, гуминовые кислоты образуют соли — *гуматы*, сложные органо-минеральные комплексы, которые могут устойчиво и прочно адсорбироваться поверхностью глинистых минералов.

Гуматы щелочей (натрия, калия, аммония) хорошо растворимы в воде, образуют истинные и коллоидные растворы, могут вымываться из верхних горизонтов почв, а при соответствующих условиях — иллювироваться в глубину почвенного профиля и там осаждаться и накапливаться. Это хорошо выражено в осолоделых солонцах и солонцеватых почвах.

Гуматы кальция и магния нерастворимы в воде и закрепляются в почве в виде гелей. Они способны склеивать и цементировать механические элементы в агрегаты и способствуют образованию водопрочной структуры. Это наблюдается в черноземных, лугово-черноземных и дерново-карбонатных почвах.

При взаимодействии гуминовых кислот с несилкатными соединениями образуются сложные органо-минеральные комплексы. Железо с гуминовыми кислотами связывается прочно и в последующем в реакциях обмена не участвует. В комплексах с алюминием часть алюминия проявляет способность к обмену. Образование комплексных соединений гуминовой кислоты способствует ее прочному закреплению в почве.

Основная часть гуминовых кислот в любой почве (рН более 5) находится в форме нерастворимых в воде органо-минеральных соединений, а в почвах с кислой реакцией (рН менее 5) — в форме дегидратированных гелей и частично растворяется при действии щелочных растворов, образуя молекулярные и коллоидные растворы.

Фульвокислоты, как и гуминовые кислоты, представляют собой высокомолекулярные азотсодержащие органические кислоты. Они растворяются в воде, кислотах, слабых растворах щелочей, пирофосфата натрия и водном растворе аммиака, образуя водорастворимые соли — *фульваты*. Кроме того, они растворяются во многих органических растворителях. Их растворы в зависимости от концентрации имеют окраску от соломенно-желтой до оранжевой. Водные растворы их обладают сильнокислой реакцией (рН 2,2—2,8). Фульвокислоты состоят из углерода, водорода,

кислорода и азота, но меньше, чем гуминовые кислоты, содержат углерода и больше кислорода. В среднем в фульвокислотах содержится углерода 40—52 %, водорода 4—6 %, кислорода 40—48 % и азота 2—6 %.

Фульвокислоты благодаря сильноокислой реакции и хорошей растворимости в воде энергично разрушают минеральную часть почвы.

Фульватные соли (фульваты) щелочных и щелочно-земельных металлов хорошо растворимы. Комплексные соединения фульвокислот с железом и алюминием также частично растворимы, причем фульватно-железистые сильнее, чем комплексы с алюминием. Степень подвижности таких комплексных соединений зависит от насыщенности их металлом. При высокой насыщенности комплекс становится нерастворимым и выпадает в осадок.

Гумины представляют ту часть гумуса, которая не извлекается из декальцинированной почвы щелочами. Они почти полностью извлекаются при попеременном воздействии на остаток почвы с гуминами различных кислот и щелочей. Исследования показали, что в большинстве случаев гумины состоят из тех же групп гуминовых и фульвокислот, что и извлекаемые щелочью из гумуса. Эти кислоты в гуминах находятся в сложных и прочных связях как между собой, так и с минеральной частью почвы.

В группу гуминов входят также инертные карбонизированные углистые частицы и неполностью гумифицированные органические остатки. Содержание гуминов в гумусе составляет 15—20 %, а в некоторых почвах даже 40—48 %.

6.5. Значение гумуса

Количество гумуса в почве служит основным показателем ее плодородия. Гумусовые вещества и промежуточные продукты разложения органических остатков активно участвуют в почвообразовании. Наиболее энергично минералы разлагаются под действием фульвокислот, так как водные растворы их обладают сильноокислой реакцией. Так же интенсивно разрушаются минералы под влиянием ряда низкомолекулярных продуктов разложения органических остатков. При этом из минералов извлекаются необходимые элементы питания растений.

Большое значение имеет гумус в формировании профиля почвы. В почвах, где накапливается много гуминовых кислот, формируется хорошо выраженный гумусовый горизонт с высокой поглощательной способностью катионов. Если почва богата кальцием, гуминовые кислоты образуют гуматы кальция, участвующие в создании водопрочной пористой и зернистой структуры. Эти почвы имеют благоприятные водно-воздушные свойства и хороший питательный режим. Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам здесь всегда больше единицы (черноземы).

Если в составе гумуса много фульвокислот, что свойственно почвам с постоянно или временно избыточным увлажнением, эти почвы легко обедняются кальцием, магнием, калием и другими основаниями, так как фульвокислоты образуют с ними растворимые соли, мигрирующие вниз по профилю с просачивающейся влагой. Реакция почвы становится кислой, начинается разрушение силикатов и алюмосиликатов. Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам в таких почвах значительно меньше единицы (подзолистые почвы, красноземы).

В гумусе накапливаются и сохраняются основные элементы питания растений. При его разложении в почвенный раствор поступают азот и элементы зольного питания растений, а в приземный слой воздуха — углекислота, служащая источником углеродного питания растений. Однако разложение гумуса в почве идет более замедленными темпами, чем разложение свежих органических остатков. Более активно минерализуются фульвокислоты, особенно низкомолекулярные их формы.

Обладая коллоидными свойствами, гумусовые вещества склеивают и цементируют механические элементы почвы в структурные агрегаты, тем самым улучшая тепловые и водно-воздушные свойства почвы. Водорастворимые формы гуминовых кислот, разлагаясь, поглощаются растениями, активизируют окислительно-восстановительные процессы, а также стимулируют рост и развитие растений.

Придавая почве темную окраску, гумус способствует активному поглощению лучистой энергии Солнца.

Сохранение и накопление гумуса в почве — одна из важнейших задач агрономов. При неправильных системах обработки и удобрения почв, а также размещения и чередования культур происходит потеря гумуса, тогда как соответствующими приемами гумус можно не только сохранить, но и заметно увеличить его запасы, а также улучшить качественный состав.

Основными мероприятиями, обеспечивающими накопление гумуса в почве, являются систематическое внесение органических удобрений (навоз, торфокомпосты, сидерация), травосеяние, известкование кислых почв, гидротехническая мелиорация, чередование культур (севооборот) и правильная обработка, обеспечивающая в почвах нормальные условия водно-воздушного и теплового режимов, а также защиту почв от водной и ветровой эрозии. При планировании и осуществлении этих мероприятий необходимо учитывать природные условия зоны и специфические особенности конкретной хозяйственной территории.

6.6. Механический состав почвы

Свойства рыхлых пород и почвы в значительной степени зависят от размера и соотношения составляющих их частиц. Соотношение частиц разного размера, выраженное в процентах, называ-

ется *механическим составом*, а сами частицы — *механическими элементами*. По происхождению различают минеральные, органические и органо-минеральные частицы. Они представляют собой обломки горных пород, отдельные минералы, гумусовые вещества, продукты взаимодействия органических и минеральных веществ.

Механические элементы находятся в почве в раздельном (песок) или связанном состоянии, когда они соединены в структурные отдельности — агрегаты, различные по величине, форме и

Таблица 6.1

Классификация основных механических элементов (по Н. А. Качинскому)

Диаметр частиц, мм	Механические элементы	Группа
Более 3 3—1	Камни Гравий	Каменистая часть
1—0,5	Песок крупный	
0,5—0,25	средний	Физический песок
0,25—0,05	мелкий	
0,05—0,01	Пыль крупная	
0,01—0,005	средняя	Физическая глина
0,005—0,001	мелкая	
0,001—0,0005	Ил грубый	
0,0005—0,0001	топкий	
Менее 0,0001	Коллоиды	

прочности. Близкие по размерам механические элементы объединяют во *фракции*. Существует несколько классификаций механических элементов по крупности. В настоящее время в СССР наиболее широко применяется классификация, предложенная Н. А. Качинским (табл. 6.1).

Частицы крупнее 1 мм относят к каменистой части породы, или скелету почвы; частицы мельче 1 мм принято называть мелкоземом.

В основу деления на механические фракции положены различия в водно-физических и других свойствах частиц определенной крупности (табл. 6.2).

Фракции гравия и крупного песка характеризуются высокой водопроницаемостью и незначительной капиллярностью и, следовательно, не могут удерживать просачивающуюся влагу. Пески не обладают пластичностью и липкостью, в воде не набухают, в сухом состоянии сыпучи.

Пылеватые фракции в отличие от песчаных впитывают влагу медленно, но хорошо удерживают ее и обладают хорошей водоподъемной способностью, в воде набухают незначительно, слабопластичны и обладают небольшой липкостью.

Таблица 6.2

Зонно-физические свойства механических фракций почвообразующих пород (по В. В. Охотину и В. Г. Ткачуку)

Размер фракций, мм	Водные свойства					Физико-механические свойства			
	максимальная молекулярная влагоемкость, %	водопроницаемость, м/с	высота капиллярного поднятия воды, см	набухание, % от объема	пластичность, % от влажности		линейная усадка, % от объема	твердость, кПа (кг/см)	липкость, кПа (г/см ²)
					предел текучести	предел раскатывания в шнур			
3,0—2,0	0,2	0,5	0						
2,0—1,5	0,7	0,2	1,5—3,0						
1,5—1,0	0,8	0,12	4,5						
1,0—0,5	0,9	0,072	8,7						
0,5—0,25	1,0	0,056	20—27	0					
0,25—0,10	1,1	0,030	50	5					
0,10—0,05	2,2	0,005	91	6					
0,05—0,01	3,1	0,004	200	16					4119 (42)
0,01—0,005	15,9			105	40	28	172 (1,75)	5884 (60)	
0,005—0,001	31,0			160	48	30	3065 (31,25)	44718 (456)	
Менее 0,001				405	87	34	12258 (125,00)		
					Непластичные То же				

Илистые фракции имеют очень плохую водопроницаемость, способны удерживать большое количество влаги, но водоподъемная способность у них меньше, чем у пылеватых фракций; обладают большой пластичностью и липкостью. Во влажном состоянии ил сильно набухает, а при высыхании резко уменьшается в объеме, что вызывает образование трещин и разделение всей массы на отдельные куски большой твердости.

Таблица 6.3

Химический состав механических элементов светло-серой лесной почвы (по Н. А. Качинскому)

Размер частиц, мм	Содержание на прокаленную навеску, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	P ₂ O ₅
0,05—0,01	87,57	5,72	3,43	0,46	0,53	1,43	Следы
0,01—0,005	82,01	7,83	4,85	0,41	1,18	1,45	"
0,005—0,001	68,89	17,94	6,35	0,93	2,28	1,46	0,26
Менее 0,001	53,76	26,36	11,38	0,96	4,13	2,15	0,34

Таким образом, механические элементы в зависимости от размера обладают различными физическими свойствами. Свойства механических элементов претерпевают довольно резкие изменения на рубежах 0,01, 0,005 и 0,001 мм. Это позволило разделить все механические фракции на две большие группы: физический песок (>0,01 мм) и физическая глина (<0,01 мм).

Обладая различными физическими свойствами, отдельные механические фракции почв отличаются также по минералогическому и химическому составу.

Из табл. 6.3 видно, что в крупных фракциях преобладает окись кремния, с уменьшением размеров механических элементов возрастает содержание полуторных окислов, окислов кальция, магния, калия, фосфора. По химическому составу частицы размером менее 0,001 мм представляют наиболее ценную часть почв, так как в них сосредоточены основные запасы зольных элементов.

Поскольку различные фракции механических элементов имеют неодинаковые свойства, то, в зависимости от содержания фракций механических элементов, почвы также будут обладать различными свойствами. Все многообразные типы почв по механическому составу можно объединить в несколько групп с характерными для них физическими, физико-химическими и химическими свойствами.

В основу классификации почв по механическому составу положено соотношение содержания в почве физического песка и физической глины. В настоящее время в СССР широко распространена классификация механического состава почв и пород Н. А. Качинского (табл. 6.4).

По этой классификации основное название почвы определяется по содержанию физического песка и физической глины, а допол-

Таблица 6.4

**Классификация рыхлых пород и почв по механическому составу
(по Н. А. Качинскому)**

Почва	Содержание физической глины (частицы менее 0,01 мм), % от массы почвы		
	подзолистый тип почвообразования	степной тип почвообразования красноземы и желтоземы	солонцы и сильно солонцеватые
Песчаная			
рыхло-песчаная	0—5	0—5	0—5
связно-песчаная	5—10	5—10	5—10
Супесчаная	10—20	10—20	10—15
Суглинистая			
легкосуглинистая	20—30	20—30	15—20
среднесуглинистая	30—40	30—45	20—30
тяжелосуглинистая	40—50	45—60	30—40
Глинистая			
легкосуглинистая	50—65	60—75	40—50
среднесуглинистая	65—80	75—85	50—65
тяжелосуглинистая	Менее 80	Менее 85	Менее 65

Почва	Содержание физического песка (частицы более 0,01 мм), % от массы почвы		
	подзолистый тип почвообразования	степной тип почвообразования красноземы и желтоземы	солонцы и сильно солонцеватые
Песчаная			
рыхло-песчаная	100—95	100—95	100—95
связно-песчаная	95—90	95—90	95—90
Супесчаная	90—80	90—80	90—85
Суглинистая			
легкосуглинистая	80—70	80—70	85—80
среднесуглинистая	70—60	70—55	80—70
тяжелосуглинистая	60—50	55—40	70—60
Глинистая			
легкоглинистая	50—35	40—25	60—50
среднеглинистая	30—20	25—15	50—35
тяжелоглинистая	Менее 20	Менее 15	Менее 35

нительное — с учетом других преобладающих фракций: гравелистой (3—1 мм), песчаной (1—0,05 мм), крупно-пылевой (0,05—0,01 мм), пылевой (0,01—0,001 мм) и иловой (менее 0,001 мм). Например, дерново-подзолистая почва содержит физической глины 28,1 %, песка 37,0 %, крупной пыли 34,9 %, средней и мелкой пыли 16 % и ила 12,1 %. Основное название этой почвы по механическому составу — легкосуглинистая, дополнительное — крупно-пылеватопесчаная. Дополнительное, уточняющее

название дается по двум преобладающим фракциям, из которых большая по значению стоит в определении на последнем месте.

Механический состав определяет химические свойства почвы. Одним из важных свойств, связанных с механическим составом, является суммарная поверхность частиц, которая увеличивается с уменьшением их размера. По мере возрастания суммарной поверхности частиц увеличивается площадь соприкосновения их с почвенной влагой, воздухом, живыми организмами, возрастает поглотительная способность почв. Глинистые и суглинистые почвы обладают высокой поглотительной способностью. Поглощенные ими минеральные и органические соединения прочно удерживаются в почве и предохраняются от вымывания. У песчаных почв поглотительная способность низкая.

Механический состав определяет почти все физические и физико-механические свойства почв. Знание механического состава почв и материнских пород важно для практических целей, так как позволяет решать вопросы выбора сроков обработки почвы, внесения удобрений и др.

6.7. Физические и физико-механические свойства почвы

Общие физические свойства почвы. К их числу относят плотность почвы, плотность ее твердой фазы и пористость.

Почва, как физическое тело, состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Твердая фаза представлена минеральными и органическими веществами, жидкая — почвенным раствором, газообразная — почвенным воздухом.

Плотность твердой фазы (относительная плотность) — это отношение массы твердой фазы почвы к массе воды в том же объеме при температуре 4°C. Различные типы почв имеют неодинаковую плотность твердой фазы. Обычно для минеральных почв она колеблется в пределах 2,4—2,8 г/см³; бедные органическим веществом дерново-подзолистые почвы имеют плотность твердой фазы 2,6—2,7, черноземы обыкновенные — 2,4—2,7, торфяники — 1,4—1,8 г/см³.

Плотность почвы (объемная масса) — масса единицы объема абсолютно сухой почвы, взятой в естественном сложении, выраженная в г/см³. Плотность минеральных почв колеблется от 0,8 до 1,8 г/см³, целинных верховых болотных — от 0,04 до 0,08 г/см³, старопахотных низинных торфяно-болотных — от 0,2 до 0,3 г/см³; почвы с небольшим содержанием гумуса имеют плотность 1,3—1,6 г/см³, нижние почвенные горизонты плотного сложения — 1,6—1,8 г/см³. Плотность почвы зависит от минерального и механического состава, содержания органических веществ, структурности и сложения. После механической обработки почва имеет наименьшую плотность, а затем начинает уплотняться. По истечении определенного срока (разного для разных почв) плотность

достигает практически постоянного значения. Эту величину называют *равновесной плотностью*.

Пористость — суммарный объем всех пор и промежутков между частицами твердой фазы почвы. Она выражается в процентах от общего объема почвы по формуле

$$P_{\text{общ}} = \left(1 - \frac{d_v}{d}\right) 100,$$

где $P_{\text{общ}}$ — пористость, %, d_v — плотность почвы, г/см³, d — плотность твердой фазы почвы, г/см³.

Общую пористость определяют по разности между общим объемом почвы и объемом твердой фазы почвы.

В зависимости от размера пор различают капиллярную и некапиллярную пористости. *Капиллярная* пористость равна объему капиллярных промежутков почвы, *некапиллярная* — объему меж-агрегатных пор.

Сумма капиллярной и некапиллярной пористости составляет общую пористость.

Пористость почвы зависит от структурности, плотности, механического и минерального составов почвы.

С общей пористостью связаны воздухопроницаемость, водопроницаемость, воздухоемкость, газообмен между почвой и атмосферой. Об условиях водно-воздушного режима почв можно судить по капиллярной и некапиллярной пористости. По А. Г. Дояренко, наиболее благоприятные условия увлажнения и газообмена складываются в почвах при соотношении капиллярной и некапиллярной пористости 1 : 1.

Деление пористости на капиллярную и некапиллярную не охватывает всего многообразия форм пор в почве. Так, Н. А. Качинский подразделяет пористость на такие формы, как общая пористость; пористость агрегатов; межагрегатная пористость; капиллярная пористость; поры, заполненные прочносвязанной водой; поры, заполненные рыхлосвязанной водой; поры, занятые воздухом. Кроме того, он делит поры на активные и неактивные. В активных порах находится капиллярная и гравитационная вода, воздух и почвообитающие организмы. Неактивные поры (наиболее мелкие, от нескольких микрон до долей микрона) содержат прочно- и рыхлосвязанную воду.

Наиболее благоприятное в агрономическом понятии соотношение пористости наблюдается в черноземе: общая пористость 58—64 %, пористость отдельных агрегатов 38—40 %, поры, занятые воздухом, до 20—27 %, неактивные поры меньше 10 %.

Физико-механические свойства почвы. К наиболее важным из них относятся пластичность, липкость, твердость, связность, набухание, усадка и сопротивление при обработке.

Пластичность — способность влажной почвы изменять свою форму под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения действия этой силы неопределенно долго. Пластичность имеют только глинистые, суглинистые и частично

супесчаные почвы во влажном состоянии. В переувлажненном состоянии почвы обладают текучестью.

Пластичность характеризуется числом Аттерберга и разностью между значением влажности (% от массы абсолютно сухой почвы), при которой почва начинает течь (нижняя граница текучести), и наименьшим значением влажности, при которой почву можно раскатать в шнур (нижний предел пластичности). Эта разность называется числом пластичности. Чем оно больше, тем пластичнее почва.

При определенных навыках по пластичности влажной почвы можно определить ее механический состав в полевых условиях (рис. 6.1).

Пластичность зависит от механического состава, состава коллоидных фракций, состава поглощенных катионов и содержания гумуса. Песчаные почвы имеют число пластичности 0 (т. е. непластичны), супесчаные 0—7, суглинистые 7—17, глинистые более 17. При высоком содержании гумуса пластичность снижается.

Липкость — свойство влажной почвы прилипать к другим телам.

Липкость почвы обуславливает прилипание ее к рабочим органам почвообрабатывающих орудий, что ухудшает качество обработки и увеличивает тяговое сопротивление. По липкости определяется физическая спелость почвы (почва перестает прилипать к почвообрабатывающим орудиям и начинает крошиться на комки). Нижний предел влажности для физической спелости у разных почв неодинаков. Он зависит от механического состава почвы, гумусированности и количества поглощенных оснований. Быстрее других поспевают песчаные и супесчаные почвы. Более гумусированные почвы поспевают для обработки раньше, чем почвы с меньшим содержанием гумуса.

Твердость — сопротивление, которое оказывает почва проникновению в нее под давлением какого-либо тела. Высокая твердость — признак плохих физико-химических свойств почвы. Для обработки такой почвы требуются большие энергетические затраты. В твердую почву плохо проникает вода и воздух, что затрудняет прорастание семян и распространение корней и приводит к слабому развитию растений.

Наибольшей твердостью обладают почвы тяжелого механического состава, бесструктурные и малогумусные, а также почвы, содержащие в поглощенном состоянии сухой натрий.

Связность — способность почвы в сухом состоянии сопротивляться внешнему усилию (раздавливанию, сжатию, разрыву), стремящемуся разъединить почвенные частицы. Она зависит от механического состава, структуры, степени увлажнения и других факторов.

Наибольшей связностью обладают глинистые и особенно бесструктурные почвы, наименьшей — песчаные.

Набухание — это свойство почв увеличивать свой объем при увлажнении. Оно присуще мелкозернистым почвам, содержащим большое количество коллоидов, и объясняется связыванием тонкими частицами почвы молекул воды. Набухание выражают






Механический состав	Вид образца в плане после раскатывания
Шнур не образуется — песок	
Зачатки шнура — супесь	
Шнур дробится при раскатывании — легкий суглинок	
Шнур сплошной, кольцо при свертывании распадается — средний суглинок	
Шнур сплошной, кольцо с трещинами — тяжелый суглинок	
Шнур сплошной, кольцо цельное — глина	

Рис. 6.1. Мокрый способ определения механического состава почвы.

в объемных процентах по отношению к исходному объему по формуле

$$V_{\text{наб}} = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100,$$

где $V_{\text{наб}}$ — набухание исходного объема, %; V_1 — объем влажной почвы; V_2 — объем сухой почвы.

Набухание почвы может вызвать неблагоприятные изменения в поверхностном слое почвы, так как частицы почвы могут быть настолько разделены пленками воды, что это приведет к разрушению агрегатов.

Усадка — способность почвы уменьшать свой объем при высыхании и промерзании. Это свойство обратное набуханию, зависящее от тех же характеристик: от механического состава, первоначальной влажности и плотности. Усадку измеряют в объемных процентах по отношению к исходному объему по формуле

$$V_{yc} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100,$$

где V_{yc} — усадка от исходного объема, %; V_1 — объем влажной почвы; V_2 — объем сухой почвы.

При сильной усадке в почве образуются многочисленные трещины, происходит разрыв корней растений, усиливается физическое испарение влаги.

Удельное сопротивление — это усилие, затрачиваемое на подрезание пласта, его оборот и трение о рабочую поверхность. Удельным сопротивлением определяется сила тяги (P) при вспашке почвы: $P = Kab$, где K — удельное сопротивление; a — глубина пахоты, см; b — ширина захвата плуга, см. В зависимости от механического состава, физико-химических свойств и влажности удельное сопротивление почвы изменяется от 19,6 до 117,7 кПа (2,0—12,0 кг/см²).

Состояние почвы, при котором она хорошо обрабатывается с наименьшими затратами тяговых усилий, называется *физической спелостью*. Это состояние определяется содержанием влаги, в зависимости от типа почв, от 60 до 90 % их полной влагоемкости.

При обработке суглинистых и глинистых почв в спелом состоянии они легко крошатся на комки оптимального размера. При вспашке почвы в переувлажненном состоянии образуется сплошной пласт, разделявание которого при подсыхании сильно разрушает структуру почвы. Вспашка переувлажненной и пересохшей почвы ухудшает ее плодородие на несколько лет.

Физические и физико-механические свойства пахотных почв улучшаются при посеве многолетних трав, внесении удобрений (особенно органических), известковании кислых почв и гипсовании солонцеватых почв и солонцов, а также при улучшении структуры почв, правильной и своевременной обработке, создании мощного однородного пахотного горизонта и других агротехнических приемах.

6.8. Структура почвы и пути ее регулирования

Способность почвы распадаться на агрегаты называется *структурностью*, а совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава называется *почвенной структурой* (рис. 6.2).

Структура является важным свойством почв; она определяет ряд других свойств почвы и влияет на ее плодородие. В песчаных и супесчаных почвах механические элементы обычно находятся

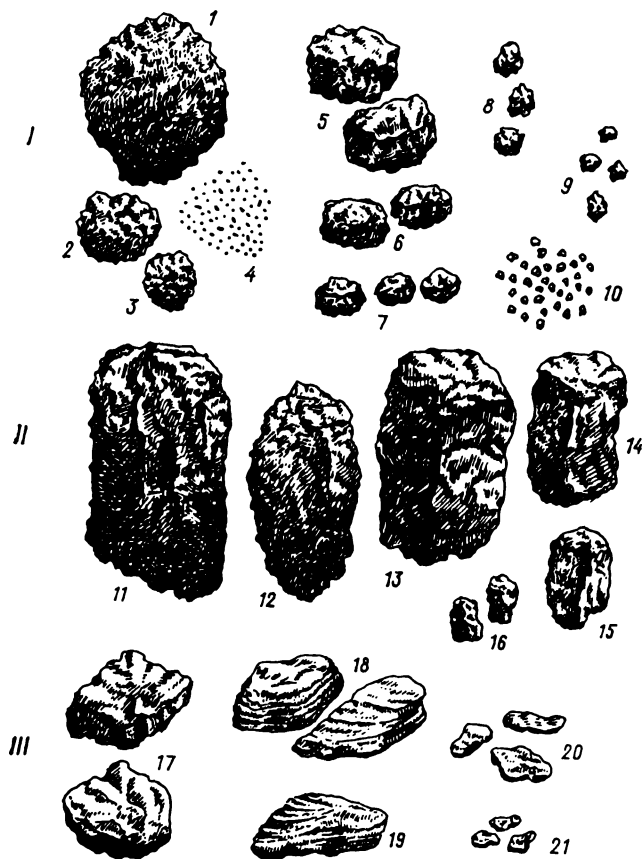


Рис. 6.2. Типичные структурные элементы почв (по С. А. Захарову).

I тип: 1 — крупнокомковатая, 2 — среднекомковатая, 3 — мелкокомковатая, 4 — пылеватая, 5 — крупноореховатая, 6 — ореховатая, 7 — мелкоореховатая, 8 — крупнозернистая, 9 — зернистая, 10 — порошистая. *II тип:* 11 — столбчатая, 12 — столбовидная, 13 — крупнопризматическая, 14 — призматическая, 15 — мелкопризматическая, 16 — тонкопризматическая. *III тип:* 17 — сланцеватая, 18 — пластинчатая, 19 — листовая, 20 — грубочешуйчатая, 21 — мелкочешуйчатая.

в раздельночастичном состоянии. Суглинистые и глинистые почвы могут быть структурными и бесструктурными или малоструктурными.

Качественная оценка структуры определяется ее размером, пористостью, механической прочностью и водопрочностью. Наибо-

лее агрономически ценными являются макроагрегаты размером 0,25—10 мм, обладающие высокой пористостью (более 45 %), механической прочностью и водопрочностью. Наряду с макроагрегатами благоприятное влияние на плодородие почв оказывают и микроагрегаты размером от 0,05 до 0,25 мм.

Почвы, обладающие водопрочной и механически прочной структурой не заплывают при сильном увлажнении и устойчивы к разрушению при механической обработке.

Важным свойством структуры почвы является ее пористость. В лучших черноземах пористость агрегатов достигает 50 % их объема, что обеспечивает благоприятные водно-воздушные свойства этих почв. Чем ниже пористость агрегатов, тем меньше в почве содержится продуктивной влаги и воздуха и тем хуже условия роста и развития растений. Поэтому почва с низкой пористостью агрегатов агрономически малоценна.

Агрономическое значение структуры состоит в том, что она положительно влияет на следующие свойства и режимы почв: пористость и плотность сложения (общие физические свойства); связность, удельное сопротивление при обработке и коркообразование (физико-механические свойства); противэрозионную устойчивость почв; а также на водный, воздушный, тепловой, окислительно-восстановительный, микробиологический и питательный режимы. При наличии агрономически ценной структуры почвы в ней создается благоприятное сочетание капиллярной и некапиллярной пористости. Между агрегатами преобладают некапиллярные поры, а внутри агрегатов — капиллярные. Некапиллярные поры (поры аэрации) имеются также и внутри комка.

Структурная почва по сравнению с бесструктурной имеет рыхлое сложение, меньшую плотность и большую пористость. Благодаря наличию некапиллярных пор структурная почва хорошо впитывает влагу, которая по мере движения рассасывается комками; промежутки между комками заполняются воздухом. Воздух содержится и в порах аэрации внутри комков. Потери воды от поверхностного стока незначительны, а наличие некапиллярных пор предохраняет почву от испарения влаги с поверхности. Следовательно, в структурной почве одновременно создаются условия обеспечения растений влагой и воздухом.

В бесструктурной почве механические элементы лежат плотно, поэтому в ней образуются в основном капиллярные поры. Вода поглощается медленно, значительная часть ее теряется за счет поверхностного стока. Сплошная капиллярная связь в толще почвы вызывает потери влаги от испарения. В такой почве нередко наблюдаются два крайних состояния увлажнения: избыточное или недостаточное. При избыточном увлажнении все промежутки заполнены водой, воздух отсутствует. В этих условиях развиваются анаэробные процессы, ведущие к потере азота в результате денитрификации, образуются вредные для растений закисные формы железа и марганца и закрепляется фосфор в труднорастворимых формах, что создает неблагоприятный питательный

режим. При недостаточном увлажнении в почве много воздуха, но растения испытывают недостаток в воде.

Рыхлое сложение структурной почвы способствует лучшему прорастанию семян и распространению корней растений. Бесструктурная почва после увлажнения заплывает, а при подсыхании уплотняется, образуя корку; в такой почве затруднено прорастание семян и распространение корней растений. Диапазон оптимальной влажности для обработки бесструктурной почвы значительно уже, чем для структурной.

Регулирование структуры почвы. Структура почвы при сельскохозяйственном использовании, если не применять необходимых мер, постепенно теряет свою водопрочность и разрушается. Управление процессами структурообразования позволяет поддерживать почву в необходимом структурном состоянии. Основными причинами утраты структуры являются: механическое разрушение, физико-химические и биологические процессы, происходящие в почве.

Механическое разрушение структуры почвы происходит вследствие обработки почвы, передвижения по ее поверхности машин и орудий, людей и животных. Важнейшими путями уменьшения механического разрушения является обработка почвы в спелом состоянии и сокращение количества обработок.

Физико-химические причины утраты структуры связаны с реакциями обмена внутри почвы кальция и магния на натрий и аммоний. При этом коллоиды (главным образом, гумусовые вещества), прочно цементирующие механические элементы в агрегаты, пептизируются при увлажнении, и структурные отдельности разрушаются. Поэтому приемы химической мелиорации почв (известкование, гипсование и др.) способствуют улучшению ее структуры.

Биологические причины разрушения структуры обусловлены разложением гумусовых веществ почвенными микроорганизмами. В результате потери гумуса — главного цементирующего вещества — структура почвы теряет водопрочность и разрушается. В лахотных почвах наряду с разрушением структуры происходит и ее создание; поэтому в зависимости от того, какие процессы будут преобладать, наблюдается уменьшение или увеличение содержания водопрочных агрегатов.

Восстановление и сохранение структуры почвы при ее сельскохозяйственном использовании осуществляется агротехническими методами и путем введения в почву искусственных структурообразователей.

К агротехническим методам улучшения структуры почв относятся: посев многолетних трав, обработка почвы в спелом состоянии, известкование кислых почв, гипсование солонцовых почв, внесение минеральных и особенно органических удобрений. Прочная структура образуется под воздействием как многолетних трав, так и однолетних культур: пшеницы, подсолнечника, кукурузы и др. Лен, картофель, овощные культуры, имеющие мало развитую

корневую систему, оказывают небольшое структурообразующее действие на почву.

Многолетние травы (особенно бобовые и их смеси со злаками) играют более важную роль в создании агрономически ценной структуры, чем однолетние культуры. Это объясняется тем, что многолетние травы образуют мощную и сильно разветвленную корневую систему. В их корневых остатках содержится значительное количество белков, углеводов и других соединений, благоприятных для жизнедеятельности микроорганизмов и образования гумусовых веществ. В корневых остатках однолетних культур к моменту их созревания содержится в основном клетчатка, мало пригодная для гумусообразования.

Искусственное структурирование почв осуществляется путем введения в них небольшого количества (0,001 % массы почвы) структурообразующих веществ, главным образом состоящих из производных акриловой, метакриловой и малеиновой кислот.

6.9. Водно-воздушные свойства почв

Вода, находящаяся в почве, вступает с ее твердой фазой в определенные взаимодействия, характер и направленность которых обуславливается как сорбционными (молекулярное притяжение), менисковыми (капиллярные явления), гравитационными (сила тяжести) силами, так и физическими свойствами почвы. Эти силы и определяют те важнейшие свойства почвы, которые существенно влияют на ее водный режим, накопление и рациональное использование влаги растениями.

Влажность почвы — это отношение содержащейся в почве воды к массе абсолютно сухой почвы, выраженное в процентах. Влажность почвы зависит от количества выпадающих осадков, интенсивности потребления воды растениями, температуры воздуха и других факторов.

При постепенном высыхании почвы наступает такое состояние, когда в ней остается лишь влага, прочно удерживаемая почвой и недоступная для растений. Эта степень увлажнения почвы называется *влажностью устойчивого завядания растений (ВЗ)*. Она может быть определена прямым методом в опытах с растениями; чаще ее определяют расчетным путем, умножая показатель максимальной гигроскопичности (МГ) на коэффициент 1,5. Влажность устойчивого завядания зависит от механического состава, плотности почвы, состава поглощенных катионов.

Границы значений влажности, характеризующей пределы появления различных категорий и форм почвенной влаги, называются *почвенно-гидролитическими константами*. Выделяются семь основных почвенно-гидролитических констант, которые выражают в процентах от массы или объема почвы.

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МAB) — наибольшее количество прочносвязанной воды, удерживаемое силами адсорбции; влага недоступна для растений.

Максимальная гигроскопичность (МГ) — наибольшее количество влаги, которое почва может сорбировать из воздуха, почти насыщенного паром (при относительной влажности воздуха более 94 %); влага недоступна растениям.

Почвенная влажность устойчивого завядания растений (ВЗ) — влажность почвы, при которой у растений появляются признаки завядания, не исчезающие при перемещении растений в атмосферу, насыщенную водяными парами; нижний предел доступности влаги для растений.

Влажность разрыва капиллярной связи (ВРК) — влажность почвы, находящаяся между наименьшей влагоемкостью (НВ) и почвенной влажностью устойчивого завядания растений (ВЗ), при которой подвижность подвешенной влаги в процессе иссушения резко уменьшается.

Наименьшая влагоемкость (НВ) — максимальное количество влаги, которое способна удержать почва в полевых условиях, при промачивании ее сверху, после стекания свободной (гравитационной) воды.

Капиллярная влагоемкость (КВ) — максимальное количество воды, которое удерживается в почве в капиллярноподпертом состоянии.

Полная влагоемкость, или полная водовместимость (ПВ) — количество воды, которое может содержаться в почве при заполнении водой всех ее пор.

Для развития растений наиболее благоприятна влажность почвы в интервале ВРК—НВ. В интервале НВ—ПВ водообмен ухудшается; такое увлажнение почвы является избыточным. При влажности почвы в интервале ВРК—ВЗ влага труднодоступна для растений.

Водопроницаемость — способность почвы впитывать и фильтровать воду. Она зависит от механического состава, состава перегноя и острокатурности почв.

Легкие песчаные почвы обладают высокой водопроницаемостью ввиду большого количества некапиллярных промежутков. Тяжелые и особенно сильно распыленные почвы отличаются слабой водопроницаемостью. Структурные почвы вследствие достаточно развитой межагрегатной и внутриагрегатной пористости хорошо впитывают и удерживают влагу.

Водоподъемная способность — свойство почвы поднимать воду по капиллярам. Она определяется диаметром капилляров и зависит от плотности сложения почвы, агрегатного и механического состава.

В песчаных почвах, где капиллярные промежутки широкие, высота капиллярного поднятия редко превышает 0,5—1,0 м, тогда как на глинистых почвах она может достигать 4—5 м. При высокой капиллярности растения обеспечиваются влагой даже при длительной засухе. Однако она приводит к непроизводительной потере воды за счет излишнего испарения, а при сильной минерализации воды — к засолению почвы.

Испаряющая способность — потеря почвой влаги в результате физического испарения. Тяжелые распыленные почвы, особенно при образовании на них корки, больше теряют влаги, чем песчаные. Испарение воды на структурных почвах резко уменьшается из-за разобшенности капилляров отдельных агрегатов. Почвы плотные или с глыбистой структурой пересыхают быстрее, чем рыхлые. Испарение влаги усиливается при сильном ветре, повышении температуры и понижении влажности воздуха.

Основные источники увлажнения почвы — осадки (полив) и грунтовые воды. Влага в почве постоянно движется: поглощается растениями, испаряется в атмосферу, перемещается в глубокие горизонты. Временами она аккумулируется в почве в результате конденсации паров воды, восходящих токов из глубоких горизонтов и других статей водного баланса.

Водный баланс выражается формулой

$$B_0 + O_c + B_r + B_k + B_{пр} + B_6 = E_{исп} + E_T + B_n + B_{п} + B_c + B_1,$$

где B_0 — начальный запас влаги, O_c — сумма осадков за период наблюдений, B_r — количество поступающей грунтовой влаги, B_k — конденсирующаяся из паров влага, $B_{пр}$ — поверхностный приток воды, B_6 — боковой приток почвенных и грунтовых вод, $E_{исп}$ — испарившаяся влага, E_T — расход влаги на транспирацию, B_n — инфильтрующаяся в грунт влага, $B_{п}$ — поверхностный сток, B_c — боковой внутрпочвенный сток, B_1 — запас влаги в почве в конце периода наблюдений.

Содержание влаги в каждом почвенном горизонте определяется по формуле:

$$V = a d_v H,$$

где V — запас воды в слое почвы, мм водного слоя, или $\text{м}^3/\text{га}$; a — влажность, %; d_v — плотность почвы, $\text{г}/\text{см}^3$; H — мощность горизонта, см.

В агрономической практике важно учитывать общий и полезный запас воды в почве.

Общий запас воды (ОЗВ) — суммарное количество влаги на заданную мощность почвы, выраженное в мм водного столба, или в $\text{м}^3/\text{га}$.

Полезный запас воды в почве (ПЗВ) — суммарное количество продуктивной, или доступной растениям, влаги в заданной толще почвогрунта. Чтобы рассчитать ПЗВ в почве нужно вычислить ОЗВ и запас труднодоступной влаги (ЗТВ). Последний рассчитывается аналогично общему запасу, но вместо запаса влаги по тем же горизонтам берут влажность устойчивого завядания растений (ВЗ).

Содержание полезной влаги в почве определяется разностью между ОЗВ и ЗТВ.

Оптимальный запас продуктивной влаги в метровом слое почвы в период вегетации находится в пределах 100—200 мм, а в пахотном слое — от 20 до 50 мм.

Воздушные свойства почвы и ее воздушный режим в значительной мере обусловлены ее пористостью. Благоприятная аэрация — необходимое условие нормального дыхания корней растений, высокой биологической активности почвы и образования окисленных форм минеральных соединений, наиболее доступных растениям. При недостатке воздуха в почве возникают восстановленные формы минеральных веществ, отрицательно влияющих на растения и почвенную микрофлору.

Важнейшими воздушными свойствами почвы являются воздухоемкость и воздухопроницаемость.

Воздухоемкость — объем пор, содержащих почвенный воздух при влажности, равной наименьшей влагоемкости почвы. Определяется размером некапиллярных, или межагрегатных пор. Объем воздуха, заключенный в порах, не занятых водой, называют *пористостью аэрации*. В бесструктурных почвах она невысокая и быстро снижается при их увлажнении. Структурные почвы вследствие хорошо развитых межагрегатных промежутков имеют большую пористость аэрации даже при сильном увлажнении. В культурных почвах содержание воздуха колеблется в пределах 8—36 % общего объема почвы.

Воздухопроницаемость — свойство почвы пропускать через себя воздух. Она является важным условием нормального газообмена между почвой и атмосферой.

Воздухопроницаемость хорошо выражена на легких, структурных и нормально увлажненных почвах. Тяжелые, бесструктурные и переувлажненные почвы слабовоздухопроницаемы. Нормальная воздухопроницаемость обеспечивается в почвах, где некапиллярная пористость составляет не менее 10—15 %.

6.10. Тепловые свойства почвы

Тепловой режим играет важную роль в почвообразовании, так как он влияет на интенсивность происходящих в почве биологических, химических, физических и биохимических процессов, на рост и развитие растений.

Основными тепловыми свойствами почвы являются теплопоглотительная способность, теплоемкость и теплопроводность.

Теплопоглотительная способность обеспечивает поглощение почвой лучистой энергии Солнца. О способности почв поглощать лучистую энергию судят по альбедо — числу, показывающему, какую часть лучистой энергии отражает данная поверхность. Альбедо выражается в процентах. Чем меньше альбедо, тем больше почва поглощает солнечной радиации.

Альбедо зависит от цвета почвы, ее структуры, влажности, ровности поверхности, типа и состояния растительного покрова.

Высокогумусированные почвы (черноземы) поглощают лучистой энергии на 10—15 % больше, чем малогумусированные (глинистые); влажные почвы на 5—11 % больше, чем сухие.

Теплоемкость — свойство почвы поглощать тепло. Различают удельную и объемную теплоемкость почв. *Удельная теплоемкость* — количество тепла в джоулях, затрачиваемое для нагревания 1 г сухой почвы на 1 °С [Дж/(г·°С)]. *Объемная теплоемкость* — количество тепла в джоулях, затрачиваемое на нагревание 1 см³ сухой почвы на 1 °С [Дж/(см³·°С)].

Теплоемкость зависит от минералогического и механического состава, а также от влажности почвы и содержания в ней органического вещества.

Удельная теплоемкость минеральных почв в сухом состоянии колеблется в сравнительно узких пределах. По мере увеличения влажности она возрастает. Поскольку глинистые почвы влагоемки, они медленно прогреваются, их называют «холодными». Легкие почвы (песчаные, супесчаные) прогреваются быстрее, их называют «теплыми». Гумусированные почвы более теплоемки. Теплоемкость рыхлых почв выше, чем плотных.

Теплопроводность — способность почвы проводить тепло. Она измеряется в Вт/(м·°С).

Тепло передается несколькими путями: конвекционно — через твердые частицы почвы, газ или жидкость; при контакте частиц между собой; путем излучения от частицы к частице.

Теплопроводность почвы зависит от химического и механического состава, влажности, содержания воздуха, плотности и температуры. В сухом состоянии почвы, богатые гумусом и обладающие высокой пористостью, очень плохо проводят тепло. Теплопроводность фракции крупнозернистого песка при одинаковой пористости и влажности в 2 раза превышает теплопроводность крупнопылеватой фракции. Влажные почвы более теплопроводны, чем сухие.

Основным показателем теплового состояния почвы является ее температура. Она имеет суточную и годовую периодичность.

Суточный ход температуры почвы характеризуется одним максимумом около 13 ч (местного времени) и минимумом в 4—5 ч (перед восходом солнца). Наибольшие колебания температуры почвы происходят на ее поверхности и в слое 0—1 см; на глубине 3—5 см они резко уменьшаются. На глубине 35—100 см суточные колебания не наблюдаются. Время максимума и минимума температуры на разной глубине наступает с некоторым запозданием, в среднем 2—3 ч на каждые 10 см глубины.

В годовом ходе максимум средней суточной температуры почвы наблюдается в июле—августе, минимум — в январе—феврале. Следовательно, в годовом ходе температуры почвы проявляются два периода с различной направленностью потока тепла. Летом тепло идет от верхних горизонтов к нижним, а зимой — наоборот. Годовые колебания температуры почвогрунта отмечаются на глубинах от 10 до 25 м. Ниже этих горизонтов температура постоянная.

Важным показателем теплового режима почвы служит средняя температура почвы в теплый период года на глубине 20 см под

естественным покровом. В холодный период года важным показателем является температура почвы на глубине залегания узла кущения озимой пшеницы.

Количественной характеристикой теплового режима является тепловой баланс почвы. Уравнение теплового баланса почвы представляет алгебраическое равенство различных потоков:

$$T_6 + T_k + T_T + T_n = 0,$$

где T_6 — радиационный баланс; T_k — турбулентный поток тепла, связанный с теплообменом между поверхностью почвы и воздухом; T_T — тепло, затрачиваемое на транспирацию влаги и ее физическое испарение; T_n — теплообмен между слоями почвы, или тепловой поток с одних глубин почвы к другим.

Кроме постоянных статей теплового баланса на температуру почвы влияет температура выпадающих осадков. Большой удельный вес в тепловом балансе принадлежит теплу, расходуемому на суммарное испарение (до 80 %).

Значения составляющих теплового баланса зависят от географического положения места, времени года и суток, метеорологических условий, типа почвы, рельефа, растительности и т. д.

Знание тепловых свойств почвы, ее теплового баланса и отдельных его составляющих позволяет использовать различные агротехнические приемы, существенно влияющие на тепловой режим почвы.

Все приемы активного влияния на тепловой режим почв делятся на агротехнические, агрометеорологические и агрометеорологические.

Агротехнические приемы наиболее доступны для активного воздействия на тепловой баланс почвы. Создание гребнистой поверхности способствует лучшему прогреванию почвы. Температура почвы на гребнистой поверхности на 3—5 °С выше, чем на ровных участках.

На тепловой режим почвы существенно влияет глубина основной и поверхностной обработки. При вспашке или культивации происходит нарушение однородности почвы по глубине — изменяется плотность, общая пористость и пористость аэрации. Это приводит к снижению теплопроводности и изменению теплоемкости почвы. Разность в температуре нагрева почвы с различной мощностью пахотного горизонта будет пропорциональна глубине обработки.

Прикатывание верхнего слоя почвы повышает теплопроводность уплотненного слоя. Этим приемом можно повысить температуру на 3—5 °С в 10-сантиметровом слое, залегающем ниже уплотненной прослойки.

Температуру почвы можно значительно изменить мульчированием (покрытием поверхности почвы различными материалами: полимерными пленками, торфом, соломой, опилками и др.). Черная мульча уменьшает отражательную способность почвы и способ-

ствует ее нагреву, белое покрытие может служить средством снижения избыточного нагревания почвы.

Накопление ровного и достаточно мощного слоя снега уменьшает глубину промерзания почвы, повышает ее температуру зимой и ускоряет оттаивание весной.

Агромелиоративные приемы оказывают на тепловой режим наиболее устойчивое влияние. Лесные полосы способствуют накоплению снега зимой, препятствуют стоку воды, изменяют скорость ветра в межполосном пространстве и тем самым благоприятно влияют на тепловой режим почвы.

Существенное влияние на тепловой режим почв оказывает также орошение и осушение. При орошении уменьшается количество отраженной почвой радиации, возрастает ее теплопроводность и теплоемкость.

Кроме того, повышению температуры почвы способствует применение больших доз органических удобрений.

Распространенным агрометеорологическим приемом является создание дымовых завес, снижающих излучение тепла из почвы и предохраняющих растения от заморозков. Неплохие результаты дает перемешивание более теплых верхних слоев воздуха с холодными нижними с помощью вертолетов.

6.11. Химия почв

6.11.1. почвенные коллоиды, их строение и свойства

Способность почвы поглощать жидкости, газы, солевые растворы и удерживать твердые частицы называется *поглотительной способностью почвы*. Она обуславливает удерживание почвой различных растворимых соединений, в том числе биологически важных для жизни растений и микроорганизмов элементов питания.

Решающее значение в явлениях поглотительной способности почв принадлежит тонкодисперсным частицам размером менее 0,2 мкм (0,0002 мм), так называемым *коллоидам*. При раздроблении (диспергировании) частиц нерастворимого вещества почвы резко возрастает их удельная поверхность. Так, у почвенных коллоидов удельная поверхность достигает 10—50 м² и более на 1 г вещества. Этим, в частности, и объясняется высокая активность почвенных коллоидов при поглощении и других физико-химических процессах, происходящих в почве.

По составу почвенные коллоиды делят на минеральные, органические и органоминеральные. *Минеральные коллоиды* представлены преимущественно вторичными минералами (гидроокисями железа, алюминия, кремния, а также тонкодисперсной фракцией первичных минералов (кварц, слюда)). *Органические коллоиды* состоят из различных перегнойных веществ и имеют высокую степень дисперсности. *Органоминеральные коллоиды* возникают при взаимодействии перегнойных веществ со вторичными минералами.

Всю совокупность коллоидов, обуславливающих поглонительную способность почв, называют *почвенным поглощающим комплексом*.

Высокая дисперсность и большая поверхностная энергия коллоидов обуславливают их определенное строение. Отдельная структурная единица коллоида называется *коллоидной мицеллой* (рис. 6.3). Внутри нее находится ядро — агрегаты недиссоцииро-

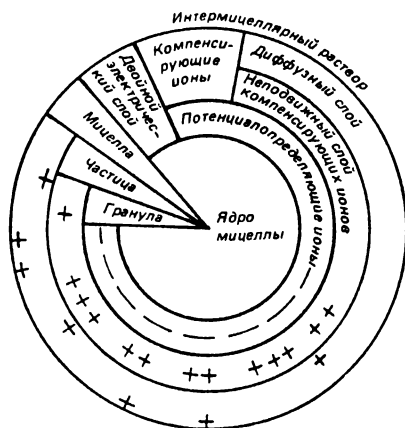


Рис. 6.3. Схема строения коллоидной мицеллы (по Горбунову).

ванных молекул основного вещества. Вокруг ядра расположен внутренний слой ионов, который называют *слоем потенциалопределяющих ионов*. Эти ионы, несущие электрический заряд, прочно удерживаются ядром и не могут быть отдиссоциированы. Ядро со слоем потенциалопределяющих ионов называют *гранулой*. К поверхности ее примыкает неподвижный слой компенсирующих ионов (противоионов), который прочно удерживается электростатическими силами. Этот слой, имеющий противоположный по знаку и обычно меньший по величине заряд, чем слой потенциалопределяющих ионов, вместе с гранулой образует коллоидную частицу. Коллоидную частицу окружает внешний слой компенсирующих ионов, который образует диффузный слой. Диффузный слой вместе с коллоидной частицей образует мицеллу. Заряд коллоидной мицеллы определяют ионы, находящиеся у поверхности ядра.

Между неподвижным слоем жидкости, примыкающим к ядру частицы, и диффузным слоем возникает разность потенциалов, называемая *электрокинетическим потенциалом*, или *дзета-потенциалом*.

Коллоиды подразделяют на *ацидоиды*, имеющие отрицательный заряд, и *базоиды*, заряд которых положительный.

Большинство почвенных коллоидов являются ацидоидами. К ним относятся гумусовые кислоты, глинистые минералы и кремнекислота в свободном состоянии. Они содержат в диффузном слое различные катионы и способны отдиссоциировать в раствор ионы H^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и др.

Базоиды в почве представлены преимущественно гидратами окиси алюминия, железа и белковыми веществами. Они способны отдиссоциировать в раствор анионы OH^- и содержат в диффузном слое различные анионы (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} и др.).

Некоторые коллоиды при изменении реакции среды меняют знак заряда. Такие коллоиды называют *амфолитоидами*. Свойствами амфолитоидов обладают многие базоиды.

Почвенные коллоиды, как и ионы растворимых веществ, могут гидратироваться, удерживая вокруг себя слои ориентированных молекул воды. Эта водная оболочка предохраняет коллоиды от слипания, придает устойчивость их растворам.

Способность к гидратации у разных коллоидов выражена неодинаково. Органические коллоиды, в том числе и гумусовые кислоты, как правило, сильно гидратируются и набухают в воде. Они называются *гидрофильными*. Многие минеральные коллоиды слабо набухают в воде, способны быстро выпасть в осадок. Они называются *гидрофобными*.

Коллоиды могут находиться в почве в форме коллоидного раствора (золь) или хлопьевидного осадка (гель). Состояние золь коллоиды сохраняют, в частности, при высокой степени гидратации или при наличии у них электрического заряда. При определенных условиях коллоидные частицы могут потерять водную оболочку или заряд, тогда первоначальная степень их дисперсности нарушается и они свертываются. Процесс агрегации коллоидов с образованием аморфного осадка называется *коагуляцией*.

Коагуляция почвенных коллоидов происходит при их «старении», обезвоживании (иссушении, вымораживании) и взаимном притяжении разноименно заряженных частиц. Однако наибольшее коагулирующее влияние на коллоиды оказывают электролиты (растворы кислот, щелочей, солей). Различают коагуляцию необратимую и обратимую. При обратимой коагуляции образовавшийся гель в определенных условиях способен вновь диспергироваться и перейти в коллоидный раствор. Этот процесс, противоположный коагуляции, называется *пептизацией*. Обратимая коагуляция может наблюдаться, когда осаждение коллоидов происходит при участии одновалентных катионов (Na^+ , K^+ , H^+ , NH_4^+ , Li^+). В данном случае удаление из почвы избытка этих катионов сопровождается диспергированием почвенных коллоидов. Следовательно, процесс коагуляции почвенных коллоидов под воздействием одновалентных катионов обратим и не может обеспечить создания водопрочной структуры почвы. Необратимая коагуляция происходит только под влиянием двухвалентных (Ca^{2+} , Mg^{2+}) и трехвалентных (Al^{3+} , Fe^{3+}) катионов.

Пептизация почвенных коллоидов приводит к разрушению структуры почвы, обеднению ее гумусом и коллоидами.

6.11.2. почвенный раствор, его состав и свойства

Находящаяся в почве влага представляет собой сложный раствор, состав и концентрация которого зависят от многих факторов.

Эта влага получила название *почвенного раствора*. Он служит основным источником обеспечения растений не только водой, но и элементами минерального питания.

Минеральные соединения в почвенном растворе представлены преимущественно катионами H^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} и Al^{3+} и анионами HCO_3^- , CO_3^{2-} , NO_3^- , $H_2PO_4^-$, PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , Cl^- и SO_4^{2-} . К органическим веществам почвенного раствора относятся гумусовые кислоты и их соли, органические кислоты, аминокислоты, сахара и спирты.

Состав веществ в почвенном растворе обуславливает его осмотическое давление, которое быстро возрастает с повышением концентрации растворенных соединений. Осмотическое давление почвенного раствора у различных почв неодинаково и колеблется от 1—3 до 10—20 атм. Нормальное потребление растениями влаги и питательных веществ происходит только при условии, когда осмотическое давление почвенного раствора ниже осмотического давления клеточного сока корневой системы возделываемых культур. У большинства культурных растений осмотическое давление клеточного сока находится в пределах 1—3 атм, а у некоторых достигает 5—8 атм. Если осмотическое давление почвенного раствора выше, чем в клеточном соке, то поступление воды и элементов питания в растение прекращается.

В зависимости от концентрации почвенного раствора почвы подразделяют на *незасоленные* и *засоленные*. Если концентрация почвенного раствора не превышает нескольких граммов на 1 л при содержании легкорастворимых солей менее 0,25 %, такие почвы относят к незасоленным.

В засоленных почвах концентрация почвенного раствора может достигать нескольких десятков граммов на 1 л и более. Из минеральных соединений в таких почвах преобладают хлориды и сульфаты Na , Ca , Mg , а также соли Na_2CO_3 и $NaHCO_3$. Возделывание на этих почвах сельскохозяйственных культур невозможно без предварительного проведения специальных мелиоративных мероприятий.

Важное свойство почвенного раствора — его реакция. Она зависит от содержания в растворе свободных ионов водорода (H^+) и гидроксила (OH^-). В свою очередь концентрация этих ионов зависит от содержания в растворе органических и минеральных кислот, оснований, кислых и основных солей, а также от степени диссоциации этих соединений.

Реакцию почвенного раствора принято характеризовать величиной pH , представляющей отрицательный логарифм концентрации водородных ионов. Если $pH=7$, то реакция почвенного раствора нейтральная. Величина $pH<7$ означает кислотность раствора, а $pH>7$ — щелочность.

Реакция почвенного раствора, характеризующая активную кислотность или щелочность, является важным свойством почвы, влияющим на развитие растений и микроорганизмов.

Так, если люпин развивается при рН 4—5, то кукуруза и пшеница при рН 6—7, а люцерна — при рН 7—8. В почвах с кислой реакцией стимулируется деятельность грибов, а с нейтральной и слабощелочной — бактерий.

Реакция раствора в различных почвах изменяется от сильнокислой (верховые болота, подзолистые почвы) до сильнощелочной (содовые солонцы). Многие почвы (черноземы, каштановые и др.) характеризуются реакцией, близкой к нейтральной.

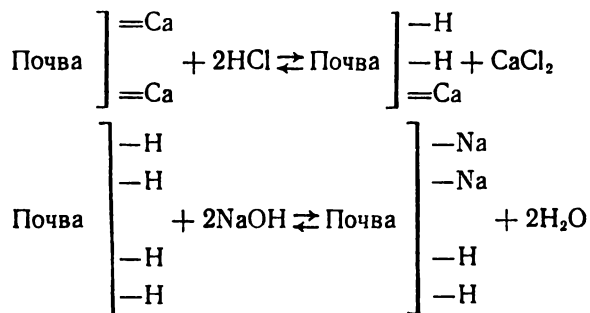
Нормальное развитие растений и микроорганизмов зависит от устойчивости реакции почвенного раствора, отсутствия резких колебаний в сторону кислотности или щелочности.

Способность почвы или ее раствора противостоять изменению реакции называется *буферностью*. В разных почвах она неодинакова. Буферность раствора по сравнению с буферностью почвы обычно невелика, что указывает на большую роль твердой фазы.

Буферность почвенного раствора обусловлена наличием в нем *буферных систем*, представляющих собой смесь слабых кислот и их солей. Большое значение во многих почвах имеет система $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Буферные свойства этой и подобных систем проявляются в том, что слабые кислоты обладают очень низкой степенью диссоциации молекул, тогда как их соли сильно диссоциированы. Если в такую буферную систему поступает сильная кислота, например HCl , то введенные в раствор в большом количестве свободные водородные ионы, взаимодействуя с анионом HCO_3^- , связываются в слабодиссоциированную угольную кислоту, и подкисления не происходит или оно незначительно.

Буферное действие оказывают и фосфаты почвенного раствора, если они находятся в нескольких степенях замещения (монофосфат и дифосфат). В сильнокислых почвах буферность проявляют органические кислоты и их кальциевые или аммонийные соли.

Буферность твердой фазы почвы определяется ее коллоидной частью и составом обменных оснований. При появлении в почвенном растворе кислот или щелочей они нейтрализуются в результате обменных реакций с почвенными коллоидами по схеме:



Количество кислоты или щелочи, которое способна нейтрализовать та или иная почва, зависит от емкости поглощения, т. е. от

количества и качества коллоидов. Чем больше емкость поглощения, тем сильнее буферность почвы. Поскольку емкость поглощения зависит от механического состава и гумусности, то наибольшей буферностью обладают почвы тяжелые, высокогумусные, а наименьшей — песчаные и малогумусные. Почвы, не насыщенные основаниями (подзолистые, красноземы), будут буферить в сторону щелочности, но сравнительно легко подкислятся. Почвы, насыщенные основаниями, буферят в сторону кислотности, но легче подщелачиваются. Это очень важно учитывать при разработке систем удобрения, применяя для кислых почв физиологически щелочные удобрения, а для нейтральных и щелочных почв — физиологически кислые.

6.11.3. ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ И ЕЕ ВИДЫ

Поглотительная способность почв обусловлена физическими свойствами и химическим составом почвенного поглощающего комплекса (ППК), а также рядом протекающих в почве процессов. Выделяют следующие формы поглотительной способности почв: биологическую, механическую, физическую, химическую и физико-химическую (К. К. Гедройц).

Биологическое поглощение — способность почвенных микроорганизмов и растений усваивать из почвы и воздуха различные вещества и переводить их в органические соединения своего тела. Благодаря биологическому поглощению в почве аккумулируются элементы зольной и азотной пищи. Она обогащается органическим веществом.

Механическое поглощение обусловлено наличием в почве тонких пор, которые способны задерживать взвешенные в воде частицы. Почвы тяжелые, богатые гумусом, или плотные лучше задерживают взмученные частицы, чем почвы песчаные, содержащие мало органического вещества, или рыхлые.

В основе физического поглощения лежит свойство почвенных частиц, обладающих свободной поверхностной энергией, адсорбировать на поверхности различные вещества (газы, пары и растворенные соединения). Почва адсорбирует многие вещества в виде молекул, этот вид поглощения называют *молекулярной, или аполярной, адсорбцией*. Физическое поглощение почвы зависит от количества в ней коллоидов, илистой и пылевой фракций.

Химическое поглощение связано с тем, что находящиеся в почвенном растворе вещества могут химически взаимодействовать друг с другом или с твердой фазой почвы. В результате образуются труднорастворимые или нерастворимые в воде соединения, которые, выпадая в осадок, закрепляются в почве. Такое явление наблюдается при внесении в почву суперфосфата $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Химическое поглощение ионов фосфорной кислоты почвами возрастает в следующем ряду:

черноземы < сероземы < дерново-подзолистые < красноземы.

Физико-химическое, или обменное, поглощение — способность почвы поглощать из раствора ионы различных

диссоциированных веществ. Поскольку в почве преобладают отрицательно заряженные коллоидные частицы, она будет поглощать из раствора преимущественно катионы. Однако в почве находится немного и положительно заряженных коллоидов, которые определяют ее способность поглощать, хотя и в незначительном количестве, из раствора различные анионы.

Поглощаемые катионы входят в компенсирующий слой ионов и прочно удерживаются на поверхности коллоидных частиц. Одновременно в раствор из почвы выделяются другие катионы. Отсюда этот вид поглощения получил название обменной поглотительной способности.

Сумма катионов, входящих в почвенный поглощающий комплекс и способных к обмену, называется *емкостью поглощения*. Она выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы (мг-экв на 100 г). Емкость поглощения у различных почв неодинакова и зависит от состава и свойств коллоидов. В легких почвах она составляет 5—10 мг-экв, а в черноземах может достигать 50—70 мг-экв.

По составу поглощенных катионов почвы подразделяют на насыщенные и ненасыщенные основаниями. К насыщенным основаниями относятся почвы, в поглощающем комплексе которых преобладают ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} и отсутствуют ионы H^+ и Al^{3+} . К ненасыщенным основаниями относят почвы, которые в поглощенном состоянии наряду с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} содержат ионы H^+ и Al^{3+} (подзолистые, дерново-подзолистые, красноземы).

Глава 7. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОЧВ СССР И ИХ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

7.1. Понятие о классификации и закономерностях распределения почв

Классификация. На территории СССР встречается большое разнообразие почв, познание и рациональное использование которых невозможно без их научно-обоснованной классификации. Задачей классификации является объединение почв в таксономические группы по их строению, составу, свойствам, происхождению и плодородию.

Первая научная классификация почв была разработана В. В. Докучаевым (1886). Он рассматривал почву как особое природное тело, свойства которого определяются совокупностью условий происхождения или генезиса.

Основной таксономической единицей современной классификации почв является генетический почвенный тип, объединяющий большую группу почв, характеризующихся однотипностью процессов поступления органических веществ и их превращения;

однотипным комплексом процессов разложения минеральной массы и синтеза минеральных и органо-минеральных новообразований; сходным характером миграции и аккумуляции веществ; однотипным строением почвенного профиля; единой направленностью мероприятий по повышению и поддержанию плодородия и однотипностью почвенных режимов.

Каждый почвенный тип подразделяется на более мелкие таксономические единицы: подтип, род, вид, разновидность и разряд.

Почвенные зоны. Распространение почв на земном шаре подчиняется закону горизонтальной, или широтной, зональности. Сущность закона, сформулированного В. В. Докучаевым, состоит в том, что зональность совокупности факторов почвообразования влечет за собой и зональное расположение почв на материках земного шара. При движении с севера на юг типы почв сменяются в такой последовательности: арктические и тундровые, подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные, каштановые, бурые, пустынно-степные, сероземы, красноземы.

По современным представлениям в почвенном покрове могут быть выделены широтные *почвенно-климатические пояса*, объединенные сходством радиационных и термических условий климата (полярный, бореальный, суббореальный, субтропический, тропический). Для каждого пояса характерен большой ряд типов почв, которые не встречаются в других поясах. Эти типы имеют сходные термо-энергетические режимы почвообразования.

Почвенно-климатические пояса подразделяются на *почвенно-биоклиматические области*, объединенные сходством режимов увлажнения почвы и типов растительного покрова. Различают следующие области: влажные (экстрагумидные и гумидные) с лесным, таежным или тундровым растительным покровом; переходные (субгумидные или субаридные) со степным, лесостепным и саванным растительным покровом и сухие (аридные и экстрааридные) с полупустынным и пустынным растительным покровом.

Внутри почвенных зон на переходах к соседним зонам выделяются почвенные подзоны, кроме того, в почвенных зонах обособляются почвенные фации и провинции.

Почвенная подзона — часть почвенной зоны, на которой в основном распространен определенный подтип почв.

Почвенная фация — часть почвенной зоны, существенно отличающаяся от других ее частей по температурному режиму почв и сезонному ходу увлажнения.

Почвенная провинция — часть почвенной фации, выделяемая по тем же признакам, что и фация, но при более детальном подходе. Почвенные провинции разделяются на почвенные округа и районы.

Однако даже в пределах почвенных провинций могут встречаться почвенные типы, не свойственные данной зоне. Такие почвенные образования получили название *почвенных комплексов*. Некоторые почвенные типы не образуют самостоятельных почвенных зон, а встречаются среди других почв. Эти типы почв назы-

ваются *интразональными*. К ним относятся болотные и дерново-аллювиальные пойменные почвы, а также солончаки, солонцы и солоды. Горные системы нарушают широтную зональность, как бы перенося в южные пояса более северные зоны, которые располагаются в вертикальном направлении и сменяют друг друга с высотой. Однако вертикальные почвенные зоны не являются простым повторением широтных почвенных зон. Одним из отличительных признаков горных почв является их скелетность-каменистость, или щебнистость. Мощность горных почв с высотой обычно уменьшается, а степень каменистости возрастает.

Вследствие того что смена природных условий в вертикальном направлении происходит на гораздо более коротком протяжении, чем на равнинах, вертикальные почвенные зоны как бы сжаты, а отдельные из них по тем или иным причинам выпадают. Закономерности расположения вертикальных почвенных зон нарушаются прежде всего вследствие изменения характера рельефа, экспозиции склонов и других причин.

Специфические черты почвообразовательного процесса в условиях горной местности порой приводят к формированию почв, аналогии которых отсутствуют на равнинах. Типичным примером служат почвы горно-лугового альпийского пояса.

7.2. Почвы арктической и тундровой зон

Арктическая зона включает северные острова Ледовитого океана и северную оконечность п-ва Таймыр.

Тундровая зона простирается от северо-западной окраины Кольского п-ва до Берингова пролива и граничит на юге с таежно-лесной зоной. Она разделяется на подзоны арктической типичной и южной тундры (включая лесотундру), в пределах которой можно выделить четыре провинции: Кольская, Канинско-Печорская, Северо-Сибирская и Чукотско-Анадырская.

Общая площадь арктической и тундровой зон около 180 млн га, или 8,1 % территории СССР. Кроме того, в горных областях выделяют горно-тундровые почвы, занимающие более 160 млн га.

Климат арктической зоны суровый — холодный и слабовлажный. Средняя температура самого теплого месяца (июля) составляет 1—2 °С. Годовое количество осадков колеблется от 130 до 200 мм, в основном осадки выпадают в виде снега. Относительная влажность воздуха около 90 %. Продолжительность теплого периода в среднем составляет 2 мес., безморозный период отсутствует.

Почвогрунты находятся в мерзлом состоянии. В течение прохладного короткого лета (2—2,5 мес.) они оттаивают на глубину 30—50 см.

По климатическим условиям тундровая зона в отличие от арктической больше обеспечена теплом. Средняя годовая температура воздуха в тундровой зоне колеблется от —0,2 °С на Кольском п-ве

до -16°C в Сибири. Годовое количество осадков, максимум которых приходится на лето, составляет 300—400 мм в западной части тундры и 150 мм в восточной. За лето поверхностный слой почвы оттаивает на 0,7—1,5 м, ниже расположена вечная мерзлота.

Для арктической и тундровой зон характерен равнинный рельеф с небольшими буграми и замкнутыми понижениями, часто заполненными водой. Почвообразующими породами являются главным образом продукты ледникового происхождения.

Растительность севера скудна и однообразна. В арктической зоне растительный покров сильно изрежен — отдельные растения, куртины, отстоят далеко друг от друга. Здесь произрастают мхи, кустарники, некоторые виды злаков, лишайники. В тундре по долинам рек встречаются леса.

По характеру растительности зону тундры и ее подзоны подразделяют на мохово-лишайниковую тундру (северная подзона), кустарниковую тундру и лесотундру (южная подзона).

Почвообразовательный процесс в рассматриваемых зонах определяется рядом особенностей, обусловленных низкими температурами, переувлажнением почв и наличием слоя вечной мерзлоты.

Почвы отличаются следующими морфологическими особенностями — это наличие поверхностной торфяной подстилки и четко выраженного глеевого горизонта; малая мощность почвенного профиля и слабая его дифференциация; деформация почвенного профиля, вызванная перемещением насыщенных влагой почвогрунтов при оттаивании и замерзании.

В тундре наиболее широко распространены тундровые глеевые почвы. В зависимости от условий формирования они подразделяются на четыре подтипа: тундровые слабogleевые гумусные, тундровые глеевые перегнойные, тундровые глеевые торфянистые, тундровые глеевые оподзоленные.

Тундровые слабogleевые гумусные почвы распространены в Северо-Сибирской провинции. Общая мощность почвенного профиля 40—60 см.

Тундровые глеевые перегнойные почвы распространены в Европейской провинции и на более увлажненных участках Северо-Сибирской провинции. Общая мощность почвенного профиля 60—80 см.

Тундровые глеевые торфянистые почвы приурочены к подзонам типичной и кустарниковой тундры и лесотундры Европейской и Чукотско-Анадырской провинций. Мощность почвенного профиля 60—100 см.

Тундровые глеевые оподзоленные почвы распространены в южной тундре (включая и лесотундру) наиболее влажных провинций — Европейской и Чукотско-Анадырской. Общая мощность почвенного профиля обычно превышает 1 м. Реакция почвы кислая или сильнокислая.

Болотные почвы тундры представлены переходными торфяниками различной мощности, а также болотными низинными торфянисто- и торфяно-глеевыми почвами.

Условия почвообразования тундровых почв определяют их физические и химические свойства. Содержание гумуса в тундровых почвах невелико — около 1—3 %. Преобладание в составе гумуса водорастворимых фульвокислот придает верхним горизонтам кислую реакцию (рН солевой вытяжки 3,1—6,0). Степень насыщенности основаниями составляет 20—70 %, а емкость поглощения не превышает 5—20 мг-экв на 100 г почвы, что объясняется низким содержанием перегноя. Поскольку процессы выщелачивания отсутствуют, то в тундровых почвах отмечается значительное накопление полуторных окислов алюминия (Al), железа (Fe) и марганца (Mn).

7.3. Почвы таежно-лесной зоны

Таежно-лесная зона расположена между тундровой и лесостепной зонами. Широкой полосой она простирается от западных границ СССР на восток до побережья Охотского моря. Общая площадь зоны 1150 млн га, или около 52 % территории СССР; из них 65 % занято равнинами и 35 % — горами.

Климат таежно-лесной зоны умеренно холодный и влажный, на востоке континентальный, а в западной части более мягкий. Средняя годовая температура воздуха изменяется от 4 °С на Европейской части СССР до 10—16 °С в Восточной Сибири. Продолжительность периода с температурой выше 5 °С уменьшается с запада на восток от 180 до 120 дней. Среднее годовое количество осадков в этом же направлении уменьшается от 600—700 до 200—300 мм; максимум осадков приходится на теплый период года. Испарение достигает 70—90 % количества выпавших осадков.

Рельеф на европейской части равнинный с многочисленными грядами и холмами моренно-ледникового происхождения. В азиатской части огромная территория занята Западно-Сибирской равниной, которая к востоку сменяется обширной системой горных цепей.

Почвообразующие породы имеют различное происхождение и различаются как по генезису, так и по минералогическому составу. На европейской части страны и Западно-Сибирской равнине они представлены преимущественно бескарбонатными и реже карбонатными отложениями ледникового происхождения. К востоку почвообразование идет в основном на элювии и делювии коренных пород.

Растительность таежно-лесной зоны представлена лесной, луговой и болотной формациями. Луга вкраплены в лесные массивы отдельными пятнами, постепенно расширяющимися к югу, тогда как площадь болот в этом же направлении значительно сокращается.

Почвообразовательный процесс на территории таежно-лесной зоны характеризуется большим разнообразием. В пределах зоны в направлении с севера на юг можно выделить три подзоны — это

северная, средняя и южная тайга. В направлении с запада на восток выделяются четыре фации: теплая (западно-европейская), умеренная (восточно-европейская), холодная (западно-среднесибирская) и длительномерзлотная (восточно-сибирская).

Почвенный покров таежно-лесной зоны формируется главным образом в результате трех основных почвообразовательных процессов: подзолистого, дернового и болотного, каждый из которых протекает в чистом виде или накладывается один на другой.

Подзолистый почвообразовательный процесс идет под лесной растительностью. Непременное условие его развития — наличие медленно разлагающейся лесной подстилки и промывной тип водного режима, обуславливающий вынос продуктов разложения с нисходящим током воды. В чистом виде подзолистый процесс развивается под пологом сомкнутого хвойно-мохового леса.

Особенностью подзолистого процесса почвообразования является распад минеральной части почвы под воздействием кислот, которые образуются в процессе разложения, и вынос продуктов разложения из верхней части почвенного профиля вниз.

Основная морфологическая особенность подзолистых почв — резкая дифференциация на генетические горизонты их профиля, который имеет следующее строение:

- A_0 — лесная подстилка мощностью 2—6 см;
- A_0A_1 — грубогумусный перегнойный горизонт, обычно выражен слабо (мощностью до 3 см), иногда отсутствует;
- A_2 — подзолистый, или элювиальный, горизонт белесого цвета с сероватым оттенком, пластинчатой структуры, мощностью до 5—10 см и более;
- B — иллювиальный горизонт бурой окраски, уплотненный, призматической структуры, развит в пределах метровой толщи;
- C — материнская горная порода, мало затронутая почвообразовательным процессом.

Подзолистые почвы можно разделить на три подтипа: глееподзолистый, подзолистый и дерново-подзолистый. Для последнего характерны торфяная подстилка и оглееие верхней части профиля, вызванное систематическим переувлажнением почв. По степени выраженности подзолообразовательного процесса эти почвы подразделяют на виды: слабоподзолистые — мощность подзолистого горизонта не более 5 см, среднеподзолистые — мощность 5—15 см, сильноподзолистые — от 15—25 см и подзолы — более 25 см.

Подзолистые почвы обладают плохими агрохимическими свойствами. Содержание гумуса в перегнойном горизонте не превышает 1—2 %. Верхние горизонты обеднены зольными элементами (P_2O_5 — 0,03 0,09 %, K_2O — 1,5—2 %), полуторными окислами алюминия и железа и коллоидной фракцией (рН водной вытяжки 4—5,5), насыщенность основаниями слабая (20—40 %) при низкой емкости поглощения (6—12 мг-экв на 100 г почвы). Физические свойства подзолистых почв не обеспечивают нормальных усло-

вий для роста и развития растений. Общая пористость у них не более 40—45 %, а пористость аэрации редко достигает 10—20 %. Эти почвы бесструктурны, слабоводопроницаемы, так как нижние горизонты сильно уплотнены (1,35—1,55 г/см³).

Дерновый процесс интенсивно развивается под луговой травянистой растительностью на любых породах. В ряде случаев на карбонатных породах дерновый процесс может протекать и под травянистым и мохо-травянистым лесом. Особенностью данного почвообразовательного процесса является накопление гумуса, питательных веществ и создание водопрочной структуры в верхнем горизонте почвы.

Профиль дерновой почвы имеет следующее строение:

A₀ — дернина или лесная подстилка мощностью не более 2—5 см;

A₁ — гумусовый или перегнойно-аккумулятивный горизонт темно-серого цвета, зернисто-ореховатой структуры, мощностью 10—20 см и более;

B — переходный горизонт буро-коричневой окраски, комковатой структуры;

C — материнская горная порода, часто имеет щебнистые включения карбонатов.

В верхней части дерновых почв выделяется дерновый (гумусовый) горизонт, мощность которого может составлять 10—15 см и более.

Дерновые почвы разделяют по характеру почвообразующих пород на три типа: дерново-карбонатные, литогенные и дерново-глеевые.

Дерново-карбонатные почвы развиваются на выходах карбонатных пород. По степени выраженности дернового процесса эти почвы подразделяют на маломощные — мощность дернового горизонта не превышает 15 см, среднемощные — дерновый горизонт 15—25 см, мощные — дерновый горизонт 25—35 см и глубокодерновые — мощность горизонта более 35 см. Дерновые почвы обладают высоким естественным плодородием. Характеризуются повышенным содержанием гумуса (5—22 %), близкой к нейтральной реакцией гумусового слоя. Водопрочная зернисто-комковатая структура обеспечивает хорошие водно-физические свойства почв.

Дерновые литогенные почвы формируются на породах, которые содержат значительное количество силикатных форм кальция и магния, кроме того, на элювиальных породах, богатых железом. Содержание гумуса в почвах сильно колеблется, от 2 до 9 %; с глубиной оно резко уменьшается. Реакция гумусового слоя близка к нейтральной.

Дерново-глеевые почвы развиваются при участии сильноминерализованных, богатых кальцием грунтовых вод. Они отличаются высоким содержанием гумуса (10—15 %), большой емкостью поглощения (30—40 мг-экв на 100 г почвы), высокой насыщенностью основаниями, нейтральной или слабокислой реак-

цией. Вследствие близкого залегания грунтовых вод почвы имеют неблагоприятный водно-воздушный режим. Таким образом, обладая высоким потенциальным плодородием, дерново-глеевые почвы нуждаются в регулировании водного режима.

Дерново-подзолистые почвы развиваются под воздействием подзолистого и дернового процессов. В верхней части профиля они имеют гумусозлювильный (дерновый) горизонт, образовавшийся в результате дернового процесса, ниже — подзолистый горизонт, сформировавшийся под влиянием подзолистого процесса. Эти почвы характеризуются небольшой мощностью дернового горизонта (более 5 см, иногда 15—20 см), низким содержанием гумуса (2—5 %) и питательных веществ, кислой реакцией и наличием малопродуктивного подзолистого горизонта (рис. 7.1).

Распространены дерново-подзолистые почвы в южных районах европейской и азиатской части таежно-лесной зоны.

7.4. Болотные почвы

Основная часть болотных почв расположена в таежно-лесной и тундровой зонах страны. На Европейской части СССР болота широко распространены в Ленинградской, Мурманской, Архангельской, Вологодской областях, а также в Карельской

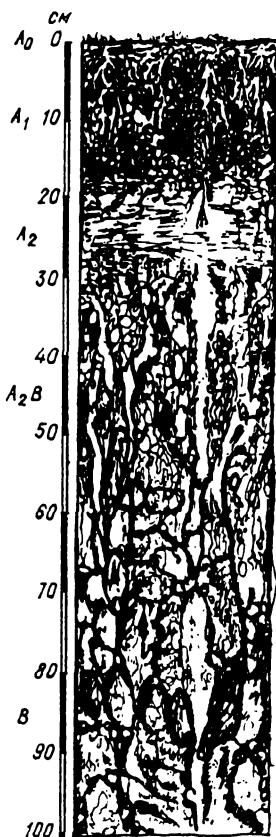


Рис. 7.1. Морфологическое строение профиля дерново-подзолистой почвы.

и Коми АССР, в Белоруссии и Прибалтике. На территории АЧС болота сконцентрированы на Западно-Сибирской равнине. Много болот на Дальнем Востоке. Общая их площадь составляет около 127 млн га, или 5,9 % всей территории СССР.

Болотный процесс характеризуется накоплением торфа на поверхности почвы и оглеением ее минеральной части. Возникновение и развитие болотного процесса связано с постоянным избыточным увлажнением. На избыточно увлажненной почве поселяется влаголюбивая растительность, способная задерживать и накапливать влагу (кукушкин лен, сфагновые мхи). При избытке влаги в почве содержится мало воздуха, что влияет на состав и численность микроорганизмов. Общее количество их сильно сокращается

за счет аэробных бактерий. В этих условиях растительные остатки разлагаются очень медленно, поэтому часть из них остается в полуразложившемся состоянии. Постепенно на поверхности заболачивающейся почвы образуется торф.

Накопление торфа является первой особенностью болотного почвообразовательного процесса. Торф представляет собой сложный комплекс продуктов разложения растений в виде остатков растительных тканей, различных промежуточных продуктов разложения растений, гумусовых и минеральных веществ.

Второй особенностью болотного почвообразования является развитие глеевого процесса в минеральной толще почвы. Оглеение связано с восстановлением в анаэробных условиях минеральных соединений, главным образом железа и марганца. Глеевый горизонт имеет сизую и зеленую окраску, иногда с пятнами охристого цвета.

Причиной заболачивания суходольных территорий может быть:

а) превышение количества осадков над испарением вследствие накопления в почве органического вещества в форме перегноя и растительных остатков; б) неумеренный выпас скота, приводящий к разрушению дернины, уплотнению почвы и в итоге — к уменьшению стока воды; в) уничтожение леса, приводящее к снижению испарения влаги через транспирацию; г) близкое залегание грунтовых вод или выход их на поверхность. Заболачивание развивается в понижениях рельефа, а также на равнинных участках с тяжелым механическим составом почв (пород) или в тех случаях, когда малопроницаемый для воды водоупорный слой находится под толщей почвы.

Свойства болотных почв зависят главным образом от типа водного питания и степени минерализации вод. Грунтовое заболачивание происходит при поступлении грунтовых вод, как правило, минерализованных. Поверхностное заболачивание протекает в условиях избыточного увлажнения атмосферной пресной водой.

По типу болота подразделяют на низинные — с грунтовым питанием; переходные — с начинающим отрывом (за счет нарастания толщи торфа) поверхности болота от грунтовых вод и увеличением роли атмосферных вод; верховые — с питанием атмосферными водами.

Низинные болота распространены в подзоне смешанных лесов. Они развиваются в понижениях рельефа на водораздельных равнинах, на речных террасах, склонах с выходами родников и т. п. С грунтовыми водами в низинных болотах накапливаются соединения железа, алюминия, кальция, марганца и др.

Переходные болота распространены преимущественно в подзоне таежных лесов. Они образуются по окраинам низинных болот, встречаются в притеррасной части поймы на поверхности надлуговых террас, в понижениях на водоразделах, где имеется подток слабоминерализованных грунтовых вод и т. п. Появление сфагно-

вых мхов свидетельствует, что верхние горизонты нарастающего торфа теряют связь с грунтовыми водами, приносившими в болота минеральные вещества, и переходят на увлажнение мягкими водами атмосферных осадков.

Верховые болота распространены преимущественно в северной тайге, обычно на водоразделах. Основной покров верховых болот создают сфагновые мхи. Сфагновое болото, нарастая в высоту, начинает возвышаться над окружающей местностью.

При заторфовывании водоемов происходит постепенное заполнение их чаши полуразложившимися органическими остатками. Нарастание массы торфа на месте бывшего водоема приводит к образованию верхового болота после прохождения стадий низинного и переходного болот.

По морфологическому строению болотные почвы резко отличаются от почв минеральных. В профиле их четко выделяются следующие горизонты:

A_0 — оес, представляющий собой живые части болотных растений;

T — торфяной, в котором в зависимости от степени разложения растительных остатков могут быть выделены:

торфяной A_0^T — степень разложения до 25 %, пере-

гнойно-торфяной A_0^{TT} — степень разложения от 25 до 45 % и перегнойный A_0^P — степень разложения более 45 %;

G — глеевый, разной степени выраженности, присущ для болотных почв, непосредственно подстилает торфяной горизонт;

C — материнская порода.

По степени проявления болотного почвообразовательного процесса болотные почвы подразделяют на два типа: болотные верховые и болотные низинные. Болотные верховые почвы имеют два подтипа: болотные торфяно-глеевые и болотные верховые торфяные. В болотных низинных почвах выделено четыре подтипа: низинные обедненные торфяно-глеевые, низинные обедненные торфяные, низинные (типичные) торфяно-глеевые и низинные (типичные) торфяные.

В отличие от минеральных почв болотные имеют торфяной горизонт. Поэтому свойства болотных почв определяются составом и свойствами торфа, условия формирования которого неодинаковы для болот различного типа (табл. 7.1).

Наиболее благоприятен в агрономическом отношении торф низинных болот, который имеет высокую степень разложения, содержит достаточное количество элементов минерального питания и обладает слабокислой реакцией. Торф верховых болот — менее разложившийся, беден питательными веществами, сильнокислый. Торф переходных болот занимает промежуточное положение.

Таблица 7.1

Химический состав и физические свойства торфа различных болот
(по И. С. Лупиковичу и Т. Ф. Голубу)

Показатель	Типы и виды болот				
	низинные			переходные	верховые
	пойменные	ольшанин- ковые	травянистые		
Степень разложения, %	30—60	40—60	25—40	20—45	5—50
Зольность, %	8—20	15—25	7—20	5—10	2—5
Азот общий, %	2,8—3,8	3,0—3,7	2,0—4,0	1,7—4,2	1,0—2,0
P ₂ O ₅ , %	0,2—0,7	0,15—0,4	0,15—0,45	0,15—0,35	0,1—0,25
K ₂ O, %	0,1—0,3	0,1—0,2	0,02—0,3	0,05—0,2	0,04—0,08
CaO, %	3,5—4,0	4,0—4,5	2,0—3,9	0,6—2,3	0,30—0,48
pH водной вытяжки		5,9—6,2	5,5—6,0	3,5—5,3	3,2—4,2
Плотность, г/см ³	0,17—0,27	0,14—0,23	0,11—0,17	0,11—0,16	0,04—0,08
Влагоемкость, %	360—420	460—550	640—870	550—950	600—1200

7.5. Серые лесные почвы лесостепной зоны

Лесостепная зона расположена южнее таежно-лесной зоны, она простирается неширокой полосой, прерывающейся к востоку, и занимает площадь около 1,2 млн км², или 5,6 % территории СССР. Серые лесные почвы распространены на площади 60,7 млн га, что составляет 2,8 % площади всех почв.

Климат лесостепной зоны на западе умеренно теплый и достаточно влажный. К востоку континентальность возрастает. Средняя годовая температура воздуха изменяется с запада на восток от 7 до —4,5 °С. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 10 °С колеблется от 144—159 дней на западе до 95—120 дней на востоке. Годовое количество осадков уменьшается с запада на восток от 560 до 300 мм. Основная часть их (40—70 %) приходится на лето. Все выпадающие осадки почти полностью испаряются, вследствие чего нисходящий ток воды в почве отсутствует.

Рельеф и почвообразующие породы в различных частях лесостепной зоны неодинаковы. На западе рельеф волнистый с сильным и глубоким расчленением густой сетью рек и балок. Западно-Сибирская лесостепь расположена на плоской равнине с редкой речной сетью; здесь много неглубоких степных западин, часто заросших березой и осинкой. К востоку от р. Оби лесостепь значительно расчленена, преобладает полого-увалистый рельеф.

Наиболее распространенными почвообразующими породами в западной части зоны являются лёссы и лёссовидные суглинки, в центральной части зоны — бескарбонатные покровные и лёссовидные суглинки, на Западно-Сибирской равнине — глины. На во-

стоке почвообразующие породы представлены карбонатным элювием и делювием разнообразных коренных пород.

Растительность лесостепной зоны представлена травянистыми сообществами луговых степей в чередовании с широколиственными лесами, под пологом которых обильно развивается степная травянистая растительность.

Таблица 7.2

Подтипы серых лесных почв и их некоторые свойства

Подтип почв	Содержание гумуса, %	Мощность гумусового горизонта А, см	Емкость поглощения, мг-эка на 100 г почвы	Степень насыщенности основаниями, %	pH
Светло-серая	<3	<20	14—18	70—80	5,0—5,5
Серая	3—5	20—25	18—30	70—85	5,5—6,0
Темно-серая	>5	>25	20—45	80—90	6,0—6,5

В лесостепной зоне под лесами преобладают серые лесные почвы, а под луговыми степями — черноземы. В Западной Сибири встречаются солончаки, солонцы и солоды.

Формирование серых лесных почв происходит при одновременном течении подзолистого и дернового процессов, причем последний преобладает. Своеобразные условия почвообразования определяют и строение профиля серых лесных почв, в котором на целинных участках четко выделяются следующие горизонты:

A_0 — лесная подстилка, состоящая из опада древесных пород и остатков травянистых растений, мощностью 2—4 см;

A_1 — гумусово-аккумулятивный, серой окраски различной интенсивности, комковато-ореховой структуры, мощностью 15—20 см и более;

A_1A_2 — гумусово-элювиальный, или оподзоленный, белесоватой окраски, мощностью 10—15 см;

B — иллювиальный, коричневато-бурой окраски, плотного сложения;

C — материнская порода.

Серые лесные почвы характеризуются комковато-ореховой структурой и наличием карбонатов в нижней части профиля.

Тип серых лесных почв подразделяют на три подтипа: светло-серые, серые и темно-серые лесные почвы (табл. 7.2).

Светло-серые лесные почвы по морфологическим признакам и физическим свойствам близки к дерново-подзолистым. Из всех серых лесных почв они имеют наибольшую оподзоленность, наименьшую мощность гумусового слоя и самое низкое содержание гумуса.

Серые лесные почвы по морфологическим признакам проявления подзолистого и дернового процессов, а также по свой-

ствам занимают промежуточное положение между светло-серыми и темно-серыми лесными почвами.

Темно-серые лесные почвы по морфологическим признакам и физическим свойствам приближаются к черноземам. Процесс накопления гумуса и поглощенных оснований у них преобладает над процессом оподзоливания.

Водно-физические свойства серых лесных почв в большой степени зависят от содержания гумуса и механического состава материнских пород. Верхние горизонты почвы имеют хорошую пористость (50—60 %), однако иллювиальные горизонты значительно уплотнены, что ухудшает их водопроницаемость и аэрацию. Вследствие слабой водопропускной способности структуры этих почв, при обработке они могут сильно распыляться, а нередко заплывать и образовывать почвенную корку.

7.6. Черноземы лесостепной и степной зон

Черноземные почвы расположены южнее зоны серых лесных почв и простираются широкой полосой по линии Кишинев—Харьков—Саратов—Куйбышев—Кустанай—Барнаул и далее, отдельными пятнами уходя в Забайкалье. Площадь, занятая черноземами, около 191 млн га, или 8,6 % всей площади почв СССР.

Климат зоны развития черноземов изменяется от умеренно теплого и влажного на западе до умеренно холодного и сухого на востоке. Средняя годовая температура воздуха с запада на восток колеблется от 10 до 0 °С. На западе продолжительность вегетационного периода составляет 140—180 дней, на востоке — 100—140 дней. Годовое количество осадков на европейской части равно 500 мм, на востоке — 300 мм. Основная часть осадков выпадает во второй половине теплого периода. Интенсивное испарение влаги и недостаточное количество осадков обуславливают неглубокое (до 150—300 см) промачивание почвы.

Рельеф зоны характеризуется плавной сменой равнинных форм слабоволнистыми, с хорошо развитой сетью оврагов, балок и речных долин.

Почвообразующие породы этой зоны в основном карбонатные. Они представлены преимущественно лёссами, лёссовидными суглинками и глинами. Мелкозернистость большинства почвообразующих пород способствует интенсивному проявлению водной и ветровой эрозии.

Растительность лесостепной зоны характеризуется чередованием лесных участков с луговыми степями. В луговых степях произрастают различные виды злаковых, бобовых трав и другое разнотравье. Растительность степной зоны представлена разнотравно-ковыльными и типчаково-ковыльными сообществами.

Ведущим процессом почвообразования при формировании черноземов является гумусоаккумулятивный процесс, способствующий

щий развитию мощного гумусного горизонта, накоплению элементов питания растений и оструктуриванию профиля.

Естественная растительность черноземных степей характеризуется значительным ежегодным опадом растительной массы (100—200 ц на 1 га). При этом около 40—60 % опада составляют корни растений.

Гидротермические условия черноземной зоны благоприятствуют процессам гумификации и аккумуляции гумуса в верхних горизонтах почвы. Разложение растительных остатков протекает при достаточном поступлении кислорода и увлажнении, исключая вымывание продуктов разложения. Наиболее интенсивно процесс гумификации развивается весной и ранним летом, когда в почвах складываются благоприятные температурные условия и условия увлажнения.

Богатство растительных остатков белковым азотом и кальцием, нейтральная среда и периодическое высушивание обуславливают направленность процесса гумификации по типу образования преимущественно гуминовых кислот, насыщения их кальцием и закрепления гуматов кальция в почве.

В почвенном профиле черноземов выделяют следующие горизонты:

A₀ — степной войлок мощностью до 3—5 см; на пахотных землях отсутствует;

A — гумусовый, равномерной темно-серой или черной окраски, зернистой или мелкокомковатой структуры, высокой водопрочности, рыхлого сложения, мощностью 30—60 см;

AB — переходный гумусовый, содержание перегноя постепенно уменьшается с глубиной, окраска серая и темно-серая с буровато-палевым оттенком, корней растений мало, структура комковатая. Граница горизонта на глубине 80—120 см;

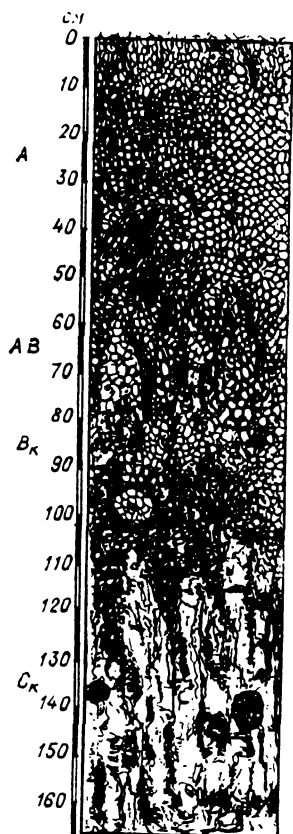
B — переходный к материнской породе, неоднороден из-за потоков перегноя в форме буро-черных языков, структура крупнокомковатая или ореховато-призматическая, отмечается скопление карбонатов;

C — материнская порода.

Таким образом, черноземы характеризуются мощным почвенным профилем, глубоко растянутым гумусовым слоем, водопрочной зернистой или мелкокомковатой структурой, слабой дифференциацией почвенной толщи, наличием множества ходов роющих животных, а также карбонатно-иллювиального горизонта, который залегает ниже гумусового слоя (рис. 7.2).

Черноземы обладают лучшими среди всех почв физическими свойствами. Зернистая и зернисто-комковатая структура верхних горизонтов обуславливает хорошую воздухо- и водопроницаемость почв, так как пористость их достигает 55—60 %, хотя у нижних горизонтов она понижается до 40—50 %. Высокое содержание органического вещества способствует рыхлому сложению почв при

плотности гумусового слоя 0,95—1,15 г/см³ и высокой их влагоемкости.



В зависимости от условий образования тип черноземных почв подразделяют на пять подтипов: оподзоленный, выщелоченный, типичный, обыкновенный и южный (табл. 7.3).

Оподзоленные и выщелоченные черноземы сформировались в лесостепной зоне под лугово-степной растительностью. Главными отличительными чертами оподзоленных черноземов являются: наличие кремнеземистой присыпки, несколько осветленный гумусовый слой и его слабоокислая реакция. Выщелоченные черноземы кремнеземистой присыпки не имеют, но в них карбонаты вынесены за пределы горизонта В.

Типичные черноземы образовались под ковыльно-разнотравными степями. Они обладают наилучшими свойствами и имеют характерное строение профиля, присущее для почв черноземного типа.

Обыкновенные и южные черноземы развиваются в условиях более засушливого климата под степной типчаково-ковыльной растительностью. Имеют меньший по мощности, чем

Рис. 7.2. Морфологическое строение профиля чернозема типичного.

Таблица 7.3

Некоторые показатели подтипов черноземных почв

Показатель	Подтип черноземов				
	оподзоленный	выщелоченный	типичный	обыкновенный	южный
Содержание гумуса в горизонте А, %	5—7	7—8	9—11	6—8	5—6
Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы	25—40	40—60	40—70	35—50	30—40
Степень насыщенности основаниями, %	80—90	80—95	90—98	95—98	95—99
pH солевой вытяжки	5,0—6,5	5,5—6,5	6,2—6,8	6,5—6,8	7,0

у типичных черноземов, гумусовый горизонт. Скопление карбонатов отмечается непосредственно под гумусовым слоем в виде белоглазки. Обладают слабощелочной реакцией и некоторыми признаками солонцеватости.

7.7. Каштановые и бурые почвы зоны сухих, полупустынных и пустынных степей

Зона сухих и пустынных степей расположена южнее черноземной зоны. Зональный тип почв сухих степей — каштановые, а расположенных южнее пустынных степей — бурые степные. Общая площадь каштановых и бурых почв около 107 млн га, или 4,8 % территории СССР; 30 % этой площади приходится на их комплексы с солонцами.

Климат зоны каштановых и бурых почв резко континентальный с сухим и жарким летом и малоснежной холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха изменяется с запада на восток от 5—9 до 2—7 °С. Продолжительность периода с температурой выше 5 °С на западе зоны составляет 215—225 дней, на востоке — 150—160 дней. Безморозный период длится соответственно 180—190 и 110—120 дней. Сумма температур воздуха выше 10 °С колеблется от 3300—3500 °С на западе до 1600—2100 °С на востоке. Осадков выпадает мало: на севере зоны — 350—400 мм, в центральной части — 320—350 мм и на юге — около 250—300 мм; в восточных районах количество осадков составляет 200—300 мм. Основная часть их выпадает летом, в Забайкалье — летом и осенью. Испаряемость в 3—5 раз превышает количество выпадающих осадков.

Рельеф зоны разнообразный, однако преобладают формы плоской и слабоволнистой равнины. Наличие многочисленных микропонижений вызывает перераспределение осадков и обуславливает формирование пестроты почвенного покрова. Грунтовые воды залегают глубоко.

Почвообразующими породами в зоне каштановых и бурых почв на западе являются преимущественно лёссы и лёссовидные суглинки, в Заволжье — лёссовидные суглинки и глины, в Прикаспийской низменности элювий шоколадных глин. На востоке почвы формируются на элювиально-делювиальных отложениях коренных пород и на карбонатных суглинках.

Растительность зоны бедна в видовом отношении и характеризуется низкорослостью и изреженностью травостоя. Она представлена типчаково-ковыльными, типчаково-полынными, пырейно-разнотравными и ковыльно-разнотравными сообществами. Проективное покрытие не превышает 50—70 %.

Каштановые почвы формируются в результате степного почвообразовательного процесса под изреженной полынно-ковыльно-типчаковой растительностью. Поэтому гумуса в почве содержится мало, а образующаяся структура обладает невысокой водопрочностью.

- В профиле каштановых почв выделяют следующие горизонты:
- A₀ — степной войлок мощностью 2—3 см;
 - A — гумусовый, каштанового цвета, структура комковатая или комковато-пылеватая, мощность до 30 см;
 - B₁ — переходный гумусовый, более светлой окраски с буроватым оттенком, структура комковато-призматическая, оканчивается на глубине 35—50 см;
 - B₂ — горизонт гумусовых затеков, окраска неоднородная, структура призматически-комковатая;
 - C — материнская порода светло-палевого цвета.

Горизонт максимального скопления карбонатов находится ниже гумусового слоя, мощность которого невелика и обычно не превышает 35—40 см. Содержание перегноя составляет 3—4 %, реакция слабощелочная (рН водной вытяжки 7,2—7,5), с глубиной она усиливается.

Агрофизические свойства каштановых почв удовлетворительные. Однако из-за низкой водопрочности почвы часто заплывают и уплотняются, что неблагоприятно отражается на их водно-воздушном режиме.

Каштановые почвы в зависимости от содержания гумуса подразделяют на три подтипа: темно-каштановые (содержание гумуса 4—6 %), каштановые (3—4 %) и светло-каштановые (2—3 %).

Бурые пустынно-степные почвы формируются под изреженной полынно-солянковой растительностью. Проективное покрытие не превышает 30—40 %, а иногда — 20—30 %. Климат зоны резко засушливый, выпадающие осадки редко промачивают почву более чем на 50 см. Засоленность материнских пород и высокая зольность опада способствуют развитию признаков солонцеватости.

Бурые почвы содержат до 1—2 % перегноя, мощность гумусового горизонта не превышает 10—15 см. Емкость поглощения — 10—20 мг-экв на 100 г почвы; в поглощенном состоянии находится более 5—7 % натрия.

Выделяют три подтипа бурых почв: бурые полупустынные типичные, кратковременно промерзающие, в них содержится 1,5—2 % гумуса (прикаспийские); бурые полупустынные светлые, промерзающие, 1,0—1,5 % гумуса (казахстанские) и бурые полупустынные безгипсовые, 1,0—1,3 % гумуса, длительно промерзающие (центральноазиатские).

7.8. Сероземные почвы предгорной пустынно-степной зоны

Сероземные почвы распространены в пустынных степях Средней Азии и Закавказья. Они вместе с лугово-сероземными и луговыми почвами занимают 32 млн га, или 1,5 % территории СССР.

Климат зоны континентальный, сухой и жаркий, с мягкой теплой зимой. Средние температуры января составляют 2... —5°C,

а июля 26—30 °С. Продолжительность периода с температурой выше 10 °С достигает 170—245 дней, а сумма температур за этот период — 3400—5400 °С. Количество осадков изменяется с высотой местности: в предгорьях 100—250 мм, а в горах 450—600 мм. Основная часть осадков выпадает зимой и весной. Испаряемость 1000—1350 мм. По обеспеченности теплом и влагой зона относится к сухим субтропикам.

Рельеф зоны представлен предгорными покатыми равнинами, которые по мере приближения к горам переходят в холмистые предгорья.

Почвообразующие породы — в основном лёссы и лёссовидные суглинки, часто подстилаемые галечниками. В Закавказье преобладают тяжелосуглинистые, глинистые, местами сильнощебенчатые породы.

Растительность представлена в основном эфемерами, эфемероидами и в меньшей степени солянками. Этот тип растительности бурно развивается весной, а летом отмирает. Vegetацию продолжают лишь ксерофитные кустарники и солянки.

Сероземные почвы делят на три типа: сероземы, орошаемые сероземы, лугово-сероземные.

Процесс образования сероземов проходит в особых условиях гидротермического режима, который обеспечивает цикличность биологических процессов. В теплый весенний период при обилии влаги травянистые растения развиваются наиболее бурно. Одновременно активизируется деятельность богатой почвенной микрофлоры и почвенных животных, которые значительно влияют на строение почвенного профиля и распад растительных остатков. Ко времени наступления жаркого и сухого лета, когда биологические процессы утихают, органическое вещество почти полностью минерализуется. Это объясняет бедность сероземов гумусом. В сухое время года происходит подтягивание к поверхности карбонатов и легкорастворимых солей. Зимой и весной профиль почв опресняется вследствие выпадения осадков.

Профиль сероземов имеет следующие горизонты:

- А — перегнойно-аккумулятивный, различной интенсивности серой окраски с палевым оттенком, структура неясно комковатая, отмечаются следы интенсивной деятельности почвенной фауны, переход в следующий горизонт слабо заметен, мощность до 15—18 см;
- В₁ — переходный, светлый, структура мелкокомковатая, отмечается обилие ходов и камер землероев, иногда со следами карбонатной плесени, неясно оканчивается на глубине 40—60 см и более;
- В_к — иллювиально-карбонатный, серо-палевой окраски, рыхловатый, отмечается обилие известковых выделений в виде белоглазки и конкреций;
- С — материнская лёссовидная порода, палевого цвета, содержит отложения карбонатов.

Таким образом, важнейшими морфологическими свойствами сероземов являются: слабая расчлененность почвенного профиля на горизонты, низкое содержание перегноя, четко выраженная микроструктура, следы активной деятельности почвенных животных и обогащенность всего почвенного профиля карбонатами.

В зависимости от содержания гумуса среди сероземов выделяются следующие подтипы: светлые (содержание гумуса 1,0—1,5 %), типичные (1,5—2,5 %) и темные (до 4,5 %). Светлые сероземы формируются в наиболее жарких и сухих условиях предгорных равнин и речных долин, а типичные — приурочены к более повышенным элементам рельефа (700—1000 м над ур. моря). Темные сероземы — самые плодородные, они развиваются при более благоприятных условиях увлажнения, в области высоких предгорий и низких гор (от 700 до 1600 м над ур. моря).

Орошаемые сероземы распространены в районах длительного орошаемого земледелия, они сформировались в результате отложений взвешенного илистого материала, приносимого с ирригационными водами.

Лугово-сероземные почвы развиваются в условиях слабого грунтового увлажнения при глубине грунтовых вод 2,5—5 м. Почти все они орошаются.

Сероземные почвы содержат сравнительно много азота (0,14—0,35 %), фосфора (0,1—0,3 %) и калия (1,5—3 %). В поглощающем комплексе преобладают кальций и магний, в незначительном количестве присутствуют калий и натрий. Почвы имеют щелочную реакцию (рН водной вытяжки 7,5—8,5).

Механический состав сероземов изменяется от легко- до тяжело-луглинистого, но в пределах профиля он остается сравнительно однородным. Сероземы содержат 40—50 % прочных микроагрегатов, поэтому обладают хорошей пористостью (50—60 %) и высокой капиллярностью. При близком залегании грунтовых вод это ведет к развитию солончакового процесса, сопровождающегося накоплением легкорастворимых солей во всем почвенном профиле.

7.9. Почвы влажных и сухих субтропиков

Почвы сухих субтропиков представлены на территории СССР серо-коричневыми почвами, которые вместе с коричневыми почвами субтропических лесов и кустарников (без горных) занимают 2,3 млн га, или 0,1 % площади почвенного покрова СССР.

Серо-коричневые почвы распространены на равнинах предгорий и низкогорий. Формируются они под ксерофитной травянистой и кустарниковой растительностью в субтропическом климате с короткой влажной зимой и продолжительным сухим летом (сумма температур выше 10 °С составляет 4000—4200 °С).

Эти почвы отличаются серым (от темного до светлого) цветом гумусовых горизонтов с коричневым оттенком, невысоким содержанием гумуса, сравнительно большой мощностью гумусовых го-

ризонтов, орехово-комковатой структурой, наличием хорошо выраженного иллювиально-карбонатного горизонта. Реакция в верхних горизонтах слабощелочная, с глубиной щелочность увеличивается.

Тип серо-коричневых почв подразделяют на подтипы: темные серо-коричневые, обыкновенные серо-коричневые и светлые серо-коричневые почвы.

Темные серо-коричневые почвы имеют довольно мощный гумусовый горизонт, до 50 см, и содержат в горизонте А до 3—4,5 % гумуса.

Обыкновенные серо-коричневые почвы имеют гумусовый горизонт мощностью 35—45 см. Содержание гумуса в горизонте А составляет 2,0—3,0 %.

Светлые серо-коричневые почвы характеризуются небольшим гумусовым горизонтом, содержащим 1,5—2,0 % гумуса.

Коричневые почвы распространены в Восточном Закавказье, на Черноморском побережье к северу от Туапсе, в восточной части южного берега Крыма и в горах Средней Азии. Они имеют значительный по мощности (до 60—70 см и более) и хорошо выраженный темный серовато-коричневый гумусовый профиль с содержанием гумуса 4—6 %, благоприятные физико-химические свойства, близкую к нейтральной реакцию в верхних горизонтах и щелочную — в карбонатных.

Коричневые почвы делят на три подтипа: коричневые выщелоченные, коричневые типичные и коричневые карбонатные.

Развиваются коричневые почвы под растительным покровом сухих лесов при более значительном осенне-зимне-весеннем увлажнении, чем серо-коричневые почвы.

Почвы влажных субтропиков представлены на территории СССР в основном красноземами, желтоземами и субтропическими подзолистыми почвами общей площадью около 0,6 млн га. Они распространены в Закавказье на побережье Черного моря и у побережья Каспийского моря в районе г. Ленкорань.

Эти почвы образуются в районах с влажным и теплым климатом, где умеренно жаркое лето и мягкая с редкими морозами зима. Средняя годовая температура воздуха составляет 13—14 °С, а период с температурой выше 10 °С длится 240—250 дней. В год выпадает 1500—2500 мм осадков.

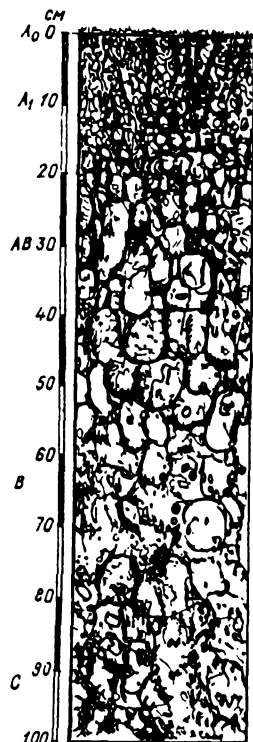
Рельеф типичен для предгорий и сильно расчленен.

Почвообразующими породами являются в основном продукты выветривания горных пород, а также аллювиальные глинисто-песчаные и галечно-валунные отложения.

Растительность представлена пышными субтропическими лесами, в которых преобладают дуб, граб, каштан, клен, лавровишня, рододендрон и лианы, в лесу и на полянах обильно растет папоротник.

Почвообразование в зоне влажных субтропиков протекает в кислой среде, что характерно для подзолистого процесса. Однако признаки оподзоливания в красноземах проявляются не повсеместно, что связано с большим количеством оснований,

образующихся при разложении органического вещества, которые нейтрализуют кислые продукты. Степень оподзоливания определяется характером почвообразующих пород. В красноземах подзолистый процесс связан с дерновым, в результате в верхних горизонтах накапливается гумус, содержание которого может достигать значительных размеров.



Профиль красноземов дифференцирован нечетко и разбит на следующие горизонты:

- A₀ — слой подстилки толщиной 3—5 см;
- A₁ — перегнойно-аккумулятивный, красно-бурой окраски, рыхлого сложения, комковато-зернистой структуры, мощностью 15—20 см;
- B — переходный, красного цвета с буроватым оттенком, окраска неоднородна, структура неясно комковатая, уплотнен, мощность 15—60 см;
- C — материнская порода с пестрым рисунком, вызванным обилием пятен и конкреций по красному фону.

В верхних горизонтах красноземов содержится около 5—8 % гумуса. Реакция красноземов сильнокислая ($pH = 4... 5$).

Рис. 7.3. Морфологическое строение профиля краснозема типичного.

Несмотря на это, красноземы обладают хорошими агрофизическими свойствами, обусловленными в значительной мере их тяжелым механическим составом и водопрочной структурой (рис. 7.3).

Желтоземы в отличие от красноземов содержат несколько больше оснований (2—5 %), меньше полуторных окислов и больше кремнезема. Процесс оподзоливания здесь выражен сильнее, вследствие чего в профиле желтоземов достаточно четко выделяются оподзоленный горизонт (A₂) мощностью до 60 см и иллювиальный (B) горизонт. В гумусовом горизонте желтоземов гумуса содержится меньше, чем в красноземе (3,5—5 %), а среди поглощенных катионов преобладают кальций и магний. Реакция желтоземов слабокислая ($pH = 5... 6$).

7.10. Почвы речных пойм

Поймой называется часть речной долины, периодически заливаемая полыми водами рек. Повышенная часть долины, не зали-

ваемая полыми водами, называется надпойменной террасой. Нередко в области речных долин таких террас бывает несколько; они последовательно возвышаются одна над другой. Пойменные почвы формируются на различных по механическому составу аллювиальных отложениях.

Почвообразование в пойме определяется луговыми разнотравно-злаковыми ассоциациями и связано с действием двух процессов: пойменного и аллювиального. Пойменный процесс развивается в результате затопления поймы паводковыми водами, которые существенно влияют на условия увлажнения почв, жизнедеятельность почвенной микрофлоры, а также на видовой состав и развитие растительности. Аллювиальный процесс состоит в перемещении взвешенного материала (аллювия) и накоплении его в виде наносов. Эти наносы играют роль естественных удобрений.

В пойме выделяют три зоны, располагающиеся в направлении от русла реки к надпойменной террасе: прирусловую, центральную и притеррасную.

Прирусловая зона неширокой полосой примыкает непосредственно к руслу реки. В паводок здесь образуется наиболее мощный песчаный и супесчаный аллювий. Поскольку характер паводка ежегодно меняется, отложения приобретают четко выраженную слоистость, в связи с чем эту зону называют слоистой поймой.

Рельеф в прирусловой зоне слагается из отдельных гряд (или грив), разделенных ложбинами. Луговые растения изрежены и бедны в видовом отношении (пырей, костер, люцерна, клевер, тысячелистник и др.), поэтому дерновый процесс в прирусловой пойме слабо выражен. Здесь формируются дерново-луговые слоистые почвы. Эти почвы характеризуются слабо развитым генетическим профилем, слоистостью, маломощным гумусовым горизонтом (10—20 см) с содержанием перегноя 1—1,5%. Растворимые формы питательных элементов составляют сотые доли процента.

Центральная зона занимает наибольшую часть поймы и имеет относительно выровненный рельеф. Грунтовые воды залегают близко к поверхности, поэтому растительность хорошо обеспечена влагой. По составу отложений различают центральную зернистую и центральную слоистую поймы.

Центральная зернистая пойма образуется при спокойном разливе реки и медленном спаде полых вод. После схода воды оставшийся слой наилка, богатый глинистыми частицами, высыхает и растрескивается на мелкие комочки, образуя зернистую структуру, благоприятную для роста и развития растительности. Поэтому здесь формируются дерново-луговые зернистые почвы. Они имеют хорошо развитый гумусовый горизонт мощностью 30—50 см с высоким содержанием перегноя (5—7% и более). Этот горизонт хорошо обеспечен элементами питания растений. Емкость поглощения высокая (30—40 мг-экв на 100 г почвы), насыщенность основаниями полная, реакция почвенного раствора слабокислая или близкая к нейтральной.

Центральная слонстая пойма образуется при бурном разливе реки, когда осаждаются преимущественно песчаные и пылеватые частицы, а бóльшая часть взвешенных илистых частиц выносятся полыми водами. Образующиеся песчаные и пылеватые слоистые отложения бедны органическим веществом и элементами питания. На них развиваются изреженные и низкорослые травянистые растения, под которыми формируются дерново-луговые слоистые почвы.

В центральной пойме или на ее отдельных участках нередко встречаются аллювиальные наносы, где темноокрашенные зернистые отложения чередуются со светлыми песчаными или супесчаными отложениями. На таком аллювии формируются дерново-луговые слоисто-зернистые почвы, которые по плодородию занимают промежуточное положение между зернистыми и слоистыми почвами поймы.

Притеррасная зона расположена у самой надпойменной террасы. Она является наиболее пониженной частью поймы, которая слабо дренирована. Здесь образуется так называемое ключевое болото. В почвах этой зоны преобладают анаэробные и восстановительные процессы, в результате чего здесь формируются преимущественно торфяно-болотные почвы низинного типа.

7.11. Солончаки, солонцы и солоды

Солончаки, солонцы и солоды, хотя и занимают значительные площади в почвенном покрове нашей страны (около 10 %), но не образуют самостоятельной почвенной зоны. Они распространены в комплексе с другими почвами в виде отдельных замкнутых контуров и пятен. Эти почвы называют интразональными.

Солончаки распространены в Прикаспийской, Туранской и Западно-Сибирской низменностях и в Казахстане. Солонцы встречаются в зонах черноземных, каштановых, бурых пустынно-степных почв и сероземов. Солоды чаще приурочены к лесостепной и степной зонам.

Солончак а м и называют почвы с повышенным содержанием водорастворимых солей (1—2 % и более), подавляющих рост большинства растений. Наиболее вредными для растений являются в соответствующей последовательности соли: Na_2SO_4 , NaHCO_3 , MgCl_2 , NaCl и особенно сода Na_2CO_3 .

Солончаки образуются главным образом при выпотном типе водного режима, когда испарение в несколько раз превышает количество влаги, поступающее с атмосферными осадками. Такой режим чаще складывается в условиях засушливого климата при близком залегании минерализованных грунтовых вод, капиллярная кайма которых достигает верхнего горизонта почв.

При испарении вместе с грунтовыми водами в верхние горизонты почвы переносятся водорастворимые солж. Слабое промачивание почвы осадками не способствует их полному удалению.

В результате в верхней части профиля почвы накапливаются соли. Этому же способствует ветер и осадки, переносящие соли на значительные расстояния; галофитная растительность, надземные органы которой богаты минеральными соединениями; остаточное засоление материнских пород, возникшее при высыхании соленых озер.

В строении профиля солончаков нередко наблюдается сходство с тем типом почв, в зоне которых они сформировались. Однако определяющее значение имеет солевой режим этих почв. У большинства солончаков профиль слабо расчленен. В нем выделяют три генетических горизонта: гумусовый (А), переходный (В) и материнскую породу (С). Характерной морфологической особенностью является наличие выцветов солей в виде нитей, прожилок и пятен по всему профилю.

По содержанию гумуса, запасам элементов питания солончаки сохраняют некоторые черты зональности. Из-за слабого промачивания эти почвы содержат карбонаты. Реакция солончаков щелочная (рН водной вытяжки более 7,5).

Солончаки нередко развиваются в районах орошаемого земледелия в результате неправильного поливного режима. При чрезмерном увлажнении полей резко повышается уровень грунтовых вод, что ведет к быстрому засолению культурных земель.

Засоление поливных земель, возникшее в результате неправильного орошения, называется вторичным, а образовавшиеся солончаки — вторичными, или ирригационными. Почвы, подвергшиеся вторичному засолению, часто полностью выпадают из сельскохозяйственного оборота.

Солонца ми называют почвы, в которых опущен солевой горизонт, резко выражен процесс иллювирирования коллоидов, а в составе поглощенных оснований преобладают натрий и магний. Максимум водорастворимых солей находится в нижней части профиля, верхние горизонты практически от них свободны.

Солонцы образуются при рассолении солончаков в условиях большого количества натриевых солей и периодического промачивания почвы.

Профиль солонцов четко расчленен на следующие горизонты:

А — гумусово-элювиальный, или надсолонцовый, обычно буровато-серый, обеднен гумусом и полуторными окислами, несколько обогащен кремнеземом, плитчатой структуры, пористого сложения, нижняя часть горизонта часто белесая от обилия кремнеземистой присыпки, мощность до 15—25 см;

В₁ — иллювиальный, или солонцовый, окраска более темная с бурым оттенком, обогащен коллоидами, при высыхании растрескивается на столбчатые структурные отдельныености, покрытые сверху потеками гумусовых веществ в виде блестящей лакировки, плотного сложения, мощность 10—20 см и более;

B₂ — подсолонцовый, окраска светлая, структура призматическая, содержит карбонаты в виде белоглазки и друзы гипса;

C — материнская порода, содержит легкорастворимые соли.

Содержание гумуса в солонцах зависит от зональных особенностей их формирования. Емкость поглощения этих почв изменяется в широких пределах; в солонцовом горизонте она резко возрастает, достигая 25—50 мг-экв на 100 г почвы. Реакция солонцов щелочная (рН водной вытяжки 8—9 и более).

Солонцы имеют плохие физические свойства. Во влажном состоянии они набухают, плохо пропускают влагу, становятся вязкими и липкими, а при высыхании оседают, образуя микропонижения, и настолько уплотняются, что с трудом поддаются обработке (вспашке и т. д.).

По мощности надсолонцового горизонта (А) солонцы делят на виды: мелкие (мощность А менее 10 см), среднестолбчатые (10—18 см) и глубокостолбчатые (более 18 см). Почвы, содержащие обменного натрия менее 5 % емкости поглощения, относят к категории несолонцеватых. Почвы, содержащие обменного натрия от 5 до 20 % емкости поглощения, называют солонцеватыми.

Солоди сравнительно широко распространены в лесостепной и степной зонах, встречаются также среди других почв сухих и пустынных степей. Они формируются в депрессиях рельефа (поды, западины, лиманы и т. п.), которые нередко заняты осиновыми кустами, березовыми колками или травянистыми растениями. На их долю приходится около 0,5 % площади пашни.

Развитие и распространение солодей тесно связано с солонцовыми почвами и солонцовым процессом при воздействии длительного увлажнения. Характерной особенностью осолодения является обеднение верхней части почв коллоидами, илом и накопление аморфного кремнезема. Одновременно с этим на глубине формируются иллювиальный горизонт.

Профиль солодей расчленяется на следующие горизонты:

A₀ — малогумусная дернина малой мощности;

A₁ — гумусовый, мощностью 2—3 см, темно-серой окраски, бесструктурный;

A₂ — осолоделый, белесой окраски, глыбистый, слоегато-плиточной структуры;

B — иллювиальный, темно-бурой окраски, ореховатой или ореховато-зернистой структуры;

C — материнская порода карбонатная, часто с признаками оглеения.

Солоди по морфологическому строению напоминают дерново-подзолистые почвы, но отличаются от них наличием растворимой в 5 %-ной щелочи (KOH) аморфной кремнекислоты, слабокислой реакцией в верхней части профиля и щелочной в горизонте В.

Сильная выщелоченность солодей обуславливает низкое содержание в них органического вещества и элементов питания. Кроме

того, солоды обладают плохими физическими свойствами: слабой водопроницаемостью, бесструктурностью; они образуют глыбистую поверхность при вспашке и заплывают при увлажнении.

7.12. Сельскохозяйственное использование почв

Почвы арктической зоны используются как летние оленьи пастбища.

Зона тундры традиционно является территорией развитого оленеводства и охотничьего промысла. Промышленное освоение природных богатств тундры ставит важную задачу — развитие северного земледелия.

Наиболее благоприятны для земледелия почвы на легких породах (песках, супесях) в долинах рек, а также более теплые почвы на склонах южной экспозиции. Осваиваются и болотные почвы, особенно с торфом значительной степени разложения и минерализованности.

Для освоения почв тундры необходимо проводить мелиоративные мероприятия, направленные на устранение избытка влаги, улучшение условий аэрации и прогревания почвы, т. е. осушение, частое рыхление почвы, углубление пахотного горизонта, гребневую посадку культур, задержание снега, предохраняющего почву от глубокого промерзания зимой.

Главным приемом повышения плодородия и биологической активности тундровых почв является внесение больших доз органических и минеральных удобрений. На почвах с повышенной кислотностью необходимо проводить мелиоративные работы с внесением удобрений.

Таежно-лесная зона в сельскохозяйственном отношении освоена слабо. Здесь имеются большие возможности для дальнейшего расширения земледелия и развития животноводства. Климатические условия зоны позволяют получать высокие урожаи зерновых, технических и кормовых культур.

Наибольшей освоенностью отличаются территории старой земледельческой культуры — западные и южные районы Европейской части СССР. В настоящее время почвы таежно-лесной зоны (без горных районов) используются следующим образом: под пашней занято 6,3 % площадей (47 млн га), под сенокосами — 3,4 %, под пастбищами — 9,7 %, под лесами и кустарниками — 52,3 %, под болотами — 22,1 %, неудобные земли составляют 6,2 %. Таким образом, резервы для использования под пашню здесь далеко не исчерпаны.

Основная причина слабого сельскохозяйственного использования большинства почв таежно-лесной зоны — низкое естественное плодородие. Подзолистые и большинство дерново-подзолистых почв характеризуются маломощным гумусовым горизонтом, низким содержанием органических веществ, азота и других элементов

минерального питания растений, повышенной кислотностью и рядом отрицательных физических свойств. Однако многие из названных недостатков устранимы без крупных капиталовложений.

Для повышения плодородия почв первостепенное значение имеет применение органических и минеральных удобрений, особенно азотных и фосфорных. На сильно- и среднекислых почвах необходимо проводить известкование. Это снижает кислотность, повышает насыщенность основаниями, увеличивает емкость поглощения, улучшает структуру, а следовательно, и физические свойства почвы. Кроме того, важное значение имеет постепенное углубление пахотного слоя, освоение севооборотов с посевом в них бобовых и других многолетних трав. На переувлажненных почвах следует применять закрытый и открытый дренаж, узкозагонную вспашку, гребневую посадку культур, глубокое рыхление почвы и т. д.

Болота в естественном состоянии являются низкопродуктивными земельными угодьями. Однако болотные почвы обладают высоким потенциальным плодородием, которое в полной мере проявляется при осуществлении комплекса мелноративных и агротехнических мероприятий, таких, как осушение закрытым дренажом с системой двухстороннего режима увлажнения; раскорчевание и очистка территории от пней, кустарников, кочек с помощью планировки; правильная обработка почвы (вспашка, фрезерование, дискование, прикатывание и др.); освоение севооборотов с посевом в первые годы многолетних и однолетних трав; применение минеральных удобрений.

Из минеральных удобрений на почвах низинных болот наиболее эффективны фосфорные и калийные. При освоении верховых болот, почвы которых сильнокислые и обедненные питательными элементами, дополнительно вносят известь и азотные удобрения. Кроме того, болотные почвы хорошо реагируют на микроудобрения и бактериальные препараты.

Серо-лесные почвы хорошо отзываются на различные виды органических, а также полных минеральных удобрений. Почвы с повышенной кислотностью и слабо насыщенные основаниями нуждаются в известковании. Небольшая мощность гумусового горизонта приводит к необходимости углубления пахотного слоя припахиванием оподзоленного горизонта. Для улучшения водно-физических свойств серолесных почв требуется проведение системы следующих мероприятий: посев многолетних трав, своевременная обработка, глубокое рыхление, уничтожение почвенной корки, наложение и сохранение влаги.

Для борьбы с водной эрозией необходимо создавать лесные полосы, увеличивать площади под многолетними травами, обрабатывать почвы поперек склонов.

Черноземные почвы обладают высоким потенциальным плодородием. По производству продуктов растениеводства и животноводства черноземная зона занимает ведущее положение в стране.

Важнейшая задача земледелия в зонах распространения этих

почв — сохранение и повышение их природного плодородия. Это достигается путем проведения комплекса мелиоративных мероприятий, и в первую очередь приемов, направленных на улучшение водного режима почв.

Отличаясь высоким плодородием, черноземы мало содержат легкодоступных для растений питательных веществ. Поэтому здесь необходимо применять удобрения, а также активизировать в почве деятельность почвенной микрофлоры. Из минеральных удобрений первостепенное значение имеют фосфорные.

Для улучшения агрофизических свойств черноземов следует восстановить утраченную и сохранить природную их структуру. Достигается это освоением севооборотов, посевом многолетних трав, внесением различных органических удобрений, правильной обработкой почвы и т. д.

Борьбу с водной и ветровой эрозией ведут путем специальной обработки почв (применение безотвальных орудий с оставлением стерни на поверхности, полосное размещение культур, посев кулис), освоения противозерозионных севооборотов, посадки полезащитных лесных полос, залужения склонов, облесения вершин оврагов и балок. Особо важное значение противозерозионные мероприятия имеют для южных черноземов.

Основными путями повышения плодородия и рационального использования каштановых и бурых почв являются:

1) улучшение водного режима с помощью системы агротехнических мероприятий (чистые пары, глубокая обработка, снегозадержание) и искусственного орошения;

2) улучшение физических свойств солонцеватых почв и находящихся с ними в комплексе пятен солонцов посредством правильной обработки и химической мелиорации;

3) борьба с ветровой эрозией (полезащитное лесоразведение, посев кулис, безотвальная обработка почвы, полосное земледелие, посев многолетних трав, использование искусственных структурообразователей);

4) внесение органических и минеральных удобрений, особенно в условиях орошения;

5) дальнейшее развитие пастбищного животноводства на базе широкого обводнения территории в районах, где земледелие ограничено.

Интенсивное земледелие в зоне сероземов предгорий пустынно-степной зоны возможно только при осуществлении следующих мероприятий:

1) искусственное орошение сельскохозяйственных культур;

2) внесение органических и минеральных удобрений;

3) сохранение и улучшение агрофизических свойств почвы, освоение хлопково-люцерновых севооборотов, правильная обработка почвы, предотвращение ирригационной эрозии;

4) предупреждение вторичного засоления почв.

На богаре, в предгорной зоне, где годовое количество осадков достигает 300—500 мм, важное значение приобретает накопление и рациональное использование влаги.

Интенсивное земледелие в зоне влажных субтропиков (на красноземах и желтоземах) возможно только при систематическом внесении больших доз органических и минеральных удобрений. Известкование на красноземах и желтоземах требуется только при возделывании непереносящих кислой реакции культур. Большое значение имеют мероприятия, направленные на борьбу с водной эрозией.

Почвы речных пойм являются наиболее ценными луговыми угодьями. Высокое потенциальное плодородие почв зернистой и притеррасной пойм проявляется только при вовлечении их в культуру. Благоприятны они для возделывания наиболее требовательных к влаге и минеральному питанию растений, таких, как овощные, картофель, корнеплоды, сеяные травы.

Для освоения этих почв требуется осушение, удаление кочек, уничтожение кустарников, правильная обработка, внесение минеральных и микроудобрений.

Солончаки и сильно засоленные почвы в неорошаемых условиях отводят в основном под пастбища. Возделывание культур на этих почвах возможно только после проведения сложных и дорогостоящих мелиоративных мероприятий. Важнейшими из них являются: промывка пресными водами для удаления излишков солей, понижение уровня грунтовых вод устройством дренажа, посев солевыносливых культур, предупреждение вторичного засоления, применение соответствующей обработки почв и удобрений.

Вовлечение солонцов в культуру возможно только при проведении специальных мероприятий, направленных на удаление натрия из поглощенного состояния путем внесения гипса и последующего глубокого увлажнения, на улучшение физических свойств и нейтрализацию щелочной реакции. Комплекс мер обязательно должен включать правильную систему обработки и внесения органических и минеральных удобрений.

При освоении солодей рекомендуется проводить следующие агротехнические мероприятия: глубокую вспашку, при необходимости известкование малыми дозами, внесение органических и минеральных удобрений, землевание, т. е. покрытие солодей перегнойным слоем почвы соседних участков.

Система агротехнических мероприятий, обеспечивающая повышение урожайности, должна быть разработана с учетом почвенных типов или подтипов каждой почвенной зоны, в соответствии с факторами почвообразования того или иного почвенного района. С этой целью проводят почвенное обследование и составляют почвенные карты. Почвенные карты бывают мелкомасштабные (республиканские, краевые, областные) и крупномасштабные для характеристики почв отдельных хозяйств.

В практической деятельности колхозов и совхозов используются крупномасштабные почвенные карты (от 1:25 000 до

1 : 50 000). На картах нанесены типы и виды почв, их механический состав, основные агрохимические характеристики почв. Для производственных целей в дополнение к почвенной карте составляют специальные картограммы (карто-схемы), на которых отмечают потребность почв в извести, удобрениях, степень их засоленности, подверженность водной и ветровой эрозии. Агрохимическое обследование почв и составление карто-схем (картограмм) проводится периодически, примерно 1 раз в 5 лет.

Почвенная карта сопровождается почвенным очерком или пояснительной запиской, содержащей подробную агропроизводственную характеристику почв хозяйства и рекомендации по лучшему их использованию.

Почвенная карта необходима при планировании севооборота, для установления сроков и последовательности полевых работ на разных полях, определения нагрузки на трактор с учетом механического состава почв и проведения мелиоративных мероприятий (известкование, гипсование и др.). В агрометеорологической практике почвенные карты и картограммы используются при выборе и описании наблюдательного участка, при составлении агроклиматических справочников и проведении работ по определению агрогидрологических свойств почвы.

7.13. Бонитировка почв

Бонитировка почв (от лат. *Bonitas* — добротность) — это относительная оценка почв по их производительности. При бонитировке ценность почв выражается в баллах, которые характеризуют добротность одной почвы относительно другой по ее свойствам и плодородию.

В основу качественной оценки почв положены те ее свойства, которые наиболее устойчивы и важны для роста и развития сельскохозяйственных культур и находятся в тесной связи с их урожайностью. Такие свойства почв получили название *диагностических признаков*. И по ним составляется бонитировочная шкала.

В различных почвенно-климатических зонах диагностические признаки могут быть неодинаковыми. Наиболее часто используются следующие признаки: мощность гумусового горизонта и пахотного слоя, содержание гумуса и его запас, содержание валовых и подвижных запасов фосфора и калия, механический состав, рН солевой вытяжки, гидrolитическая кислотность, емкость поглощенных катионов, степень насыщенности основаниями и др.

Для удобства планирования почвы делят по качеству на классы с интервалом в 10 баллов.

К первому классу относят почвы с оценкой 90—100 баллов, ко второму — 80—90 баллов, к третьему — 70—80 баллов и т. д.

Влияние рельефа и метеорологических условий учитывается в виде поправочных коэффициентов. Например, поправочный

коэффициент для равнинного рельефа принят за 1,0, в зависимости от степени пересеченности этот коэффициент понижается.

Поправку на метеорологические условия вводят с учетом гидротермического коэффициента (ГТК).

Таким образом, общий балл оценки землепользования хозяйства складывается из средневзвешенного балла почвенного покрова, скорректированного коэффициентами, учитывающими влияние рельефа, местного климата и других условий.

Расчет проводят по формуле

$$B = \frac{b_1s_1 + b_2s_2 + \dots + b_ns_n}{S} \text{ (ГТК, } K_{рф} \text{ и т. д.)},$$

где B — балл качественной оценки земли; b_1, b_2, \dots, b_n — баллы оценки отдельных почв; s_1, s_2, \dots, s_n — площади, занимаемые этими почвами; S — общая площадь; ГТК, $K_{рф}$ и т. д. — поправочные коэффициенты на местные условия (гидротермический коэффициент, коэффициент рельефа и другие факторы, влияющие на плодородие почв).

Баллы качественной оценки земли дают возможность сопоставлять условия ведения сельского хозяйства на разных по природным особенностям территориях.

В агрометеорологической практике результаты бонитировки почв применяют для агроклиматической оценки территории. С этой целью используются бонитировочные карты. Основой для бонитировочных карт служат почвенные карты, но на первых несколько почвенных контуров могут быть объединены в один по значению бонитетного балла или бонитетного класса почв. На бонитировочных картах крупного масштаба для каждого поля севооборота, участка, выгона и сенокоса указывается средневзвешенный балл почв.

Бонитировочная карта сопровождается объяснительной запиской, содержащей рекомендации по рациональному использованию земель и повышению плодородия почвы.

Часть третья. ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Глава 8. ОСНОВЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

8.1. Земледелие как наука

В системе агрономических наук земледелию принадлежит важная роль. Это отрасль знаний, связывающая естественнонаучные дисциплины с прикладными, агрономическими.

К. А. Тимирязев главной задачей научного земледелия считал изучение требований культурных растений и разработку способов их удовлетворения. Эти способы должны быть направлены прежде всего на развитие растения в нужном для земледельца направлении, например, для получения максимального количества семян хорошего качества или для развития вегетативных органов (стебля и листьев), для получения корнеплодов и т. д.

Развивая учение Тимирязева о связи физиологии растений с земледелием, Д. Н. Прянишников считал объектами изучения физиологии — свойства растений, почвоведения и метеорологии — свойства окружающей среды, а земледелия — способы согласования этих свойств путем воздействия преимущественно на почву и растение. В. Р. Вильямс основную задачу земледелия видел «в обеспечении культурным растениям непрерывно в течение всего периода их жизни одновременного максимального наличия в почве усвояемой воды и усвояемой пищи».

Таким образом, эти определения выражают одну и ту же мысль — задача научного земледелия состоит в том, чтобы соответствующими приемами воздействия, преимущественно на почву, полнее удовлетворять потребности возделываемых растений главным образом в почвенных факторах их жизни — воде и питательных веществах. Это может быть достигнуто путем повышения эффективного плодородия почвы, что на современном этапе составляет цель не только земледелия, но и ряда других наук, например, агрохимии, мелиорации, которые выделились в самостоятельные дисциплины в начале XX столетия. Несколько раньше такую самостоятельность получили разделы общего земледелия о сельскохозяйственных машинах и орудиях (механизация сельскохозяйственного производства) и о методах борьбы с болезнями и вредителями растений (фитопатология и энтомология).

В современное содержание научного земледелия входит рациональное использование пахотной земли и повышение эффективного плодородия почвы с использованием преимущественно биологических и физических методов (воздействие растений, микроорганизмов, обработки почвы), а также борьбы с сорной растительностью.

Методы повышения плодородия почвы делят на физические, биологические и химические.

Земледелие изучает и разрабатывает преимущественно физические (приемы и системы механической обработки почвы), биологические (растения, микроорганизмы, севооборот и т. д.) и химические (применение гербицидов для борьбы с сорными растениями) методы воздействия на почву и растения.

Как составная часть агрономических наук земледелие опирается на почвоведение, физиологию растений, микробиологию, метеорологию, физику, химию, учение о сельскохозяйственных орудиях и машинах. С другой стороны, земледелие служит фундаментом для всех растениеводческих дисциплин и специальных отраслей экономических наук.

8.2. Научные основы земледелия

8.2.1. ФАКТОРЫ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ

Растения в течение всей своей жизни постоянно находятся во взаимодействии с внешней средой. Требования растений к факторам жизни определяются наследственностью растений, и они различны не только для каждого вида, но и для каждого сорта той или иной культуры. Вот почему глубокое знание этих требований дает возможность правильно устанавливать структуру посевных площадей, чередование культур, размещение севооборотов.

Для нормальной жизнедеятельности растениям необходимы свет, тепло, вода, питательные вещества, включая углекислоту и воздух.

Основным источником света для растений является солнечная радиация. Хотя этот источник находится вне влияния человека, степень использования световой энергии солнца для фотосинтеза зависит от уровня агротехники: способов посева (направление рядков с севера на юг или с востока на запад), дифференцированных норм высева, обработки почвы и др.

Своевременное прореживание растений и уничтожение сорняков улучшают освещенность растений.

Тепло наряду со светом представляет основной фактор жизни растений и необходимое условие для биологических, химических и физических процессов в почве. Каждое растение на различных фазах и стадиях развития предъявляет определенные, но неодинаковые требования к теплу, изучение которых составляет одну из задач физиологии растений и научного земледелия. В задачу земледелия входит также изучение теплового режима почвы и способов его регулирования.

Вода и питательные вещества, за исключением углекислоты, поступающей как из почвы, так и из атмосферы, представляют почвенные факторы жизни растений. Поэтому воду и питательные вещества называют элементами плодородия почвы.

Воздух (атмосферный и почвенный) необходим как источник кислорода для дыхания растений и почвенных микроорганизмов, а также как источник углерода, который растение усваивает в процессе фотосинтеза. Кроме того, воздух необходим для микробиологических процессов в почве, в результате которых органическое вещество почвы разлагается аэробными микроорганизмами с образованием растворимых минеральных соединений азота, фосфора, калия и других элементов питания растений.

8.2.2. ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Законы земледелия — это частное выражение законов природы, проявляющихся в земледельческом процессе. Они раскрывают закономерные связи развивающегося растения с условиями внешней среды. В то же время ими определяются пути развития важнейших отраслей сельскохозяйственного производства, которое должно происходить в строгом соответствии с требованиями законов земледелия.

Закон возврата. Этот закон был открыт в середине XIX столетия основоположником агрохимии Ю. Либихом. Он формулируется так: все вещества, используемые растениями при формировании урожая, должны полностью возвратиться в почву с удобрениями. Нарушение этого закона рано или поздно приводит к утрате почвой плодородия.

В принципе постановка вопроса о необходимости возврата биологически важных элементов, а не всех элементов, вынесенных из почвы урожаем, правильна и прогрессивна. Это неоднократно подчеркивали К. Маркс, К. А. Тимирязев, Д. Н. Прянишников, отмечавшие, что учение о необходимости возврата вещества в почву представляет собой одно из величайших приобретений сельскохозяйственной науки.

Закон незаменимости и равнозначимости факторов жизни. Взаимоотношения растений с отдельными факторами их жизни изучались длительный период. В результате был установлен закон незаменимости факторов жизни растений, который формулируется так: ни один из факторов жизни растений не может быть заменен никаким другим.

Это значит, например, что сколько бы мы ни вносили удобрений, они не могут возместить недостатка воды, или — нельзя заменить фосфор азотом и калием.

Данный закон может быть выражен и иначе, с более детальной его характеристикой: растения для своей жизни требуют одновременного и совместного наличия или притока всех без исключения факторов своей жизни.

Логическим следствием этого закона является вывод о физиологической равнозначимости факторов жизни растений. Ничтожная потребность растения в каком-либо микроэлементе, если она не будет удовлетворена, может нарушить нормальный ход развития и роста растения и даже привести к его гибели, точно так же,

как и отсутствие фактора, необходимого растению в неизмеримо большем количестве.

Закон минимума, оптимума и максимума. В результате изучения реакций растений на отдельно взятые условия жизни при неизменном количестве всех остальных факторов было установлено, что каждая последующая одинаковая доза испытуемого фактора дает меньшую прибавку урожая, чем предыдущая.

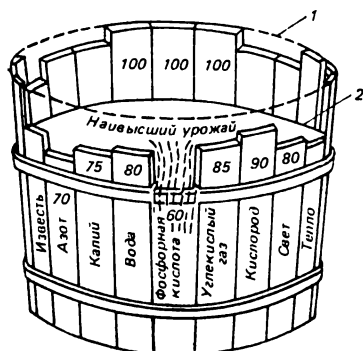


Рис. 8.1. Графическое изображение закона минимума.

1 — наивысший урожай. 2 — фактический урожай.

На основе этого был сформулирован закон минимума, которым устанавливалась зависимость количества урожая от фактора, находящегося в относительном минимуме: по мере удовлетворения потребности растения в недостающем факторе урожай повышается до тех пор, пока он не будет ограничен другим фактором, оказавшимся в минимуме.

Наглядно этот закон можно проиллюстрировать на примере бочки, клепки которой означают различные факторы жизни растений (рис. 8.1). Высота каждой клепки соответствует степени обеспеченности потребности растения в данном факторе, выраженной в процентах. Пунктирной линией на рисунке обозначен наивысший урожай, который может дать данный вид и сорт растения при полной обеспеченности (100 %) всеми факторами жизни. Сплошная линия показывает фактический урожай (уровень воды) при данной обеспеченности растений, который равен высоте самой низкой клепки.

На рисунке уровень воды ограничен клепкой, означающей фосфор, который и представляет фактор, находящийся в минимуме (степень обеспеченности 60 %). Нетрудно увидеть, что после «увеличения» этого фактора в минимуме окажется азот (степень обеспеченности 70 %).

Ю. Либих сформулировал закон минимума так: продуктивность поля находится в прямой зависимости от необходимой составной части пищи растения, содержащейся в почве в самом минимальном количестве. Он считал, что прибавка урожая прямо пропорцио-

нальна увеличению питательного вещества, находящегося в минимуме, т. е.

$$Y = Ax,$$

где Y — урожай; x — количество питательного вещества; A — коэффициент пропорциональности для данного вида удобрения.

Дальнейшее развитие законы земледелия получили в работах Сакса. Он установил, что наибольший урожай может быть получен при оптимальном количестве фактора, уменьшение и увеличение которого ведет к снижению урожая. В этом можно убедиться на примере температуры. Любой жизненный процесс в растении начинается при каком-то минимуме температуры, протекает наилучшим образом при оптимальной температуре, а по мере дальнейшего ее повышения замедляется и совсем прекращается.

Закон совокупного действия факторов жизни растений. На основании большого числа исследований было установлено, что совместное действие факторов жизни повышает влияние каждого из них на урожай по сравнению с отдельным действием. Это позволило сформулировать закон совокупного действия факторов жизни растений: для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо одновременное наличие или приток всех факторов жизни растений в оптимальном соотношении.

В основе данного закона и закона минимума лежит закон незаменимости и равнозначности факторов жизни растений.

Взаимодействие факторов жизни между собой и растением может изменить количественные потребности растения в том или другом факторе или вызвать их дополнительный приток. Например, фосфорно-калийные удобрения снижают потребность растения в воде, а внесение кремниевой кислоты способствует лучшему поступлению в растение ионов фосфорной кислоты. Однако как фосфорные (и другие) удобрения не могут уберечь от гибели растения при отсутствии воды, так и кремниевая кислота не может оказать положительного влияния на усвоение фосфора, если его нет в почве.

Таким образом, закон минимума, как и закон совокупного действия факторов жизни растений, является следствием и конкретизацией закона незаменимости и равнозначности каждого из них.

Закон плодосмена и агротехники. При разработке и освоении системы земледелия большого внимания заслуживает закон плодосмена, сформулированный М. Г. Павловым: любое агротехническое мероприятие более эффективно при плодосмене (чередование культур), чем при бессменном посеве. На положениях, вытекающих из этого закона, основаны принципы построения севооборотов, использования промежуточных, пожнивных, поукосных и других культур, способствующих интенсификации сельскохозяйственного производства, т. е. получению двух урожаев с одной и той же площади.

Условия жизни растений, особенно почвенные, можно регулировать различными приемами агротехники. Поскольку каждый из

них оказывает действие не на все факторы, необходимо применять такую систему мероприятий, которая в состоянии обеспечить растения всеми факторами жизни при наибольшей рентабельности производства. В этой системе первоочередное значение имеют приемы, влияющие на факторы, находящиеся в данное время в минимуме, например, снабжение растений водой при недостатке ее в почве. Кроме того, необходимо предвидеть и те факторы, которые могут оказаться в минимуме, после того как будет устранен дефицит в первом факторе, например при нехватке воды вместе с поливом в почву надо внести удобрения.

Система агротехники должна учитывать меняющиеся требования растений в течение вегетационного периода. Поэтому ее необходимо применять творчески, с учетом требований растений в конкретных условиях среды.

Самая лучшая система агротехнических мероприятий не даст ожидаемых результатов, если они будут выполнены недоброкачественно. Плохо выполненный прием (нарушение установленной глубины обработки почвы, несоблюдение нормы высева, неправильное внесение удобрений, гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и т. п.) может оказаться не только бесполезным, но и принести непоправимый вред.

Важным показателем качества работ является их своевременность. Преждевременное или запоздалое проведение агротехнических мероприятий резко снижает их эффективность, а часто вовсе теряет смысл.

8.3. Развитие систем земледелия и их классификация

Процесс развития систем земледелия в любой стране отражает основные этапы развития земледелия вообще. Возникновение и смена систем земледелия неразрывно связаны с развитием производительных сил общества, особенно с промышленным производством и научно-техническим прогрессом (табл. 8.1).

В первый период развития земледелия использовалось лишь природное плодородие почвы без его восстановления и повышения. В это время сложились первые примитивные системы земледелия: залежная и переложная в степных районах и подсеčno-огневая и лесопольная в лесных. Посевы сельскохозяйственных культур, преимущественно зерновых, занимали незначительную часть земельной площади, а основная находилась под естественной растительностью. Плодородие почвы при этих системах земледелия восстанавливалось под воздействием естественной растительности без какого-либо участия человека в течение 15—25 лет.

В период капиталистического способа производства происходит смена примитивной системы земледелия на более интенсивные системы (паровую, пропашную, многопольно-травяную и др.).

Первые попытки дать определение и обоснование системы земледелия были сделаны в конце XVIII в. русскими учеными-агро-

Таблица 8.1

Классификация систем земледелия (по С. А. Воробьеву)

Системы земледелия		Признаки систем земледелия	
		по способу использования земли	по способу повышения плодородия почвы
Примитивные залежная и передожная в степной зоне, подсеčno-огневая и лесопольная в лесной зоне		В обработке меньшая часть пахотно пригодных земель. В посевах преобладают зерновые	Природные процессы без участия человека
Экстенсивные паровая, многопольно-травяная		Под посевами половина и более пашни. Преобладают зерновые или многолетние травы. Значительные площади под чистыми парами	Природные процессы, направляемые человеком
Переходные улучшенная зерновая, травопольная		Пахотно пригодные земли в обработке. В посевах преобладают зерновые, которые сочетаются с многолетними травами или пропашными культурами и чистым паром	Возросшее воздействие человека с использованием природных факторов
Интенсивные плодосменная, промышленно-заводская (пропашная), зернопропашная		Почти все пахотно-пригодные земли заняты посевами. Посевная площадь часто превышает площадь пашни. Введены пропашные культуры	Активное воздействие с помощью промышленных средств

номами А. Т. Болотовым и И. М. Комовым. Они отличали одну систему земледелия от другой по способу восстановления плодородия почвы (залежь, лесная поросль, пар), а также по соотношению площадей посевов зерновых культур к кормовым, обеспечивающему развитие хлебопашества и скотоводства. До 1861 г. русские агрономы называли системы земледелия по способам возделывания культурных растений: система хлебопашества, система пашеводства и др.

А. П. Любоговский, А. В. Советов, И. А. Стебут, А. С. Ермолов и другие ученые пореформенного периода считали главными признаками системы земледелия соотношение между земельными угодьями (лугами и пашней) и различными группами культур, а также способ поддержания и повышения плодородия почвы.

Д. Н. Прянишников отмечал, что системы земледелия следует различать по способу использования земли определенными сельскохозяйственными культурами (зерновыми, кормовыми, техническими и др.), в зависимости от системы хозяйства и их специализации.

В настоящее время под системой земледелия понимают формы земледелия, представляющие комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий и характеризующиеся интенсивностью использования земли, способами восстановления и повышения плодородия почвы.

Современная научно-обоснованная система земледелия призвана обеспечивать наиболее производительное использование земли и получение в конкретных природных и экономических условиях наибольшего количества сельскохозяйственных продуктов с каждого гектара сельскохозяйственных угодий при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции. Важнейшей задачей является уменьшение влияния стихийных сил природы на сельскохозяйственное производство и повышение плодородия почвы за счет применения передовой техники и технологии, химии, мелиорации, рациональных севооборотов, использования высококачественных семян и лучших сортов.

Разнообразные природные и экономические условия на огромной территории нашей страны не позволяют развивать какую-либо одну систему земледелия. Однако в каждой системе можно выделить общую составную часть с обязательными для всех систем мероприятиями и зональную часть с мероприятиями, проводимыми лишь в определенных природно-экономических районах.

К общим мероприятиям относятся:

- 1) агротехническая организация территории и системы севооборотов;
- 2) система обработки почвы;
- 3) система удобрения;
- 4) мероприятия по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур;
- 5) семеноводство;

б) мероприятия по защите почвы от водной и ветровой эрозии.

Зональные мероприятия включают: а) орошение; б) осушение; в) полезащитные лесонасаждения; г) химическую мелиорацию (известкование, гипсование и др.).

Роль каждого агротехнического мероприятия в различных зонах страны неодинакова. Она определяется тем фактором жизни растений, который в данной зоне наиболее часто бывает в минимуме. Так, в условиях засушливого климата ведущим звеном будет орошение и приемы накопления и сохранения влаги, в увлажненных районах и при орошении — удобрение, на почвах с неблагоприятной реакцией — химическая мелиорация и т. д.

В настоящее время в СССР примитивные системы не применяются — это стало достоянием истории. Наибольшее развитие и распространение в различных зонах страны получили следующие системы земледелия.

В степной и лесостепной зонах Северного Казахстана и Сибири в условиях недостаточного увлажнения и короткого безморозного периода распространена зернопаровая система.

В льноводческих районах нечерноземной зоны широкое распространение получила улучшенная зерновая система с возделыванием многолетних бобовых трав.

В районах черноземной зоны, где выращивают сахарную свеклу, подсолнечник, кукурузу, зерновые и бобовые культуры, а многолетние травы (люцерна) занимают небольшие площади, сложилась улучшенная зерновая система с посевом пропашных культур. Значительное развитие получили интенсивные системы земледелия.

В промышленных районах нечерноземной зоны, в лесостепной полосе и на орошаемых землях других зон широко применяется плодосменная система, которая по использованию пашни может быть названа зернотравно-пропашной.

В хозяйствах, выращивающих технические и кормовые пропашные культуры, а также в специализированных овоще-картофельных хозяйствах применяется промышленно-заводская система, получившая в агрономической науке и на практике название пропашной. При этой системе пропашные занимают большую часть пашни и высеваются в севооборотах два года подряд и более. Чистые пары отсутствуют. Распространены посевы «вторичных» промежуточных культур. Интенсивное использование земли требует и соответствующих способов восстановления и повышения плодородия почвы, в частности, увеличенных доз органических и минеральных удобрений, орошения или осушения, посевов культур на зеленое удобрение, устройства дренажной сети и др.

В современном земледелии для повышения плодородия почвы применяют целый комплекс агротехнических и мелиоративных мероприятий, поэтому прежние названия систем земледелия (залежная, паровая, травопольная и др.) не выражают основного способа увеличения плодородия почвы. Они также недостаточно точно отражают и характер использования земли. Поэтому в на-

стоящее время при классификации систем земледелия учитывают зональные особенности способов увеличения плодородия и характера использования земли.

По составу культур в современной классификации выделяют следующие системы земледелия:

- 1) зернопаровая (паровая);
- 2) зернотравная (улучшенная зерновая, травопольная);
- 3) зернопаропропашная (улучшенная зерновая, паропропашная);
- 4) зернотравяно-пропашная (плодосменная);
- 5) пропашная (промышленно-заводская, огородная).

За примитивными системами сохраняются прежние названия.

По комплексу мероприятий, направленных на восстановление и повышение плодородия почвы, можно выделить следующие системы:

- 1) почвозащитные системы сухого земледелия;
- 2) системы земледелия на орошаемых землях;
- 3) системы земледелия на осушенных землях;
- 4) почвозащитные системы земледелия в районах достаточного увлажнения и др.

Дополнительной характеристикой может служить указание на зону применения той или иной системы. В качестве примера приведем несколько полных названий систем земледелия: зернопаровая почвозащитная система земледелия Северного Казахстана; пропашная система на орошаемых землях Средней Азии; зернотравяно-пропашная почвозащитная система земледелия лесостепных районов центральноразноземной зоны.

8.4. Современные системы земледелия в основных зонах страны

Разработка способов использования земли и повышения плодородия почвы во всех зонах страны должна осуществляться с учетом местных природных (почвенных, климатических) и экономических условий, специализации и структуры земельных угодий.

Нечерноземная зона. В соответствии с почвенно-климатическими условиями и специализацией сельского хозяйства система земледелия в этой зоне призвана решать следующие задачи:

1) повышать плодородие почвы путем устранения избыточной кислотности, обогащения органическим веществом, осушения в северо-западных районах, предупреждения процессов водной эрозии, проведения мероприятий по борьбе с сорняками;

2) производительно использовать богатые органическими веществами заболоченные, песчаные и супесчаные почвы с помощью специальных мероприятий по повышению плодородия (сидерация, торфяные компосты, специальные приемы обработки и др.);

3) увеличивать продуктивность естественных кормовых угодий с помощью мероприятий по поверхностному и коренному их улучшению и созданию искусственных лугов и пастбищ.

Лесо-луговой подзоне наиболее соответствуют следующие системы земледелия: а) зернотравная с возделыванием зерновых и многолетних трав; б) зернотравяно-пропашная с посевом зерновых, клевера и пропашных культур; в) пропашная на хорошо окультуренных почвах.

В крупных хозяйствах, где встречается множество различных типов почв, чаще применяют различные системы севооборотов. В основном сочетают различные виды полевых севооборотов, прифермерские кормовые или овоще-кормовые севообороты. Обеспеченность влагой и наличие удобрений позволяет высевать здесь озимые культуры по занятым парам (вико-овсяный, картофельный, клеверный). Чистые пары целесообразно вводить на слишком засоренных и истощенных землях. В полевых севооборотах зоны преобладает двухгодичное использование многолетних трав.

В повышении плодородия дерново-подзолистых почв важное значение имеет удобрение. К особенностям применения удобрений в зоне относятся:

1) организация хранения и приготовления удобрений, связанная с продолжительным зимним периодом;

2) приготовление, транспортировка и внесение навозно-торфяных и других компостов;

3) применение на кислых почвах малорастворимых в воде фосфорных удобрений;

4) более частое внесение удобрений меньшими дозами на легких почвах.

Систему удобрения разрабатывают для каждого севооборота в соответствии с составом и чередованием культур, планируемым урожаем, видами удобрений и качеством почвы.

Почвенно-климатические условия нечерноземной зоны обуславливают особые требования к обработке почвы, неодинаковые в различных подзонах. Если в южных и юго-восточных районах главной задачей обработки является накопление и сохранение влаги, то в северных и северо-западных районах, наоборот, — устранение избыточного увлажнения и усиление аэрации почвы. Наличие подзолистого неплодородного подпахотного слоя в дерново-подзолистых почвах, расположенного нередко на глубине 12—14 см от поверхности, требует применения особых методов углубления пахотного горизонта. Приемы и техника углубления пахотного слоя дерново-подзолистых почв изменяются в зависимости от мощности дернового слоя и степени оподзоленности. Установлено, что сочетание углубления пахотного слоя с внесением удобрений и известкованием дает высокие прибавки урожая уже в первые годы.

Система основной обработки почвы изменяется в зависимости от климатических и почвенных условий, требований культуры и истории полей. В северной и северо-западной части нечерноземной зоны с коротким послеуборочным периодом зяблевую вспашку

без предварительного лущения проводят сразу после снятия урожая.

В центральной и южной части зоны, где отмечается более продолжительный теплый послеуборочный период, поля, вышедшие из-под зерновых культур и льна, полезно лущить, а через 2—3 недели пахать на полную глубину пахотного слоя или с углублением.

На чистых от сорняков полях после картофеля и корнеплодов, а также на тяжелых и переувлажненных почвах осенью вместо вспашки следует проводить лущение, а весной вспахивать их. Там, где экономически выгодны пожнивные культуры, зяблевую вспашку проводят после их уборки.

Для предотвращения водной эрозии при обработке почвы на склонах необходимо применять пахоту поперек склона с поделкой валиков. Кроме того, следует создавать лесные насаждения по краям балок и оврагов.

Весенняя предпосевная обработка почвы под яровые культуры также должна быть дифференцирована в зависимости от почвенно-климатических и погодных условий весны, от высеваемой и предшествующей культуры, от степени и характера засоренности посевов предшествующей культуры, от глубины пахотного слоя почвы, заражения его возбудителями болезней и вредителями.

На почвах легкого механического состава или с хорошей структурой под ранние яровые достаточно провести весной покровное боронование и предпосевную культивацию на глубину заделки семян. На избыточно увлажненных почвах культивируют без предварительного боронования.

На тяжелых, бесструктурных почвах целесообразно проводить более глубокое рыхление почвы плугом или культиватором-рыхлителем. Для разделки глыбистой пашни поднятых осенью целинных земель или пласта многолетних трав применяют дискование. Под поздние яровые проводят ранневесеннее боронование, затем культивацию или перепашку вместе с боронованием, а перед посевом культивируют на глубину заделки семян. До или после посева почву следует прикатать кольчатыми катками.

Осушенные болотные, торфяные и минеральные почвы обрабатывают кустарниково-болотными плугами, фрезой или дисковыми орудиями на глубину 30—35 см.

Повысить плодородие песчаных и супесчаных почв можно лишь особой системой обработки. На легких почвах хороший эффект дает безотвальная обработка, которая сохраняет обогащенный органическим веществом и более связный слой почвы в верхней части пахотного горизонта. Углубление пахотного слоя дает положительные результаты лишь там, где вовлекаются в обработку более связные подпахотные слои.

Зяблевую вспашку песчаных почв на незасоренных полях, предназначенных под зерновые культуры, целесообразно заменять обработкой дисковыми лушильниками на глубину 10—12 см. На полях, засоренных многолетними сорняками, необходимо прово-

диль лущение и зяблевую вспашку. Такая вспашка положительно влияет на урожай овощных культур и корнеплодов. Сидеральные удобрения надо запахивать плугом на глубину 16—18 см с последующим боронованием и прикатыванием.

Лесостепная и степная зоны Европейской части СССР. Наиболее важными звеньями системы земледелия в лесостепной и степной зонах европейской части СССР являются:

1) мероприятия по регулированию водного режима и преодолению вредных последствий засух;

2) система мер предохранения почвы от водной и ветровой эрозии, а также повышение плодородия и правильное использование эродированных земель;

3) повышение плодородия старопахотных почв за счет внесения органических и минеральных удобрений;

4) борьба с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Природные условия и большое разнообразие сельскохозяйственных культур позволяют широко применять здесь плодосменную систему земледелия, особенно в северной и западной части зоны. В юго-восточных и восточных районах преобладает зернопропашная система.

Важным условием правильного построения севооборотов в этой зоне является размещение озимой пшеницы по хорошим предшественникам. В степной зоне необходимо отводить 10—20 % пашни под чистый пар. Обработка почвы по типу чистого пара в сочетании с обработкой ее гербицидами — лучший способ уничтожения злостных сорняков, таких, как бодяк полевой, вьюнок, горчак розовый и др. Хорошим предшественником для озимой пшеницы служат занятые пары. Часть посевов озимой пшеницы в степной и лесостепной зонах размещают по непаровым предшественникам, в частности, после ранних пропашных и озимых, идущих по чистым парам.

Сахарную свеклу высевают после озимой пшеницы, размещенной по лучшему предшественнику.

В районах, подверженных водной эрозии, на склонах крутизной до 8° применяют почвозащитные севообороты, в которых преобладают посевы многолетних и однолетних трав, озимых зерновых культур, а пропашные занимают ограниченные площади и размещаются поперек склона полосами, чередующимися с такими же полосами устойчивых к эрозии культур.

В степных районах, подвергающихся ветровой эрозии, полосы располагают поперек направления господствующих ветров, чистые пары размещают так же полосами, чередуя их с озимой пшеницей.

Система обработки почвы в данной зоне должна быть направлена на накопление и сохранение влаги, защиту почвы от эрозии и очищение ее от семенных зачатков и вегетативных органов размножения сорняков. В засушливой и эрозионно-опасной части

зоны рекомендуется ограничивать применение отвальных почвообрабатывающих орудий.

Глубокая обработка черноземных и каштановых почв до 30—35 см, проводимая 2—3 раза за ротацию севооборота в первую очередь под пропашные культуры, дает положительные результаты. На склонах применяют специальные способы обработки почвы с поделкой валиков, борозд, щелей, ячеек и др. На почвах, подверженных ветровой эрозии, применяют обработку почвы с оставлением на поверхности стерни.

К особенностям системы удобрений в лесостепной и степной зонах ЕЧС относятся:

1) внесение органических удобрений сравнительно небольшими дозами (15—20 т/га) в паровое поле и под пропашные культуры с заделкой во влажный слой почвы;

2) использование растворимых форм фосфорных удобрений для основного и рядкового внесения;

3) внесение азотных удобрений на бедных почвах при достаточном увлажнении и при орошении.

Кроме указанных выше мероприятий, для регулирования водного режима и защиты почвы от эрозии здесь создают поле- и почвозащитные лесонасаждения, проводят залужение приовражных и прибалочных территорий, гидротехнические мероприятия по регулированию стока, задержанию снега и талых вод, полосное и контурное размещение посевов, специальные способы посева, обеспечивающие оптимальную густоту растений и нужное направление рядков.

В степной зоне в комплекс агролесомелиоративных мероприятий включают различные приемы по улучшению солонцовых почв — это гипсование, посевы многолетних трав, глубокая мелиоративная обработка почвы и др.

Степная и лесостепная зоны Северного Казахстана и Сибири. Природные условия данных зон неблагоприятны для выращивания большинства технических и озимых зерновых культур. Основной культурой здесь является яровая пшеница. Наряду с ней на меньших площадях возделывают другие яровые зерновые, некоторые масличные, картофель, овощные культуры, однолетние и многолетние травы. В северной части лесостепи выращивают озимую рожь, просо, горох, а в предгорных районах Алтайского края — сахарную свеклу.

Система земледелия в этих зонах направлена на преодоление губительного действия засухи, предупреждение ветровой эрозии, улучшение засоленных почв, очищение полей от сорняков. Здесь преобладают зернопаровая и зернопаропропашная системы земледелия. Чистый пар имеет большое значение для накопления влаги и мобилизации доступных питательных веществ, а также необходим в системе мер борьбы с сорняками. Особенно эффективны здесь кулисные пары, в которых за зиму накапливается снега в 2—3 раза больше, чем на бескулисных парах.

Из непаровых предшественников яровой пшеницы лучшим является кукуруза, а в годы с достаточным увлажнением во вторую половину лета — многолетние травы при ранней их распашке. В степной зоне рекомендуются 3-, 4- или 5-польные зернопаровые севообороты с одним полем чистого пара и двумя—четырьмя полями зерновых, кроме того, может быть добавлено одно или два выводных поля с многолетними травами.

В лесостепных районах применяют зернопаротравяные севообороты с чистым паром, многолетними травами и зерновыми культурами.

На малоплодородных и засоленных почвах рекомендуются травопольные севообороты с длительным использованием трав. Такие же севообороты с полосным размещением многолетних трав и однолетних культур вводят на легких почвах, подверженных ветровой эрозии.

Защита почвы от ветровой эрозии в зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах осуществляется путем чередования полос чистого пара с полосами пшеницы.

Система обработки почвы на данной территории направлена на накопление и сохранение влаги в почве и на защиту ее от ветровой эрозии. Этим целям отвечает безотвальная вспашка культиваторами-плоскорезами, в результате которой на поверхности пашни сохраняется стерня, задерживающая снег и предохраняющая почву от ветровой эрозии. Паровые поля обрабатывают плоскорезами и штанговыми культиваторами.

В более увлажненных лесостепных районах, не подверженных ветровой эрозии, проводят зяблевую вспашку плугом с предплужниками, чередуя ее с лущением. В лесостепях Зауралья используют систему обработки почвы по методу Т. С. Мальцева, основанную на сочетании глубокого безотвального рыхления с лущением дисковыми орудиями. В Восточной Сибири проводят раннюю зяблевую вспашку с выравниванием поверхности, а также безотвальную обработку почвы с оставлением стерни. Весенняя предпосевная обработка используется для уничтожения овсяга.

Дозы внесения удобрений зависят от условий увлажнения. При недостатке влаги большие дозы удобрений усиливают действие засухи, а в годы оптимального увлажнения вызывают полегание хлебов. Высокоэффективен на черноземных почвах суперфосфат.

Системы земледелия на орошаемых землях. Орошение позволяет регулировать водный режим почвы, что дает возможность получать высокие урожаи наиболее ценных культур. При разработке системы орошаемого земледелия необходимо учитывать климатические, почвенные, экономические условия. Этими условиями в основном определяется состав культур, севообороты, системы обработки почвы и удобрений и др.

Севообороты на орошаемых землях отличаются высокой степенью специализации, т. е. насыщением ведущей культуры. Осо-

бенно это выражено в районах хлопководства, рисосеяния, овощеводства и др.

В районах, специализирующихся на производстве хлопка, распространены травяно-пропашные (люцернохлопковые) севообороты, в которых хлопчатник занимает 70—75 % всей площади севооборота, а остальную часть — люцерна.

В рисовых севооборотах практикуют посевы риса в течение 2—3 лет, а затем их сменяет люцерна или другие культуры.

С орошением связаны некоторые особенности в системе обработки почвы. Они обусловлены необходимостью сочетания приемов обработки с поливами, которые влияют на физические свойства почвы.

Основную обработку под пропашные культуры проводят на глубину 30—32 см, а в период вегетации после каждого полива рыхлят междурядья. Если на поле применяют предпахотный или влагозарядковый полив, то для уничтожения появляющихся всходов сорняков проводят полупаровую обработку почвы.

Система удобрений для каждого хозяйства разрабатывается в соответствии с принятым севооборотом и планируемыми урожаями. Удобрения в условиях орошения, повышая урожай, снижают потребление воды на единицу сухого вещества. Эффективность удобрений при орошении повышается в 2—3 раза.

Важной задачей в орошаемом земледелии является предупреждение вторичного засоления и заболачивания почвы. Причиной этих явлений служат повышенное содержание солей в поливной воде, близость минерализованных грунтовых вод или засоленных слоев почвы. Неправильный режим орошения может повысить уровень грунтовых вод и вызвать заболачивание.

Для предупреждения вторичного засоления рекомендуется периодически применять глубокую мелиоративную вспашку, гипсование, высевать люцерну. Самый радикальный способ борьбы с засолением — устройство дренажной сети, в которую поступает избыточная вода при промывке вместе с растворенными в ней солями. Чтобы не происходило заболачивание, необходимо строго регулировать расход воды при поливах, не допуская избытка, своевременно и хорошо планировать поля для равномерного распределения воды, обсаживать постоянные каналы и водохранилища деревьями. Древесные насаждения, кроме того, защищают посеы от суховея, предохраняют водохранилища от наноса ила, песка, снижают расход влаги и т. д.

8.5. Научные основы чередования культур

Необходимость чередования сельскохозяйственных культур доказана многими теориями. Одни ученые объясняли необходимость севооборота с точки зрения питания растений (Тэер, Либих), другие — образованием токсичных соединений в почве при бессеменных посевах культур (Декандоль, Макер и др.), третьи — сим-

биотическими особенностями бобовых, различным влиянием растений на физические свойства почвы, особенно на ее структуру, (П. А. Костычев и В. Р. Вильямс). Все эти взгляды и теории имеют общий недостаток — односторонность.

Д. Н. Прянишников разделил все причины, вызывающие необходимость чередования культур, на четыре группы: химические, физические, биологические и экономические.

Химические причины севооборота вытекают из биологии возделываемых растений, их способности по-разному использовать питательные вещества почвы. Так, зерновые выносят из почвы много азота, меньше калия и фосфора, пропашные (картофель, корнеплоды) — больше калия, а бобовые — накапливают азот. Люпин, гречиха не только обеспечивают себя фосфором из малодоступных соединений, но и оставляют для последующих культур больше легкодоступных его форм.

Количество органического вещества, оставляемого различными растениями, также неодинаково. Пропашные культуры, особенно корнеплоды, быстро разлагаясь, оставляют после себя мало органического вещества. Иначе складывается баланс у многолетних трав: они долго разлагаются и дают большое количество органических остатков. Правильное чередование культур вместе с внесением удобрений обеспечивает накопление органических и неорганических веществ в почве. ♪

Чередование растений с разной способностью усваивать питательные вещества и извлекать их из разных глубинных горизонтов дает возможность лучше снабжать питательными элементами все культуры севооборота.

Культурные растения и приемы их возделывания влияют на такие свойства почвы, как структура, строение, плотность, что обуславливает в свою очередь разные водно-физические свойства почвы. Это и является физической причиной чередования культур.

Многолетние травы улучшают структуру почвы, ее водопрочность. Этими свойствами, но в меньшей степени, обладают и однолетние растения с мощно развитой корневой системой.

△ Биологические причины, вызывающие необходимость чередования культур, связаны с тем, что при повторных посевах одной и той же культуры увеличивается засоренность посевов, накапливаются возбудители болезней и вредителей. ♪

Многие сорняки приспособились к определенным культурам и сильно засоряют посевы при их бессменном возделывании. Озимые засоряются озимыми сорняками, которые в посевах яровых легко уничтожаются. Яровые сорняки угнетаются быстро растущими озимыми культурами. Таким образом, чередование озимых и яровых культур способствует уничтожению обеих групп сорняков.

Междурядные обработки пропашных культур способствуют уничтожению сорняков в посевах и очищению почвы от их семян и вегетативных органов размножения, кроме того, благодаря обработке уменьшается засоренность последующих культур. Еще

быстрее уничтожаются сорные растения в чистом пару. Чередувание культур сплошного сева с пропашными и чистым паром служит важным средством борьбы с сорняками.

При бессменных посевах сильно размножаются вредители и накапливаются возбудители болезней сельскохозяйственных культур. Происходит снижение урожаев вследствие так называемого почвоутомления, так как в процессе жизнедеятельности вредоносных микроорганизмов и грибов, размножающихся в ризосфере произрастающей культуры, накапливаются токсичные (для данной культуры) вещества.

△Чередувание культур, значительно различающихся по биологическим признакам, способствует уменьшению их поражаемости болезнями и вредителями, а также изменению состава почвенной микрофлоры, усилению ее биологической активности в положительном направлении.▽

△Как отмечал Д. Н. Прянишников, для более производительного использования техники и рабочей силы в севооборотах целесообразно иметь культуры различных сроков посева и уборки (озимые, ранние яровые, яровые поздние), что и является экономическими причинами чередования культур.▽ Это обеспечивает проведение всех полевых работ в лучшие сроки и с высоким качеством. Особенно важное значение имеет подбор культур и их сортов, наиболее урожайных в местных условиях.

Таким образом, схема севооборота должна устанавливаться с учетом целого комплекса условий, в зависимости от почвенно-климатических особенностей зоны. Каждый севооборот должен иметь агротехническое и экономическое обоснование.▽

8.6. Предшественники основных полевых культур

Предшественник — сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году.

Несмотря на особенности в биологии и технологии возделывания растений, между отдельными культурами и приемами их выращивания имеются сходные черты, по которым эти растения можно объединить в группы, различающиеся между собой как по биологии, так и по влиянию на почву и урожай последующих культур (пропашные, зерновые непропашные, бобовые, по удобренному или неудобренному фону и т. д.). По характеру влияния на почву все предшественники можно объединить в следующие группы: чистые пары, многолетние травы, зернобобовые, пропашные, озимые зерновые, яровые зерновые, однолетние травы. Для правильного чередования культур в севообороте важно знать, какое влияние оказывают предшественники на последующие культуры.

Чистый пар относится к особой группе предшественников и является лучшим для озимых хлебов, а в юго-восточных и восточных районах и для яровой пшеницы. В чистых парах накапливается влага и доступные формы питательных веществ, кроме

того, система обработки чистых паров способствует очищению почвы от семенных и вегетативных зачатков размножения сорняков, поэтому размещаемые по чистым парам культуры дают более высокие урожаи, чем по другим предшественникам.

Пшеница, посеянная по чистому пару, отличается более высоким качеством зерна, особенно по содержанию белка. Положительное влияние чистого пара сказывается и на последующих культурах.

Основной недостаток чистых паров — уменьшение общей площади посевов. Поэтому даже в районах недостаточного увлажнения по чистым парам размещают не более половины всей площади озимой или яровой пшеницы. В районах достаточного увлажнения чистые пары не оправдывают себя.

Многолетние бобовые травы и смеси их с злаковыми — хороший предшественник для многих культур. Бобовые травы обогащают почву азотом, злаковые — потребляют азот и значительно уступают первым по воздействию на почву. Чем выше урожай трав, тем сильнее их воздействие на плодородие почвы и урожай последующих культур.

В районах, малообеспеченных влагой, роль многолетних трав как предшественника уменьшается, потому что озимые по травяному пласту не обеспечиваются влагой. В районах достаточного увлажнения многолетние травы — хорошие предшественники льна, конопли, картофеля, а в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения — проса, яровых зерновых и бахчевых. Люцерна — незаменимый предшественник хлопчатника, риса и других культур в орошаемом земледелии.

Зернобобовые непропашные культуры (горох, вика, чечевица и др.) хуже, чем бобовые травы, усваивают азот из воздуха. Однако они обеспечивают свои потребности в нем и сохраняют азот почвы для последующих культур. Более ранняя уборка их по сравнению с зерновыми культурами позволяет в центральных и южных районах Европейской части СССР размещать по зернобобовым озимые.

Все зернобобовые — хорошие предшественники яровых зерновых, льна и пропашных культур. В Западной Украине и Белоруссии хорошим предшественником озимых и яровых культур является кормовая люпин. В лесостепных и степных зонах Сибири и Северного Казахстана зернобобовые как предшественники яровой пшеницы значительно уступают пропашным.

Из-за опасности распространения специфических болезней и вредителей не рекомендуется проводить повторные посевы бобовых культур. Нецелесообразно отводить под чистый пар поле после зернобобовых культур.

Пропашные культуры разнообразны по биологии и хозяйственному значению, но объединены в одну группу по способу возделывания (широкорядные посевы).

Обработка почвы в междурядьях в период вегетации растений способствует очищению поля от сорняков и повышению микробио-

логической активности почвы. По этим показателям пропашные культуры при правильном уходе за ними приближаются к чистому пару.

Пропашные бобовые культуры (соя, бобы и др.) улучшают азотный баланс почвы. Многие пропашные имеют мощную корневую систему, позволяющую использовать влагу и питательные вещества из подпахотных слоев почвы.

Несмотря на общие признаки, пропашные культуры значительно различаются между собой, поэтому в качестве предшественников для других культур они неравноценны.

В нечерноземной зоне картофель является одним из лучших предшественников для кукурузы или сахарной свеклы. Подсолнечник хорошо удается после кукурузы и других пропашных культур, не использующих влагу глубоких горизонтов почвы. Сахарная свекла и подсолнечник как культуры, иссушающие почву на значительную глубину, — менее ценные предшественники для других пропашных культур. Кукуруза на зеленый корм, кормовые бобы, ранние сорта картофеля — хорошие предшественники для озимых. Подсолнечник на семена обычно оставляется под черный пар, а в южных увлажненных районах при ранней уборке может служить предшественником озимых культур.

Пропашные культуры являются отличным предшественником для яровых зерновых, зернобобовых, крупяных культур.

Озимые зерновые культуры, освобождая поле раньше многих яровых, создают хорошие условия для проведения необходимой летне-осенней обработки почвы и накопления влаги. Благодаря быстрому росту весной они затеняют и угнетают многие яровые сорняки. Однако стерня часто является местобитанием многих вредителей.

Озимые зерновые — хорошие предшественники для пропашных, яровых зерновых и зернобобовых культур. В южных районах озимую пшеницу после хороших предшественников сеют два года подряд. Озимая рожь лучше выносит повторные посевы, чем пшеница, которая при посеве более двух лет подряд сильно поражается корневыми гнилями и уменьшает урожай.

Яровые зерновые культуры являются удовлетворительными предшественниками для всех культур. Ценность их как предшественников зависит от места, занимаемого ими в севообороте.

Выше оцениваются яровые зерновые, размещенные по чистым парам и многолетним травам. Плохим предшественником яровые зерновые будут после зерновых. Пшеница и прасо более ценные, чем ячмень и гречиха. Повторные посевы яровой пшеницы обычно снижают урожай по сравнению с посевами по другим предшественникам (пропашные, бобовые), однако в зерновых районах их широко применяют, особенно после хороших предшественников.

В целях более полного использования пахотных земель дополнительно к основным культурам севооборота, занимающим поле большую часть вегетационного периода, возделывают про ме жу-

точные культуры, которые выращивают в период, когда поле свободно от основных растений.

Промежуточные культуры подразделяют на *подсевные* — сельскохозяйственные культуры, высеваемые под покров основной культуры, и *послеуборочные*, высеваемые после уборки основной культуры.

Послеуборочная культура может быть *пожнивной*, т. е. промежуточной, возделываемой после уборки созревшей основной культуры и убираемой в том же сельскохозяйственном году, и *поукосной*, т. е. возделываемой на поле, рано освободившемся от растений, убранных на зеленый корм, силос или сено в том же сельскохозяйственном году.

По использованию агроклиматических ресурсов промежуточные посевы делят на две большие группы: осенние и летние. В осенних посевах используют озимые и зимующие, в летних — ранние и поздние яровые культуры. Культуры осенней группы используют агроклиматические ресурсы осенне-зимнего и ранне-весеннего периодов, до посева основных культур в севообороте, и поэтому получают корма осенью и рано весной.

Промежуточные культуры используют преимущественно на корм скоту в виде зеленой массы, сенажа, силоса, сенной муки, а также на зеленое удобрение. В этом случае весь урожай запаивают осенью.

В южных районах достаточного увлажнения и при орошении пожнивныe посевы некоторых культур могут дать полноценный второй урожай. Пожнивныe культуры не только увеличивают выход продукции с гектара, но и обогащают почву органическим веществом. При правильной агротехнике урожаи посевов основных культур получаются не ниже, чем по таким же предшественникам, но без пожнивных культур. Использование промежуточных культур наиболее целесообразно в районах орошения и достаточного увлажнения с продолжительным теплым периодом.

8.7. Севообороты

Широкой практикой земледелия и наукой доказано, что севооборот является организующим звеном системы земледелия. Под севооборотом понимают научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени (по годам) и в пространстве (по полям) на территории хозяйства. Каждый севооборот состоит из определенного количества полей. Перечень групп сельскохозяйственных культур и паров в порядке их чередования в севообороте при обозначении ротации называется *схемой севооборота*. Например, 4-польный севооборот имеет такую схему: 1) клевер; 2) озимые; 3) пропашные; 4) яровые зерновые с подсевом клевера.

Чередование культур во времени — это прохождение каждой культуры севооборота через все его поля. Период, в течение

которого все культуры и пар проходят через каждое поле севооборота в установленной схемой последовательности, называется *ротацией севооборота*. Ротационный период обычно равен числу полей в севообороте. В приведенном примере он равен четырем годам.

План размещения сельскохозяйственных культур и пара по полям и годам, представленный в виде схемы, называют ротационной таблицей (табл. 8.2).

Таблица 8.2

Ротационная таблица 4-польного севооборота
(клевер—озимые—пропашные—яровые)

Номер поля севооборота	Год первой ротации				Первый год второй ротации—1988
	1984	1985	1986	1987	
1	Клевер	Озимые	Пропашные	Яровые с подсевом клевера	Клевер
2	Озимые	Пропашные	Яровые с подсевом клевера	Клевер	Озимые
3	Пропашные	Яровые с подсевом клевера	Клевер	Озимые	Пропашные
4	Яровые с подсевом клевера	Клевер	Озимые	Пропашные	Яровые с подсевом клевера

Основными задачами севооборота являются:

- 1) повышение плодородия почвы и рациональное использование ее питательных веществ;
- 2) увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение их качества;
- 3) уменьшение засоренности посевов, их поражаемости болезнями и вредителями;
- 4) уменьшение отрицательного влияния ветровой и водной эрозии.

В ряде случаев в хозяйствах культуру высевают на одном поле 2—3 года подряд, такую культуру называют *повторной*. Когда продолжительность возделывания культуры на одном поле равна или превышает ротацию севооборота, культуру называют *бесменной*.

Повторно высевают культуры, на которых специализируется хозяйство; например: хлопчатник, рис, коноплю, озимую и яровую пшеницы, картофель. Другие культуры резко снижают урожай при повторных посевах (подсолнечник, лен).

При бесменном возделывании у большей части полевых и овощных культур сильно снижаются урожаи. Это доказано длительными опытами, проведенными в разных зонах нашей страны и за ее пределами. Кукуруза и картофель при внесении полного удобрения лучше мирятся с бесменными посевами, чем другие

культуры, но в севообороте урожай дают выше. Зернобобовые, клевер, сахарная свекла, лен и другие культуры сильно снижают свой урожай при повторных посевах и не выносят бессменного возделывания.

Неодинаковое отношение разных сельскохозяйственных культур к бессменным и повторным посевам объясняется их различными биологическими свойствами и особенностями агротехники.

8.8. Классификация севооборотов

Большое разнообразие применяемых в практике земледелия севооборотов вызвало необходимость их классификации. В основу современной классификации севооборотов положено два признака:

- 1) главный вид растениеводческой продукции, производимой в севообороте (зерно, технические культуры, корма, овощи и др.);
- 2) соотношение групп культур, различающихся по биологическим признакам, технологии возделывания и по влиянию на плодородие почвы (зерновые и технические сплошного сева, бобовые, пропашные, а также чистые пары).

По первому признаку выделяют три типа севооборотов: полевые, кормовые и специальные. В полевых севооборотах более половины площади отводят под зерновые, картофель и технические культуры. В кормовых севооборотах более 50 % площади отводят под кормовые культуры. Кормовые севообороты подразделяют на *прифермские* и *сенокосно-пастбищные*. Первые распространены вблизи животноводческих ферм и предназначены для производства сочных, силосных и зеленых кормов. В сенокосно-пастбищных севооборотах в основном выращивают многолетние и однолетние травы на сено. Отводят их и под пастбища.

В специальных севооборотах возделывают культуры, требующие особых условий и агротехники. К таким культурам относятся овощные, конопля, табак, махорка, рис и др. Специальными севооборотами являются *почвозащитные* или *противоэрозионные*.

По соотношению культур севообороты подразделяют на следующие виды: зернопаровые, зернопаропропашные, зернотравяные, зернопропашные, зернотравяно-пропашные (плодосменные), пропашные, травяно-пропашные, сидеральные, травопольные.

Зернопаровые севообороты — это севообороты, в которых посевы зерновых культур прерываются чистым паром и зерновые занимают большую площадь севооборота. Например: 1) пар, 2) яровая пшеница, 3) яровая пшеница, 4) овес или ячмень.

В настоящее время зернопаровые севообороты применяют в засушливых районах Северного Казахстана и степной части Сибири, где пропашные и бобовые культуры занимают незначительное место.

Зернопаропропашные севообороты отличаются тем, что кроме зерновых и пара, они включают не менее одного поля пропашных культур. Зерновые занимают 50—70 % пашни. Например: 1) пар, 2) зерновые, 3) зерновые, 4) пропашные, 5) зерновые. В зависимости от вида пропашной культуры их подразделяют на *зернопаросевооборотные*, *зернопарокартофельные* и т. д. Улучшенный вид зернопропашного севооборота включает поле многолетних бобовых трав или их смеси со злаковыми. Например: 1) пар, 2) озимые с подсевом клевера, 3)—4) клевер, 5) яровые зерновые или лен, 6) пар, 7) озимые, 8) яровые зерновые.

Зернотравяные севообороты — это севообороты, в которых большую часть площади занимают посевы зерновых и непашных технических культур, а на остальной части возделываются многолетние травы.

Зернотравяные севообороты применяются в настоящее время в хозяйствах нечерноземной полосы, где пропашные культуры занимают небольшую часть пашни и возделываются в отдельных севооборотах. Примером может служить разновидность зернотравяного севооборота — *льнотравяной*: 1) пар, 2) озимые, 3) яровые зерновые, 4)—5) клевер, 6) лен, 7) озимые, 8) яровые зерновые.

Зернопропашные севообороты — это севообороты без чистых паров, в которых посевы зерновых занимают половину и более площади. В этих севооборотах после пропашных культур следуют один или два года подряд зерновые, например: 1) пропашные, 2) зерновые либо 1) пропашные, 2)—3) зерновые. Эти севообороты распространены в более увлажненных районах зернового производства — Северный Кавказ, ЦЧО.

Травопольные севообороты — это севообороты, в которых под многолетние травы отводится половина и более площади севооборота. Остальная часть пашни занята однолетними культурами (зерновые, лен, однолетние травы и др.). Чередование культур в этом севообороте может быть примерно следующим: 1)—4) многолетние травы, 5) зерновые или лен, 6) однолетние травы, 7) яровые зерновые с подсевом многолетних трав. Этот вид севооборота в настоящее время встречается среди кормовых или почвозащитных севооборотов.

Травяно-пропашные севообороты — это севообороты, в которых пропашные культуры прерываются двумя и более полями многолетних трав. Они распространены среди кормовых, овощекартофельных севооборотов. Например: 1)—3) многолетние травы, 4) озимые, 5) сахарная свекла, 6) картофель, 7) кукуруза и зернобобовые. К травяно-пропашным также относится и хлопково-люцерновый севооборот.

Сидеральные севообороты применяются на супесчаных и песчаных почвах. В них одно или несколько полей занимают сидеральные культуры (люпин, донник и др.), возделываемые на зеленое удобрение. На остальных полях размещают зерновые и пропашные культуры.

Зернотравяно-пропашные, или плодосменные, севообороты — это севообороты, в которых зерновые культуры занимают не более половины всей площади и чередуются с пропашными и бобовыми культурами. Плодосменные севообороты распространены в нечерноземной зоне, в лесостепных районах европейской части РСФСР и УССР, в засушливых районах, где применяется орошение. В качестве примера может служить следующий севооборот: 1) пар занятый, 2) озимая пшеница, 3) сахарная свекла, 4) ячмень или овес с подсевом многолетних трав, 5) многолетние травы, 6) озимая пшеница, 7) сахарная свекла, 8) горох или вика на зерно, 9) озимая пшеница или рожь, 10) кукуруза на зерно, просо, горох.

Пропашной севооборот включает более половины полей пропашных культур. При таком насыщении возникает необходимость посева пропашных два года подряд и более.

В современных условиях пропашной вид полевого севооборота применяют в увлажненных районах Северного Кавказа и Украины. Примером может служить севооборот со следующим чередованием культур: 1) кукуруза на зерно, 2) подсолнечник, 3) зернобобовые, 4) озимая пшеница, 5) сахарная свекла, 6) озимый ячмень с пожнивным посевом кукурузы.

Кроме указанных основных двух признаков — типа и вида — севообороты различают еще по количеству полей (5-польный, 7-польный и др.). Число полей севооборота определяют, исходя из организационно-хозяйственных соображений.

8.9. Введение и освоение севооборотов

Внедрение системы севооборотов в каждом хозяйстве состоит из двух основных этапов — введение севооборотов и их освоение.

Введение севооборотов включает разработку проекта системы севооборотов; рассмотрение проекта в хозяйстве и утверждение его в вышестоящей сельскохозяйственной организации. Перенесение проекта системы севооборота в натуру, т. е. проведение землеустроительных работ, связанных с нарезкой полей, в каждом севообороте происходит в соответствии с проектом. После этого севооборот считается введенным.

Сразу после землеустройства культуры размещаются по полям каждого севооборота не так, как предусмотрено проектом. Часто вместо одной культуры в поле оказывается две-три и более. Это значит, что севообороты еще не освоены. Для освоения севооборотов составляют особый план или так называемую переходную таблицу. В ней записывают по порядку все поля и площадь каждого из них, все культуры, которые высевались в каждом поле за последние два года, с указанием занимаемой площади, а также включенные в состав поля неосвоенные земли. Чтобы было видно, как размещались культуры в каждом поле, следует составить

карту предшественников. Затем намечают полосы размещения культур на ближайшие 2—3 года, пока не будет освоен севооборот. В эти годы порядок смены культур может отличаться от установленного чередования, так же как и их размещение по полям.

Севооборот считается освоенным тогда, когда фактическое чередование культур соответствует разработанной схеме, все включенные в севооборот земли освоены, а фактическая площадь пашни соответствует запланированной в проекте.

Помимо карт предшественников составляют план агротехнических мероприятий (обработка почвы, удобрения), в котором предусматривают постепенный переход от существующей в хозяйстве агротехники к запланированной на год освоения севооборота. Особое внимание обращают на те поля севооборота, где планом предусмотрены посевы по плохим предшественникам.

Составление плана — лишь начало работы по освоению севооборота. Для его выполнения необходимо обеспечить хозяйство семенами, удобрениями, машинами и орудиями труда. Особенно важно решить вопрос о производстве семян многолетних и однолетних трав, ранних сортов картофеля и других парозанимающих культур.

Выполнение плана освоения севооборота надо контролировать проверкой фактического размещения посевов по окончании весеннего сева и осенью. Если размещение посевов частично изменено, то в план надо внести поправки не только на этот год, но и на последующие. Точно так же проверяют выполнение агротехнических мероприятий. После освоения севооборота составляют ротационную таблицу, в которой показывают размещение культур во времени и на территории.

Для того чтобы правильно решать вопросы о размещении сельскохозяйственных культур и приемах их возделывания, необходимо знать историю каждого поля за ряд лет. Поэтому в каждом хозяйстве надо иметь книгу истории полей. В нее записывают отдельно по каждому севообороту и полю прежде всего сведения о свойствах почвы, содержании в ней питательных веществ. Эти сведения берут из материалов почвенного и агрохимического обследования. В книгу заносят сведения о том, какие культуры и где именно, т. е. на какой части поля, возделывались в этом году, сколько и каких внесено удобрений под каждую культуру, как и когда обрабатывали почву, какие проводились мероприятия по борьбе с сорняками, болезнями и вредителями и какие получены урожаи по каждой культуре.

Особенно тщательно записывают данные о тех участках, где проводились коренные мероприятия по улучшению почв, например, известкование, гипсование, дренаж и др.

Ежегодно, а еще лучше несколько раз в году, следует проводить учет засоренности посевов и распространения вредителей и болезней. Результаты учета записывают в книгу и наносят на план соответствующего поля, чтобы было видно, какая часть поля

больше засорена (и какими сорняками) и заражена вредителями, вызывающими болезни.

Книгу истории полей ведет агроном, а где его нет, бригадир или управляющий отделением по мере выполнения работ.

Глава 9. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

9.1. Вред, причиняемый сорными растениями

Сорными растениями (сорняками) называются растения, не культивируемые человеком, но растущие вместе с культурными на сельскохозяйственных угодьях. Известно несколько тысяч видов сорных растений, в том числе в СССР — около 2000. Среди них вредных и ядовитых для животных — около 100 видов, паразитных — более 120 видов (36 видов повилики и 81 вид заразихи), полупаразитных — 220, карантинных — 45 видов. В каждой почвенно-климатической зоне наибольший вред сельскому хозяйству причиняют несколько сот, а на отдельных полях до 10 видов сорняков.

Сорняки приспособились к условиям жизни культурных растений и причиняют многообразный вред земледелию. Они заглушают культурные растения, поглощая из почвы большое количество воды и питательных веществ, выделяя в почву вредные вещества, лишая их света и т. д. Все это отрицательно сказывается на урожае, а иногда приводит к гибели посевов, кроме того, снижается плодородие почвы, задерживается вегетация культурных растений.

Вьющиеся сорняки, обвивая стебли культурных растений, вызывают их полегание, что затрудняет уборку и приводит к большим потерям урожая. На засоренных полях трудно высококачественно выполнять многие полевые работы: обработку почвы, уход за посевами и уборку урожая.

Сорняки требуют дополнительных затрат на сушку зерна и очистку семян, прополку посевов, внесение удобрений и гербицидов, из-за этого снижается рентабельность растениеводства.

Применение гербицидов для уничтожения сорняков часто вызывает гибель полезных насекомых, в то время как сами сорные растения являются первичными очагами размножения многих насекомых-вредителей и болезней сельскохозяйственных культур.

Среди сорных растений есть виды, вредные для человека и животных. Так, в местах массового распространения полыни, лебеды, конопля дикой у населения часто наблюдаются аллергические заболевания. Продукты растениеводства с примесью семян ядовитых растений могут быть причиной отравления людей и животных. Поедаемые на пастбище или с сеном ядовитые растения (горчак розовый, лютик едкий и др.) вызывают отравление животных, а полынь горькая, чеснок луговой и чижма придают молоку

неприятный вкус. Засорение шерсти некоторыми сорняками снижает ее качество и делает непригодной для изготовления высококачественных текстильных изделий.

9.2. Биологические особенности сорных растений

Сорные растения имеют ряд биологических особенностей, благодаря которым они удерживаются на полях, несмотря на применяемые к ним меры борьбы.

Одной из таких особенностей является высокая плодовитость. Многие виды сорняков дают десятки и сотни тысяч семян с одного растения, что во много раз превышает количество семян с одного растения зерновых культур. Другой особенностью является наличие множества различных приспособлений для распространения семян на значительные расстояния (летучки, прицепки, завитки).

Неодновременное и растянутое во времени прорастание семян сорняков также является важной биологической особенностью, отличающей сорные растения от культурных. Если у культурных растений период прорастания семян исчисляется днями, то у многих видов сорняков семена могут сохраняться в почве, не теряя всхожести, годы и даже десятилетия. У некоторых сорняков на одном и том же растении образуются семена с разным периодом покоя (гетерокарпия), т. е. одни семена могут прорасти в первые дни, а другие сохраняют всхожесть многие годы.

Несмотря на то что требования прорастающих семян сорняков к теплу и влаге мало отличаются от требований культурных растений, всходы сорняков появляются раньше, так как обычно их семена расположены на поверхности или в самом верхнем слое почвы. Поэтому при наличии здесь влаги они быстро прорастают и опережают в росте засоряемые культурные растения.

Многие сорняки, преимущественно многолетние, кроме семенного возобновления способны размножаться вегетативно, образуя большое количество почек, отпрысков-порослей, лукович. Вегетативные органы, разрезанные на мелкие части, не только не утрачивают жизнеспособности, но и повышают способность к образованию побегов.

9.3. Классификация сорных растений

Разработка эффективных мер борьбы с сорняками и успешное применение их в производстве требует объединения множества видов сорных растений в группы по их важнейшим признакам. Для практических целей наибольшее значение имеет классификация сорняков по таким биологическим признакам, как способ питания, продолжительность жизни и способ размножения.

По способу питания все сорные растения делят на два типа: самостоятельный, или автотрофный, и паразитный, или гетеротрофный.

Сорняки *самостоятельного типа питания* способны синтезировать органическое вещество, усваивать минеральные вещества и воду из почвы, т. е. они имеют фотосинтетический аппарат (листья) и корневую систему. К *паразитному типу питания* относят сорные растения, утратившие способность к фотосинтезу (полные паразиты) и питающиеся за счет растения-хозяина специальными органами — присосками, или гаусториями. Они имеют на стеблях редуцированные (без хлорофилла) листья-чешуи, выполняющие функцию защиты генеративного побега в ранний период его развития. В зависимости от места прикрепления паразита к растению-хозяину различают корневые (заразиха) и стеблевые (повилика) паразитные сорняки.

Полупаразитные сорные растения занимают промежуточное положение между сорняками самостоятельного и паразитного типа питания. Они имеют нормально развитые зеленые листья и способны к фотосинтезу, однако воду и растворенные в ней минеральные и частично органические вещества с помощью гаустории высасывают из растения-хозяина. В зависимости от места прикрепления к растению-хозяину различают корневые (стрига) и стеблевые (омела) полупаразитные сорняки.

По продолжительности жизни и способу размножения сорные растения подразделяют на биологические типы: малолетники (однолетние и двулетние) и многолетники.

К *малолетним* относят растения, размножающиеся только семенами, живущие не более двух лет и отмирающие после созревания семян. В зависимости от продолжительности жизни их делят на эфемеры, яровые ранние и поздние, зимующие, озимые и двулетники.

К *многолетним* относят сорняки, живущие несколько лет и неоднократно плодоносящие в течение жизненного цикла. Размножаются они семенами и вегетативными органами с помощью корневищ и корневых отпрысков, а также корневыми и стеблевыми клубнями, луковицами и т. д. По способности к вегетативному размножению многолетние сорняки делят на растения, вегетативно не размножающиеся (или слабо размножающиеся), и растения с сильно выраженным вегетативным размножением.

В табл. 9.1 приведена полная классификация сорных растений.

Кроме указанных биологических признаков, сорняки классифицируют еще по месту обитания. Выделяют *посевные* и *мусорные* сорняки. Последние в свою очередь подразделяются на подгруппы в зависимости от мест произрастания сорняков (усадыбы, парки, окраины дорог и др.). Среди посевных сорняков выделяют полевые, луговые, огородные, садовые, болотные.

Рассмотрим более подробно некоторые биологические типы сорных растений.

Малолетние сорные растения. По продолжительности жизни в этом биотипе можно выделить пять подгрупп.

Эфемеры — это растения с очень коротким периодом вегетации (1,5—2 мес.), способные давать за один сезон несколько поколений.

Типичным представителем эфемерных сорняков является мокрица, или звездчатка средняя. Она развивается на влажных, хорошо обрабатываемых участках. Ее ветвящиеся, почти стелющиеся, стебли способны давать придаточные корни. Одно растение

Таблица 9.1

Классификация сорных растений

Непаразитные		Паразитные и полупаразитные
малолетние	многолетние	
<p>Эфемеры</p> <p>Яровые</p> <p> ранние</p> <p> поздние</p> <p>Зимующие</p> <p>Озимые</p> <p>Двулетние</p>	<p>Не размножающиеся или слабо размножающиеся вегетативно</p> <p> стержнекорневые</p> <p> мочкокорневые, или пучкокорневые</p> <p>С сильно выраженным вегетативным размножением</p> <p> луковичные</p> <p> клубневые</p> <p> корневишные</p> <p> корнеотпрысковые</p> <p>Кустарники</p> <p>Полукустарники</p>	<p>Корневые</p> <p>Стеблевые</p>

воспроизводит 15—25 тыс. семян и может плодоносить 2 раза в год. Семена мелкие, но сохраняют жизнеспособность в почве в течение 2—5 лет.

Яровые сорные растения делят на две подгруппы: ранние и поздние (рис. 9.1). Ранние яровые прорастают рано весной и заканчивают развитие до уборки культурных растений или одновременно с их созреванием. Такое развитие сорняков приводит к сильному засорению как почвы, так и семенного материала.

Поздние яровые сорняки прорастают при достаточном прогревании почвы, поэтому они медленно развиваются и созревают вместе с поздними яровыми культурами, их семена попадают в урожай.

Многие из ранних и особенно поздних яровых заканчивают вегетацию в послеуборочный период, тем самым засоряя почву.

Яровые сорняки дают лишь одно поколение в год. К ранним яровым относятся марь белая, горец вьюнковый, редька дикая, овсюг обыкновенный и др. Из поздних яровых широко распространены: щирица запрокинутая, щетинники сизый и зеленый, курай, куриное просо и др.

Для борьбы с этими сорняками важно знать продолжительность периода покоя семян и время, в течение которого они сохра-

няют свою жизнеспособность. Большая часть семян яровых сорняков с осени не прорастает; обычно это происходит после перезимовки в почве или в зернохранилище. У разных видов сорняков семена имеют неодинаковый период покоя, например у мари белой — до 3 лет, у овсяга обыкновенного — от 2 мес до 2 лет.



Рис. 9.1. Однолетние яровые сорняки.
 1 — овсяга обыкновенный, 2 — редька дикая, 3 — пикульник, 4 — торница полевая.

По времени, в течение которого семена сохраняют жизнеспособность в почве, яровые сорняки можно разделить на три группы: 1) не более 5 лет (плевел опьяняющий, куколь обыкновенный, курай); 2) от 5 до 10 лет (редька дикая, пикульник, куриное просо и др.); 3) более 10 лет (марь белая и др.).

Основными приемами борьбы с яровыми сорняками (ранними и поздними) являются: а) очистка посевного материала; б) тщательная предпосевная обработка почвы; в) загущенный посев озимых, яровых культур; г) своевременный уход (боронование озимых, яровых, пропашных культур, междурядные обработки пропашных); д) пожнивное лушение стерни с обязательной зяблевой вспашкой после прорастания сорняков; е) применение гербицидов.

Зимующие сорные растения при ранних весенних всходах заканчивают вегетацию в том же году, а при поздних всходах способны перезимовать в любой фазе роста. После перезимовки сорняки рано заканчивают вегетацию, поэтому семена их попадают преимущественно в почву. Такие биологические особенности позволяют сорнякам успешно произрастать в посевах озимых и яровых культур.

✓ В группу данных сорняков входят: василек синий, пастушья сумка, трехреберник непахучий, ярутка полевая, живокость посевная и др.

Для уничтожения зимующих сорняков особенно важное значение имеет своевременное лушение жнивья с последующей зяблевой вспашкой, весеннее боронование озимых и яровых культур. Предпосевной обработкой посевов можно уничтожить розетки перезимовавших сорняков. Большая часть зимующих сорняков может быть уничтожена гербицидами.

Озимые сорняки по циклу развития похожи на озимые хлеба. Для них перезимовка обязательна. Они размножаются только семенами. Независимо от времени прорастания озимые сорняки дают стебель, цветки, плоды и семена только на следующий год. По биологическим особенностям это засорители озимых хлебов, преимущественно ржи. Из озимых сорняков наиболее распространены костер ржаной и полевой, метелица и др.

Меры борьбы с малолетними сорняками включают лушение стерни вслед за уборкой культур дисковыми лушительниками на глубину 4—6 см во влажных районах и 10—12 см — в сухих. Лушение уничтожает растущие сорняки и провоцирует прорастание семян, заделанных во влажную почву. После появления всходов сорняков (через 1,5—2 недели) их уничтожают последующей вспашкой.

Двулетние сорные растения проходят полный цикл развития за два года. В течение первого года растения образуют розетки листьев или невысокие стебли. В этот период корневая система уходит глубоко в землю. На следующий год весной растения быстро развиваются и летом дают семена. Типичные двулетники прорастают осенью, плодоносят лишь после второй перезимовки. К этой группе относятся донник

лекарственный и белый, белена черная, свербига восточная, липучка обыкновенная и др. Однако в южных районах некоторые двулетники, проросшие осенью, развиваются как озимые, т. е. формируют семена на следующий год. Основные меры борьбы с двулетними сорняками направлены на подрезание корневой системы отвальными боронами или плугами с предплужниками при зяблевой обработке и на систематическое подкашивание на непахотных угодьях.

Многолетние сорные растения. К этой группе относят те виды сорных растений, которые живут несколько лет (4—10 и более) и ежегодно образуют семена и органы вегетативного размножения.

Ежегодное вегетативное возобновление или размножение многолетних сорняков идет за счет почек, сформированных на корневой шейке (стержнекорневые сорняки), в узлах корневищ (корневищные), на корневых порослях (корнеотпрысковые), на клубнях (клубневые), на надземных ползучих побегах (ползучие) и т. д. Свойство многолетних сорных растений размножаться не только семенами, но и вегетативно делает их более вредоносными.

Стержнекорневые сорняки в первый год вегетации образуют из семян розетки листьев и формируют один стержневой корень, уходящий в почву на глубину 1,5—2 м. Вегетативное возобновление идет за счет почек, ежегодно закладывающихся на корневой шейке, которая втягивается в почву на глубину 6—12 см. К стержнекорневым сорнякам относятся: цикорий дикий, щавель кислый, полынь горькая, подорожник ланцетолистный и др. Размножаются эти сорняки преимущественно семенами, так как имеют ограниченную способность к вегетативному размножению. Они являются засорителями зерновых, кормовых и овощных культур, встречаются в садах и на лугах.

У всех стержнекорневых сорняков отрезанная при обработке верхняя часть корневой шейки способна приживаться и давать начало новым растениям. Эффективной мерой борьбы с сорняками является обработка почвы фрезой или плоскорезами на глубину 10—12 см с последующим боронованием. Это позволяет извлекать корневые шейки на поверхность почвы, где они высыхают и гибнут. Кроме того, борьбу можно вести и при основной обработке почвы плугом (25—27 см) с предплужником (8—9 см), подрезая стержнекорни в двух местах и глубоко их запахивая.

Мочкокорневые сорные растения вегетативно возобновляются из почек узла кушения. Для них характерна партикуляция — расщепление материнской особи на несколько частей — партикул, способных давать придаточные корни и тем самым продлевать жизнь стареющему материнскому растению.

Типичными представителями этой группы являются лютик едкий — ядовитый сорняк увлажненных лугов и подорожник большой, встречающийся в посевах зерновых многолетних трав, особенно на залежных землях. Размножаются мочкокорневые сорняки исключительно семенами.

Мерами борьбы с ними являются правильная обработка почвы, особенно лущение и зяблевая вспашка, проведение мелиоративных работ по осушению увлажненных мест, внесение извести.

Многолетние сорные растения, имеющие специальные органы вегетативного размножения, в зависимости от метаморфоза этих органов (стебля или корня) подразделяют на ползучие, луковичные, клубневые, корневищные и корнеотпрысковые.

Ползучие сорные растения размножаются усами, стеблевыми побегами, стелющимися по земле и укореняющимися в узлах. К ним принадлежат: лютик ползучий, лапчатка гусиная и др.

Правильная обработка почвы, особенно лущение жнивья и зяблевая вспашка, служит эффективным средством уничтожения этих видов сорняков.

Клубневые сорные растения образуют мясистые утолщения, состоящие из одного или нескольких междоузлий — стеблевых клубней — на подземных побегах, называемых столонами. Листья на подземных клубнях редуцируются до очень мелких чешуек или малозаметных и рано опадающих (сыть круглая), или хорошо заметных и неоппадающих (клубнекамыш приморский), в пазухах которых находятся почки (глазки). Некоторые клубневые сорные растения (чина клубненосная, чистец болотный) образуют корневые клубни, которые в отличие от стеблевых не имеют редуцированных чешуйчатых листьев. Корневые клубни образуются из боковых или придаточных корней в виде утолщенных мясистых вместилищ. Кроме того, клубневые сорняки размножаются семенами, которые могут долго сохранять жизнеспособность в почве.

Луковичные сорные растения в почве формируют мясистые видоизмененные побеги — луковицы, служащие для вегетативного размножения. Луковица состоит из недоразвитого укороченного стебля (донца), несущего многочисленные, тесно сближенные листья, с верхушкой и боковыми пазушными почками (дикий лук, чеснок).

Корневищные сорные растения представлены значительным количеством широко распространенных и трудно искореняемых родов и видов сорняков, повсеместно засоряющих полевые культуры. Органами вегетативного размножения у них служат подземные стебли и корневища — видоизмененные подземные побеги с короткими междоузлиями, выполняющие функцию резервного органа отложения питательных веществ и вегетативного размножения, — располагающиеся в почве на глубине 10—60 см. Междоузлия покрыты чешуйчатыми редуцированными листочками, имеют боковые (на узлах) и верхушечные почки, а также придаточные корни.

Наиболее распространенными злостными сорняками этой группы являются пырей ползучий, острец, свинорой, гумай, хвощ полевой (рис. 9.2).

Способность к семенному размножению у корневищных сорняков развита неодинаково. Наиболее сильно она выражена у гумая, слабо — у пырея и остреца.

Для борьбы с корневищными сорняками применяют различные агротехнические приемы, в зависимости от почвенно-климатических условий: вычесывание и высушивание корневищ (засушливая зона), метод удушения (влажная зона). Поле первоначально обрабатывают лущильниками без угла атаки для подрезания корневищ (вдоль и поперек участка), по мере появления «шильцев» сорняков поле обрабатывают лущильниками с максимальным углом атаки, с последующей глубокой (25—27 см) зяблевой вспашкой.

Корнеотпрысковые сорные растения обладают сильно выраженной способностью к вегетативному размножению. Эти сорняки являются наиболее злостными и трудноискоренимыми.

Корневые отпрыски имеют эндогенное происхождение и берут начало от перицикла, предварительно формируя придаточную почку, из которой непосредственно образуется поросль. Корневые отпрыски возникают на главном корне или придаточных корнях.

Из корнеотпрысковых сорняков наиболее распространенными засорителями посевов являются: осот полевой, молочан, горчак ползучий, молочай прутьевидный, вьюнок полевой, щавелек, бодяк полевой (рис. 9.3).

Вегетативные органы размножения корнеотпрысковых сорняков расположены в почве на разной глубине и обладают довольно высокой способностью к отращиванию. Большинство из них в отличие от корневищных имеют высокую семенную продуктивность, что вызывает дополнительные трудности в борьбе с этими сорняками. Плоды осотов снабжены летучками и переносятся ветром на большие расстояния. Семена вьюнка полевого часто попадают в зерно, а щавелька — в семена клевера. Попавшие в почву семена корнеотпрысковых сорняков могут прорасти или сразу (осот полевой, щавелек, молочай и др.), или в течение долгого времени (вьюнок полевой, горчак ползучий).

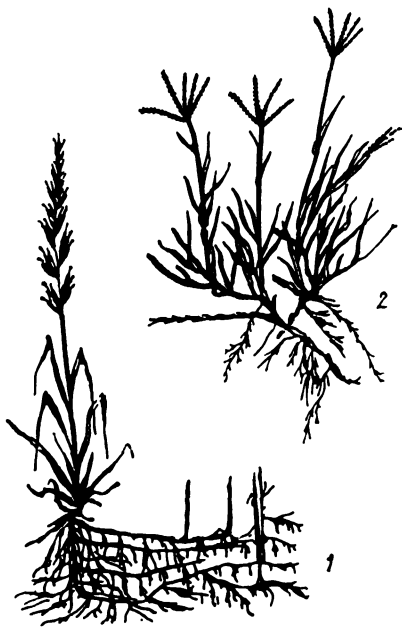


Рис. 9.2. Корневищные многолетние сорняки.

1 — пырей ползучий, 2 — свинойор.



Рис. 9.3. Корнеотпрысковые многолетние сорняки.
1 — осот полевой (всходы и взрослое растение), 2 — осот
розовый (бодяк).

Корнеотпрысковые сорные растения распространены всюду. Они засоряют все полевые культуры, развиваются на чистых парах, в садах, на усадьбах и перелогах.

В борьбе с корнеотпрысковыми сорняками используют приемы, предупреждающие засорение полей, и меры по уничтожению жизнеспособных семян и вегетативных органов размножения, а также агротехнические и химические средства борьбы с сорняками в посевах.

Паразитные и полупаразитные сорные растения. Как уже было сказано выше, в зависимости от места прикрепления паразита к растению-хозяину различают корневые и стеблевые паразитные сорняки. К корневым паразитам относят все виды заразих. Это однолетние растения без зеленых листьев. Семена заразики очень мелкие, легко разносятся ветром, в почве сохраняют всхожесть до 5 лет и более. Корневые выделения растения-хозяина способствуют прорастанию семян паразита. Росток сорняка проникает в глубь корня растения-хозяина, образуя там присосок, а над ним снаружи корня — утолщение. Из верхней части утолщения вырастает бесцветный мясистый стебель — цветонос, а из нижней части выходят придаточные корешки с присосками. Пораженные растения плохо развиваются, дают низкий урожай или погибают до плодоношения.

На территории СССР распространены следующие виды заразих:

1) зарази́ха подсолнечникова — паразитирует на корнях подсолнечника, табака, махорки, томатов, конопли и некоторых сорняков (рис. 9.4);

2) зарази́ха ветвистая — паразитирует на конопле, табаке, томатах, реже — на капусте, тыкве, дыне, моркови, канатнике и на сорняках;

3) зарази́ха капустная — поражает капусту, реже — томаты, бахчевые культуры.

К стеблевым паразитам относят все виды повилик. Это однолетние растения, размножающиеся семенами. Вместо листьев на стебле имеются чешуйки, а присоски, которыми паразит присасывается к растению-хозяину, формируются из придаточных корней на нитевидных стеблях, ими повилика обвивает культурное растение. Семена сохраняют всхожесть в почве до 5 лет. Все виды повилик — карантинные сорняки.

В нашей стране наиболее распространены следующие виды повилик: повилика клеверная, льняная, полевая (см. рис. 9.4).

Полупаразитные сорняки — это многолетние и однолетние растения, которые имеют развитый листовой аппарат, а вместо главного корня — присоску. Из полупаразитных сорняков наиболее распространены: омела, паразитирующая на стеблях деревьев (яблоне, маслине, тополе и др.); стрига, паразитирующая на корнях культурных растений (кукурузы, сорго и др.); а также очанка, зубчатка, погребок большой, паразитирующие на луговых травах.

Важнейшими мерами борьбы с паразитными и полупаразитными сорняками являются: а) посев поражаемых культур в севообороте только после уничтожения семян сорняков в почве; б) применение специальных способов очистки семян клевера, ржи,



Рис. 9.4. Паразитные сорняки.

1 — повилика клеверная, 2 — заразиха подсолнечниковая.

льна, табака и других культур от семян повилики, погремка и других паразитных и полупаразитных сорняков; в) выведение сортов, устойчивых против сорняков-паразитов; г) уничтожение очагов засорения вместе с пораженными растениями-хозяевами химическими и другими способами.

9.4. Учет засоренности полей

Для успешной борьбы с сорняком необходимо ежегодно проводить учет засоренности полей. Для этого используют глазомерный, количественный и количественно-весовой методы. Наиболее доступным и простым из них является глазомерно-маршрутный метод (по диагонали поля), оценивающий засоренность по 4-балльной шкале.

Баллом 1 оцениваются поля, где встречаются единичные сорняки (слабая засоренность). Если сорняки составляют не более 25 % общего травостоя, засоренность поля оценивается баллом 2. Поля, где количество сорняков примерно равно числу культурных растений, оцениваются баллом 3 (сильная засоренность). Если сорняки преобладают над культурными растениями, ставят балл 4 (очень сильная засоренность).

Наряду с учетом засоренности посевов по балльной системе проводится учет по типу засоренности. Всего различают семь типов засоренности: корнеотпрысковый, корневищный, малолетний, корнеотпрысково-корневищный, корнеотпрысково-малолетний, корневищно-малолетний, корнеотпрысково-корневищно-малолетний.

Наиболее удобными сроками учета засоренности посевов зерновых культур является период от фазы полного кущения до уборки урожая, многолетних и однолетних трав — перед сенокосом, на парах и пропашных культурах — соответственно перед обработкой почвы и перед уборкой пропашной культуры.

Количественный метод учета сорняков заключается в подсчете на пробных площадках количества культурных и сорных растений, а затем в определении среднего процента засоренности.

Учетные площадки размером 1×1 м для пропашных культур и $0,5 \times 0,5$ м для культур сплошного сева выбирают произвольно в различных частях поля, в наиболее типичных по составу растительности местах. Число таких площадок зависит от площади поля, но не должно быть менее 10. Одновременно с подсчетом количества сорных растений учитывается их видовой состав и определяется биологическая группа.

Количественно-весовой метод учета сорняков более трудоемок, но и более точен. В типичных по засоренности местах на пробных площадках размером 1×1 м или $0,5 \times 0,5$ м отбирают не менее четырех растительных проб на исследуемом поле. На каждой учетной площадке подсчитывают количество сорняков по биологическим группам, после чего растения срезают и определяют массу сорняков и культурных растений, а затем вычисляют процент засоренности. Степень засоренности почвы семенами сорняков учитывают путем взятия почвенных проб буром, позволяющим разделять почву по слоям. По результатам учета сорняков составляется карта полей каждого севооборота, на которой штриховкой или окраской обозначают тип засоренности. Степень засоренности изображается кружками с баллом засоренности. В кружке условным знаком отмечают виды и группы сорняков, определяющие тип засоренности (например, «б» — бодяк, «о» — осот, «в» — вьюнок и др. с пояснением в легенде значений букв). Наиболее злостные, трудно отделимые и ядовитые сорняки отмечают квадратиком, карантинные — треугольником на месте каждого очага с обозначением балла засоренности. К карте прилагают список наиболее распространенных сорняков по полям

севооборота и ведомость отмеченных в полевом журнале очагов засоренности. Карты и ведомости засоренности посевов и почвы служат исходным материалом для разработки агротехнических и химических мер борьбы с сорняками.

9.5. Агротехнические меры борьбы с сорняками

Строгое соблюдение агротехники при возделывании сельскохозяйственных культур является важным звеном в системе мероприятий по снижению засоренности полей. С помощью агротехнических приемов решаются две основные задачи: предупреждение заноса на поля и распространения семян и вегетативных органов сорных растений; уничтожение находящихся в почве вегетативных органов размножения, семян, а также прорастающих и вегетирующих сорняков.

Задача предупредительных мероприятий состоит в том, чтобы закрыть все пути, какими сорняки попадают на поля. С этой целью во избежание заноса сорняков с посевным материалом его подвергают тщательной очистке.

В период уборки урожая принимают меры к тому, чтобы плоды и семена сорняков не распространялись с уборочными машинами, транспортными средствами и тарой. Для этого уборочные машины оборудуют уловителями семян сорняков, транспортные средства снабжают брезентом, чтобы семена при транспортировке не просыпались. По окончании работ на данном участке трактора, уборочные машины, почвообрабатывающие орудия тщательно очищаются от налипшей земли, семян сорняков и корневищ.

При подготовке навоза и торфо-навозных компостов необходимо, чтобы они подвергались кратковременному самосогреванию до 60—70 °С. Такая температура вызывает потерю всхожести семян сорняков. Следует избегать использования для подстилки животным соломы, содержащей плоды и семена сорняков, а корма, в которых они содержатся, необходимо запаривать.

Чтобы исключить распространение семян сорняков с талыми, ливневыми и поливными водами, необходимо проводить мероприятия по снижению поверхностного стока воды (планировка поля, вспашка поперек склона и др.). Следует систематически обкашивать или обрабатывать гербицидами обочины полей, дорог, усадеб и других необрабатываемых участков, непосредственно примыкающих к полям. На орошаемых полях надо уничтожать сорняки на берегах каналов и оросителей, а в постоянных оросителях ставить сетки, щиты и другие приспособления, задерживающие семена сорняков при выходе воды во временные оросители, и устраивать в них отстойники.

Для уменьшения опасности заноса семян ветром необходимо подкашивать в посевах высокостебельные сорняки, особенно те, плоды которых имеют летучки.

Чтобы семена сорняков не разносились скотом, не рекомендуется выпасать его на полях, а на естественных и искусственных пастбищах следует вести систематическую борьбу с сорняками.

Предупредительные мероприятия будут достаточно эффективными в том случае, если они проводятся повсеместно; следовательно, все землепользователи обязаны проводить их.

С особо вредоносными сорняками предупредительные мероприятия проводятся в государственном масштабе. В нашей стране существует противосорняковый карантин, задача которого — не допустить завоза семян сорняков из других стран (внешний карантин) или предупредить распространение опасных сорняков из одних районов в другие (внутренний карантин).

Посевной материал с карантинными сорняками не допускается к перевозке и посеву. Он подвергается тщательной очистке. Если освободиться от семян карантинных сорняков невозможно, вопрос об использовании такого посевного материала решается карантинной инспекцией.

Появившиеся на полях или пахотных угодьях очаги карантинных сорняков уничтожаются любыми средствами вместе с культурными растениями.

В настоящее время в перечень сорняков внешнего карантина включены: амброзия приморская, бузинник пазушный, или ива многолетняя, паслен каролинский, все виды стриги. К ограниченно распространенным в стране сорным растениям относятся: амброзия полынолистная, трехраздельная и многолетняя, горчак ползучий, цепхрус якорцевый, паслен колючий, все виды повилик. Этот список периодически пересматривается и в него вносятся изменения.

Для уничтожения находящихся в почве вегетативных органов размножения, жизнеспособных семян, а также прорастающих и вегетирующих сорняков применяются следующие агротехнические приемы: пожнивное лушение стерни, зяблевая вспашка, боронование, дискование, культивация при полупаровой обработке, обработка чистых и занятых паров.

Эффективной мерой борьбы с жизнеспособными семенами сорняков является метод провокации. Он заключается в том, что после уборки урожая проводят обработку поля с целью создания благоприятных условий для прорастания семян сорняков, а после их уничтожают дискованием, культивацией или перепашкой. На парах и полупарах метод провокации можно применять 2—3 раза и более, создавая каждый раз благоприятные условия для прорастания сорняков, находящихся в различных горизонтах пахотного слоя почвы.

Прикатывание почвы после первой предпосевной обработки под поздние яровые культуры и во время весенне-летних обработок паров благоприятствует прорастанию сорняков.

Чтобы лишить семена сорняков жизнеспособности или предупредить появление всходов, по крайней мере до следующей обработки почвы, необходимо периодически (1 раз в 4—5 лет) прово-

дить глубокую вспашку при нормальной или мелкой в остальные годы.

Для уничтожения жизнеспособных вегетативных органов размножения сорняков применяют такие способы борьбы, как механическое удаление, истощение и удушение.

Механическое удаление применяют для очищения почвы от корневищ, обладающих большой прочностью на разрыв и расположенных в верхней части пахотного слоя (пырей, острец, свирой).

Корневища извлекают из почвы путем многократных обработок пружинными и штанговыми культиваторами или боронами. Извлеченные корневища собирают с поля и сжигают.

Недостатками этого способа являются: большие затраты на обработку почвы, неполное извлечение из нее корневищ, измельчение их и равномерное распределение по всему полю, в результате чего сорняки быстро отрастают и размножаются. Поэтому в настоящее время этот способ используется ограниченно.

Истощение корневищ применяют для уничтожения корнеотпрысковых и корневищных сорняков с глубоким залеганием корневой поросли и корневищ (бодяк полевой, молокан, горчак розовый, вьюнок, хвощ полевой и др.). Истощение корневой системы сорняков достигается систематическим подрезанием появляющихся на поверхности почвы побегов. При этом запасные пластические вещества в корневой системе расходуются на образование новых побегов и не пополняются. Когда эти запасы будут исчерпаны, корневая система со всеми подземными органами вегетативного размножения отомрет. Данный способ эффективен на черных парах.

В системе ранней зяблевой обработки почвы в южных районах страны для истощения корневых систем многолетних сорняков применяют 2—3 лущения с увеличением глубины обработки и глубокую зяблевую вспашку.

К недостаткам способа истощения относятся его длительность и значительные затраты.

Способ удушения был предложен В. Р. Вильямсом для уничтожения корневищ пырея ползучего, но этот способ оказался эффективен для уничтожения и других корневищных и корнеотпрысковых сорняков, у которых вегетативные органы размножения залегают в пахотном слое. Удушение осуществляется в системе зяблевой обработки или при осенней обработке черного пара перекрытием дискованием на глубину 10—12 см и последующей глубокой вспашкой плугом с предплужниками во время массового появления всходов сорняков. Во время дискования горизонтально расположенные корневища и корневые отпрыски разделяются на отрезки длиной 10—20 см, которые через 10—12 дней дают дружные всходы. В это время проводят глубокую вспашку. Конкретное применение способа удушения зависит от типа и вида сорняков, от глубины залегания органов размножения, от мощности пахотного слоя и др.

Способ удушения корневищ и систематического уничтожения появившихся всходов дисковыми орудиями дает положительные результаты только при своевременном уничтожении или достаточно глубокой заделке проростков. При запоздалой обработке сорняки развивают фотосинтетическую деятельность, образуют новые корневища и снова размножаются.

Уничтожение сорных растений в посевах осуществляется различными приемами ухода за посевами — боронованием и междурядной обработкой.

Своевременно проведенное довсходовое и послеvсходовое боронование зерновых, зернобобовых и технических культур позволяет уничтожить до 80—90 % всходов сорняков.

Междурядная обработка пропашных культур с одновременным удалением сорняков из рядков и гнезд также является эффективной мерой борьбы с сорняками. Количество обработок и сроки их проведения зависят от особенностей возделываемой культуры, от степени и характера засоренности поля. Междурядная обработка должна проводиться своевременно — до укоренения появившихся сорняков; при этом сорняки в обрабатываемой зоне должны быть хорошо подрезаны, а вдоль рядков культурных растений должна соблюдаться защитная зона.

Для повышения эффективности борьбы с сорняками наряду с агротехническими приемами используют биологические и химические.

9.6. Биологические меры борьбы с сорняками

Из биологических мер борьбы с сорняками наибольшее значение имеют чередование культур, способы и сроки посева, нормы высева, использование естественных биологических антагонистов отдельных видов сорных растений, выведение устойчивых к паразитирующим сорнякам сортов.

Чередование культур в севообороте затрудняет размножение той или иной биологической группы сорняков, приспособившихся к определенным сельскохозяйственным культурам.

Своевременный посев кондиционными семенами в хорошо подготовленную и удобренную почву способствует созданию равномерной оптимальной густоты стеблестоя. Культурные растения, опережая в своем росте сорняки, подавляют их рост и развитие. Важное значение имеет соблюдение агротехнически обоснованной нормы высева семян и их равномерный высев по всей площади поля. Равномерный стеблестой культурных растений затрудняет развитие сорняков. В изреженных посевах сельскохозяйственных культур сорняки сильно разрастаются и подавляют культурные растения.

Для борьбы с сорняками могут быть использованы естественные их вредители и болезни, которые безопасны для культурных растений. Так, мушка фитомиза используется для борьбы с зара-

зихой. С осотом розовым можно бороться с помощью гриба ржавчинника, а с повиликой на сахарной свекле и кенафе — с помощью гриба альтернэрии. Для борьбы с осотом применяют личинки жука листогрыза, а с крестоцветными — рапсового пилильщика.

Создание новых, устойчивых сортов — перспективное направление в борьбе с паразитирующими сорняками. Примером может служить выведение устойчивых к заразихе сортов подсолнечника.

9.7. Химические меры борьбы с сорняками

Применяемые для уничтожения сорняков химические вещества называют гербицидами. Гербицидами является большое количество высокоактивных веществ, главным образом органических и некоторых неорганических соединений. К неорганическим относятся: хлорат натрия, сульфат аммония, цианамид кальция; к органическим — гербициды на основе хлорфеноксисукусных кислот (2,4-Д, 2М-4Х), замещенные фенолы (ДНОК, пентахлорфенол и др.), триазины (симазин, атразин).

По действию на культурные и сорные растения различают гербициды сплошного действия, или общеистребительные, и гербициды избирательного действия, или селективные.

Гербициды общеистребительного действия уничтожают все растения. Их применяют, когда на полях нет культурных растений (до посева, на парах, при обработке стерни, по обочинам дорог, на оросительных и осушительных каналах). К ним относятся сульфат аммония, хлорат натрия и кальция, реглон.

Гербициды избирательного действия поражают одни виды растений и не поражают другие. Они предназначаются для подавления сорняков в посевах культурных растений. При этом различают *гербициды с широкой и узкой избирательностью*. Так, для обработки посевов зерновых культур применяют гербициды 2,4-Д, 2М-4Х, Банвел-Д, которые поражают многие виды двудольных сорняков. Примером гербицида с узкой избирательностью является карбин, применяемый для уничтожения овсяга в посевах пшеницы, ячменя, гороха, сахарной свеклы. По признаку избирательности выделяют специфические группы гербицидов. Так, известны противозлаковые гербициды, к которым относятся ТХА, далалон, ИФК.

Избирательность действия гербицидов обуславливается их химическим составом и зависит от способов применения препарата, а также от анатоми-морфологических и физиолого-биохимических особенностей растений.

Растения с более плотными покровными тканями, восковым налетом или с густым опушением более устойчивы к гербицидам, так как проникновение их в ткани растений затруднено. Сорняки с глубокой корневой системой (горчак розовый, бодяк полевой,

вьюнок полевой, хвощ полевой) устойчивы к почвенным гербицидам, которые удерживаются верхними слоями почвы и не достигают зоны деятельности корней.

Гербициды избирательного действия применяются для борьбы с сорняками в посевах культурных растений. По действию на растения избирательные гербициды делят на контактные и системные.

Контактные гербициды поражают сорняки только в местах соприкосновения с растениями, повреждая при этом покровные и паренхимные ткани, листовой аппарат, а при внесении в почву — корни. Они проникают в растения незначительно и практически в них не передвигаются. Поэтому лучший результат от действия контактных гербицидов получается при полном покрытии растений раствором гербицидов, что достигается с помощью применения высоких норм расхода жидкости — 500—1000 л/га.

Системные гербициды проникают в растения через листья и корни. Передвигаясь внутри растения, гербициды взаимодействуют с содержимым клеток и в дальнейшем под влиянием ферментов разрушаются. В растениях гербициды перемещаются в корни, в генеративные органы и накапливаются в зоне активного роста, вызывая глубокое нарушение физиологических процессов и гибель растения.

Системные гербициды применяют для уничтожения малолетних и многолетних сорняков, а также кустарников. Выпускаются гербициды для борьбы с двудольными и однодольными сорняками. Так, производные гербицидов 2,4-Д, 2М-4Х в посевах злаковых растений уничтожают двудольные сорняки, а гербициды ИФК, хлор-ИФК, наоборот, угнетают злаки и не наносят вреда двудольным растениям. Избирательность действия этих гербицидов частично объясняется различиями в анатомо-морфологическом строении двудольных и однодольных растений. У двудольных листья широкие, расположены горизонтально, точка роста открыта, поэтому гербицид лучше удерживается на растении и быстро в него проникает. У однодольных листья узкие, расположены под большим углом, покрыты восковым налетом, точка роста находится в корневой шейке и защищена влагалищами листьев. Такое строение препятствует попаданию и проникновению гербицида.

Таким образом, избирательность гербицида — очень сложное явление и зависит от многих факторов: биохимических, физиологических, а также от возраста растений, дозы и формы препарата. Большую роль играют влажность воздуха и почвы, температура, осадки, реакция среды, механический состав и плодородие почвы.

Наиболее распространенными способами внесения гербицидов являются опрыскивание посевов или почвы, а также непосредственное внесение их в почву. Внесение гербицидов может быть сплошным (на всей площади), ленточным (полосами), рядковым или гнездовым — (в рядах или гнездах с культурными растениями). В последние годы почвенные гербициды вносятся в виде гранул. В этом случае препарат действует значительно дольше.

меньше вымывается и разрушается микроорганизмами. Таким образом, уменьшаются затраты, поскольку эту работу можно совместить с заделкой удобрений. Однако гранулированные гербициды дороже и применять их надо в более высоких дозах, кроме того, они малоэффективны против корнеотпрысковых сорняков.

Гербициды можно вносить в почву до посева или до появления всходов и после всходов растений. Если гербициды вносят перед посевом сельскохозяйственных культур, то производят опрыскивание, а затем боронование или культивацию. При таком способе поражаются прорастающие сорняки.

После появления всходов гербициды применяют с учетом фазы развития культурных растений, видов и фазы развития сорняков.

Эффективность обработки посевов гербицидами зависит от правильного выбора гербицида, сроков и способов обработки посевов, оптимальных доз гербицидов и норм расхода жидкости. Даже небольшая ошибка при установлении дозы гербицида может привести к лишним затратам, а нередко и к прямому ущербу. Например, для устойчивых зерновых культур (озимая и яровая пшеница) дозы натриевой соли 2,4-Д или аминной соли 2,4-Д, равные 1,2 и 0,8 кг/га, в фазе кущения не опасны, а для более чувствительной к этому препарату кукурузы доза снижена соответственно до 0,8 и 0,6 кг/га. Чувствительные сорняки (марь белая, редька дикая, пастушья сумка) достаточно обработать натриевой солью 2,4-Д в количестве 0,5 кг на 1 га, а для устойчивых (крестовник весенний, подмаренник цепкий, горцы) дозу необходимо увеличить в 2—3 раза и опрыскивать сорняки в раннем возрасте.

Существенное влияние на дозу гербицидов оказывают почвенно-климатические условия (тип почвы, осадки, температура воздуха). Растения, выросшие на богатых почвах, при достаточном увлажнении более чувствительны к препаратам, чем растения, выросшие на бедной почве при сильной засухе. Действие гербицидов во многом зависит от температурных условий. При высокой температуре воздуха наблюдается сильное испарение эфира 2,4-Д, что ослабляет его действие. При температуре 4—5 °С производные гербицида 2,4-Д на растения почти не влияют, так как все физиологические процессы в растениях замедлены. Наиболее эффективна обработка гербицидами при температуре 16—22 °С.

Норма расхода жидкости зависит от вида гербицида, вида опрыскивателя, дозы препарата, способа обработки и других причин.

Для контактных и почвенных гербицидов норму расхода жидкости увеличивают до 400—600 л/га с целью лучшего покрытия растений и смачивания почвы. Для системных препаратов при наземном опрыскивании достаточно 200—400 л/га воды, при малом объеме — 100—150 л/га, а при авиаобработке — 25—50 л/га.

Для определения дозы препарата можно пользоваться формулой

$$D = 100A/P,$$

где D — расход препарата, кг/га; A — установленная доза гербицида по действующему веществу (кг/га); P — процент действующего вещества в гербициде.

Применением одних лишь гербицидов не удается полностью уничтожить в посевах всю сорную растительность. Объясняется это прежде всего избирательностью гербицидов. При ежегодном опрыскивании каким-либо одним из препаратов резко снижается засоренность посевов чувствительными к нему сорняками, но создаются хорошие условия для развития устойчивых сорных растений. Поэтому ежегодная смена препаратов на каждом поле, применение смесей усиливают действие гербицидов.

Многолетние корневищные и корнеотпрысковые сорняки (пырей ползучий, гумай, свинорой, острец, вьюнок полевой, осот желтый, бодяк полевой, горчак розовый) устойчивы к гербицидам и быстро размножаются вегетативными органами, остающимися неповрежденными. Такие сорняки одними химическими средствами уничтожить не удастся, поскольку большинство культурных растений чувствительны к гербицидам, и это не позволяет использовать более высокие их дозы. В данном случае очищение пахотного слоя почвы от семян сорняков и вегетативных органов осуществляется агротехническими средствами.

Таким образом, для эффективной борьбы с сорняками в каждом конкретном случае должна быть разработана система мероприятий, включающая агротехнические и химические меры борьбы на основе правильного севооборота. Эта система должна строиться так, чтобы каждый очередной прием подавлял ослабленные предыдущим воздействием сорные растения. Необходимо также предусмотреть в севооборотах применение гербицидов с различной избирательностью.

Меры предосторожности при работе с гербицидами. Гербициды являются токсичными для человека, животных, птиц и пчел веществами. Поэтому при работе с ними следует руководствоваться санитарными правилами по транспортировке и применению ядохимикатов в сельском хозяйстве, утвержденными Министерством здравоохранения СССР.

По степени токсичности гербициды делят на сильнодействующие, высокотоксичные (ДНОК, пента-хлорфенол) и среднетоксичные (2,4-Д и его производные и др.). При попадании в организм или на кожу человека они могут вызывать раздражение слизистой оболочки носоглотки, кожи и даже отравление.

К работе с гербицидами не допускаются подростки до 18 лет, беременные и кормящие женщины. Лица, работающие с химическими препаратами, проходят медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности, а также обезопасиваются комплектом необходимой защитной одежды (комбинезон, сапоги, фартук, резиновые перчатки, очки, респираторы и др.).

Во время работы запрещается снимать защитную одежду, курить и принимать пищу.

Ядохимикаты хранят на специальных складах в хорошо закрытой и исправной таре с этикеткой, где указывается полное название препарата, процентное содержание действующего вещества и дата изготовления. Заправочные пункты необходимо оборудовать на расстоянии не менее 200 м от жилых построек, скотных дворов, источников водоснабжения. Нельзя оставлять гербициды в поле без охраны. После опрыскивания или опыливания препаратами остатки бумажной и деревянной тары следует сжигать и обязательно закапывать золу в почву. Металлическую тару и машины промывают вначале 5 %-ным раствором кальцинированной соды или 10 %-ным раствором свежегашенной извести, а затем чистой водой.

Работающие с химическими веществами после окончания работы должны вычистить одежду и принять душ.

Глава 10. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

10.1. Задачи обработки почвы

Обработка почвы — механическое воздействие на почву рабочими органами машин и орудий с целью создания наилучших условий для возделывания культурных растений. Этот процесс является важным звеном в системе агротехнических мероприятий. В задачи обработки почвы входит:

1) изменение строения пахотного слоя почвы и ее агрофизических свойств в целях создания наиболее благоприятных почвенных условий для развития почвенных микроорганизмов, накопления питательных веществ и влаги для роста и развития сельскохозяйственных культур;

2) поддержание поверхности почвы в рыхлом состоянии, способствующем лучшему газообмену почвы, проникновению в нее выпадающих осадков, предотвращению излишнего испарения;

3) систематическая борьба с сорняками путем уничтожения их всходов, подрезания отпрысков и выворачивания корневищ на поверхность;

4) заделка растительных остатков и удобрений;

5) уничтожение гнездящихся в растительных остатках или в верхних слоях почвы вредителей и возбудителей болезней культурных растений;

6) коренное улучшение подзолистых и солонцеватых почв глубокой обработкой;

7) борьба с водной и ветровой эрозией;

8) подготовка почвы к посеву и уход за растениями (выравнивание и уплотнение поверхности почвы или создание гребнистой поверхности, окучивание растений и др.).

Важнейшими приемами обработки почвы являются: вспашка, культивация, боронование, лушение, прикатывание и т. д.

10.2. Технологические процессы при обработке почвы

Технологические процессы, выполняемые при различных и многочисленных приемах обработки почвы, могут быть сведены к следующим: оборачиванию пласта; рыхлению или крошению почвы (вспашка, фрезерование и культивация); выравниванию; перемешиванию (вспашка и культивация); уплотнение (прикатывание); подрезанию сорняков; приданию поверхности нужной формы (ровная, гребнистая, ячеистая и др.).

Оборачивание пласта представляет взаимное перемещение верхнего и нижнего слоев или горизонтов почвы, отличающихся по плодородию, в вертикальном направлении. Оборачивание почвы способствует повышению микробиологической активности всего обрабатываемого профиля почвы и необходимо для заделки дернины, удобрений, растительных остатков.

Оборачивание имеет и отрицательные стороны — почва теряет больше влаги и сильнее подвергается водной и ветровой эрозии. Осуществляется оборачивание почвы с помощью отвальных орудий — плугов и лушительников.

Рыхлением почвы (крошением) называется изменение взаимного расположения почвенных отдельностей и их размеров с образованием более крупных межагрегатных промежутков (пор). Рыхление осуществляется фрезами, плоскорезами, культиваторами, боронами.

Выравнивание почвы применяется для уменьшения размеров неровностей поверхностного слоя. Этот прием нужен для улучшения условий сева и ухода за посевами. На выровненном поле семена при посеве размещаются равномерно, в результате появляются дружные всходы, снижается взаимодействие пахотного слоя почвы с атмосферой. Гребнистая, волнистая или глыбистая поверхность испаряет влаги больше, чем выровненная. Для выравнивания пашни применяются бороны, культиваторы, шлейфы, катки.

Данный прием широко используется при подготовке участков к орошению. В этом случае операция называется планировкой.

Планировка — обработка почвы, обеспечивающая выравнивание микрорельефа поля, в результате чего создаются лучшие условия для равномерного распределения воды при поливе. Планировка осуществляется грейдерами, бульдозерами и планировщиками.

Перемешиванием почвы называется изменение взаимного расположения почвенных отдельностей, обеспечивающее более однородное состояние обрабатываемого слоя почвы. При перемешивании происходит лучшее распределение в толще пахотного слоя или в отдельных его частях продуктов разложения растительных остатков, сидератов, компостов, навоза и др. Оно спо-

способствует лучшему использованию труднодоступных питательных веществ, имеющихся в почве, благодаря более равномерному распределению микроорганизмов по всему пахотному слою.

Перемешивание нельзя допускать, если в пахотном слое для уменьшения испарения воды создается уплотненная прослойка или когда внесение удобрений носит местный (очаговый) характер. Если обработкой стремятся заделать семена или прорастающие отрезки корней и корневищ сорных растений, то данный прием может тоже дать отрицательный результат.

Перемешивание осуществляется плугами без предплужников, а также рыхлящими, но не оборачивающими орудиями.

Уплотнение почвы проводят с целью уменьшения объема крупных пор и потерь воды, а также для создания более тесного контакта почвенных частиц с прорастающими семенами и подтягивания к ним влаги нижних слоев. Для уплотнения применяют катки с различной рабочей поверхностью (гладкие, кольчатые). Уплотнение почвы значительно снижает диффузное испарение влаги, и, повышая теплопроводность почвы, положительно влияет на температуру пахотного слоя. На почвах, подверженных ветровой эрозии, уплотнение поверхности пахотного слоя предупреждает возможность выдувания мелких почвенных частиц.

Подрезание сорняков обычно совмещают с рыхлением, перемешиванием и оборачиванием почвы. Но кроме этого, для подрезания сорняков используются специальные орудия: культиваторы с двусторонними лапами-бритвами, а также ножевые, штанговые и другие культиваторы.

Создание борозд, гребней и гряд применяется в зоне избыточного увлажнения для осушения земель и улучшения воздушно-термического и пищевого режимов почвы. Эти технологические операции имеют целью: увеличить мощность пахотного слоя, улучшить газообмен между почвой и атмосферой, а также усилить прогревание почвы. На полях, подверженных водной эрозии, для задержания талых и ливневых вод поперек склона делают гребни и борозды. Для этого используются орудия, бороздильники, грядоделатели и другие орудия.

Качество выполнения всех технологических операций при обработке земли зависит от конструкции применяемых орудий (формы отвала, плуга, типа культиваторной лапы, типа и масс катка и др.), скорости движения агрегатов, а также от технологических и физико-механических свойств почвы (связности, пластичности, липкости и спелости).

Технологические свойства почвы в большой степени зависят от механического состава, влажности почвы, структуры и строения пахотного слоя, содержания органического вещества и состава поглощенных катионов.

Наибольшей связностью отличаются почвы тяжелого механического состава и солонцеватые, находящиеся в сухом состоянии. При обработке такие почвы плохо крошатся. Степень крошения увеличивается, когда влажность почвы достигает оптимального

значения. Однако при дальнейшем повышении влажности нарастает пластичность и липкость. Почва не только плохо крошится, но и сильно прилипает к рабочим поверхностям почвообрабатывающих орудий. Вследствие этого производительность труда и качество обработки почвы снижаются. При обработке переувлажненных глинистых и суглинистых почв разрушается их структура. Благоприятные условия для обработки глинистых, солонцеватых почв и солонцов создаются при узком интервале влажности, когда связность и пластичность имеют наименьшие значения. Так, для глинистых почв оптимальная влажность составляет 50—65 % ПВ, суглинистой — 40—70 % ПВ. У солонцеватых почв и солонцов этот интервал значительно уже, а у песчаных шире.

Песчаные почвы в сухом состоянии лишены связности. При увлажнении она несколько увеличивается вследствие возникновения на поверхности частиц водных пленок. Дальнейшее увеличение влажности вновь снижает связность. Пластичность этих почв при любой влажности мала. Поэтому легкие почвы можно обрабатывать без снижения качества при значительно более широком диапазоне влажности по сравнению с тяжелыми почвами.

Интервал оптимальной влажности для обработки почвы в значительной степени зависит от ее структуры. Комковатая почва при той же влажности, что и распыленная, имеет меньшую связность и не прилипает к рабочим поверхностям орудий. Поэтому интервал влажности для качественной обработки на структурных почвах шире, чем на бесструктурных.

Лучше всего и с наименьшими затратами энергии поддается крошению спелая почва. При обработке переувлажненной глинистой почвы плугом и другими орудиями она не крошится, а отрывается лентами с глянцеватой, растертой поверхностью. Недостаточно увлажненная глинистая почва оказывает сильное сопротивление почвообрабатывающим орудиям, плохо крошится, в результате чего образуются крупные глыбы.

Среди почвенных условий жизни растений важное значение имеет плотность почвы. Известно, что только при определенной плотности почвы семена хорошо поглощают влагу и дружно прорастают. В очень плотных почвах создаются неблагоприятные условия для растений. Корни с трудом проникают в плотную переувлажненную почву; вода, содержащаяся в мелких порах, растениям почти недоступна. Придать почве оптимальное по плотности состояние можно только определенными приемами обработки.

Однако очень рыхлая почва столь же нежелательна, как и слишком плотная. В такой почве семена хуже набухают и медленно прорастают, она быстрее и сильнее иссушается. Уплотняя такую почву до определенного состояния, можно улучшить ее свойства.

10.3. Приемы основной обработки почвы

В п а ш к а — основной прием глубокой обработки почвы, обеспечивающий оборачивание и рыхление пласта почвы на требуемую

глубину, чаще на глубину 20—30 см. В настоящее время вспашка производится по типу культурной (плугом с предплужником), когда происходит и оборачивание и крошение пласта. Кроме культурной вспашки, различают следующие ее виды: 1) оборот пласта, когда пласт оборачивается полностью, т. е. на 180°; 2) взмет пласта, когда пласты последовательно прилегают друг к другу,

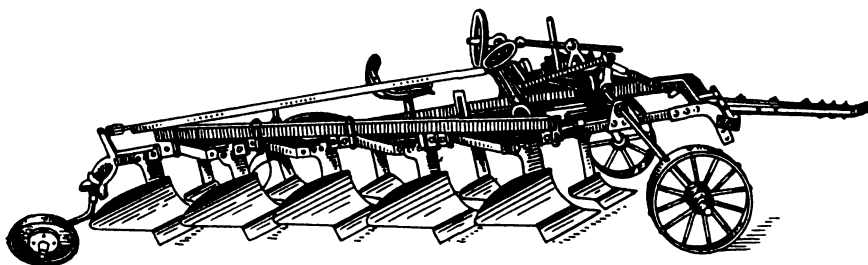


Рис. 10.1. Прицепной пятикорпусный плуг.

ложась под углом 45° к поверхности почвы, т. е. при обороте на 135°. При данном виде вспашки из-за неполного оборачивания уничтожения многолетних растений (на залежах) не происходит.

Вспашка выполняется плугами, навесными или прицепными (рис. 10.1). Рабочими органами плуга являются: корпус, предплужник и нож. По числу корпусов различают одно-, двух- и мно-

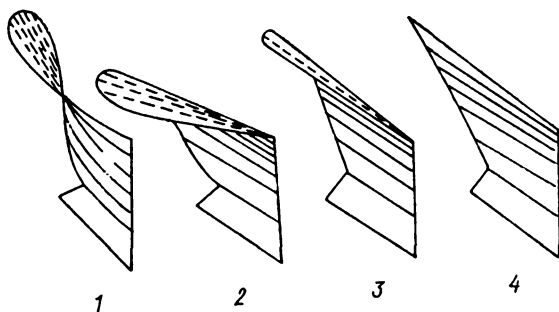


Рис. 10.2. Типы отвалов.
1 — винтовой, 2 — полувинтовой, 3 — культурный, 4 — цилиндрический.

гкорпусные плуги. Корпус плуга состоит из лемеха, горизонтально подрезающего пласт снизу, и отвала, крошащего и оборачивающего почву. В соответствии с задачами обработки почвы выпускают плуги с винтовыми (для оборота пласта), цилиндрическими (для крошения) и культурными (полувинтовыми) отвалами (рис. 10.2). Наиболее распространены плуги с полувинтовыми отвалами, которые одновременно оборачивают и крошат пласт.

Впереди основного корпуса плуга устанавливают предплужник. Он представляет собой уменьшенную копию корпусного плуга.

При вспашке предплужник подрезает верхнюю часть пахотного слоя на глубину 8—12 см и сбрасывает его на дно плужной борозды. Захват предплужника составляет примерно $\frac{3}{4}$ ширины захвата корпуса. Благодаря предплужнику происходит более совершенная заделка пласта. На полях, где не требуется заделки послеуборочных остатков или нет необходимости запашки органического удобрения (при перепашке пара или зяблевой вспашке после пропашных культур) проводят вспашку без предплужника.

Нож в плуге служит для отрезания пласта по вертикали. Ножи бывают дисковые или черенковые в зависимости от назначения плуга. Дисковый нож ставят перед предплужником, а черенковый — между предплужником и основным корпусом плуга.

Наряду с отвальной вспашкой существуют и другие приемы основной обработки. К ним в первую очередь следует отнести безотвальную глубокую обработку, которую проводят 1 раз в 4—5 лет, а в остальные годы почву обрабатывают лишь поверхностно. Безотвальное рыхление, разработанное для Зауралья Т. С. Мальцевым, исключает операцию оборачивания, обеспечивая только глубокое рыхление, поэтому его нельзя назвать вспашкой. При глубоком безотвальном рыхлении отдельные слои почвы, разрыхляясь, остаются на прежнем месте, что способствует лучшему сохранению влаги. Однако такая обработка неэффективна в борьбе с многолетними сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Безотвальная обработка возможна обычными плугами со снятыми отвалами, но более совершенно ее выполняет плуг Т. С. Мальцева. Обработку безотвальным плугом проводят на глубину 25—35 см.

В районах, подверженных ветровой эрозии, — Северный Казахстан, степная часть Западной Сибири — применяют систему почвозащитной обработки почвы. Основным приемом в этой системе является безотвальное рыхление почвы культиватором-плоскорезом-глубокорыхлителем на глубину до 30 см с оставлением на поверхности стерни, что способствует снегозадержанию, предохраняет поверхность пашни от водной и ветровой эрозии.

Для глубокой безотвальной обработки почвы в районах орошаемого земледелия, на засоленных почвах и солонцах применяют чизель-культиваторы (рис. 10.3).

Для дерново-подзолистых почв разработаны особые приемы углубления пахотного слоя. Вновь осваиваемые дерново-подзолистые почвы имеют мощность гумусового горизонта 14—16 см, этого недостаточно для возделывания большинства сельскохозяйственных растений. Резкое углубление пахотного слоя до 20—22 см вспашкой с оборотом пласта может сильно снизить плодородие почвы из-за припашки подзолистого горизонта. Поэтому углублять пахотный слой можно лишь постепенно, на 2—4 см за ротацию севооборота; перед углублением в почву необходимо внести известь и повышенные дозы органических удобрений (навоза, сидератов, торфа).

Более радикальным приемом углубления пахотного слоя подзолистых почв является трехслойная, или трехъярусная, вспашка на глубину 40—50 см, при которой поверхностный горизонт почвы $A_{\text{пах}}$ остается на месте, а бедный подзолистый горизонт A_2 и часть богатого иллювиального горизонта B_1 перемешиваются. Этот прием

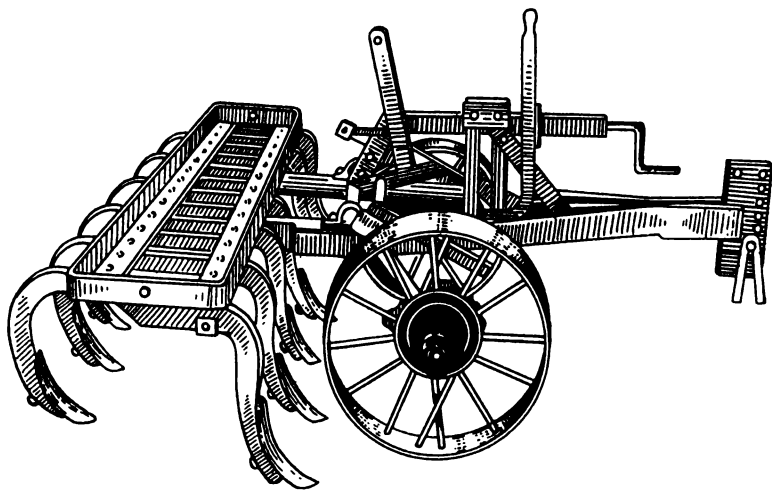


Рис. 10.3. Чизель-культиватор.

обработки очень дорогой и рассматривается как разовая коренная мелиорация почвы. После такой мелиоративной вспашки почву обрабатывают на глубину 20—22 см обычными плугами.

Трехъярусную вспашку проводят и на солонцах: горизонт A также остается на месте, а солонцовый (B_1), подсолонцовый (B_2) и карбонатный (B_3) горизонты перемешиваются, что улучшает свойства всего пахотного слоя.

Фрезерование — прием обработки почвы фрезой, обеспечивающий крошение, тщательное перемешивание и рыхление обрабатываемого слоя. Поскольку при пахоте плугом остаются пласты с грубыми комками, которые надо разбить многократным боронованием, иногда вместо плужной вспашки с оборотом пласта проводят фрезерование почвы. Рабочим органом фрезы являются пружинные ножи и крючки, насаженные на барабан, при вращении которого почва измельчается и отбрасывается, образуя хорошо разрыхленный слой.

Основной способ вспашки — **загонная вспашка**. При ней поле разбивают на загоны, которые пахут отдельно. Длина загонов зависит от длины или ширины поля, а ширина устанавливается так, чтобы площадь загона равнялась сменному заданию

тракториста и была кратной ширине захвата агрегата. Концы всех загонов до начала работы ограничиваются бороздой и образуют поворотную полосу; ширина ее должна быть достаточной, чтобы повернуть агрегат в обратную сторону с выключенным из рабочего состояния плугом. Вспашку начинают или с середины загона (всвал), тогда здесь образуется свальный гребень, а по

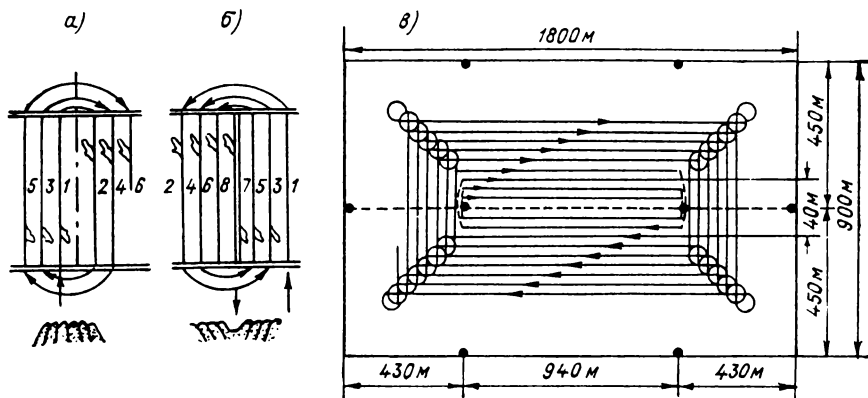


Рис. 10.4. Схема вспашки всвал (а), вразвал (б) и комбинированной фигурной вспашки (в).

краям загона — борозды, или с краев (вразвал), тогда в середине получается разъемная борозда, а на границах соседних загонов — гребни. Для уменьшения числа гребней и борозд вспашку чередуют: нечетные загоны пахут всвал, а четные — вразвал или одновременно распахивают два смежных загона (рис. 10.4 а, б). Кроме того, чтобы не допустить увеличения размеров гребней и борозд, вспашку в каждом заgone надо чередовать: первый год всвал, второй — вразвал.

Глубина обработки зависит также от степени и характера засоренности почвы и зараженности поля вредителями. При сильном засорении и заражении поля следует пахать глубже.

10.4. Приемы поверхностной обработки почвы

Приемы поверхностной обработки почвы направлены главным образом на создание рыхлой поверхности пахотного слоя почвы. По выполняемым технологическим операциям они делятся на приемы рыхлящие и перемешивающие (лущение, культивация, боронование), уплотняющие и выравнивающие (прикатывание, шлейфование, малование) почву.

Лущение — прием обработки почвы, обеспечивающий рыхление, крошение, частичное или полное оборачивание верхнего

слоя пласта на глубину не более 10—12 см. Выполняют его отвальными или дисковыми многокорпусными лушильниками. При лущении подрезаются и уничтожаются сорняки, заделывается стерня, разрушается дернина.

На рыхлых почвах стерню лущат на глубину 4—5 см одновременно с уборкой зерновых культур или вслед за ней. На более плотных почвах лущение проводят на глубину 7—8 см, а при засорении корнеотпрысковыми или корневищными сорняками — на глубину 10—14 см.

Диски лушильников работают под углом к ходу орудия, вследствие чего они разрезают и полуоборачивают пласт, но плохо подрезают корнеотпрысковые сорняки.

Наряду с дисковыми лушильниками применяют дисковые бороны. Для обработки дернины и уплотненных глыбистых почв используют тяжелые дисковые бороны с вырезными дисками.

Лущение широко используют в системе зяблевой обработки, а также как прием предпосевной подготовки почвы. В увлажненных районах лемешные лушильники используют для обработки чистых и занятых паров. Дисковыми лушильниками обрабатывают поля чистых паров, засоренные пыреем ползучим.

Существуют и беззагонные способы вспашки. Это гладкая вспашка и так называемая фигурная, или круговая вспашка.

Гладкая вспашка производится балансирными или оборотными плугами, отваливающими пласт то влево, то вправо. Эти плуги дают гладкую и ровную вспашку.

При фигурной вспашке в середине поля отбивают небольшой участок, который пашут загонным способом всвал. Когда вспаханный загон достигнет установленной ширины, переходят к фигурной вспашке. Для этого на углах поля трактор поворотом влево делает петлю и идет в перпендикулярном направлении, приваливая пласты к центру участка (см. рис. 10.4 в). Фигурную вспашку применяют на небольших участках неправильной конфигурации главным образом в лесных и горных районах.

На крутых склонах при вспашке поперек склона пласт в противоположном уклону направлении не оборачивается, а сваливается обратно в борозду. Обработка в одном направлении связана с большими холостыми переездами. Вспашку крутых склонов следует проводить оборотными плугами.

Глубина вспашки определяется той культурой, под которую обрабатывают почву. Например, под пропашные культуры: свеклу, подсолнечник, хлопчатник и др., пашут глубоко, под зерновые — мельче.

Вспашку на глубину до 20 см называют мелкой, на глубину 20—22 см — нормальной и более 22 см — глубокой. Плуг с предплужником может работать только при вспашке на глубину не менее 20 см. На каждом поле глубину вспашки нужно менять ежегодно, так как при вспашке на одну и ту же глубину на дне борозды образуется сильно уплотненный слой, называемый плужной подошвой.

Глубина вспашки зависит от типа почвы. На мощных черноземах глубина вспашки ограничивается конструктивными особенностями плуга, на каштановых и солонцовых почвах — глубиной расположения солонцового горизонта, на дерново-подзолистых почвах — глубиной перегнойного горизонта.

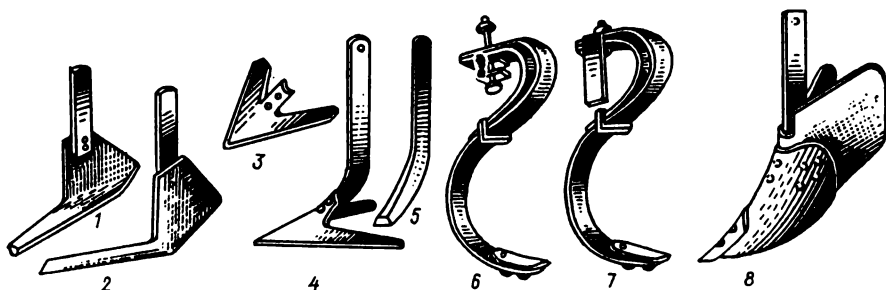


Рис. 10.5. Основные типы лап культиваторов.

1 и 2 — односторонние плоскорежущие, 3 и 4 — стрельчатые плоскорежущие, 5 — рыхлительная долотообразная, 6 и 7 — рыхлительные на пружинных стойках, 8 — корпус орудника.

Культивация — прием обработки почвы культиваторами, обеспечивающий рыхление, крошение и частичное перемешивание почвы, а также полное подрезание сорняков и выравнивание поверхности поля. Обычная глубина культивации составляет 5—12 см.

Рабочими органами культиваторов являются различные типы лап: стрельчатые, долотообразные, пружинные и др. (рис. 10.5). Их применение зависит от состояния почвы и назначения подготавливаемого поля.

Для рыхления почвы обычно используют долотообразные лапы. Плоские и ножевидные лапы подрезают сорную растительность и рыхлят почву на малую глубину; пружинные лапы эффективны в борьбе с многолетними сорняками, вытаскивая из почвы прочные на разрыв корневища сорняков, они одновременно рыхлят и перемешивают почву; игольчатые диски хорошо разрушают почвенную корку, рыхлят почву во время вегетации растений, не нанося им вреда, и уничтожают всходы сорняков. Для уничтожения однолетних сорняков применяют штанговые культиваторы, которые не оборачивают и не перемешивают почву. На практике нередко используют комбинированные культиваторы с различными рабочими органами; например, лапы и игольчатые диски, рыхлящие (стрельчатые) и подрезающие лапы и др. (рис. 10.6).

В районах ветровой эрозии почву обрабатывают культиватором-плоскорезом (рис. 10.7). Культиваторы с игольчатыми дисками (ротационные мотыги) предназначены в основном для ухода за посевами. Для междурядной обработки некоторых пропашных культур (картофеля, кукурузы и др.) используют орудники, кото-

рые, углубляя середину междурядья, приваливают почву к обоим рядкам растений, засыпая сорняки.

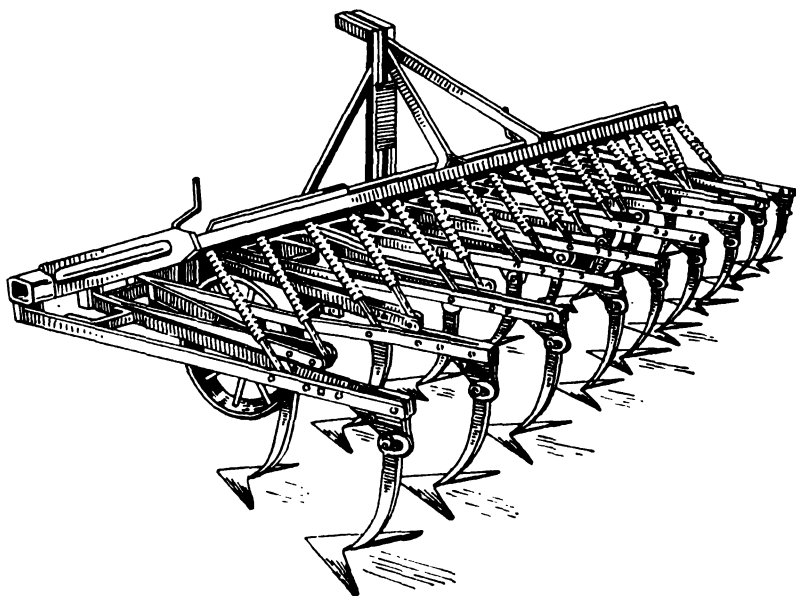


Рис. 10.6. Культиватор, оснащенный стрельчатыми лапами, навесной.

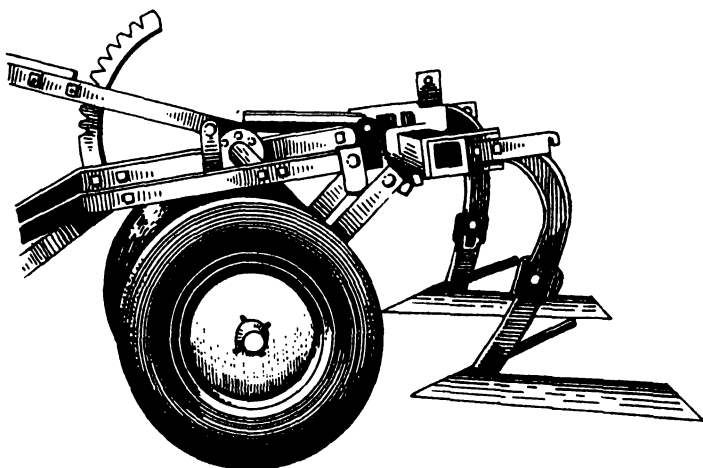


Рис. 10.7. Культиватор-плоскорез.

Таким образом, культивацию широко применяют в системе предпосевной, послепосевной и паровой обработок.

Боронование — прием обработки почвы зубовой или игольчатой бороной, обеспечивающий крошение, рыхление, перемеши-

вание и выравнивание поверхности почвы, а также частичное уничтожение проростков и всходов сорняков. Борона служит для ухода за озимыми культурами, многолетними травами и другими посевами.

Рабочими органами зубовой бороны являются неподвижные зубья квадратного сечения у тяжелых орудий и круглого — у легких. Тяжелые зубовые бороны с давлением на зуб 1,5 кг рыхлят почву на глубину 5—8 см (рис. 10.8). Средние бороны с давлением на зуб от 1 до 1,5 кг рыхлят почву на глубину 4—6 см. У легких

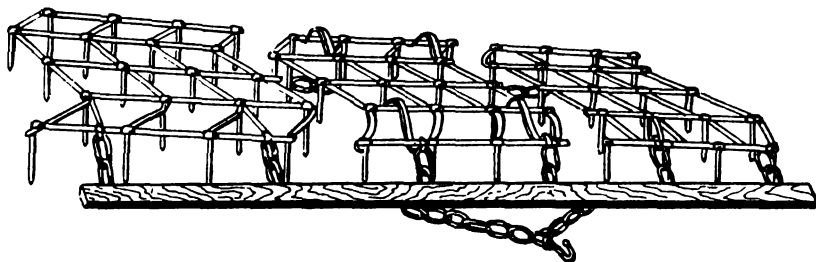


Рис. 10.8. Зубовая борона «Зигзаг» тяжелого типа.

борон давление на зуб составляет 0,5—1 кг, они рыхлят самый верхний слой на глубину 2—3 см.

При влажности почвы, соответствующей ее физической спелости, борона хорошо разделяет крупные глыбы, разрыхляет почву до мелкокомковатого состояния, не распыляя ее. Однако жесткая рама звеньев бороны не позволяет ей во время работы копировать микрорельеф. Поэтому при неровном микрорельефе глубина рыхлого слоя получается неодинаковой. Этот недостаток устраняется при использовании сетчатых борон, зубья которых закреплены на раме цепями. Такая рама обеспечивает контакт зубьев с почвой одинаково хорошо как на микроповышениях, так и в микропонижениях. Однако глубина рыхления этих борон небольшая. В основном они применяются для обработки почвы после посева до появления всходов и по всходам.

На плохо разработанных глыбистых почвах или на вспаханной целине применяют дисковые бороны, которые лучше зубовых разрушают глыбы и пласты. Степень рыхления и глубина обработки регулируется изменением угла атаки бороны. На сильнозадернелых и тяжелых почвах используют дисковые бороны с вырезными дисками.

Боронование применяют во всех системах обработки почвы.

Шлейфование — прием обработки почвы шлейфами или волокушами, обеспечивающий выравнивание поверхности рыхлой почвы. Волокуша состоит из нескольких рядов брусьев, которые последовательно соединены между собой цепочками. Волокушу с зубьями на переднем бруске называют гвоздевкой. Шлейф-борона

имеет металлический скребок, а перед ним ряд железных зубьев, наклон которых можно менять под разным углом. Скребок и зубья расположены перед деревянными брусьями.

Гвоздевку и шлейф-борону можно применять весной при небольшом заплывании зяби. Преимущество шлейфа перед боронной состоит в том, что весной им можно начать работу несколько раньше, как только просохнут верхушки гребней. В ряде случаев шлейф используют вместо бороны или в дополнение к ней при культивации. Однако шлейфование на тяжелых глинистых и солонцеватых почвах приводит к замазыванию поверхности пашни.

Прикатывание — прием обработки почвы катками, обеспечивающий уплотнение и выравнивание поверхности поля, а также образование глыбистой части почвы. В результате прикатывания более точно выдерживается заданная глубина заделки семян при посеве; достигается лучший контакт семян культурных растений с твердой фазой почвы, вследствие чего семена быстрее набухают и прорастают; улучшается тепловой режим поверхностного слоя почвы. Главная задача прикатывания состоит не в том, чтобы уплотнением подтянуть влагу ближе к поверхности почвы, а в том, чтобы в засушливых условиях как можно полнее сохранить влагу от физического испарения. Прикатывание необходимо также в тех случаях, когда почва до посева озимых не успела осесть естественным путем, поскольку оседание почвы после посева приводит к повреждению корневой системы у озимых культур и к изреживанию всходов весной.

В зависимости от поставленной задачи применяют катки с разным давлением на почву и с различной поверхностью (гладкие, кольчатые и рубчатые) (рис. 10.9). Давление катка на 1 см^2 почвы определяют делением его массы на произведение длины катка и половины ширины площади его опоры, измеренной на пашне. Показателем давления катка может служить его масса, приходящаяся на 1 см захвата. Оптимальным в большинстве случаев является давление $3\text{--}4 \text{ кг/см}$ длины катка, или $300\text{--}400 \text{ г/см}^2$ поверхности почвы. Однако в конкретных условиях это значение устанавливается опытным путем.

Водоналивные катки с гладкой поверхностью оказывают давление от $2,3$ до 6 кг на 1 см захвата. Оно регулируется количеством заливаемой в цилиндр воды. Вслед за гладким катком или в агрегате с ним пускают легкие бороны, которые рыхлят верхние $2\text{--}3 \text{ см}$ почвы. Кольчатые или рубчатые катки, уплотняя почву на глубину $4\text{--}6 \text{ см}$, оставляют ее поверхность в разрыхленном состоянии, устраняя тем самым необходимость боронования. Они оказывают на почву давление от $2,4$ до $4,2 \text{ кг}$ на 1 см длины катка. Регулируют давление изменением груза, помещенного в специальные ящики, установленные на раме катка.

В последнее время прикатывание проводят преимущественно в сочетании с другими приемами обработки почвы (вспашкой, культивацией, боронованием) и особенно с посевом. В последнем случае часто применяют не сплошное, а рядковое прикатывание специальными каточками, монтируемыми на сеялке.

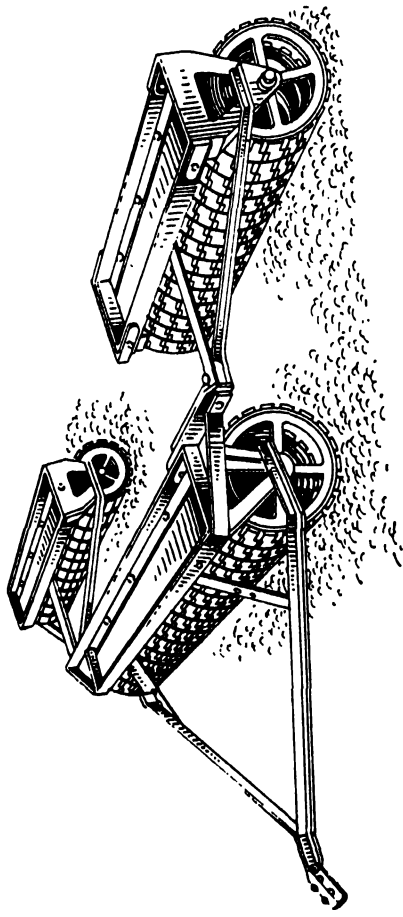


Рис. 10.9. Кольчатый каток.

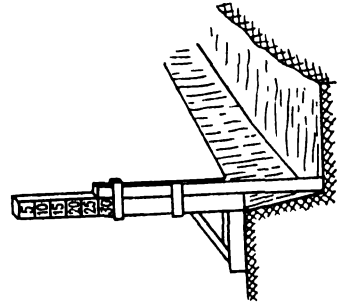


Рис. 10.10. Бороздомер.

Прикатывание пересохшей и переувлажненной почвы не дает положительных результатов. В первом случае оно не способствует оседанию почвы, а только превращает верхние комочки в пыль, во втором — почва сильно уплотняется и при высыхании образуется корка. Кроме того, во время работы почва прилипает к поверхности катка.

Малование служит для выравнивания и уплотнения почвы. Оно проводится специальным орудием — малой. Мала представляет собой окованную железом доску или брус шириной около 20 см и толщиной около 10 см, который крепят двумя тягами к трактору. Во время движения мала сдвигает гребни и крупные комья, разминает их, смещает в углубления и вдавливают в почву. Малование применяют для подготовки поля к посеву и последующим поливам. Выравнивание необходимо для равномерного распределения воды на поле во время полива.

Для поверхностной обработки почвы применяется также дондона. Она отличается от малы наличием зубьев на нижней поверхности. Предназначена дондона для рыхления поверхности почвы и вычесывания сорняков.

Культивацию и боронование обычно проводят под углом 45° к направлению вспашки, а прикатывание — поперек пахоты. Наиболее распространенный способ движения — загонный, или челночный (движение агрегата в обратную сторону по следу предыдущего прохода).

Важное значение при обработке почвы имеет скорость движения агрегата. В настоящее время научно доказана и подтверждена практикой полная возможность и агрономическая целесообразность применения повышенных скоростей как при вспашке, так и при выполнении других приемов обработки почвы. Установлено, что чем выше скорость обработки почвы, тем более влажную почву можно начинать обрабатывать. Следовательно, показатели спелости почвы, которые длительное время считались неизменными, могут меняться в зависимости от скорости обработки почвы. Появление мощных тракторов и создание к ним комплекса орудий позволяет вести обработку почвы при более высоких скоростях.

Вспашка почвы при скорости более 7 км/ч позволяет получать ровную, хорошо взрыхленную пашню; при этом плуг идет более устойчиво, а растительные остатки лучше заделываются. Повышение скорости движения агрегатов положительно сказывается почти на всех видах обработки почвы. При скорости 7—9 км/ч достигается высокое качество культивации, лущения, прикатывания и боронования. Однако при бороновании всходов пропашных культур необходимо снижать скорость движения агрегата, чтобы избежать засыпания и повреждения растений.

10.5. Оценка качества обработки почвы

Основная цель обработки почвы — повышение ее плодородия — может быть достигнута лишь при высоком качестве выполняемых

работ. Контроль за качеством полевых работ часто проводят на основе глазомерной субъективной оценки либо с помощью простых приспособлений. В агрометеорологической практике качество работ оценивают по четырехбалльной шкале: «отлично» (5), «хорошо» (4), «удовлетворительно» (3), «плохо» (2). В соответствии с поставленными задачами определяют те или иные показатели по оценке качества выполнения каждого вида работ. Однако существуют общие для всех полевых работ требования к их качеству (табл. 10.1). Наиболее важным из них является своевременность выполнения работы.

Запоздалая обработка почвы резко снижает ее агротехническое значение и вызывает излишние потери влаги, расход питательных веществ сорняками, усиливает опасность распространения вредителей и болезней, влечет за собой несвоевременное проведение последующих работ и в конечном счете уменьшает урожай, а иногда приводит к полной его гибели. Слишком раннее проведение весенней обработки почвы, посева, ухода за растениями также ухудшает качество работ, увеличивает затраты на их выполнение и снижает урожай.

Сроки проведения полевых работ определяются требованиями культур, погодными условиями, состоянием поля и почвы. На основе опытов и многолетней практики установлены и изложены в агроправилах каждой области оптимальные сроки обработки почвы, посева, внесения гербицидов и др. Агрономической службой каждого хозяйства эти сроки конкретизируются в соответствии с погодными и другими условиями данного года.

Своевременность выполнения работ оценивают сопоставлением установленного срока с фактическим. Высшую оценку получает работа, выполненная в первую половину рекомендованного срока, положительно оценивают и ту работу, которая закончена в пределах установленного срока. Проведенная с запозданием работа получает неудовлетворительную оценку лишь в том случае, когда это влечет за собой те или иные отрицательные последствия.

Другим показателем качества, общим для всех видов полевых работ, является обработка всей площади без пропусков (огрехов) и перекрытий (повторных обработок). На огрехах не заделываются семена культурных растений, возникают очаги сорняков, вредителей и возбудителей болезней, затрудняются последующие полевые работы, снижается урожай. Особенно недопустимы огрехи при основной обработке почвы и посеве. Наличие их определяют осмотром поля и замером необработанных или незасеянных площадей. Перекрытия не допускаются при вспашке, так как верхний слой, содержащий дернину, жнивье, сорняки и удобрения, вновь выносятся на поверхность и оборачивания почвы не происходит. Еще более недопустимы перекрытия при посеве. Повторная обработка гербицидами может задержать рост культурных растений и даже привести их к гибели.

Важный показатель качества обработки почвы — глубина. Для каждой культуры и поля она определяется технологическими кар-

Таблица 10.1

Основные требования к качеству полевых работ

Послеуборочное лущение жнивья

Срок	Вслед за уборкой урожая, отклонение не более 5 дней
Глубина	Установленная, отклонение 1—2 см
Огрехи	Отсутствуют
Подрезание сорняков и измельчение корневищ	Полное

Вспашка

Глубина	Установленная, отклонение 1—2 см
Огрехи	Отсутствуют
Заделка пожнивных остатков	Полная
Опахивание концов загонов	Опаханы
Срок	Установленный

Боронование

Срок	В первые 1—2 дня после наступления физической спелости почвы
Глыбистость	Не более 5 глыб на 1 м ² размером более 5 см
Огрехи	Отсутствуют
Выравнивание пашни	Выровнены

Культивация с боронованием

Срок	Установленный. Под поздние яровые культуры и на парах — немедленно после всходов сорняков
Глубина рыхления	Установленная
Глыбистость	Не более 5 глыб на 1 м ²
Огрехи	Отсутствуют

Междурядная обработка

Срок	Немедленно после появления всходов и розеток сорняков
Глубина рыхления	Установленная
Подрезание сорняков	Полное
Огрехи	Отсутствуют
Повреждение культурных растений	Отсутствует

Посев

Срок	Установленный
Наличие просевов	Отсутствуют
Отклонения от нормальной глубины заделки семян	Отсутствуют
Равномерность высева семян	Равномерное распределение семян
Огрехи	Отсутствуют

тами и указывается в планах-нарядах механизаторам. Уменьшение глубины обработки ухудшает условия жизни растений, усиливает засоренность посевов и снижает урожай. Излишне глубокая обработка нередко приводит к выворачиванию малоплодородных слоев почвы, к излишней потере влаги, а также связана с дополнительными затратами труда и средств. Обычно глубину обработки указывают с отклонениями на 1—2 см.

Равномерность глубины обработки почвы играет не меньшую роль, чем ее средняя величина. В поле, обработанном на разную глубину, создаются неодинаковые условия для жизни растений, что вызывает их неравномерный рост и приводит к неодновременному созреванию.

Глубину обработки измеряют с помощью двух линеек или простым инструментом — борзодмером (рис. 10.10). При пахоте измерение проводят по борозде, а после работы — по вспаханному полю. В последнем случае полученную в результате измерений среднюю глубину уменьшают на 25 %, если почва не успела осесть, и на 10—15 % при частичном оседании. Число измерений зависит от размеров поля, но не должно быть меньше 25. По результатам измерений определяют среднюю глубину и равномерность обработки. При отклонении средней фактической глубины от установленной более чем на 1—2 см качество вспашки считается неудовлетворительным, если оно повлекло за собой ухудшение условий жизни растений. Для приемов поверхностной обработки почвы допустимы отклонения фактической глубины обработки от установленной не более чем на 1 см.

Степень крошения почвы оценивают коэффициентами вспушенности или глыбистости почвы. Коэффициентом вспушенности называют отношение средней глубины обработанной пашни к глубине по борозде. Чем больше его значение, тем сильнее разрыхлена почва при обработке. Для оценки рыхления при культивации или бороновании используют метод определения глыбистости с помощью метровой рамы с натянутой на нее сеткой, образующей квадраты 5×5 см. Наложив раму на поверхность почвы, можно подсчитать число глыб площадью более 25 см² и установить их общую площадь. Отношение последней к площади сетки (10 000 см²) представляет собой коэффициент глыбистости, который выражается в процентах.

Более точным методом определения глыбистости является просеивание всего обработанного слоя почвы через решетку с указанными выше отверстиями и взвешивание не прошедших через них комков. Коэффициент глыбистости находят по отношению полученной массы к массе всей пробы почвы. При коэффициенте глыбистости более 5 % рыхление признается недостаточным и обработку повторяют.

Глава 11. СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

11.1. Обработка почвы под озимые культуры

Озимые культуры сеют в конце лета — начале осени, т. е. вскоре после уборки ранних культур. Это и определяет особенности в агротехнике. Ко времени посева озимых необходимо иметь в пахотном слое достаточное количество влаги и подвижных форм питательных веществ. Поэтому система обработки должна обеспечить оптимальную плотность почвы и создать условия для нормального развития растений в осенний период. Предшественников под озимые посевы в зависимости от их особенностей можно объединить в три основные группы: 1) чистые и кулисные пары, 2) занятые и сидеральные пары, 3) паровые предшественники.

П а р — поле, свободное от возделываемых растений в течение некоторого времени (не более года) и поддерживаемое в чистом от сорняков состоянии. Пар подразделяют на чистый и занятый.

Ч и с т ы й п а р — паровое поле, свободное от возделывания сельскохозяйственных культур и обрабатываемое в течение периода парования. Пахотный слой поддерживается в необходимом по рыхлости состоянии, и почва очищается от сорняков. Такие поля в течение года сельскохозяйственной продукции не дают. Чистые пары по времени обработки подразделяют на: черный пар, ранний пар, поздний пар.

Черный пар представляет основной вид чистого пара, обработка которого начинается вслед за уборкой предшественника, что обычно совпадает с летне-осенним периодом примерно за год до посева озимых.

Ранний пар отличается от черного пара тем, что обработка его начинается весной следующего года после уборки предшественника.

Поздний пар обрабатывают в начале лета.

Кулисный пар — разновидность чистого пара, с тем различием, что он засевается кулисами из высокостебельных растений. Кулисы служат для задержания снега, утепления озимых и борьбы с эрозией почвы.

З а н я т ы й п а р — пар, занятый растениями, рано освобождающими поле. На таком поле в первой половине вегетационного периода возделывают культуру с наиболее ранним сроком уборки урожая. Время, которое остается от уборки урожая парозанимающей культуры до посева озимых, используют для обработки почвы, как и по чистому пару.

Сидеральный пар — разновидность занятого пара, засеваемого бобовыми и другими растениями для заделки в почву на зеленое удобрение.

Целесообразность применения тех или иных паров определяется природными условиями хозяйства, оснащенностью техникой, обеспеченностью удобрениями и средствами защиты растений от

сорняков, болезней и вредителей. В засушливых условиях чистые пары имеют большое значение в хозяйствах зернового направления.

11.1.1. ОБРАБОТКА ЧИСТЫХ ПАРОВ

Под черный пар отводятся обычно поля, вышедшие из-под од-нолетних непаханных яровых культур, как более засоренные и менее плодородные.

Черный пар обрабатывают в два приема: в летне-осенний период в год уборки предшествующей культуры и в весенне-летний период на следующий год. Летне-осенняя обработка черного пара заключается в лушении стерни и последующей глубокой зяблевой вспашке (25—27 см) с предплужниками после уборки предшествующей культуры. При вспашке черного пара следует применять углубление пахотного слоя, сочетая его с внесением органических и минеральных удобрений, а на кислых почвах и извести. Весной и летом следующего года черный пар обрабатывают послойно для очищения пахотного слоя от семенных и вегетативных зачатков сорняков. Сущность послойной обработки состоит в том, что каждый прием ее проводят на разную глубину.

В засушливых районах применяют безотвальные орудия (культиваторы, лемешные лушильники со снятыми отвалами и др.), чтобы избежать больших потерь влаги. Вначале, весной, поле боронуют, затем культивируют или лушат на глубину 8—10 см и пахут на глубину 14—16 см с заделкой навоза. Потом опять проводят культивацию, а за 15—20 дней до посева глубокое рыхление на 18—20 см с прикатыванием. Перед посевом проросшие сорняки уничтожают культивацией с боронованием.

В сухое лето для сбережения влаги пар обрабатывают безотвальным плугом, который подрезает корнеотпрысковые сорняки, рыхлит почву, но не переворачивает ее, предохраняя от излишнего высушивания.

В зонах с засушливым или полузасушливым климатом весенне-летнюю обработку чистого пара ведут несколько иначе. Весной, пока в почве есть влага, проводят отвальную вспашку, а затем в период сухого лета — только поверхностные рыхления безотвальными орудиями.

В зонах недостаточного увлажнения двоение пара (вторая вспашка, перепашка) заменяют безотвальной глубокой обработкой или поверхностным рыхлением почвы.

Обработка черного пара перед посевом на нем озимых в большинстве случаев включает прикатывание почвы для сбережения влаги.

Одно правило остается общим для всех зон: паровое поле не может оставаться необработанным, оно должно быть вспахано с осени или рано весной, а дальше поддерживаться в чистом от сорняков и рыхлом состоянии.

Ранний пар начинают обрабатывать после посева ранних яровых культур. Первым приемом будет вспашка на полную глубину

пахотного слоя или с его углублением и одновременным боронованием.

В районах недостаточного увлажнения в качестве первого приема полезно применять лущение, чтобы снизить потери влаги. Глубокая вспашка в восточных районах может быть перенесена на середину лета — период дождей.

Последующая обработка раннего пара та же, что и черного; в засушливой зоне проводят несколько культиваций, а в увлажненных районах — послойная обработка с оборачиванием почвы. Навоз вносят под основную вспашку или перепашку. После дождей паровое поле боронуют, чтобы предупредить образование корки, уменьшить потери влаги и уничтожить всходы сорняков.

Агротехника кулисных паров следующая: с весны и до посева кулис пар обрабатывают по схеме черного или раннего пара, а летом, в конце июня — начале июля, по чистому пару сеют кулисные растения, чаще всего подсолнечник или горчицу. В качестве кулисы высевают два ряда этих растений, примерно через каждые 12 м. Посев озимых проводят поперек направления посева кулис. Кулисные растения, оставляемые на зиму, служат снегозадерживающим барьером, что способствует сохранению озимых там, где без кулис они плохо перезимовывают.

11.1.2. ОБРАБОТКА ЗАНЯТЫХ ПАРОВ

Занятыми называются пары, засеянные растениями, рано освобождающими поле для обработки почвы и создающими как предшественник благоприятные условия для последующих культур.

В зависимости от способов посева парозанимающей культуры и послепосевной обработки, занятые пары подразделяют на сплошные и пропашные. Особым видом занятого пара является сидеральный.

В качестве парозанимающих культур сплошного посева используют преимущественно однолетние и многолетние травы и другие растения на зеленый корм, сено или силос. Из пропашных культур в занятых парах возделывают ранние сорта картофеля, кукурузу на зеленый корм или ранний силос и др. На зеленое удобрение в сидеральных парах высевают люпин однолетний и многолетний, донник и другие бобовые культуры, а также их смеси.

Обработку занятых паров можно разделить на два периода: период от уборки предшествующей культуры до посева парозанимающей культуры и период от уборки последней до посева озимых. Основную и предпосевную обработку почвы под парозанимающие культуры проводят так же, как и на других (непаровых) полях под одноименные растения. Весной в занятых парах все работы необходимо выполнять в первую очередь, чтобы раньше посеять и создать предпосылки для более ранней уборки парозанимающей культуры. Приемы обработки почвы после уборки парозанимающей культуры, количество и их последовательность зависят от продолжительности данного периода, от погодных условий, характера и степени засоренности поля.

После уборки культур сплошного сева при достаточной влажности почвы ее пашут плугом с предплужниками и с боронами в агрегате на полную глубину пахотного слоя, но без выворачивания подпахотного горизонта. В дальнейшем в зависимости от оставшегося до посева озимых времени проводят одну или две поверхностные обработки культиватором. На глыбистой пашне для первой культивации применяют дисковые орудия. Перед посевом поле обрабатывают лаповыми культиваторами на глубину заделки семян.

При недостаточной влажности почвы после уборки парозанимающей культуры поле сначала лущат, а через 7—10 дней пашут плугом с предплужниками. Если до посева остается мало времени, ограничиваются лущением, так как вспашка непосредственно перед посевом создает неблагоприятные условия для прорастания и развития озимых культур. Если после вспашки почва не успеет осесть до посева, ее необходимо прикатать тяжелыми катками.

Паровые поля, занятые пропашными культурами, отличаются от полей, занятых культурами сплошного сева, более рыхлым строением почвы, меньшей засоренностью; период от уборки пропашных культур до посева озимых короче, чем на парах, занятых культурами сплошного сева. Это позволяет сократить число обработок после пропашных культур и снизить их энергоемкость. После уборки картофеля можно ограничиться лущением или культивацией одновременно с боронованием. На полях после кукурузы, подсолнечника и других пропашных культур, где имеются растительные остатки, проводят неглубокую вспашку одновременно с боронованием и прикатыванием.

Сидеральные пары вводят только в зоне достаточного увлажнения. Время летней обработки сидеральных паров определяют по готовности культуры для заправки на зеленое удобрение. Люпин запахивают при образовании сизых бобиков, которые у однолетних растений появляются в середине июля, а у многолетних — в середине июня. Донник белый высевают под покров предшественника и запахивают на следующий год в фазу цветения. Для лучшей заделки растительной массы перед уборкой впереди плуга пускают косилку или каток.

Через 2—3 недели после заправки поле необходимо продисковать; неразложившиеся стебли запаханных растений разрезают дисками, что способствует их разложению. Поля, занятые многолетним люпином, за 3—4 недели до посева озимых перепашивают. Перед севом озимых проводят предпосевную культивацию на глубину заделки семян. Неуспешную осесть почву прикатывают тяжелыми катками.

11.1.3. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОСЛЕ НЕПАРОВЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

Если площадь озимых посевов больше площади паровых полей, то озимые приходится размещать после зерновых колосовых культур, по пласту многолетних трав, после гречихи, льна, подсолнечника, кукурузы на зерно и даже после сахарной свеклы.

Подготовка почвы под озимые посевы после непаровых предшественников связана с некоторыми трудностями, особенно в районах недостаточного увлажнения, а также при относительно коротком теплом послеуборочном периоде. В южных районах при большом количестве осадков в весенне-летний период почва готовится к посеву озимых легче и с более высоким качеством.

После уборки кукурузы и подсолнечника на зерно обработка почвы под озимую пшеницу зависит от погодных условий. Если в послеуборочный период почва сильно пересохла, и на поле появились трещины, то при вспашке образуются крупные глыбы, которые не поддаются крошению. В этом случае вспашку лучше заменить лущением на глубину 8—12 см с прикатыванием и боронованием. Такую обработку можно провести тяжелой дисковой бороной. После уборки сахарной свеклы достаточно убрать ботву и провести однократное лущение с боронованием.

Вместе с тем необходимо учитывать, что при мелкой обработке невозможно заделать семена озимой пшеницы на требуемую глубину, поэтому если в послеуборочный период выпадают осадки, и почва хорошо разделяется, то вместо лущения перед посевом озимых лучше провести вспашку или рыхление на глубину 15—17 см с прикатыванием и боронованием.

На юге Европейской части СССР и в Средней Азии озимую пшеницу, рожь и ячмень высевают и после колосовых предшественников. В этом случае почву обрабатывают по типу полупара. После уборки соломы поле пашут, а по мере зарастания сорняками культивируют. При сильном пересыхании почвы проводят лущение стерни, а затем обработку пахотным агрегатом.

В северо-западных районах СССР хорошим предшественником озимых культур является пласт многолетних трав второго года пользования (клевер, люцерна и клевер с тимофеевкой). Обработка таких полей обычно начинается с послеуборочного дискования, затем проводятся вспашка плугом с предплужниками и поверхностные обработки. Для оседания почву прикатывают.

После льна, яровых колосовых и крупяных культур обычно наблюдается повышенная засоренность полей. Запас подвижных питательных веществ в почве на этих полях больше, чем на паровых. Учитывая это, вспашку следует начинать немедленно после уборки предшественника. Предпосевную обработку проводят культиваторами одновременно с боронованием и прикатыванием кольчатыми катками.

На юго-востоке СССР в зависимости от погодных условий обработка почвы может быть различной. На полях относительно чистых от сорняков, но сухих и глыбистых обработка проводится лущильниками или безотвальными плугами на глубину до 15 см. При достаточном увлажнении почвы и на засоренных полях обработка может быть более глубокой, но после вспашки или рыхления необходимо проводить выравнивание поля.

11.1.4. ПОСЛЕПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ

На полях, засеянных озимыми зерновыми культурами, послеполевая обработка проводится осенью и весной. К приемам осенней обработки относятся: послеполевое прикатывание, бороздование, снегозадержание. Прикатывание проводят в годы с недостаточным увлажнением. Обычно его осуществляют в одном агрегате с сеялкой.

Бороздование проводят осенью для удаления избыточной воды и предупреждения гибели посевов от вымокания. Борозды нарезают орудием на расстоянии от 2—4 до 10—12 м друг от друга в зависимости от типа почвы, рельефа, степени увлажнения. Стекающая вода собирается в водоотводные борозды, нарезаемые через 50—100 м. Для предупреждения вымокания озимых в замкнутых понижениях применяют вертикальный дренаж, т. е. устройство вертикальных скважин, превышающих глубину промерзания почвы.

Мероприятия по снегозадержанию осуществляют в тех случаях, когда возникает опасность выпревания озимых; например, при выпадении снега на незамерзшую почву.

Самый распространенный прием ухода за посевами озимых весной — боронование, которое улучшает аэрацию верхнего слоя почвы и активизирует в нем деятельность микроорганизмов. Одновременно удаляются погибшие растения и уничтожаются всходы сорняков. Боронование выполняют тяжелыми боронами, как только верхний слой почвы достигнет физической спелости. Чтобы меньше повредить посевы, поле боронуют поперек рядков или под углом 45°. Эта обработка способствует снижению потерь влаги за счет испарения с поверхности почвы и часто выполняет задачу заделки удобрений, внесенных в виде подкормки.

Наиболее эффективно проводить боронование на сравнительно тяжелых бесструктурных почвах. На легких почвах, а также в случае выпирания или изреживания посевов этот прием может принести вред. Не следует его применять и в районах, подверженных ветровой эрозии.

11.2. Обработка почвы под яровые культуры

Под все культуры весеннего сева поле должно быть вспахано с осени на зябь. Вспаханная и накопившая влагу в осенний период почва зимой промерзает, за счет чего улучшаются ее физические свойства. Чем раньше проводится зяблевая обработка, тем более эффективно сказывается это на водном режиме почвы, на накоплении нитратов. Создаются лучшие условия для уничтожения и предотвращения появления всходов сорняков, а также вредителей и болезней растений. Поэтому если осенняя вспашка не проведена, то происходит недобор урожая, который составляет в среднем 10 % на легких и до 50 % на тяжелых почвах. На гумусированных почвах потери урожая менее заметны.

При зяблевой вспашке лучше всего проводить углубление пахотного слоя. Вследствие действия мороза и длительного предпосевного периода происходит механическое выравнивание пахотного и подпахотного слоев.

На орошаемых землях осенняя обработка препятствует поднятию солей в пахотный слой и предупреждает вторичное засоление, повышает коэффициент использования поливной воды культурными растениями.

Большим преимуществом летне-осенней обработки почвы под яровые культуры является более полное и равномерное использование техники, уменьшение напряженности работ весной и создание условий для своевременности посева.

Срок проведения зяблевой вспашки или ее начало в значительной степени зависит от организационно-хозяйственных условий. Однако затягивание осенней вспашки, особенно на тяжелых почвах, обуславливает снижение качества пахоты. Кроме того, возникает опасность, что не удастся провести осеннюю вспашку на всей площади. Зяблевая вспашка должна быть закончена до наступления осенних заморозков.

Приемы, сроки и последовательность осенних обработок зависят от требований высеваемой в данном поле культуры, от почвенно-климатических условий, предшественников, степени и характера засоренности почвы, погодных условий года и других причин.

В различных почвенно-климатических зонах нашей страны применяются разнообразные варианты зяблевой обработки почвы. Среди них наиболее распространены: полупаровая обработка, включающая послепахотную поверхностную обработку; лушение стерни с последующей зяблевой вспашкой; зяблевая вспашка без предварительного лушения с выравниванием поверхности или без нее; обработка мелкорыхлящими орудиями без пахоты; почвозащитная обработка с оставлением стерни на поверхности почвы либо с поделкой водозадерживающих препятствий.

В пределах одной зоны система зяблевой обработки изменяется в зависимости от предшествующей культуры. По этому признаку можно выделить такие обработки, как обработка после однолетних культур сплошного сева, после пропашных, после многолетних и однолетних трав.

После уборки однолетних культур сплошного сева на полях остаются стерня (или жнивье), вегетирующие сорняки, а также большое количество осыпавшихся при уборке урожая семян сорняков и культурных растений, где гнездятся многие вредители и болезнетворные организмы. Уплотнившаяся за вегетационный период почва быстро теряет оставшийся небольшой запас влаги и приобретает высокую связность. Поэтому первой задачей послеуборочной обработки почвы в эрозионно безопасных районах является заделка в почву стерни, уничтожение вегетирующих сорняков, создание благоприятных условий для прорастания осыпавшихся семян и вегетативных органов размножения сорняков. Для этого сразу же после уборки лушат стерню, а затем вспахивают поле.

Глубина лущения определяется характером засоренности поля. При господстве малолетних сорняков применяют дисковые лущильники и обрабатывают ими почву на глубину 6—8 см. Дисковые лущильники хорошо заделывают осыпавшиеся семена. Поля, засоренные пыреем и корнеотпрысковыми сорняками с неглубоко расположенными корневыми отпрысками, также обрабатывают дисковыми лущильниками вдоль и поперек участка, заглубляя диски в почву до 12 см. Корневища и корневые отпрыски разрезаются на мелкие части, которые быстро и дружно прорастают, а затем их уничтожают обработкой.

Для борьбы с корневищными сорняками, у которых корневища расположены глубоко, поле вспахивают таким образом, чтобы корневища переместились в верхний слой почвы, а затем лущат. Участки, засоренные сорняками, у которых корневые отпрыски и корневища залегают глубже пахотного слоя, обрабатывают лемешными лущильниками на глубину 10—12 см. Главные корни и вертикально направленные отпрыски и корневища хорошо подрезаются лемехами.

В районах с коротким послеуборочным периодом лущение с последующей вспашкой не дает существенной прибавки урожая по сравнению с одной ранней зяблевой вспашкой. В засушливых районах лущение дает положительные результаты лишь в годы с достаточным количеством осадков в конце лета. В этих районах целесообразна ранняя зяблевая вспашка плугом с предплужниками на глубину пахотного слоя.

В некоторых районах Оренбургской области, Поволжья, Украины и Восточной Сибири отмечено положительное влияние на урожай озимого боронования, выравнивания зяби после вспашки.

Время зяблевой вспашки на взлущенных полях определяют по массовому появлению всходов сорняков. При нормальных условиях вспашку проводят через 2—3 недели после лущения. Если из-за недостатка влаги сорняки не появились, поле пашут, не дожидаясь всходов сорняков.

Глубина вспашки дерново-подзолистых почв определяется глубиной дернового слоя; только на отдельных полях, предназначенных под озимые или пропашные культуры, пахотный слой углубляют рыхлением или припашкой подзолистого горизонта. Серые лесные почвы пашут на глубину 25—27 см. На черноземах глубину вспашки доводят до 35 см, преимущественно под пропашные культуры. Глубокую вспашку применяют на сероземах под хлопчатник. Обычно же глубина пахоты составляет 20—25 см.

В районах избыточного увлажнения глубокая зяблевая вспашка способствует осушению поля за счет стока воды по подпахотному малопроницаемому слою. Для увеличения стока в пахотном слое применяют узкозагонную грядковую и гребневую вспашку. С этой же целью можно проводить кротование, прикрепляя к одному или двум корпусам плуга специальные кротователи. Сочетание кротования и гребневой вспашки усиливает действие каждого из приемов. На тяжелых переувлажненных почвах с малым стоком

вспашку иногда переносят на весну, а осенью ограничиваются лущением.

В южных районах под яровые культуры применяют полупаровую обработку почвы, включающую глубокую вспашку плугом с предплужниками, а затем по мере массового появления всходов сорняков проводят две-три культивации. При недостаточной влажности почвы полупаровую обработку начинают с лущения стерни. Потом поле пашут и до наступления холодов 1—2 раза культивируют.

Осенняя обработка почвы после пропашных культур, ввиду того что поля из под них освобождаются поздно, нередко ограничивается одним лущением. Лишь при значительной засоренности поля после уборки пропашной культуры его необходимо вспахать, а в случае преобладания многолетних сорняков — предварительно взлущить. Вспашку проводят также после уборки кукурузы и подсолнечника, для того чтобы заделать остатки стеблей. В районах избыточного увлажнения обработку тяжелых малоструктурных почв целесообразно перенести на весну.

Обработка почвы после многолетних трав имеет свои особенности ввиду повышенной плотности и связности почвы из-за наличия в ней большой массы корней. Такие поля часто засорены двулетними и многолетними сорняками; кроме того, на полях после уборки продолжается жизнедеятельность большинства многолетних злаковых и бобовых растений. Таким образом, обработка почвы после многолетних трав должна быть направлена: а) на прекращение вегетации многолетних растений, произрастающих на обрабатываемом поле, и создание благоприятных условий для разложения дернины; б) на создание оптимального строения пахотного слоя почвы для накопления влаги и микробиологических процессов; в) на уничтожение вегетирующих сорняков и ослабление вегетативных органов размножения многолетних сорных растений.

Эти задачи успешно решаются вспашкой плугом с предплужниками. Для предупреждения отрастания растений применяют вспашку плугами с предплужниками, подрезающими пласт на всю ширину, или предпахотное лущение лемешными орудиями, а после подсыхания подрезанных растений поле пашут.

Поля с очень плотной дерниной перед вспашкой дискуют. В случае засорения поля пыреем ползучим и другими корневищными и корнеотпрысковыми сорняками с неглубоко расположенными вегетативными органами размножения эту операцию проводят вдоль и поперек поля в целях разрезания корневищ и корневых отпрысков на мелкие отрезки. После их прорастания поле пашут плугом с предплужниками на полную глубину пахотного слоя, но не менее чем на 20 см.

Время обработки почвы после многолетних трав зависит от почвенно-климатических условий. В восточных районах ее проводят после первого укоса трав, в районах достаточного увлажнения — после второго или третьего укосов.

Легкосуглинистые, супесчаные и песчаные почвы обрабатывают позднее тяжелосуглинистых и глинистых, так как ранняя вспашка здесь приводит к быстрому разложению дернины и вымыванию продуктов минерализации. К таким же результатам может привести слишком ранняя обработка почвы травяного поля в условиях орошения.

11.3. Предпосевная обработка почвы

Главная цель обработки почвы весной — сохранение зимней влаги для возделываемых культурных растений и борьба с сорняками. Все агротехнические мероприятия в этот период должны быть направлены на сохранение накопленной зимой влаги и оптимального строения почвы, созданного в результате осенней вспашки и под воздействием мороза. Поэтому подготовка почвы к посеву должна осуществляться при возможно меньшем числе проходов орудий по полю. Глубокую обработку почвы культиватором или плугом проводят только в тех случаях, если с помощью борон и волокуши невозможно качественно подготовить посевной слой или если после зимы рыхлость пахотного слоя является недостаточной.

Для сохранения структуры почвы применяют такое агрегатирование орудий, при котором на почву оказывается возможно меньшее давление. Как правило, это гусеничные тракторы; колесные тракторы используются только с уширителями. Для уменьшения числа проходов все орудия агрегируют таким образом, чтобы полностью использовать тяговую мощность трактора.

Первым и важнейшим мероприятием для сохранения в почве зимней влаги является ранневесеннее боронование или шлейфование зяби. Подходящий момент для боронования наступает тогда, когда почва уже не мажется. В это время влажность почвы уменьшается до полевой влагоемкости, а гравитационная влага под действием силы тяжести просочилась в более глубокие слои. Гребни пашни приобретают более светлый оттенок. С помощью борон, которые должны перемещаться под углом к направлению борозд, гребнистая поверхность пашни выравнивается, и на поверхности создается рыхлый изолирующий слой почвы. После этого почва быстрее подсыхает и скорее прогревается, сохраняя влагу в глубоких слоях. В рыхлом пахотном слое активизируется жизнедеятельность микроорганизмов. Одновременно в почве создаются благоприятные условия для прорастания семян сорняков, которые быстрее дают всходы и затем уничтожаются последующими обработками. Выравнивание поверхности почвы обеспечивает равномерное подсыхание и увлажнение верхнего слоя, а на связных почвах препятствует образованию глыб.

Поскольку оптимальную для боронования влажность пашня сохраняет только несколько дней, а при запаздывании с боронованием или без него почва теряет много влаги, то эта первая весен-

няя работа должна быть проведена в короткий срок на всех участках, в том числе и под пропашные культуры, с использованием всех имеющихся в хозяйстве машин. При поздней весне рекомендуется немедленная подготовка поля для посева яровых зерновых, а боронование в качестве предварительной обработки следует проводить только на более поздно засеваемых участках.

На легких почвах, подверженных ветровой эрозии, для выравнивания гребнистой зяби целесообразно применять тяжелые бороны. Создаваемая при этом грубокомковатая поверхность поля предотвращает снос почвы ветром.

На средних и особенно тяжелых почвах для лучшего рыхления посевного слоя часто возникает необходимость применять культиваторы. На полях, подсыхание которых надо ускорить, а также на почвах, подверженных заплыванию, культивация положительно влияет на состояние почвы. Дисковую борону не следует использовать в этих целях, потому что она хотя и хорошо рыхлит почву, но разрушает ее структуру.

После боронования (шлейфования) и внесения минеральных удобрений предпосевную обработку необходимо выполнить по возможности за один рабочий проход. На легких и средних почвах для этого чаще всего достаточно боронования в два следа, чтобы тщательно и на достаточную глубину разрыхлить почву, вспаханную с осени. Почва должна быть хорошо перемешана и иметь мелкозернистое строение, однако нельзя доводить ее до распыленного состояния. Если почва имеет плотное сложение, то хорошие результаты дает обработка почвы культиваторами или культиваторами-боронами, которые агрегируются с другими орудиями. Надежной является комбинация мелкорыхлящего культиватора с проволочным катком-бороной. На тяжелых почвах хорошо работает борона со стреловидными зубьями, которая хорошо перемешивает почву, а на поверхности обеспечивает должное крошение, не замазывая расположенный ниже слой. Аналогичное действие может быть достигнуто с помощью тяжелой бороны. Бороны со стреловидными зубьями вполне пригодны для поверхностной заделки минеральных удобрений при проведении предпосевной обработки весной.

Распространенный прием весенней обработки почвы — прикатывание перед посевом. В случае применения катков весной необходимо проявлять осторожность, так как прикатывание еще влажной почвы может нарушить ее строение. Почвенные комочки сильно сдавливаются, объем некапиллярных пор уменьшается, вызывая увеличение капиллярной скважности. В результате ухудшения газообмена снижается активность микрофлоры.

Весеннее прикатывание почвы часто бывает необходимым для создания мелкокомковатого слоя при высеве мелких семян. Чтобы избежать ненужной потери влаги, за катком в одном агрегате должны следовать бороны. Прежде всего это относится к гладкому катку, который создает ровную уплотненную поверхность с тонкими, увеличивающими водопроводность порами. Через эти поры влага, поднимающаяся из глубоких слоев почвы, испаряется до

тех пор, пока капилляры, идущие до самой поверхности, не будут нарушены бороной в результате разрыхления верхнего слоя почвы.

При создании мелкокомковатого посевного слоя руководствуются следующим принципом: чем мельче высеваемые семена, тем тщательнее должен быть обработан посевной слой почвы. Из зерновых культур наименьшие требования к обработке предъявляет овес, который может прорасти даже из грубообработанного посевного слоя. Это относится и к крупносемянным бобовым культурам. Наоборот, яровой ячмень предпочитает мелкокомковатую поверхность поля. Хорошие всходы многолетних трав можно получить лишь на хорошо подготовленном посевном слое.

Предпосевная обработка под пропашные культуры имеет целью вызвать большее прорастание сорняков до посева и уничтожение их при последующих обработках. Поэтому все поля, предназначенные под пропашные и не занятые озимыми промежуточными культурами, должны как можно раньше подвергаться боронованию (шлейфованию).

Если основное удобрение не было внесено под зябь или при вспашке под озимую промежуточную культуру, его вносят весной вместе с азотными удобрениями и сразу же заделывают культиватором в агрегате с кольчатыми катками и боронами. Под свеклу и кукурузу на силос удобрения вносят за 2—3 недели до их сева. Через неделю поле боронуют и затем засевают.

Из пропашных культур особую требовательность к подготовке посевного слоя предъявляет однострочная свекла. Она прорастает только в мелкокомковатой влажной почве, которая в случае необходимости создается повторным прикатыванием и боронованием. Своевременное начало обработки почвы весной под пропашные культуры активизирует жизнедеятельность почвенных организмов. Благодаря этому в почве усиливается образование усвояемого азота, ускоряется созревание почвы и обеспечивается раннее прорастание сорняков. При ранней предпосевной обработке почвы всходов сорняков появляется примерно на 60 % больше, чем при обработке непосредственно перед посевом. Так как эти сорняки уничтожаются последней перед посевом обработкой почвы, то последующая борьба с ними при уходе за культурами облегчается. Особенно много сорняков появляется на полях, где под осеннюю вспашку вносят навоз. Поэтому затраты труда при междурядной обработке, особенно на свекле, можно значительно уменьшить за счет проведения этого простого приема. Кроме того, ранняя подготовка почвы к посеву обеспечивает быстрое прорастание семян свеклы и их дружные всходы.

Картофель и кукуруза требуют рыхлых, хорошо проветриваемых почв, что следует учитывать при возделывании этих культур. Такие почвы прогреваются быстрее, чем плотные. Это очень важно в начальный период развития картофеля и кукурузы, когда они особо нуждаются в достаточном количестве тепла. Чтобы избежать отрицательного влияния следов колес тракторов и сельскохозяйственных машин на почву, необходимо все подготовительные

работы завершить до весенней перепашки, т. е. необходимо, чтобы навоз и основное минеральное удобрение были внесены до этого момента. Среднюю и глубокую перепашку проводят непосредственно перед посадкой картофеля или посевом кукурузы. Чтобы картофелесажалка или сеялка не слишком заглублялась, особенно на легких почвах, в агрегате с плугом необходимо иметь каток и ротационную борону. После пахоты ни один тяжелый трактор не должен проезжать по полю.

Тяжелые почвы, на которых нельзя проводить весеннюю перепашку, перед посадкой картофеля или посевом других культур должны быть прокультивированы в несколько следов. На средних и легких почвах весенняя перепашка — необходимый прием, значительно повышающий урожайность. При длительном перерыве между перепашкой и посевом проводят предпосевную культивацию.

Исследованиями установлено, что в условиях нечерноземной зоны наибольший эффект дает предпосевная обработка почвы фрезой.

В зоне недостаточного увлажнения первостепенной задачей весенней обработки почвы является сохранение влаги в почве. В связи с этим проведение своевременного весеннего боронования зяби имеет важное значение. Урожай ранних зерновых культур здесь в значительной мере зависит от сжатых сроков посева. Поэтому, как только верхний слой почвы достигает физической спелости, проводят культивацию на глубину заделки семян с одновременным выравниванием поверхности боронами или шлейфами, а затем сеют. Перед посевом почву рекомендуется прикатывать. Под поздние яровые культуры после боронования делают две культивации; первую несколько глубже второй. Жизнеспособные семена сорняков после первой культивации прорастают и уничтожаются при второй. Перепашка и глубокое рыхление в системе предпосевной обработки в этой зоне не рекомендуются, так как они увеличивают потери влаги. Органические удобрения под пропашные культуры вносят осенью под вспашку.

В Северном Казахстане, степных и лесостепных районах Сибири, где наблюдается ветровая эрозия, применяют почвозащитную систему обработки.

Перспективна предпосевная обработка почвы под яровые культуры агрегатами, выполняющими одновременно все операции по подготовке почвы, посеву, внесению удобрений и послепосевному прикатыванию или выравниванию поверхности.

Другими средствами сокращения обработок и особенно движения тракторных агрегатов по полю являются фрезерная обработка и рыхление почвы только в рядках, где размещаются семена пропашных культур.

11.4. Послепосевная обработка почвы

Чтобы поддерживать наиболее оптимальное для прорастания семян и появления всходов строение верхнего слоя почвы, необхо-

димо в послепосевной период да и в течение всей вегетации проводить обработку почвы с целью уничтожения всходов сорняков, появляющихся ранее яровых культур, а также в посевах и между-рядьях пропашных культур.

Для того чтобы обеспечить достаточный контакт семян с почвой, необходимо несколько уплотнить посевной слой прикапыванием. Особенно это относится к посевам поздних яровых культур, а также к посевам проса, суданской травы, льна, многолетних трав и других культур при мелкой заделке семян. Послепосевное прикапывание не рекомендуется для культур, у которых семядоли выносятся на поверхность (бобовые, гречиха, подсолнечник и др.). Наиболее эффективным считается рядковое прикапывание, когда на сеялку монтируются небольшие катки, отдельные для каждого сошника.

Поскольку почва в большинстве случаев до всходов яровых культур бывает достаточно рыхлой после предпосевной обработки, то основная задача послепосевной обработки заключается не в рыхлении почвы, а в борьбе с сорняками. В этот период всходы сорняков, находящиеся преимущественно в стадии семядольных листочков, лучше всего уничтожаются бороной. При довсходовом (слепом) бороновании гибнет до 90 % всходов малолетних сорняков. Этот прием используется для борьбы с сорняками в посевах картофеля, кукурузы и других культур с продолжительным периодом от посева до появления всходов. Боронование эффективно при чрезмерном уплотнении верхнего слоя почвы и образовании корки. В довсходовый период почвенную корку уничтожают зубвыми, а в послевсходовый — сетчатыми боронами или ротационными мотыгами. Бороны разбивают корку и восстанавливают воздухопроницаемость и водопроницаемость верхнего слоя почвы, усиливая микробиологическую активность.

Послевсходовое боронование проводят на посевах зерновых и пропашных культур сплошного посева. Кукуруза хорошо переносит его в фазе 3—4 листьев, картофель — на более ранних фазах. Боронование полей, занятых культурами с хрупкими всходами, следует вести во второй половине дня, когда у растений ослабевают тургор. На посевах кукурузы, картофеля, кормовых бобов и некоторых других пропашных культур полезно применять довсходовое и послевсходовое боронование.

Посевы яровых зерновых культур боронуют в то время, когда растения уже укрепились (обычно в фазе кущения), а образовавшаяся на поверхности почвы корка окончательно еще не высохла, но подошла до такого состояния, при котором почва хорошо крошится зубьями бороны. Пересохшая корка при бороновании разламывается плитками, которые сдвигаются и оголяют слабые корни растений. В этом случае применяют ротационные мотыги или кольчатые катки. В целом боронование посевов яровой пшеницы зубвыми боронами не дает положительных результатов. Поэтому при отсутствии почвенной корки от боронования лучше отказаться, а в случае ее появления использовать ротационные

мотыги. Боронование всходов во избежание повреждения растений должно проводиться со скоростью не выше 4 км/ч.

На широкорядных, квадратных и квадратно-гнездовых посевах пропашных культур в течение вегетационного периода проводят обработку междурядий для образования рыхлого слоя почвы, повышения аэрации, активизации микробиологических процессов и уничтожения всходов сорняков.

Наиболее распространенный прием междурядной обработки — культивация. Она широко применяется для ухода за посевами хлопчатника, сахарной свеклы, кукурузы, подсолнечника и других растений. Число обработок зависит от появления всходов сорняков и степени уплотнения почвы.

Глубина культивации зависит от возделываемой культуры, сроков обработки, влажности почвы. Так, при возделывании кукурузы глубину междурядных обработок уменьшают с возрастом растений, чтобы не повредить их корневые системы. Наоборот, на посевах корнеплодов глубину культивации увеличивают по мере роста корнеплодов; более глубокое рыхление уменьшает сопротивление почвы. На культурах квадратно-гнездового и квадратного посевов междурядные обработки проводят в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Поперечные культивации применяют и на обычных широкорядных посевах для того, чтобы разредить растения в рядке и образовать отдельные букеты растений. Такую культивацию называют *букетировкой*.

При возделывании картофеля и некоторых других культур проводят окучивание. Эта работа выполняется культиватором-окучником. Окучивание устраняет избыточную влагу, повышает аэрацию, улучшает тепловой режим и способствует появлению столонов у картофеля. Иногда этот прием применяют при обработке междурядий кукурузы, что способствует образованию у нее придаточных корней и уничтожению сорняков в рядке.

Применение гербицидов сокращает количество междурядных обработок, а иногда позволяет отказаться от них. Это возможно лишь на незаплывающих хорошо оструктуренных или легких почвах, т. е. где плотность почвы на протяжении всего вегетационного периода не превышает оптимальную для культурных растений и где не образуется трещин.

Для сокращения числа проходов трактора с орудиями и машинами по полю обычно совмещают операции по обработке междурядий с внесением пестицидов, некорневых подкормок и др.

Совмещение различных рабочих процессов по уходу за посевами получило общее название — *метод минимальной обработки*. Принцип минимальной обработки заключается в проведении следующих мероприятий:

- 1) отказ от ненужных, до сих пор традиционно проводимых рабочих процессов;
- 2) объединение рабочих операций;
- 3) обработка почвы только в рядках вместо обработки всей поверхности поля;

4) замена механических приемов ухода за культурами применением гербицидов;

5) применение более производительных машин и орудий, наименее распыляющих почву.

Доказано, что применение гербицидов позволяет без ущерба для урожая и его качества сократить количество междурядных обработок в 1,5—2 раза, а иногда отказаться от них совсем.

Перспективным является комбинация вспашки, предпосевной обработки почвы и посева, а также предпосевной обработки почвы, посева, внесения минеральных удобрений, гербицидов, фунгицидов и пестицидов.

В районах ветровой эрозии широкое распространение получила почвозащитная система обработки безотвальными орудиями, здесь также используются комбинированные сеялки, выполняющие не только посев, но и поделку борозд, внесение удобрений в рядки и прикатывание.

При внедрении минимальной обработки необходимо согласовать ее с требованиями возделываемых сельскохозяйственных культур и с почвенно-климатическими условиями хозяйства, не допуская нарушений агротехники.

11.5. Обработка орошаемых земель

Основная цель обработки орошаемых земель — поддержание такого физического состояния почвы, при котором создавались бы наилучшие условия для использования поливной воды и вносимых удобрений, а также для уничтожения сорной растительности, которая в условиях орошения и обильного удобрения хорошо развивается.

Одним из основных видов обработки орошаемых полей является их планировка, или выравнивание поверхности полей, для равномерного распределения воды. В соответствии с этим изменяется и система обработки почвы. Для проведения осеннего влагозарядкового полива одновременно с зяблевой вспашкой делают валики или борозды. Пашут и нарезают борозды вдоль склона, а затем в поперечном направлении делают выводные борозды через 150—400 м одна от другой в зависимости от крутизны склона. Для проведения влагозарядкового полива затоплением (при культуре риса) орошаемый участок разбивают земляными валиками на части (чеки) размером 3—5 га, которые заливают слоем воды 10—15 см.

Использование оросительной воды значительно повышается при глубокой зяблевой обработке почвы. В этом случае поступающая вода быстрее и глубже проникает в почву, равномернее распределяется по глубине и меньше испаряется. Зяблевая вспашка с почвоуглублением оказывает последствие, поэтому на тяжелых почвах ее рекомендуют проводить через 2—3 года, а на легких — еще реже.

Предпосевная обработка почвы на орошаемых землях должна выполняться особенно тщательно. Необходимо придать поверхности почвы мелкокомковатое состояние, выровнять ее, чтобы провести высококачественный посев и вегетационные поливы. Весеннее боронование, прекращая поднятие капиллярной воды к поверхности почвы, препятствует перемещению солей в ее верхний слой.

При подготовке почвы к поливу по полосам предпосевную культивацию проводят на 3—4 см глубже. Поля под поздние яровые культуры культивируют 2 раза и более.

Междурядья пропашных культур на орошаемых землях целесообразно обрабатывать на большую глубину, чем на богарных. Послепосевная обработка в условиях орошения имеет особенно важное значение, так как после влагозарядковых поливов при высыхании верхнего слоя почвы образуется корка. Распространенным приемом является боронование с использованием зубových борон и особенно ротационных мотыг.

11.6. Обработка почв, подверженных эрозии

Обработка почвы, подверженной водной эрозии. Главная задача обработки почв в этих районах — прекращение стока воды и направление его в глубь почвы. Для этого необходимо обеспечить оптимальное строение почвы с большим объемом некапиллярных пор, которые способны задерживать талые воды в неоттаявшей почве.

На склонах пашут поперек склона. При такой вспашке сток воды и смыв почвы уменьшается в несколько раз. На склонах крутизной более 2° применяют вспашку с поделкой водозадерживающих препятствий (валиков, гребней, ячеек и др.). На сложных склонах обваловывают пашню в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В результате на пашне образуются ячейки, ограниченные с четырех сторон валиками. Сток воды можно уменьшить также бороздованием вдоль и поперек поля, выполняемым культиваторами, у которых часть лап заменяют окучниками. С этой же целью пашню обрабатывают дисковыми лункообразователями или противоэрозионным катком; при этом на поле образуются полушарообразные углубления, в которых задерживается вода.

Поверхностный сток воды регулируется и щелеванием, осуществляемым специальными орудиями-щелерезами. Щели глубиной от 40 до 60 см нарезают поперек склона на расстоянии 1—1,5 м друг от друга и заполняют рыхлой почвой. Стекающая по склону вода попадает в щель и постепенно впитывается почвой. В результате запасы влаги в почве значительно увеличиваются, а сток воды и смыв почвы уменьшаются.

На смытых почвах с небольшой мощностью перегнойного горизонта вспашку заменяют глубоким рыхлением, а на засоренных полях эти приемы чередуют.

В горных районах полевые культуры возделывают на склонах крутизной до 15°; более крутые склоны заняты виноградниками, плодовыми культурами, кормовыми травами. Здесь для борьбы с эрозией почв в дополнение к изложенным приемам применяют плантажную вспашку и террасирование.

На склонах крутизной до 8° можно проводить загонную вспашку поперек склона с поделкой водозадерживающих препятствий. На склонах крутизной от 8 до 15° обычная двухсторонняя загонная вспашка не обеспечивает полное оборачивание почвы. Поднятые на отвале плуга пласты не доваливаются или падают на прежнее место. Поэтому здесь используют оборотные или челночные плуги, имеющие два одинаковых комплекта корпусов и отваливающие пласт только под уклон, в одном направлении.

На более крутых склонах для возделывания полевых культур применяют напашное террасирование, при котором террасы устраивают с помощью обычных плугов; для многолетних насаждений (чай, плодовые и др.) применяют одностороннюю вспашку по горизонталям плантажным плугом с оборотом пласта под уклон. Полосы вспаханной почвы шириной 5—10 м чередуют с нераспаханными метровыми полосами. В результате образуется ступенчатая форма склона. Крутизна его на террасах уменьшается до 3°. Это приводит к снижению скорости стока воды, поглощению ее глубокоразрыхленной почвой террас, а также позволяет механизировать послепосевную обработку почвы.

Обработка почвы, подверженной ветровой эрозии. Ветровая эрозия (дефляция) почвы ежегодно наносит большой ущерб сельскому хозяйству степных районов. Переносимые ветром песчинки и мелкие комочки почвы повреждают и губят растения. Ветер уносит за пределы поля наиболее плодородные отдельные участки почвы. Ветровой эрозии в первую очередь подвергаются легкие по механическому составу почвы. Эрозионноопасными являются карбонатные черноземы и каштановые почвы, а также все другие разновидности почв, распыленные предшествующими обработками.

Наибольший вред ветровая эрозия наносит полям в засушливые годы, когда наряду с почвенной и воздушной засухой усиливается деятельность ветра. Основной причиной ветровой эрозии является несовершенство обработки почвы — вспашка с заделкой стерни и применение дисковых луцильников.

Стерня зерновых культур снижает скорость движения воздуха у поверхности почвы, задерживает первый снег и уменьшает глубину промерзания почвы, кроме того, почва со стерней имеет повышенную связность. На полях без стерни почва оттаивает примерно через 5—7 дней после схода снега, что усиливает сток талых вод. Открытая почва под влиянием ветров быстро теряет влагу.

Для глубокой обработки почвы с сохранением стерни на поверхности применяют плоскорезы-глубокорыхлители. Неглубокую обработку почвы с оставлением стерни осуществляют культиваторами-плоскорезами.

Осенью, в зависимости от засоренности и плотности почвы, ее обрабатывают на разную глубину: большую на засоренных и плотных почвах и меньшую — на чистых и рыхлых. Весной почву боронуют специальной игольчатой бороной, зубья которой рыхлят почву с минимальным повреждением стерни. Перед посевом проводят культивацию плоскорезами. Обработку чистых паров под яровую пшеницу начинают осенью или весной культиватором-плоскорезом на глубину 8—10 см. В течение весны и лета проводят несколько рыхлений безотвальными орудиями, при этом большую часть стерни сохраняют на поверхности почвы, а глубину рыхления постепенно увеличивают до 16—18 см. На полях, засоренных многолетними сорняками, глубину обработки доводят до 30 см. В конце лета или в начале осени проводят обработку глубоких рыхлителями на полную глубину (25—27 см). При выпадении летних осадков дополнительно применяют штанговые культиваторы для уничтожения сорняков. Поля, засоренные пыреем ползучим, обрабатывают тяжелыми культиваторами.

При ветровой эрозии важно сочетать операции по обработке почвы, внесению удобрений и посеву для сокращения числа проходов тракторных агрегатов по полю. Для этого используется сеялка-культиватор, которая одновременно рыхлит почву, высевает семена и удобрения в рядки и прикатывает их. Наряду с почвозащитной обработкой важная роль в борьбе с ветровой эрозией отводится посевам кулис, полосным размещениям пара и сельскохозяйственных культур.

Часть четвертая. АГРОХИМИЯ

Глава 12. УДОБРЕНИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ. ХИМИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ ПОЧВ

12.1. Значение удобрений

Задача удобрения почв заключается в том, чтобы путем регулирования пищевого режима растений обеспечить получение высоких и устойчивых урожаев, улучшение его качества на фоне повышения плодородия почвы.

Известно, что в состав растений входит более 60 химических элементов. Основная роль среди них принадлежит азоту, фосфору, калию, сере, железу, кальцию и магнию. Помимо названных элементов для получения высокого урожая растения необходимо обеспечить так называемыми микроэлементами, такими, как бор, марганец, молибден, цинк, медь.

С урожаем зерновых 20—30 ц с 1 га пашни из почвы выносятся 60—90 кг азота (N), 28—45 кг фосфора (P_2O_5), 58—110 кг калия (K_2O), 18—40 кг кальция (CaO) и почти столько же магния (MgO); бобовые и овощные поглощают кальция в 10 раз больше, чем зерновые. Микроэлементы растения используют в значительно меньших количествах: бора 21—42 г/га, марганца и цинка 200—300 г/га, меди 25—160 г/га для урожая зерна 20—40 ц/га.

Потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях зависит от содержания питательных веществ в почве, их доступности растениям, а также от метеорологических условий. Вынос питательных веществ из почвы зависит от культуры, сорта, величины урожая, метеорологических и почвенных условий.

Минеральные удобрения являются реальной основой получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и восполнения выноса минеральных элементов из почвы.

Удобрения не только повышают урожай, но и улучшают его качество: увеличивается содержание сахаров, жиров, белков, а также биологически активных веществ и зольных элементов.

Наибольшая эффективность минеральных удобрений достигается только при научно-обоснованном их внесении с учетом всех факторов: требований культур, свойств почвы, метеорологических условий и др.

Органические удобрения, помимо того, что содержат практически все необходимые для питания растений минеральные компоненты, способствуют поддержанию и накоплению гумуса в почве, активизации микрофлоры и создают благоприятные физические условия в почве. Обработка почвы вызывает потерю органических

веществ и в первую очередь гумуса вследствие их минерализации. Для того чтобы восполнить эти потери, требуется регулярно вносить в почву органические удобрения. При возделывании пропашных культур вследствие интенсивной междурядной обработки требования к запасам гумуса более высокие, чем при возделывании зерновых культур.

Элементов питания, освобождающихся из органических веществ в процессе минерализации, в богатой гумусом почве достаточно для получения $\frac{3}{4}$ потенциально возможного урожая, тогда как в бедной гумусом легкой почве элементов питания хватает только на $\frac{1}{3}$ потенциально возможного урожая.

В результате вымывания и выноса питательных веществ из почвы с урожаем запас гумуса и минеральных элементов в ней постепенно уменьшается, что ведет к снижению плодородия почвы. Некоторое возмещение потерь элементов питания происходит за счет выветривания материнской породы и минеральных составных частей почвы. Благодаря этому, хотя и в небольшом количестве, запас элементов питания в почве непрерывно пополняется. Питательные вещества попадают в почву также с выпадающими осадками и вследствие деятельности микроорганизмов. Однако этого недостаточно, чтобы поддерживать плодородие почвы. Поэтому в почву должно быть внесено с удобрениями такое количество элементов питания растений, которое соответствует их ежегодным потерям.

Все вещества, вносимые в почву, включая удобрения, претерпевают существенные изменения в круговороте почва—растение—животное—почва. При этом значительное количество питательных элементов проходит этот круговорот многократно. Однако не все вещества, теряемые пашней, удается снова вернуть. Правильная система удобрений должна включать:

- 1) местные удобрения: навоз, солома, навозная жижа, компост;
- 2) пожнивные и корневые остатки, особенно однолетних и многолетних бобовых и кормовых растений, которые дополнительно обогащают почву гумусом и азотом;
- 3) минеральные удобрения: азотные, фосфорные, калийные, известковые, магниевые, а также микроудобрения.

Только при сочетании всех типов удобрений могут быть достигнуты высокие и устойчивые урожаи и сохранено плодородие почвы. Применение одних минеральных удобрений не способствует повышению плодородия почвы, так как почва — это живой организм, содержащий большое количество почвенных животных, бактерий и грибов, которые находят в ней необходимые условия жизни. Поскольку эти организмы получают энергию главным образом из органических соединений, то почва должна быть обеспечена органическим веществом с определенным соотношением в нем углерода, азота, фосфора (в первую очередь навозом, компостом, зеленым удобрением).

12.2. Роль отдельных элементов минерального питания в жизни растений

Азот — один из основных элементов, необходимых для растений. Он входит в состав всех белков (содержание его колеблется от 15 до 19 %) нуклеиновых кислот, аминокислот, хлорофилла, ферментов, многих витаминов, липоидов и других органических соединений, образующихся в растениях. Общее содержание азота в растении составляет 0,2—5% и более массы воздушно-сухого вещества.

В свободном состоянии азот является инертным газом, которого в атмосфере содержится 75,5% ее массы. Однако в элементарной форме азот не может усваиваться растениями, за исключением бобовых, которые используют азотные соединения, вырабатываемые развивающимися на их корнях клубеньковыми бактериями, способными усваивать атмосферный азот и переводить его в доступную для высших растений форму.

Азот поглощается растениями только после соединения его с другими химическими элементами в форме аммония и нитратов — наиболее доступных форм азота в почве. Аммоний, являясь восстановленной формой азота, при поглощении растениями легко используется в синтезе аминокислот и белков. Синтез аминокислот и белков из восстановленных форм азота происходит быстрее и с меньшими затратами энергии, чем синтез из нитратов, для восстановления которых до аммиака растению необходимы затраты дополнительной энергии. Однако нитратная форма азота более безопасна для растений, чем аммиачная, так как высокие концентрации аммиака в тканях растений вызывают их отравление и гибель.

Аммиак накапливается в растении при нехватке углеводов, которые необходимы для синтеза аминокислот и белков. Дефицит углеводов в растениях наблюдается обычно в начальный период вегетации, когда ассимиляционная поверхность листьев не развилась еще настолько, чтобы удовлетворить потребность растений в углеводах. Поэтому аммиачный азот может быть токсичен для культур, семена которых бедны углеводами (сахарная свекла и др.). По мере развития ассимиляционной поверхности и синтеза углеводов эффективность аммиачного питания возрастает, и растения усваивают лучше аммиак, чем нитраты. В начальный период роста эти культуры должны обеспечиваться азотом в нитратной форме, а такие культуры, как картофель, клубни которого богаты углеводами, могут использовать азот в аммиачной форме.

При недостатке азота замедляется рост растений, ослабляется интенсивность кущения злаковых и цветения плодовых и ягодных культур, сокращается вегетационный период, уменьшается содержание белка и снижается урожай.

Фосфор участвует в обмене веществ, делении клеток, размножении, передаче наследственных свойств и в других сложных процессах, происходящих в растении. Он входит в состав

сложных белков (нуклеопротеидов), нуклеиновых кислот, фосфатидов, ферментов, витаминов, фитина и других биологически активных веществ. Значительное количество фосфора содержится в растениях в минеральной и органической формах. Минеральные соединения фосфора находятся в виде ортофосфорной кислоты, которая используется растением прежде всего в процессах превращения углеводов. Эти процессы влияют на накопление сахара в сахарной свекле, крахмала в клубнях картофеля и т. д.

Особенно велика роль фосфора, входящего в состав органических соединений. Значительная часть его представлена в виде фитина — типичной запасной формы органического фосфора. Больше всего этого элемента содержится в репродуктивных органах и молодых тканях растений, где идут интенсивные процессы синтеза. Экспериментами с меченым (радиоактивным) фосфором было установлено, что в точках роста растения его в несколько раз больше, чем в листьях.

Фосфор может передвигаться из старых органов растения в молодые. Особенно необходим фосфор для молодых растений, так как способствует развитию корневой системы, повышает интенсивность кущения зерновых культур. Установлено, что увеличивая содержание растворимых углеводов в клеточном соке, фосфор усиливает зимостойкость озимых культур.

Как и азот, фосфор является одним из важных элементов питания растений. В самом начале роста растение испытывает повышенную потребность в фосфоре, которая покрывается за счет запасов этого элемента в семенах. На бедных по плодородию почвах у молодых растений после расхода фосфора из семян проявляются признаки фосфорного голодания. Поэтому на почвах, содержащих небольшое количество подвижного фосфора, рекомендуется одновременно с посевом проводить рядковое внесение гранулированного суперфосфата.

Фосфор в отличие от азота ускоряет развитие культур, стимулирует процессы оплодотворения, формирования и созревания плодов.

Основным источником фосфора для растений являются соли ортофосфорной кислоты, называемой обычно фосфорной. Корни растений поглощают фосфор в виде анионов этой кислоты. Наиболее доступными для растений являются водорастворимые однозамещенные соли ортофосфорной кислоты: $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, NaH_2PO_4 , $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$.

Калий не входит в состав органических соединений растений. Однако он играет важнейшую физиологическую роль в углеводном и белковом обмене растений, активизирует использование азота в аммиачной форме, влияет на физическое состояние коллоидов клетки, повышает водоудерживающую способность протоплазмы, устойчивость растений к увяданию и преждевременному обезвоживанию и тем самым увеличивает сопротивляемость растений кратковременным засухам.

При недостатке калия (несмотря на достаточное количество углеводов и азота) в растениях подавляется передвижение угле-

водов, снижается интенсивность фотосинтеза, восстановления нитратов и синтеза белка.

Калий влияет на образование клеточных оболочек, повышает прочность стеблей злаков и их устойчивость к полеганию.

От калия заметно зависит качество урожая. Недостаток его приводит к щуплости семян, понижению их всхожести и жизнеспособности; растения легко поражаются грибными и бактериальными заболеваниями. Калий улучшает форму и вкусовые качества картофеля, повышает содержание сахара в сахарной свекле, влияет не только на окраску и аромат земляники, яблок, персиков, винограда, но и на сочность апельсинов, улучшает качество зерна, листа табака, овощных культур, волокна хлопчатника, льна, конопли. Наибольшее количество калия требуется растениям в период их интенсивного роста.

Повышенная требовательность к калийному питанию отмечается у корнеплодов, овощных культур, подсолнечника, гречихи, табака.

Калий в растении находится преимущественно в клеточном соке в виде катионов, связанных органическими кислотами, и легко вымывается из растительных остатков. Для него характерно многократное использование (реутилизация). Он легко передвигается из старых тканей растения, где был уже использован, в молодые.

Недостаток калия, так же как и его избыток, отрицательно сказывается на количестве урожая и его качестве.

Магний входит в состав хлорофилла и непосредственно участвует в фотосинтезе. В хлорофилле содержится магния около 10 % от общего количества его в зеленых частях растений. С магнием также связано образование в листьях таких пигментов, как ксантофилл и каротин. Магний также входит в состав запасного вещества фитина, содержащегося в семенах растений и пектиновых веществ. Около 70—75 % магния в растениях находится в минеральной форме, в основном в виде ионов.

Ионы магния, адсорбционно связаны с коллоидами клеток и наряду с другими катионами поддерживают ионное равновесие в плазме; подобно ионам калия, они способствуют уплотнению плазмы, уменьшению ее набухаемости, а также участвуют как катализаторы в ряде биохимических реакций, происходящих в растении. Магний активизирует деятельность многих ферментов, участвующих в образовании и превращении углеводов, белков, органических кислот, жиров; влияет на передвижение и превращение фосфорных соединений, плодообразование и качество семян; ускоряет созревание семян зерновых культур; способствует повышению качества урожая, содержания в растениях жира и углеводов, морозоустойчивости цитрусовых, плодовых и озимых культур.

Наибольшее содержание магния в вегетативных органах растений отмечается в период цветения. После цветения в растении резко снижается количество хлорофилла, и происходит отток магния из листьев и стеблей в семена, где образуются фитин и фосфат магния. Следовательно, магний, подобно калию, может перемещаться в растении из одних органов в другие.

При высоких урожаях сельскохозяйственные культуры потребляют магния до 80 кг с 1 га. Наибольшее количество его поглощают картофель, кормовая и сахарная свекла, табак, бобовые травы.

Самой важной формой для питания растений является обменный магний, составляющий в зависимости от вида почвы 5—10 % общего содержания этого элемента в почве.

Кальций участвует в углеводном и белковом обмене растений, образовании и росте хлоропластов. Подобно магнию и другим катионам, кальций поддерживает определенное физиологическое равновесие ионов в клетке, нейтрализует органические кислоты, влияет на вязкость и проницаемость протоплазмы. Кальций необходим для нормального питания растений аммиачным азотом, он затрудняет восстановление в растениях нитратов до аммиака. От кальция в большей степени зависит построение нормальных клеточных оболочек.

В отличие от азота, фосфора и калия, находящихся обычно в молодых тканях, кальций содержится в значительных количествах в старых тканях; при этом его больше в листьях и стеблях, чем в семенах. Так, в семенах гороха кальций составляет 0,9 % воздушно-сухого вещества, а в соломе — 1,82 %.

Наибольшее количество кальция потребляют многолетние бобовые травы — около 120 кг CaO с 1 га.

Недостаток кальция в полевых условиях отмечается на очень кислых, особенно песчаных, почвах и солонцах, где поступление кальция в растения тормозится ионами водорода на кислых почвах и натрия на солонцах.

Сера входит в состав аминокислот цистина и метионина, а также глутатиона — вещества, содержащегося во всех клетках растений и играющего определенную роль в обмене веществ и в окислительно-восстановительных процессах, так как является переносчиком водорода. Сера — непременный компонент некоторых масел (горчичное, чесночное) и витаминов (тиамин, биотин), она влияет на образование хлорофилла, способствует усиленному развитию корней растений и клубеньковых бактерий, усваивающих атмосферный азот и живущих в симбиозе с бобовыми культурами. Часть серы находится в растениях в неорганической окисленной форме.

В среднем в растениях содержится около 0,2—0,4 % серы от сухого вещества, или около 10 % в золе. Больше всего серы поглощают культуры из семейства крестоцветных (капуста, горчица и др.). Сельскохозяйственные культуры потребляют следующее количество серы (кг/га): зерновые и картофель — 10—15, сахарная свекла и бобовые — 20—30, капуста — 40—70.

Серное голодание чаще всего наблюдается на бедных органическим веществом супесчаных и песчаных почвах нечерноземной полосы.

Железо потребляется растениями в значительно меньших количествах (1—10 кг с 1 га), чем другие макроэлементы. Оно вхо-

дит в состав ферментов, участвующих в создании хлорофилла, хотя в него этот элемент не входит. Железо участвует в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в растениях, так как оно способно переходить из окисленной формы в закисную и обратно. Кроме того, без железа невозможен процесс дыхания растений, поскольку оно является составной частью дыхательных ферментов.

Недостаток железа ведет к распаду ростовых веществ (ауксинов), синтезируемых растениями. Листья становятся светло-желтыми. Железо не может, как калий и магний, передвигаться из старых тканей в молодые (т. е. повторно использоваться растением).

Железное голодание чаще всего проявляется на карбонатных и сильноизвесткованных почвах. Особенно чувствительны к недостатку железа плодовые культуры и виноград. При длительном железном голодании у них происходит отмирание верхушечных побегов.

Бор содержится в растениях в ничтожном количестве: 1—60 мг на 1 кг сухого вещества. Различные растения потребляют от 20 до 270 г бора с 1 га. Наименьшее содержание бора наблюдается в злаковых культурах. Несмотря на это бор оказывает большое влияние на синтез углеводов, их превращение и передвижение в растениях, формирование репродуктивных органов, оплодотворение, рост корней, окислительно-восстановительные процессы, белковый и нуклеиновый обмен, на синтез и передвижение стимуляторов роста. С наличием бора также связаны активность ферментов, осмотические процессы и гидратация плазменных коллоидов, засухо- и солеустойчивость растений, содержание в растениях витаминов — аскорбиновой кислоты, тиамина, рибофлавина. Поглощение растениями бора увеличивает потребление других питательных веществ. Этот элемент не способен передвигаться из старых тканей растений в молодые.

При недостатке бора замедляется рост растений, отмирают точки роста побегов и корней, не раскрываются бутоны, опадают цветки, распадаются клетки в молодых тканях, появляются трещины, органы растений чернеют и приобретают неправильную форму.

Недостаток бора чаще всего проявляется на почвах с нейтральной и щелочной реакцией, а также на известкованных почвах, так как кальций мешает поступлению бора в растение.

Молибден поглощается растениями в меньших количествах, чем другие микроэлементы. На 1 кг сухого вещества растений приходится 0,1—1,3 мг молибдена. Наибольшее количество этого элемента содержится в семенах бобовых культур — до 18 мг на 1 кг сухого вещества. С 1 га растения выносят с урожаем 12—25 г молибдена.

В растениях молибден входит в состав ферментов, участвующих в восстановлении нитратов до аммиака. При недостатке молибдена в растениях накапливаются нитраты и нарушается

азотный обмен. Молибден улучшает кальциевое питание растений. Благодаря способности изменять валентность (отдавая электрон, он становится шестивалентным, а присоединяя — пятивалентным) молибден участвует в окислительно-восстановительных процессах, происходящих в растении, а также в образовании хлорофилла и витаминов, в обмене фосфорных соединений и углеводов. Большое значение имеет молибден в фиксации молекулярного азота клубеньковыми бактериями.

При нехватке молибдена растения отстают в росте и снижают урожайность, листья приобретают бледную окраску (хлороз), в результате нарушения азотного обмена теряют тургор.

Молибденовое голодание чаще всего наблюдается на кислых почвах, имеющих рН менее 5,2. Известкование увеличивает подвижность молибдена в почве и потребление его растениями. Особенно чувствительны к недостатку этого элемента в почве бобовые культуры. Под влиянием молибденовых удобрений не только увеличивается урожай, но и улучшается качество продукции — повышается содержание сахара и витаминов в овощных культурах, белка в зернобобовых культурах, протеина в сене бобовых трав и т. д.

Избыток молибдена, как и его недостаток, сказывается на растениях отрицательно — листья теряют зеленую окраску, задерживается рост и снижается урожай растений.

Медь, как и другие микроэлементы, потребляется растениями в очень малых количествах. На 1 кг сухой массы растений приходится 2—12 мг меди.

Медь играет большую роль в окислительно-восстановительных процессах, обладая способностью переходить из одновалентной формы в двухвалентную и обратно. Она является компонентом ряда окислительных ферментов, повышает интенсивность дыхания, влияет на углеводный и белковый обмен растений. Под влиянием меди в растении увеличивается содержание хлорофилла, усиливается процесс фотосинтеза, повышается устойчивость растений к грибным и бактериальным болезням.

Недостаточная обеспеченность растений медью отрицательно сказывается на водоудерживающей и водопоглощающей способности растений. Чаще всего недостаток меди наблюдается на торфяно-болотных почвах и некоторых почвах легкого механического состава.

В то же время слишком высокое содержание в почве доступной для растений меди, как и других микроэлементов, отрицательно влияет на урожай, поскольку нарушается развитие корней и уменьшается поступление в растение железа и марганца.

Марганец, как и медь, играет важную роль в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в растении; он входит в состав ферментов, с помощью которых происходят данные процессы. Марганец участвует в процессах фотосинтеза, дыхания, в углеводном и белковом обмене. Он ускоряет отток углеводов из листьев в корень.

Кроме того, марганец участвует в синтезе витамина С и других витаминов; он увеличивает содержание сахара в корнях сахарной свеклы, белков в зерновых культурах.

Марганцевое голодание чаще всего отмечается на карбонатных, торфяных и сильноизвесткованных почвах.

При недостатке данного элемента замедляется развитие корневой системы и рост растений, снижается урожайность. Животные, поедающие корма с низким содержанием марганца, страдают ослаблением сухожилий, у них слабо развивается костяк. В свою очередь, избыточное количество растворимого марганца, наблюдающееся на сильнокислых почвах, может отрицательно действовать на растения. Токсическое действие избытка марганца устраняют известкованием.

Цинк входит в состав ряда ферментов, например, карбоангидразы, катализирующей расщепление угольной кислоты на воду и углекислый газ. Этот элемент принимает участие в происходящих в растении окислительно-восстановительных процессах, в обмене углеводов, липоидов, фосфора и серы, в синтезе аминокислот и хлорофилла. Роль цинка в окислительно-восстановительных реакциях меньше, чем роль железа и марганца, так как он не обладает переменной валентностью. Цинк влияет на процессы оплодотворения растений и развитие зародыша.

Недостаточная обеспеченность растений усвояемым цинком наблюдается на гравийных, песчаных, супесчаных и карбонатных почвах. Особенно страдают от недостатка цинка виноградники, цитрусовые и плодовые деревья в засушливых районах страны на щелочных почвах. При длительном цинковом голодании у плодовых деревьев наблюдается суховершинность — отмирание верхних ветвей. Из полевых культур наиболее острую потребность к данному элементу проявляют кукуруза, хлопчатник, соя и фасоль.

Вызываемое недостатком цинка нарушение процессов синтеза хлорофилла приводит к появлению на листьях хлоротичных пятен светлозеленого, желтого и даже почти белого цвета.

Кроме всех вышеописанных микроэлементов, в растениях найдены также такие микроэлементы, роль которых в растениях изучена недостаточно (например, кобальт, йод и др.). Вместе с тем установлено, что они имеют большое значение в жизни человека и животных.

Так, кобальт входит в состав витамина В₁₂, при недостатке которого нарушаются процессы обмена веществ, в частности, ослабляется синтез белков, гемоглобина и т. д.

Недостаточная обеспеченность кормов кобальтом при содержании его менее 0,07 мг на 1 кг сухой массы приводит к значительному снижению продуктивности животных, а при резком недостатке кобальта скот заболевает сухоткой.

Йод является составной частью гормона щитовидной железы — тироксина. При недостатке йода резко уменьшается продуктивность скота, нарушаются функции щитовидной железы,

происходит ее увеличение (появление зоба). Наименьшее содержание йода наблюдается в подзолистых и серых лесных почвах; более обеспечены йодом черноземы и сероземы. В почвах легкого механического состава, бедных коллоидными частицами, йода меньше, чем в почвах глинистых.

Как показывает химический анализ, в растениях содержатся и такие элементы, как натрий, кремний, хлор, алюминий.

Натрий составляет от 0,001 до 4 % сухой массы растений. Из полевых культур наибольшее содержание этого элемента наблюдается в сахарной, столовой и кормовой свекле, турнепсе, кормовой моркови, люцерне, капусте, цикорие. С урожаем сахарной свеклы выносятся около 170 кг натрия с 1 га, а кормовой — около 300 кг.

Кремний содержится во всех растениях. Наибольшее количество кремния отмечено в злаковых культурах. Роль кремния в жизни растений не установлена. Он увеличивает поглощение растениями фосфора благодаря повышению растворимости почвенных фосфатов под действием кремниевой кислоты. Из всех зольных элементов больше всего в почве содержится кремния, и недостатка в нем растения не испытывают.

Хлор в растениях содержится в больших количествах, чем фосфор и сера. Однако необходимость его для нормального роста растений не установлена. Хлор быстро поступает в растения, отрицательно влияя при этом на ряд физиологических процессов. Хлор снижает качество урожая, затрудняет поступление в растение анионов, в частности фосфатного.

Очень чувствительны к высокому содержанию в почве хлора цитрусовые культуры, табак, виноград, картофель, гречиха, люпин, сераделла, лен, смородина. Менее чувствительны к большому количеству хлора в почве злаковые и овощные культуры, свекла, травы.

Алюминий в растениях может содержаться в значительных количествах: на его долю в золе некоторых растений приходится до 70 %. Алюминий нарушает обмен веществ в растениях, затрудняет синтез сахаров, белков, фосфатидов, нуклеопротеидов и других веществ, что отрицательно сказывается на урожайности растений. Наиболее чувствительными культурами к наличию подвижного алюминия в почве (1—2 мг на 100 г почвы) являются сахарная свекла, люцерна, клевер красный, озимая и яровая вики, озимая пшеница, ячмень, горчица, капуста, морковь.

Помимо упомянутых макро- и микроэлементов в растениях содержится ряд элементов в ничтожно малых количествах (от 10^{-8} до 10^{-12} %), называемых ультрамикроэлементами. К ним относятся цезий, кадмий, селен, серебро, рубидий и др. Роль этих элементов в растениях не изучена.

12.3. Минеральные удобрения

Минеральные удобрения подразделяют на простые и комплексные (комбинированные).

Простые удобрения содержат только один элемент питания. Это определение несколько условно, так как в простых удобрениях, кроме одного из основных элементов питания, могут содержаться сера, магний, кальций, микроэлементы.

В состав комплексных удобрений входят два или три основных элемента питания (например, азот и фосфор, фосфор и калий, азот и калий, фосфор и калий). По способу производства они подразделяются на сложные, сложно-смешанные и смешанные.

Сложные удобрения получают в едином технологическом процессе при химическом взаимодействии исходных компонентов: полупродуктов (кислот, аммиака, аммиакатов, плава аммиачной селитры и т. д.), калийных солей, фосфорита или апатита.

Сложно-смешанные удобрения вырабатывают путем взаимодействия простых удобрений (аммиачная селитра, простой или двойной суперфосфат, хлористый калий и т. д.) с фосфорной или серной кислотой и аммонизации смеси аммиакатами.

Смешанные удобрения получают при механическом смешивании готовых, как правило, односторонних туков. В настоящее время разработан способ получения гранулированных комплексных удобрений с помощью прессования соответствующих смесей порошкообразных туков.

В каждой грануле сложных и сложно-смешанных туков, как и в комплексно-гранулированных, получаемых в результате прессования туковсмесей, все содержащиеся в удобрении элементы питания находятся в строго определенных соотношениях. Эти удобрения не слеживаются даже при длительном хранении и хорошо сохраняют свои физические свойства.

Простые удобрения в зависимости от содержания элементов питания подразделяют на азотные, фосфорные, калийные и др.

12.4. Азотные удобрения

Сырьем для производства азотных удобрений являются аммиак и азотная кислота, синтезируемые из атмосферного азота или утилизируемые из отходящих газов различных производств (переработка нефти, угля, газа). В зависимости от того, в какой форме представлен азот в туках, азотные удобрения подразделяют на нитратные (селитры), аммиачные (аммонийные), аммиачно-нитратные и амидные.

Нитратные удобрения. Эти удобрения содержат азот в виде нитратов — солей азотной кислоты (HNO_3). Они хорошо растворимы в воде, не поглощаются почвой и легко вымываются из пахотного слоя в грунтовые воды при внесении удобрений задолго до посева сельскохозяйственных культур. Поэтому во влажных

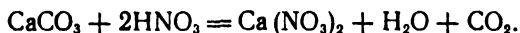
районах, особенно на легких почвах, вносить их под яровые культуры осенью нецелесообразно. Нитратные удобрения легко усваиваются растениями. Они наиболее пригодны для предпосевного внесения и подкормки, когда растениям требуется усиленное азотное питание. Нитратные формы азотных удобрений являются физиологически щелочными, так как при поглощении растениями азота в виде нитратного иона большая часть оснований остается в почве. К нитратным азотным удобрениям относят натриевую и кальциевую селитры.

Натриевая селитра (азотнокислый натрий, нитрат натрия, или чилийская селитра) содержит 16,4 % азота и 26 % натрия. Ее получают при нейтрализации азотной кислоты содой или едким натром:



Натриевую селитру получают также из естественных залежей чилийского месторождения, где содержание ее местами доходит до 95 %. Поэтому данное удобрение нередко называют чилийской селитрой. Натриевую селитру можно использовать на всех почвах и под все культуры. Однако поскольку она является физиологически щелочным удобрением, ее более эффективно применять на кислых известкованных почвах нечерноземной полосы. Наиболее отзывчива на внесение натриевой селитры сахарная и кормовая свекла.

Кальциевая селитра (нитрат кальция, известковая селитра, норвежская селитра, или азотнокислый кальций) содержит 14—14,5 % азота в нитратной форме и 1—1,5 % в аммиачной. Выпускают ее в гранулированной форме или в виде чешуек. Она является физиологически щелочным удобрением. Обладает очень высокой гигроскопичностью и слеживаемостью. Поэтому ее необходимо упаковывать в водонепроницаемую тару. Для улучшения физических свойств кальциевой селитры допускается поверхностная обработка ее парафинным мазутом при использовании последнего до 1 % веса удобрения. Кальциевую селитру получают при нейтрализации азотной кислоты известняком:

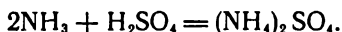


Кальциевая селитра, являясь щелочным удобрением, наиболее эффективна на кислых почвах, особенно при внесении под чувствительные к кислотности и поглощающие большое количество кальция культуры — яровую пшеницу, ячмень, горох, сахарную свеклу и др.

Аммиачные удобрения. Они содержат азот в хорошо усвояемой растениями аммиачной (аммонийной) форме. В отличие от нитратных форм, аммиачные удобрения хорошо поглощаются почвой, что предохраняет их от вымывания, особенно при осеннем внесении на легких почвах.

Аммиачные удобрения относятся к физиологически кислым в связи с избирательным поглощением растениями аммиака и постепенным переходом его в почве в нитраты под влиянием нитрифицирующих бактерий. Интенсивность нитрификации зависит от аэрации, влажности и температуры почвы, а также от реакции почвенного раствора. Наиболее интенсивно процесс нитрификации проходит на почвах при рН 8,5 и температуре 20—35 °С. Поэтому переход аммиака в нитраты возрастает в весенне-летний период, резко ослабляется осенью и приостанавливается зимой. К аммиачным азотным удобрениям относят сульфат аммония, сульфат аммония-натрия, жидкий (безводный) аммиак, аммиачную золу и хлористый аммоний.

Сульфат аммония (сернокислый аммоний) — это кристаллический порошок, содержащий 21 % азота. Он образуется при взаимодействии аммиака с серной кислотой:



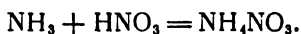
Сульфат аммония — физиологически кислое удобрение, поэтому наиболее целесообразно использовать его на насыщенных основаниями почвах — черноземах, каштановых почвах, сероземах. Применять сульфат аммония на кислых почвах можно лишь после известкования или нейтрализации почвы. Сульфат аммония пригоден для всех способов внесения, в том числе и для допосевого осеннего, так как поглощение аммиака почвенными коллоидами предотвращает его от вымывания. В теплую погоду аммиак переходит в нитраты, которые могут выщелачиваться из почвы атмосферными осадками. Наиболее отзывчивы на сульфат аммония субтропические культуры, чай, а также поливные культуры (рис, хлопчатник и др.).

Сульфат аммония-натрия содержит 17 % аммиачного азота и 8 % натрия. Это кристаллическая соль желтоватого цвета. В почве ведет себя так же, как и сульфат аммония. Подкисляющее действие сульфата аммония-натрия на почву из-за присутствия натрия несколько слабее, чем у сульфата аммония. Сульфат аммония-натрия наиболее эффективен на почвах, насыщенных основаниями. Используя это удобрение на кислых почвах, необходимо проводить их известкование или нейтрализацию самого тука. Его можно применять под все культуры при основном и при посевном внесении, а также при подкормке. Наибольший эффект от сульфата аммония-натрия наблюдается у сахарной свеклы, положительно отзывающейся на натрий.

Аммиачно-нитратные удобрения. Эти удобрения содержат азот в аммиачной и нитратной формах. К указанным удобрениям относится аммиачная селитра и известково-аммиачная селитра.

Аммиачная селитра (нитрат аммония, азотнокислый аммоний, аммонийная селитра) содержит 34 % азота — половину в подвижной, быстро усвояемой нитратной форме и половину в медленно и продолжительно действующей аммиачной. Удобрение полностью используется растениями. Аммиачная селитра явля-

ется наиболее распространенным азотным удобрением в СССР. Производство ее основано на нейтрализации газообразным аммиаком 45—58 %-ной азотной кислоты с последующим упариванием получаемого раствора:



Для сельского хозяйства удобрение выпускают в гранулированном виде.

Аммиачная селитра является физиологически кислым удобрением, но ее подкисляющее действие значительно слабее, чем действие хлористого аммония и сульфата аммония.

Аммиачная селитра — универсальное азотное удобрение. Ее можно использовать на всех почвах под все сельскохозяйственные культуры при основном и при посевном внесении, а также и при подкормке, в том числе и при поверхностной (озимых культур, лугов и пастбищ). Применение аммиачной селитры на кислых непроизвесткованных почвах в течение нескольких лет без нейтрализующих добавок может привести к снижению ее эффективности.

Аммиачную селитру нельзя смешивать с органическими удобрениями, торфом, соломой и опилками, так как возможны самовозгорание и взрыв от детонации.

Амидные удобрения. Эти удобрения содержат азот в амидной форме. В почве амиды превращаются в аммиак и нитраты. К амидным азотным удобрениям относят карбамид, мочевино-формальдегидные удобрения и цианамид кальция.

Карбамид (мочевина, диамид угольной кислоты) содержит 46 % азота, являясь самым концентрированным из азотных удобрений. Для использования в сельском хозяйстве промышленность выпускает карбамид в виде гранул белого или желтоватого цвета, размером 1—2,5 мм. Для подкормки животных используют карбамид с более мелкими гранулами — размером 0,2—1 мм. Получают карбамид из аммиака и углекислоты под давлением 180—200 атм при температуре 185—200 °С:

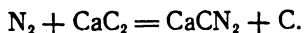


Внесенный в почву карбамид под влиянием уробактерий в течение двух-трех дней аммонизируется, превращаясь в углекислый аммоний. Затем ионы аммония под действием нитрифицирующих бактерий переходят в нитраты, подкисляющие почву. При основном внесении этого удобрения под различные сельскохозяйственные культуры на разных почвах мочевина оказывает такое же действие, как и аммиачная селитра. В орошаемых условиях эффективность карбамида вследствие меньшего выщелачивания превышает эффективность аммиачной селитры.

Мочевино-формальдегидные удобрения (МФУ, карбамиформ, уреаформ) представляют собой белый аморфный негигроскопичный порошок. Это медленно действующее удобрение. Содержит 33—42 % азота, из них только 3—10 % в водорастворимой форме. Следовательно, эти удобрения можно вносить в почву

в больших дозах без опасения вымывания даже в районах с избыточным увлажнением и на орошаемых землях.

Цианамид кальция (кальций цианамид) содержит 17—19 % азота, является кальциевой солью цианамиды. Это сильно пылящий порошок темно-серого или черного цвета из-за примеси 10—15 % углерода. Для устранения распыления цианамиды кальция к нему добавляют до 3 % нефтяных масел, отчего он пахнет керосином. Получают цианамид кальция из азота и карбида кальция при температуре 1100 °С:



В почве под действием воды и углекислого газа цианамид переходит сначала в кислую соль цианамиды кальция $[\text{Ca}(\text{HCN}_2)_2]$, затем — в свободный цианамид (H_2CN_2), из которого образуется мочевины $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$. Мочевина, в свою очередь, под влиянием уробактерий превращается в карбонат аммония.

Цианамид кальция необходимо вносить в почву не менее чем за 10 дней до посева, так как неразложившееся удобрение повреждает семена и корни растений.

Азотные удобрения должны вноситься в почву в такие сроки, чтобы растение могло их усвоить незадолго до начала интенсивного роста. Поэтому подкормку озимых культур азотными удобрениями проводят весной. Осенью при своевременном посеве всходы озимых обеспечиваются в достаточном количестве азотом, который освобождается в почве в результате минерализации органических остатков. Внесение азотных удобрений осенью вызывает интенсивный рост растений, что неблагоприятно влияет на их зимостойкость. Кроме того, азот, не использованный растениями до наступления морозов, обычно вымывается весной.

При внесении азотных удобрений весной справедливо положение: лучше слишком рано, чем слишком поздно. Однако на легких почвах при очень раннем внесении азотных удобрений возможно их вымывание.

Под яровые зерновые культуры азотные удобрения наиболее целесообразно вносить незадолго до посева, так как действие азота в этом случае наиболее эффективно. Удобрения хорошо перемешиваются с почвой при предпосевных обработках, одновременно разрушаются следы от разбрасывателя удобрений.

Под пропашные культуры, особенно на засоренных участках, азотные удобрения вносят незадолго до посева или при предпосевной обработке почвы. Под зерновые культуры более высокие дозы азотных удобрений вносятся в несколько сроков. При этом возрастает опасность полегания посевов. Самым благоприятным сроком для второй подкормки, обуславливающей образование сухого вещества и белка при отсутствии опасности полегания посева, является время перед началом колошения или начало колошения.

Норма азота определяется биологическими особенностями возделываемых культур, предшественником в севообороте, почвенно-климатическими условиями, а также обеспеченностью почвы дру-

гими минеральными и органическими удобрениями. Для зерновых культур доза ограничена опасностью полегания стеблей. На посевах других культур одностороннее обильное азотное удобрение вызывает интенсивный рост вегетативной массы, что может неблагоприятно сказаться на формировании урожая. При бобовом предшественнике, а также в случае применения зеленого удобрения или навоза необходимо учитывать освобождение азота последними.

Уровень азотного питания должен обеспечивать высокие хозяйственные и технологические качества получаемой продукции. Например, для пивоваренного ячменя требуется низкое содержание азота в зерне, а для кормового ячменя, наоборот, желателно высокое содержание.

Использование внесенных азотных удобрений растениями зависит от дозы, вида возделываемых культур, предшественника, почвенных условий, срока внесения, погоды и наличия в почве других элементов питания растений. Считается, что на создание урожая затрачивается от 50 до 70 % внесенного азота. Остальная часть теряется или в небольшой части закрепляется в форме органических соединений в почве.

Высокие потери азота могут быть следствием плохого использования минеральных удобрений, т. е. азот, остающийся после окончания вегетационного периода, вымывается с осадками из почвы, либо улетучивается в результате разложения удобрений.

Величина потерь от вымывания зависит от количества осадков, поглотительной способности почвы, формы удобрений и растительного покрова. Вымыванию подвержены преимущественно нитраты и только в незначительной степени ионы аммония и органически связанный азот. Легкоподвижны также цианамид кальция и мочевина. Хотя оба эти удобрения при благоприятных условиях очень быстро подвергаются превращению в почве, они могут вымываться при неблагоприятных условиях. Наиболее сильное вымывание происходит в зимне-весенние месяцы, когда вода не поглощается растениями и не испаряется, а избыток влаги просачивается на большую глубину. Во время вегетационного периода азот вымывается только весной в начале роста растений. На легких почвах при большом количестве осадков вымывание азота может происходить и при наличии покрова растений.

Потери азота могут быть обусловлены улетучиванием аммиака. Это происходит при внесении аммиачных удобрений, которые разлагаясь в нейтральных и щелочных почвах, образуют аммиак. Потери зависят от поглотительной способности почвы, концентрации аммиака и площади соприкосновения аммиакосодержащего почвенного раствора и атмосферы. В связных почвах освобождающийся аммиак связывается поглощающим комплексом, в песчаных же почвах он не закрепляется и улетучивается.

Сравнение эффективности различных элементов питания растений свидетельствует о том, что наибольшее повышение урожая на 1 кг действующего вещества для азота значительно выше. Эф-

фективность эта значительно возрастает при регулярном снабжении почвы органическим веществом. Существует также взаимосвязь между эффективностью азота и структурой почвы. На почвах с плохой структурой, с плохой водопроницаемостью, недостаточной аэрацией действие сильноокислых и биологически малоактивных азотных удобрений выражено слабо.

12.5. Фосфорные удобрения

Фосфор входит в состав белковых веществ, участвует в процессах ассимиляции и диссимиляции. Действие многих ферментов и некоторых гормонов зависит от наличия фосфора. Он также необходим для образования и действия ростового вещества — индолуксусной кислоты. Особенно нужен фосфор молодым растениям.

Элементарный фосфор растения не усваивают, поэтому содержание фосфора в растении, почве и удобрениях пересчитывают на содержание оксида фосфора P_2O_5 (действующее вещество).

Общие запасы фосфора в почве относительно невелики (0,10—0,25 %), и большая часть его (примерно 90 %) находится в неусвояемой или труднодоступной для растений форме. Все легкорастворимые формы фосфора, например, вносимые с минеральными удобрениями, лишь на $\frac{1}{3}$ усваиваются растениями и в почве быстро переходят в нерастворимые соединения фосфатов.

Существуют различные способы повышения усвояемости фосфатов растениями. На кислых почвах — это известкование, которое способствует переходу труднорастворимых соединений фосфора в легкоусвояемые формы. На щелочных почвах предпочтение отдается подкисляющим почву удобрениям. Фосфорная кислота почвенных фосфатов может мобилизовываться при внесении в почву органического вещества. Накоплению в почве доступных для растений соединений фосфора способствует также возделывание растений с глубокой корневой системой и высокой растворяющей способностью труднодоступных фосфатов. Такими растениями являются люпин, горчица и гречиха. При возделывании люпина, корни которого уходят глубоко в почву, могут использоваться и фосфаты подпахотного слоя. Люцерна, клевер и другие бобовые, в меньшей степени рожь и кукуруза могут усваивать труднодоступные соединения фосфора.

Действие отдельных форм фосфатов зависит от степени их растворимости. Быстродействующим фосфорным удобрением является суперфосфат. Медленно растворимые фосфорные удобрения лучше всего действуют при тщательном перемешивании с почвой. В отличие от азотных и калийных удобрений фосфорные удобрения обладают значительным последействием.

Фосфор является не только важнейшим элементом питания растений, но и благоприятно влияет на физические и биологические свойства почвы. Он способствует протеканию коллоидно-химических и бактериальных процессов в почве и благодаря этому

принимает участие в образовании и поддержании прочной структуры. Структурные агрегаты, обогащенные ионами фосфора, содержат коллоиды, которые устойчивы к набуханию и свертыванию под влиянием внешних воздействий. Почвы, хорошо обеспеченные фосфором, чаще всего отличаются хорошим структурным состоянием, а также высокой биологической активностью, так как фосфорная кислота одновременно оказывает положительное действие и на жизнь микроорганизмов в почве. Фосфорные удобрения стимулируют развитие клубеньковых бактерий, живущих симбиотически на корнях бобовых растений, что способствует повышению ассимиляции азота.

При внесении фосфорных удобрений наряду с типом почвы и ее реакцией нужно учитывать также степень обеспеченности почвы фосфором и биологические особенности возделываемых культур.

Суперфосфат — основное фосфорное удобрение в нашей стране. Его применяют на всех типах почв, под все культуры, самыми различными способами в качестве основного удобрения, в подкормки, при посеве. В почве суперфосфат быстро взаимодействует с основаниями и полуторными окислами и переходит в недоступные для растений фосфаты. Поэтому перемещение удобрений в почве крайне незначительное. Внесение суперфосфата в рядки на достаточную глубину (в зону действия корней) улучшает питание растений доступным фосфором.

Промышленность производит суперфосфат двух видов.

Суперфосфат простой — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — содержит в качестве примеси гипс и небольшое количество свободной ортофосфорной кислоты. Выпускается промышленностью в порошковидном и гранулированном состоянии. Порошковидный суперфосфат содержит 14—19,5 % P_2O_5 , гранулированный — 20—20,5 % P_2O_5 . Порошковидный суперфосфат при высокой влажности плохо рассеивается, мажется, гранулированный — свободен от этих недостатков.

Суперфосфат двойной — $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ — отличается от простого большим содержанием P_2O_5 — 45—50 %.

Преципитат — $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ — содержит 38—40 % P_2O_5 . В почве преципитат меньше закрепляется, хорошо усваивается растениями. На дерново-подзолистых почвах преципитат имеет преимущество перед суперфосфатом.

Томашлак — $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ — содержит 14—18 % P_2O_5 . По эффективности не уступает суперфосфату. Применяют томашлак в качестве основного удобрения на кислых, неизвесткованных дерново-подзолистых почвах, так как он подщелачивает их.

Термофосфат — $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{CaOP}_2\text{O}_5 + \text{SiO}_2$ — содержит 18—34 % P_2O_5 . По физическим и химическим свойствам термофосфаты близки к томашлаку.

Обесфторенный фосфат содержит 28—32 % P_2O_5 . Применяется в качестве основного удобрения на всех почвах.

Фосфоритная мука содержит 16—22 % P_2O_5 . Применяют в качестве основного удобрения под глубокую вспашку почвы.

Фосфоритная мука отличается длительным последствием и широко применяется в нечерноземной и лесной зонах.

По требовательности к обеспеченности почвы фосфором культурные растения можно разделить на три группы.

К первой группе относятся корнеплоды и кормовые растения, главным образом бобовые, при возделывании которых обеспечение почвы и растений фосфором должно особенно учитываться.

Ко второй группе относятся картофель, пшеница, рапс, яровой ячмень. Эти культуры, обладая маломощной корневой системой с низкой физиологической активностью, слабо усваивают фосфорную кислоту почвы. Под них следует вносить легкорастворимые фосфорные удобрения.

Третья группа включает в себя культуры с небольшой потребностью в фосфоре. Это, например, рожь, овес, горчица, люпин, кукуруза, гречиха. Они могут сами растворять и усваивать небольшое количество связанных почвой фосфатов. На почвах с высоким содержанием фосфорной кислоты под эти культуры можно не вносить фосфорные удобрения.

Растения используют фосфорную кислоту в значительно меньших количествах, чем азот и калий. Так, органически связанная фосфорная кислота навоза используется растениями в течение нескольких лет на 20—25 %, а минеральных удобрений в первый год усваивается на 15 %. Количество поглощаемой фосфорной кислоты зависит от содержания гумуса и кальция в почве, а также от ее поглотительной способности. Вследствие поглощения ионов фосфата глинисто-гумусовым комплексом и их временного закрепления в почве, неувоенная растениями фосфорная кислота не вымывается из нее. В последующие два года при возделывании соответствующих культур и правильной системе агротехнических мероприятий можно довести общее использование фосфорной кислоты до 30 %.

Как уже отмечалось, фосфорные удобрения должны заделываться в почву в непосредственной близости от корней растений вследствие незначительного перемещения и быстрого закрепления фосфорной кислоты в почве. Поэтому их вносят в почву глубже, чем другие минеральные удобрения — под культиватор, лущильник, или плуг. Хороший эффект дает двухслойное размещение фосфорных удобрений (поверхностное и глубокое). Тогда в первый период роста растения усваивают фосфор из верхнего удобренного слоя почвы, а в более поздние фазы развития — из нижнего.

12.6. Калийные удобрения

Калий важен как для получения высоких урожаев, так и для поддержания плодородия почв. Аналогично фосфору, содержание калия в почве учитывают не в виде элементарного калия, а в виде его оксида K_2O .

Содержание калия в почвах весьма различно и зависит от типа образования почв, их минералогического состава и степени

выветривания минеральных частиц. Почвенный калий подразделяют на обменный, необменный и находящийся в почвенном растворе. Доля обменного калия по отношению к общему запасу составляет 5 %, а в почвенном растворе находится только 1 % всего обменного калия. Однако эти три формы калия четко не разграничены. Между обменным и необменным калием существует определенное равновесие. При уменьшении доли обменного калия необменный калий переходит в обменное состояние. Таким образом, необменный калий служит резервом калия, доступного для растений. С другой стороны, калий удобрений может необменно закрепляться в почве. Тогда говорят о фиксации калия. Названные процессы в большей мере зависят от обеспеченности почвы водой. Так, во влажные годы в почве содержится доступного калия больше, чем в засушливые. Это объясняется тем, что в сухой почве усиливается фиксация калия и замедляется скорость превращения его в доступную форму.

Большинство тяжелых почв содержит достаточное количество калия. Однако растения часто не могут использовать этот запас из-за низкого содержания доступных форм. При интенсивной системе земледелия даже богатые калием почвы, например лессовые, нуждаются в нем. Очень бедны калием песчаные почвы и почвы верховых болот. Урожайность культур на этих почвах значительно повышается при внесении калийных удобрений. Калийный режим почвы оценивается в первую очередь по количеству доступного растениям калия, а также по скорости превращения общих запасов калия в доступную форму.

Физиологическое действие калия основывается на общем регулировании коллоидного состояния живого вещества, режима влаги и обмена веществ в организме. Калий участвует в управлении процессами набухания протоплазмы и регулировании расхода воды, и способствует приспособлению растений к временным периодам засухи.

Следовательно, недостаток калия выражается в неблагоприятном водном балансе растения и завядании, связанном с увеличением содержания азота в растении и распадом белков. Пожелтевшие, ломкие, с хлоротичными пятнами или полосами коричнево-красные в верхней части листья, часто опадающие раньше времени, свидетельствуют о нарушении образования хлорофилла. Уже в начальной стадии калийного голодания у растений замедляется развитие цветочных почек и тем самым образование органов размножения, а также тормозится их вегетативный рост. Иногда растения реагируют на недостаток калия сильнее, чем на недостаток азота. В этом случае при оптимальном обеспечении их другими питательными веществами прекращается синтез белков и рост растений.

Молодые растения должны быть обеспечены достаточным количеством калия в период кушения и колошения, так как усвоение элементов питания опережает образование сухого вещества, и возникающее при недостатке калия угнетение растений является не-

обратимым. С возрастом содержание калия в растениях частично уменьшается или он перераспределяется.

Калийные удобрения можно разделить на простые и концентрированные. К первым относятся сильвинит и каинит, ко вторым — хлористый калий, 40 %-ные калийные соли, серноокислый калий, калимагнезия, калий-электролит.

Сильвинит молотый содержит 12—15 % K_2O и до 80 % $NaCl$. Представляет собой размолотую природную руду. По внешнему виду крупно-зернистый порошок с кристаллами красно-синего цвета. Гигроскопичность сильвинита невысокая, но при хранении он слеживается.

Сильвинит следует применять под культуры, мало чувствительные к хлору (не рекомендуется вносить под картофель, лен, коноплю, табак, цитрусовые). Вносят его в качестве основного удобрения под вспашку.

Каинит содержит 10—12 % K_2O и до 50 % $NaCl$. Получают его путем размола каинитовой или каинито-лангбейнитовой руды. Применяют каинит в качестве основного удобрения под сахарную свеклу, капусту, клевер.

Хлористый калий — наиболее распространенное калийное удобрение. Содержит 52—62 % K_2O с небольшой примесью $NaCl$. Это кристаллический порошок грязно-белого цвета. Хлористый калий обладает слабой гигроскопичностью, но при хранении слеживается. Применяется на всех почвах под все культуры. При систематическом использовании подкисляет почву.

40 %-ная калийная соль — смесь хлористого калия с мелко размолотым сильвинитом. Это крупнокристаллический порошок с розоватыми и синими кристаллами. Калийные соли ценны для сахарной свеклы и кормовых корнеплодов. Вносят их в качестве основного удобрения под вспашку.

Серноокислый калий (сульфат калия) содержит 45—52 % K_2O . Это мелкокристаллический порошок серо-белого цвета, не гигроскопичен, не слеживается при хранении. Применяют его под чувствительные к хлору культуры — картофель, лен, табак, виноград, цитрусовые.

Калимагнезия содержит 26—28 % K_2O и 11—18 % MgO . Как и серноокислый калий, применяется под культуры, чувствительные к хлору.

Калий-электролит — побочный продукт при производстве магнезии и карналлита. Содержит 32—45 % K_2O , 8 % MgO , 8 % Na_2O и около 5 % хлора. Применяется в качестве основного удобрения.

Калийные удобрения вносят в почву как весной, так и осенью перед посевом озимых. Очень важно внести удобрения вовремя, потому что, во-первых, молодые растения будут располагать достаточным количеством доступного калия для роста и развития и, во-вторых, повысится их устойчивость к заморозкам.

Удобрения с высоким содержанием K_2O можно вносить и в качестве подкормки озимых культур осенью. На легких почвах из-за

опасности вымывания калийных удобрений подкормку озимых лучше проводить весной.

Богатые хлором калийные удобрения лучше вносить за четыре недели до посева культур, а бедные хлором за 2—3 недели. За это время хлориды вымываются из почвы и не могут оказывать отрицательного действия на растения (осеннее внесение под картофель). Чем тяжелее по механическому составу почва и чем выше ее емкость поглощения, тем раньше должно вноситься калийное удобрение, так как в этом случае хлориды вымываются из почвы медленнее.

Калийные удобрения часто вносят в смеси с фосфорными в виде основного удобрения или предпосевного удобрения под вспашку, обычно их заделывают в почву бороной или культиватором. При внесении калийных удобрений в чистом виде глубокая заделка совсем не обязательна, потому что данные удобрения легкорастворимы и хорошо распределяются в почве. Однако на тяжелых почвах и в сухие годы требуется проводить более глубокую заделку удобрений под культиватор или плуг, так как растворение и, следовательно, использование калия при высыхании верхнего слоя почвы будет недостаточным. На почвах тяжелых с высокой поглощательной способностью также рекомендуется глубокая заделка калийных удобрений, так как в этом случае образование корней происходит в более глубоких слоях.

Во избежание уплотнения почвы и из организационно-хозяйственных соображений выгодно вносить калийные удобрения для создания запаса питательных веществ на ряд лет вперед, как это рекомендуется и для фосфорных удобрений. Вымывание калия в этом случае можно уменьшить, выращивая сидераты перед пропашной культурой, так как сидераты остаются в поле до поздней осени и в значительной мере удерживают питательные вещества. Вносить удобрения с целью создания запаса питательных веществ рекомендуется при выращивании многолетних бобовых культур, особенно под люцерну, чувствительную к уплотнению почвы. Обычно под предшественник многолетних трав вносят большую часть калия, а непосредственно перед их посевом небольшое количество.

12.7. Сложные удобрения

К сложным удобрениям относятся как различные смеси удобрений, так и те минеральные удобрения, в состав которых входят два или более химически связанных элементов питания растений. Химическое комбинирование питательных веществ происходит непосредственно в процессе производства удобрений. Смеси удобрений, такие, как аммонизированный суперфосфат и калийно-аммиачный суперфосфат, могут готовиться и на сельскохозяйственных предприятиях, если там имеются нужные технические приспособления.

По сравнению с простыми удобрениями сложные имеют ряд преимуществ. Во-первых, для внесения сложных удобрений требуется меньше рабочих проходов агрегата по полю, что снижает затраты труда и уменьшает уплотнение почвы. Во-вторых, в концентрированных сложных удобрениях почти не содержится балластных веществ. В-третьих, растения более эффективно используют содержащиеся в сложных удобрениях элементы питания.

Если сложное удобрение содержит два питательных элемента, оно называется двойным, если три — тройным. В настоящее время промышленностью выпускаются следующие виды сложных удобрений.

Нитрофосы — это смесь $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и CaHPO_4 . Если к этой смеси добавить KCl , то полученное тройное удобрение будет называться нитрофоской. Содержание питательных веществ в нитрофоске может быть различным: 10—17 % N, 8—30 % P_2O_5 , 12—20 % K_2O . Обычно это гранулированные удобрения, которые применяют в качестве основного и рядкового удобрения при посеве и в подкормках.

Аммофос — $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ — двойное удобрение, содержит 11—12 % N и 46—50 % P_2O_5 . Применяется в качестве основного и рядкового удобрения преимущественно под технические культуры.

Диаммофос — $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ — содержит 18—21 % N и 50 % P_2O_5 . Применяется как основное удобрение.

Калийная селитра — KNO_3 — двойное сложное удобрение, содержащее 13 % N и до 46 % K_2O . Применяется в подкормках.

Аммонизированный суперфосфат содержит 2—3 % N и 14—18 % P_2O_5 .

Зола — местное сложное минеральное удобрение, содержит калий, фосфор, кальций и микроэлементы. Химический состав зависит от сжигаемого материала. Наиболее ценную золу дают древесные и травянистые растения. Золу вносят в качестве основного удобрения по 0,5—0,6 т/га.

12.8. Микроудобрения

Микроудобрения содержат в своем составе химические элементы, необходимые растениям в незначительных количествах. Потребность растений в микроэлементах обычно удовлетворяется органическими удобрениями. Однако при интенсивной системе земледелия для получения высоких урожаев, а также на некоторых почвенных разностях необходимо дополнительно использовать микроудобрения.

Промышленность производит следующие виды микроудобрений: борные, медные, марганцевые, молибденовые, кобальтовые, цинковые и др.

Борные удобрения эффективны при содержании в почве подвижного бора менее чем 0,02—0,05 мг на 1 кг почвы. Борные

удобрения рекомендуется вносить под сахарную свеклу, горох, лен, гречиху, овощные культуры, семенники клевера и люцерну. Обычная норма внесения 0,5—1,0 кг/га. Вносят удобрение перед посевом, или в рядки с семенами (половину дозы), или же опрыскивают им растения в фазе бутонизации. Особенно эффективны борные удобрения на известкованных почвах. В сухие годы потребность в боре возрастает.

Наиболее распространены следующие борные удобрения: борная кислота (17,5 % бора), бура (11,3 % бора), борный суперфосфат (0,3 % бора и 16 % P_2O_5), борнодоломитовая мука (2 % бора), бормагниевого удобрения (70—75 % $MgSO_4$ и до 2 % бора), осажденный борат магния (1,3—1,5 % бора и 18—20 % магния). В качестве борных удобрений могут применяться и размолотые борные руды.

Молибденовые удобрения применяют на кислых подзолистых почвах под бобовые культуры: клевер, люцерну, бобы, горох, вику. Положительное действие молибден оказывает также на лен, сахарную свеклу, овощные растения.

Потребность растений в молибдене выше, чем потребность в других микроэлементах. Содержание его в почве составляет 0,2—10 мг на 1 кг почвы.

Подвижность молибдена в почве зависит от реакции почвенного раствора. При щелочной реакции подвижность молибдена высокая, при кислой — низкая. Известкование дерново-подзолистых почв повышает доступность молибдена и исключает необходимость его внесения.

В сельском хозяйстве используют молибденовокислый аммоний и молибденокислый натрий, содержащие 50—54 % молибдена, 35 %-ный молибдат аммония-натрия и молибденизированный суперфосфат. Применяют их в виде рядковых удобрений и при внекорневых подкормках или обрабатывают ими семена перед посевом. Наиболее эффективно опудривать или обрабатывать раствором семена. Для этого требуется 50 г молибденовокислого аммония на гектарную норму семян.

Медные удобрения эффективны на осушенных торфяниках, дерново-глебовых и некоторых песчаных почвах. Медь сильно поглощается сорбционным комплексом почвы. Фиксация меди почвой увеличивается с повышением кислотности.

В качестве медных удобрений вносят медный купорос (25 кг/га). Применяют и отходы сернокислотного производства — пиритные огарки (6—8 ц/га), которые вносят осенью при основной обработке почвы. Хорошие результаты получают от опрыскивания растений раствором медного купороса в дозе 5—10 кг/га.

Марганцевые удобрения применяют под сахарную свеклу, картофель, кукурузу, зерновые культуры и плодовые насаждения. Наиболее эффективны они на черноземных почвах. Количество усвояемого марганца возрастает при переувлажнении почвы и активном развитии анаэробной микрофлоры. Доступность элемента уменьшается с повышением величины рН. Поэтому по-

требность растений в марганце возрастает после известкования почв.

В качестве марганцевых удобрений используют сернокислый марганец (24,6 % окиси марганца), отходы марганцеворудной промышленности (10—17 % окиси марганца) и марганизированный суперфосфат (1,5—2,5 % окиси марганца).

Кобальтовые удобрения применяют в виде сульфата кобальта. Его вносят под вспашку или поверхностно в дозе 300—350 г/га. Кобальт содержится также в фосфоритной муке, в колчеданных огарках.

Цинковые удобрения вносят в виде сульфата цинка в дозе 2—4 кг/га. Используют цинк и в растворах, содержащих 0,01—0,05 % сульфата цинка, для намачивания семян. Эффективны цинковые удобрения для сахарной свеклы, бобовых культур, особенно на известкованных почвах.

Магниевые удобрения под зерновые культуры вносят в количестве 10—15 кг/га окиси магния, а под картофель, свеклу, клевер в 3—5 раз больше. Недостаток магния отрицательно влияет на урожай риса, картофеля, клевера.

В почвах, мало насыщенных кальцием, мало и магния. Недостаток магния на легких почвах и на полях, где применялись аммиачные удобрения, которые вытесняют магний из поглощающего комплекса. Потребность в магнии можно удовлетворить применением доломитизированных известняков или доломитов, магнезита, дунита, сульфата магния, а также калимагнезии, каинита.

12.9. Известкование и гипсование почв

Известкование имеет двойное значение: известь улучшает физико-химические свойства почвы, создавая тем самым благоприятные условия для всех приемов удобрений, а также служит необходимым элементом питания растений.

Применение извести на кислых, бедных основаниями, почвах изменяет их реакцию в щелочную сторону, и в этом плане известь имеет большое значение как средство улучшения свойств почв. В системе удобрений основная задача известкования заключается в установлении оптимальных химических, физических и биологических свойств почвы на длительный срок. Внесение извести является необходимым и регулярно проводимым мероприятием, без которого не может быть достигнуто повышение плодородия кислых почв.

Условием успешного проведения известкования является знание действительного состояния данной почвы по обеспеченности известью. Одним из индикаторов реакции почвы служат некоторые растения. Хорошо растут и широко распространены на почвах с повышенной кислотностью следующие растения: фиалка трехцветная, пикульник, клевер пашенный, щавелек, хвощ полевой, сераделла маленькая. На почвах, обеспеченных известью, произ-

растают: люцерна серповидная, резак обыкновенный, живокость полевая, володушка круглолистная. О реакции почвы можно судить только при массовом появлении и преобладании в ценозе указанных растений. Единичное присутствие индикаторных растений не может свидетельствовать об обеспеченности почвы известью.

Наиболее распространен метод установления потребности почвы в извести, основанный на определении показателя рН солевой вытяжки из почвы (обменной кислотности) электрометрическим рН-методом. Считается, что при рН 4,5 и менее потребность в извести высокая, при рН 4,6—5,0 — средняя, при рН 5,1—5,5 — слабая, при рН выше 5,5 — в большинстве случаев отсутствует.

Для известкования можно использовать известь гашеную, известняк молотый, мергель, туфы известковые, доломитовую муку и содержащие известь промышленные отходы.

Время внесения извести в почву зависит от того, под какую культуру проводится известкование. Лучше всего требуемые дозы извести постоянно вносить под культуры, особенно нуждающиеся в извести или оптимальное развитие которых происходит в нейтрально-щелочном интервале реакции почвы, как, например, рапс, свекла, люцерна, клевер, пшеница, ячмень, табак и др.

Наиболее удобным временем для известкования считаются лето и начало осени под основную обработку почвы. Для летнего и осеннего известкования пригодны все формы известковых удобрений.

Не рекомендуется вносить известь весной и по всходам, так как она может вызвать повреждение растений, а проведение самих работ уплотнит почву. Известкование следует проводить только при сухой, тихой погоде и на сухую почву. Нельзя вносить известь одновременно с органическими и минеральными аммиачными удобрениями во избежание потерь азота.

Условием высокой эффективности известкования является равномерное распределение и тщательное перемешивание извести с почвой.

Расчетные дозы извести вносят сразу или в несколько приемов. Если вносится полная норма извести, то действие ее распространяется на 2—3 ротации 6—7-польного севооборота, т. е. на 12—20 лет. Полные дозы извести обычно велики, и в практике, как правило, ограничиваются внесением половины расчетной нормы извести или проводят поддерживающее известкование, которое возмещает только текущие потери кальция. Поддерживающее известкование повторяют через 4—5 лет, что не всегда экономически оправдано.

Гипсование применяется для окультуривания и повышения плодородия солонцов. Почвенный комплекс солонцов и солонцеватых почв в избытке содержит катионы натрия, который в поглощенном состоянии обуславливает плохие физические свойства почвы. Щелочная реакция солонцовых почв и солонцов губительна для растений.

При внесении в почву гипса ионы кальция вытесняют из почвенного поглощающего комплекса ионы натрия, вследствие чего почва приобретает структурное состояние, улучшаются ее физические и биологические свойства. Действие гипсования проявляется в течение 10 лет. Доза вносимого гипса рассчитывается по содержанию в почве поглощенного натрия.

12.10. Органические удобрения

Органические удобрения производят непосредственно в хозяйстве или близко от него и поэтому называются местными. К органическим удобрениям относятся навоз, навозная жижа, птичий помет, торф, фекалий, зеленое удобрение, компосты. При систематическом внесении этих удобрений в почву улучшается ее структура, воздухо- и водопроницаемость, снижается кислотность, улучшается газообмен между почвой и атмосферным воздухом, усиливается приток к растениям углекислого газа. Вместе с органическими удобрениями в почву вносятся практически все необходимые растениям питательные элементы. В нечерноземной зоне на дерново-подзолистых почвах без внесения органических удобрений нельзя получить хороший урожай.

Применение органических удобрений способствует лучшему использованию внесенных или уже имеющихся в почве питательных веществ; к тому же вследствие постепенной минерализации органического вещества положительное действие удобрений сохраняется в течение длительного времени.

Навоз. Это удобрение представляет собой смесь твердых и жидких экскрементов животных с подстилкой. В среднем содержание питательных веществ в навозе можно считать следующим: N — 0,45 %; P₂O₅ — 0,25 %; K₂O — 0,60 % и CaO — 0,5 %, а также магний и другие микроэлементы. Химический состав его зависит от вида животных, способа хранения и степени разложения. Навоз лошадей и овец богат азотом и фосфором. Он более интенсивно разлагается, выделяя много тепла, поэтому используется в парниковом хозяйстве.

Особенно ценный навоз получают при беспривязном содержании скота на глубокой подстилке. Подстилка, впитывая жидкие выделения и аммиак, появляющийся при разложении мочи, способствует сохранению азота и калия. Уплотнение навоза животными приводит к тому, что в слое навоза преобладают анаэробные условия, вследствие чего процессы разложения замедляются и потери азота остаются незначительными. Используя в качестве подстилки различные органические отходы, получаемые в хозяйстве (солому, опилки, листья, хвою), их также можно превратить в ценные органические удобрения.

С целью повышения производительности труда в животноводстве широкое распространение получило бесподстилочное содержание скота. В этом случае получают жидкий бесподстилочный

навоз, который накапливается в навозосборных ямах и в жидком виде вывозится на поля.

Хранение навоза должно отвечать задачам сбережения питательных веществ от улетучивания их в атмосферу (азота) и вымывания в почву (азота, калия и частично фосфора). Биологические процессы в навозе в период хранения направляют в основном на разрушение клетчатки, но так, чтобы не произошло полной минерализации органического вещества. При этом навоз можно разогревать до 70—90 °С, чтобы семена сорняков, попавшие вместе с кормами и подстилкой, потеряли всхожесть.

Правильное хранение навоза осуществляется в навозохранилищах, оборудованных в виде неглубоких котлованов, навозных площадок с водоупорным покрытием. Навоз укладывается плотно в штабель и выдерживается в течение 3—4 месяцев. Если в хозяйстве нет навозохранилища, навоз складывают на площадках, лучше у границ удобряемых полей. На площадке кладут соломенную резку или торф слоем 25—50 см. Затем навоз укладывают штабелем высотой 1,5—2,5 м и укрывают его сверху землей. Ширина штабеля 3,0—4,0 м, длина произвольная, но обычно один штабель навоза рассчитывают для внесения на 2—4 га.

Навоз можно хранить тремя способами: плотным, рыхло-плотным и рыхлым.

При плотном, наиболее совершенном, способе хранения навоз укладывают в навозохранилище или в полевой штабель и уплотняют. Когда высота штабеля достигает 1,5—2,5 м, его покрывают резаной соломой, торфом или слоем земли (8—15 см). Потери массы навоза при плотном хранении достигают 10—15 %.

При рыхло-плотном хранении навоз укладывают слоями без уплотнения (малосоломистый навоз) или несколько уплотняют (сильносоломистый навоз). Если температура в штабеле поднимается выше 60 °С (на третий—пятый день), его дополнительно уплотняют. Высота штабеля при использовании средств механизации может быть доведена до 5,0 м. Спустя 1,5—2 месяца после закладки штабеля получается полуперепревший навоз. Потери органического вещества при таком хранении составляют 21—25 %.

Рыхлый способ хранения навоза отличается тем, что навоз не уплотняют; разложение его происходит с участием аэробных бактерий при высокой температуре и сопровождается большими потерями органического вещества (до 31—32 %).

К навозу желательно добавлять до 2 % фосфоритной муки (4 ц на каждые 20 т), а также поливать его навозной жижей.

Эффективность навоза во многом зависит от правильного его использования, т. е. от времени, места и способа внесения. Прежде всего навоз вносят под ценные пропашные культуры, способные более полно использовать содержащиеся в нем питательные вещества. Под озимые зерновые культуры навоз заделывают в пару. Под яровые зерновые навоз применяется реже.

Лучше всего вносить навоз в почву осенью под зяблевую вспашку, а также весной. Разбросанный навоз должен быть не-

медленно заделан в почву. Глубина заделки зависит от качества навоза, механического состава почвы, сухости климата, видовых особенностей возделываемых культур. Так, на легких почвах и в условиях засушливого климата солоmistый навоз надо запахивать глубоко. Под пропашные культуры навоз заделывают глубже, чем под зерновые. Дозы внесения навоза зависят от конкретных условий и целей применения и колеблются от 10—20 т на 1 га на юге до 30—60 т на севере.

Навозная жижа. Это удобрение представляет собой жидкие выделения животных, разбавленные водой, применяемой на скотных дворах, и осадками. Состав навозной жижи зависит от содержания в ней мочи и ее состава, содержания продуктов промывания навоза, количества воды и условий хранения. В среднем в навозной жиже содержится около 0,1—0,4 % азота, 0,01—0,2 % фосфорной кислоты, 0,3—0,6 % калия. При плохом хранении количество азота и калия резко уменьшается. Поэтому на каждом скотном дворе должен быть жижесборник, а в период хранения, чтобы уменьшить потери азота, навозную жижу необходимо покрывать пленкой из отработанного масла слоем до 3 мм. Из жижесборника навозную жижу откачивают насосами.

Перед внесением в почву жижу разбавляют водой в 2—3 раза. Для вывозки используют автожижеразбрасыватели. Применяют жижу весной для подкормки зерновых в дозе до 6 т/га и пропашных культур до 4 т/га. Под пропашные ее заделывают на глубину 10—15 см. Овощные культуры и коноплю удобряют жижей из расчета 2 т/га, удобрение вносят под зябь. На луга ее вносят поверхностно до 30 т/га и заделывают рыхлящими орудиями. Поверхностное внесение навозной жижи лучше проводить в пасмурную и безветренную погоду. На свежеизвесткованные почвы из-за опасности потери азота навозную жижу вносить нельзя.

Птичий помет. Это очень ценное удобрение, содержащее (в % на сырое вещество): воды 56—60 %, азота 0,6—1,5 %, фосфора 0,6—1,8 %, калия 0,6—0,9 %, извести до 2,4 %, магния до 0,7 %. В сухом помете питательных веществ содержится примерно в 2 раза больше.

Для уменьшения потерь азота к птичьему помету добавляют простой суперфосфат из расчета 7—10 % от массы сырого помета.

Птичий помет — легкоусвояемое удобрение. Вносят его в почву за 10 дней до посева из расчета 0,5—3,0 т/га, а при подкормках 0,3—1,0 т/га. Под овощные культуры на каждый гектар поля дают жидкую подкормку, смешивая 0,3 т помета с 3—5 м³ воды, и после настаивания в течение нескольких часов вносят в почву. Через некоторое время растения поливают водой.

Торф. Широко используется для компостирования с органическими и минеральными удобрениями. Ценность торфа как удобрения определяется степенью его разложения, зольностью, ботаническим составом торфообразователей, кислотностью, содержанием питательных элементов. По степени разложения торф подразделяют на слаборазложившийся — 5—25 % гумифицированных ве-

шесть, среднеразложившийся — 25—40 % и сильноразложившийся — свыше 40 %. Чем выше степень гумификации, тем выше удобрительная ценность торфа.

По условиям образования различают торф верховой (или моховой), низинный (или луговой) и переходный (в котором встречается торф верхового и низинного происхождения).

Верховому торфу свойственна высокая кислотность, слабая степень разложения, низкая зольность. Торф верховых болот применяют для подстилки на скотных дворах. Обладая большой влагоемкостью, он хорошо поглощает выделения животных. Навоз с торфяной подстилкой лучше, чем солоmistый. Верховой торф используется для приготовления торфяных компостов, особенно торфо-фекальных, торфо-жижевых, торфо-навозных.

Низинный торф содержит много зольных элементов, в том числе и кальций, не имеет кислой реакции, сильнее разложен, богаче азотом и поэтому может применяться как удобрение в чистом виде. Однако целесообразнее применять низинный торф в торфо-навозных компостах.

Переходный торф в зависимости от степени разложения и кислотности может по своим свойствам относиться к тому или иному типу и соответственно этому использоваться.

Заготовленный торф прежде, чем использовать, проветривают в течение нескольких месяцев. Обычно добытый летом торф зимой компостируют и вносят под озимые культуры в следующем году.

Компосты. Смесь органических или органических и минеральных удобрений, в которой во время хранения протекают биологические процессы, способствующие повышению доступности для растений питательных элементов, содержащихся в растительных и минеральных компонентах, называется компостом. Основная цель компостирования — ускорить разложение малоподвижных форм органических веществ.

Несмотря на большое разнообразие компостов, существуют общие правила их приготовления.

Компостирование лучше всего протекает в теплый период года. Влажность торфа как компонента компостов допустима 50—70 %. Для компостирования с жидкими веществами (фекалием, навозной жижей) следует использовать более сухой торф.

Наиболее распространен торфо-навозный компост. Его готовят в поле, на месте будущего внесения, в зимнее время. На расчищенную от снега площадку укладывают торф слоем до 50 см. Его закрывают навозом слоем 25—30 см. Ширина штабеля 3,5 м, высота 1,5—2,0 м, длина может быть любой и зависит от размеров удобряемой площади. На одну часть навоза берут 1—2 части сухого торфа. Компост в штабеле бывает готов для использования через несколько месяцев. Вносят его 10—20 т/га.

Таким же способом готовят другие компосты. Вместо навоза используют жижу, фекалий (5 % от массы торфа), фосфоритную муку (2—4 % от массы торфа), калийные соли, аммиач-

ную воду. Смешанные компосты готовят из разных отходов хозяйства.

Для приготовления органо-минеральных смесей используют низинный, хорошо разложившийся торф, перегной, парниковую землю и минеральные удобрения.

Солома. В последнее время по экономическим и организационно-хозяйственным соображениям применение соломы в качестве удобрения в связи с использованием бесподстилочного (жидкого) навоза представляет интерес. Солома богата углеродом и калием, бедна азотом и фосфором. Разложение ее в почве на первых порах, пока почвенные микроорганизмы располагают достаточным количеством элементов питания, протекает достаточно быстро.

По последним данным при разложении соломы, образуются вещества, которые могут стимулировать или тормозить рост растений. Кроме того, внесение соломы вызывает в первый год сильное биологическое закрепление азота почвы, и если азотные удобрения не вносятся дополнительно, то растения испытывают недостаток в азоте. Закрепление азота может быть и полезным, если существует опасность его вымывания. После того как микроорганизмы, разлагающие солому, отомрут, связанный ими азот становится доступным для растений.

Солома может быть эффективной только при обязательном внесении азотных удобрений, а еще лучше и фосфорных. Хорошие результаты дает внесение бесподстилочного (жидкого) навоза. На каждую тонну соломы рекомендуется добавлять 8—10 кг азота сверх установленной дозы.

Вносятся солома в измельченном виде во время уборки зерновых культур. После этого проводят лушение стерни, а затем зяблевую вспашку. Лучше всего на этом поле размещать пропашные культуры, которые способны использовать биологически связанный азот почвы. Систематическое применение соломы увеличивает содержание подвижных форм фосфора и калия в почве.

Зеленое удобрение. На зеленое удобрение возделываются культуры, дающие большую зеленую массу для заправки в почву. Этот прием называется сидерацией, а растения, возделываемые на удобрение, сидератами. В качестве сидеральных культур высевают преимущественно бобовые культуры, прежде всего люпин, донник и сераделлу.

Систематическое применение зеленого удобрения оказывает многостороннее положительное действие на почву: повышает содержание гумуса, снижает кислотность и подвижность алюминия, увеличивает емкость поглощения. Растительная масса бобовых вызывает резкое повышение биологической активности почвы, сопровождающееся выделением в приземный слой атмосферы большого количества CO_2 .

Бобовые сидераты вовлекают в круговорот дополнительные количества азота, фиксируемого клубеньковыми бактериями из атмосферы. Таким образом создаются благоприятные условия почвенного питания растений, прежде всего в отношении азота.

Вместе с тем необходимо дополнительно к сидеральным удобрениям вносить в почву фосфорно-калийные удобрения.

Особый интерес представляет применение зеленого удобрения на песчаных малоплодородных почвах, которые другим путем трудно обеспечить в достаточном количестве органическим веществом, а также в зоне недостаточного увлажнения и продолжительного лета, главным образом в юго-западных областях РСФСР.

Сидеральные культуры выращивают как в качестве основных (в занятом пару), так и в качестве промежуточных культур. Промежуточными сидератами занимают поле осенью и весной до посева основной культуры, пожнивные выращивают в конце лета и осенью после уборки основной культуры и подсевные — высевают под покров культуры.

На зеленое удобрение можно использовать, помимо люпина, сераделлы, донника, — также клевер, вику, бобы, горох и некоторые небобовые (гречиху, горчицу), запахивая зеленую, еще не огрубевшую массу.

Бактериальные препараты. Это специально приготовленные живые культуры полезных для растений почвенных микроорганизмов: нитрагин, азотобактерин, фосфоробактерин, АМБ. Выпускаются препараты в виде торфяной массы или сухого порошка с большим содержанием определенных видов бактерий.

Нитрагин содержит культуру клубеньковых бактерий, живущих на корнях культурных растений. Он содержит высокоактивные и вирулентные формы клубеньковых бактерий, свойственные определенному виду бобовых культур (люцерне, клеверу, люпину и т. д.). Некоторые расы бактерий могут жить на нескольких видах бобовых, например, одна и та же раса пригодна для гороха, вики, чечевицы и бобов. Имеются расы бактерий, которые одновременно могут использоваться для люцерны, донника, люпина и сераделлы. Специфичность клубеньковых бактерий устойчива и передается по наследству. В соответствии со специфичностью клубеньковых бактерий выпускается несколько видов нитрагина: для клевера, люцерны, люпина, вики, гороха и др.

Семена обрабатывают нитрагином (нитрагинизация или инокуляция) перед посевом в тени, так как на солнце бактерии могут погибнуть. Нитрагин разводят в воде из расчета 10 стаканов воды на 100 кг семян и полученной болтушкой обливают семена, тщательно их перемешивая. Протравливание семян следует проводить не менее чем за месяц до посева, а обрабатывать их нитрагином надо непосредственно перед посевом. С нитрагинизацией можно совмещать обработку семян микроэлементами.

Нитрагинизация семян способствует усилению активности клубеньковых бактерий, имеющихся в почве, и особенно эффективна в районах, где культуры возделываются впервые.

Азотобактерин содержит чистую культуру азотобактера — микроорганизмов, свободно живущих в почве и усваивающих азот из воздуха. Азотобактерин предназначается для небобовых культур (картофель, лен, зерновые). Выпускают его, как и нитрагин, в виде

торфяной массы. Вносят его с посевным и посадочным материалом. Положительное действие азотобактерина проявляется лишь на окультуренных почвах с нейтральной реакцией.

Фосфоробактерин предназначен для обогащения почвы микроорганизмами, способствующими минерализации органического вещества почвы, освобождая из него фосфор. Вносят его в почву с семенным и посадочным материалом. Фосфоробактерин выпускается в жидком и сухом виде. Препарат эффективен только на почвах, богатых органическим веществом.

Препарат АМБ содержит разные виды бактерий, активно минерализующих органическое вещество почвы, и тем самым способствующих улучшению питания растений. Удобрение готовят на произвесткованной торфяной массе, заражая ее культурами аммонификаторов, нитрификаторов, азотфиксаторов, а также бактериями, разрушающими целлюлозу и фосфорорганические соединения. АМБ вносят под предпосевную обработку в количестве 250—500 кг на гектар.

12.11. Условия рационального использования удобрений

Успешное и рациональное применение удобрений предполагает знание действия удобрений на почву и возделываемые культуры, а также определение обеспеченности почвы доступными питательными элементами. Большое значение имеют соблюдение агротехнических и растениеводческих приемов: севооборотов, правильной обработки почвы, мелиорации, техники возделывания культур, сортов. Эффективность удобрений зависит не только от количества вносимых отдельных питательных веществ, но и от соотношения их, т. е. все необходимые элементы питания должны вноситься в таком соотношении, чтобы обеспечить получение максимальных урожаев и высокое качество продукции. Достигается это детальным долгосрочным планированием внесения органических и минеральных удобрений, предусматриваются дозы, сроки и способы внесения удобрений с учетом биологических особенностей возделываемых в севообороте культур и почвенно-климатических условий. В системе удобрений учитываются свойства применяемых удобрений, их действие и последствие.

Решающее условие высокой эффективности удобрений — количество выпадающих осадков. В нечерноземной зоне, где осадков выпадает больше, чем испаряется с поверхности почвы, эффективность удобрений выше, чем в лесостепной и степной зонах. Поэтому в зоне неустойчивого увлажнения одновременно с внесением удобрений необходимо проводить мероприятия по накоплению и рациональному использованию влаги.

Наряду с условиями увлажнения на эффективность удобрений влияют почвенные условия. Почвенное обследование всех пахотных земель проводится Государственной агрохимической службой 1 раз в 5—7 лет. По результатам почвенных анализов зональные

агрохимические лаборатории составляют почвенные карты и картограммы. Картограммы включают данные о кислотности почв, о содержании в ней подвижного фосфора и калия, об окультуренности почвы, мощности пахотного слоя, засоленности, эрозии и др. На основе картограмм устанавливаются дозы удобрений с учетом биологических особенностей культур севооборота, величины планируемого урожая. Кроме того, следует учитывать влияние предшественника в севообороте, вносимые под него удобрения и степень их использования соответствующей культурой.

Наиболее распространенными методами расчета доз удобрений являются следующие: расчет доз по выносу питательных веществ; расчет доз на дополнительный, т. е. планируемый урожай; расчет доз с учетом содержания в почве доступных растениям питательных веществ.

При расчете дозы по выносу питательных веществ принимается, что растения используют лишь вносимые удобрения. Определяется средний вынос питательных веществ урожаем основной продукции с единицы площади и это количество элементов питания и вносится в виде удобрений с поправкой на коэффициент их использования. Коэффициент использования удобрений определяется опытным путем и условно принимается равным: для азотных 60—80 %, для фосфорных 25 %, для калийных 60 %.

При расчете доз на дополнительный урожай условно принимают, что при естественном плодородии почвы можно получить средний урожай, и вносят только такое количество питательных элементов, которое с учетом коэффициента их использования из удобрения, выносится дополнительным урожаем.

За основу расчета доз удобрений с учетом содержания в почве доступных растениям питательных веществ принимают средние дозы и соотношение элементов питания, рекомендуемые под возделываемые культуры ближайшим опытным учреждением. В эту дозу в зависимости от обеспеченности почвы элементами питания вносят соответствующую поправку.

Все дозы минеральных удобрений рассчитывают обязательно в килограммах питательного вещества на 1 га, а в дальнейшем переводят на туки с учетом содержания в них азота, фосфора, калия. Микроудобрения вносят в небольших дозах, и особых расчетов они не требуют.

12.12. Сроки и способы внесения удобрений

Для достижения высокой эффективности минеральных удобрений они должны быть внесены в рекомендуемые сроки и равномерно распределены по полю. По срокам внесения различают удобрения основные (или допосевные), припосевные (припосадочные) и послепосевные (подкормка).

Основные удобрения вносят в зону распространения преобладающей массы корней. Фосфорные и калийные удобрения вно-

сят под яровые культуры осенью под вспашку. Их можно вносить и весной под культивацию, но при достаточно глубокой заделке. Весной следует вносить легкоподвижные азотные удобрения, а аммиачные формы можно вносить и осенью. Под озимые основную массу удобрений вносят под последнюю предпосевную обработку почвы.

В качестве припосевных удобрений применяют гранулированный суперфосфат и сложные гранулированные удобрения. Цель внесения припосевных удобрений — создание локальных очагов наиболее усвояемых питательных веществ в первый период роста. Вносят удобрения комбинированными зерно-туковыми сеялками или специальными приспособлениями к высевальным аппаратам в дозе 10—20 кг действующего вещества на 1 га.

Подкормки усиливают питание растений в отдельные фазы развития, когда потребность в отдельных питательных веществах может быть особенно острой. Подкормка может быть и внекорневой, путем опрыскивания листьев слабым раствором питательных веществ.

Наиболее оправдана ранняя весенняя подкормка озимых азотными удобрениями. Ее чаще всего выполняют с помощью авиации. Подкормка яровых целесообразна в зоне достаточного увлажнения. Хлопчатник подкармливают несколько раз за вегетацию.

Пастбища и сенокосы подкармливают азотными удобрениями весной и после каждого стравливания или укоса.

Равномерное распределение удобрений достигается правильной установкой и регулировкой туковысевающих агрегатов, а также соблюдением положенного расстояния между их проходами.

Навоз, как основное органическое удобрение, вносят либо в пару летом, либо под весеннюю перепашку под пропашные культуры. На суглинистых и глинистых почвах целесообразнее заделывать навоз под зяблевую вспашку. На легкосуглинистых и песчаных почвах лучшие результаты дает запахивание его на дно борозды, а на более тяжелых суглинистых — перемешивание его с пахотным слоем.

Перспективным является внесение суммарной дозы фосфорно-калийных удобрений, рассчитанной по соответствующим нормам для всего севооборота 1 раз за ротацию. Этот прием допустим на хорошо окультуренных почвах с большой емкостью поглощения. Вымывание калия при периодическом внесении высоких доз наблюдается только на легких почвах. Нельзя вносить в запас фосфор на сильноокислых почвах, так как в них происходит закрепление фосфатов.

12.13. Система удобрений в различных севооборотах

Дозы минеральных удобрений зависят от биологических особенностей возделываемых культур, их потребности в элементах питания и размещения в севообороте. Существуют общие требования различных групп культур к пищевому режиму.

Пропашные культуры. Средний вынос питательных веществ пропашными культурами с 1 га составляет 100—130 кг K_2O , 100—130 кг N, 40—60 кг P_2O_5 и 50—60 кг CaO. Основная потребность в элементах питания этих культур должна покрываться за счет органических удобрений, которые лучше вносить с осени, можно и под промежуточную культуру. Пропашные культуры хорошо используют последствие органических удобрений, т. е. на второй год после их внесения.

Хорошим предшественником пропашных являются бобовые культуры, при этом чтобы избежать избытка азота, после подъема пласта клевера или люцерны дозу навоза уменьшают наполовину.

Период потребления элементов питания пропашными культурами очень растянут, что позволяет им хорошо использовать органические удобрения.

Картофель предъявляет повышенные требования к обеспечению почвы азотом и калием, в то же время избыток азота в почве, особенно после цветения, усиливает рост ботвы и снижает урожай клубней. Высокое содержание хлора угнетает рост и развитие картофеля. Под эту культуру следует применять калийные удобрения с низким содержанием хлора или вносить хлорсодержащие удобрения с осени.

Картофель хорошо переносит среднекислые почвы и отрицательно реагирует на известкование почвы по полной дозе.

Сахарная свекла не выносит кислых почв. Она предъявляет высокие требования к пищевому режиму. В первый период развития оптимальным является соотношение: $N : P_2O_5 : K_2O = 1,0 : 1,5 : 1,4$, а в период активного роста корня и накопления сахаров наиболее благоприятное соотношение: $N : P_2O_5 : K_2O = 1,0 : 3,6 : 6,5$. Сахарная свекла хорошо переносит засоление почв, но отрицательно реагирует на хлорсодержащие удобрения.

Лен предпочитает легкоусвояемые формы питательных веществ. Потребность в азоте и калии больше всего в период бутонизации и цветения. Поглощение фосфора растянуто по времени. Особенно чувствительны к недостатку фосфора всходы. Лен хорошо растет на слабокислых, средне- и легкосуглинистых почвах. После известкования он часто страдает от недостатка бора. Имея слаборазвитую корневую систему, лен требователен к высокому содержанию питательных веществ в пахотном слое почвы.

Зерновые культуры. Средний вынос питательных веществ с 1 га составляет 40—80 кг N, 30—40 кг P_2O_5 , 60—90 кг K_2O и 15—30 кг CaO.

Азотные удобрения под озимые и яровые культуры вносят весной поверхностно. Доза азота зависит от того, следуют ли зерновые в севообороте по зерновым, после пропашных, заправленных навозом, или после бобовых. В двух последних случаях доза минерального азота снижается на 10—20 кг/га. На тех почвах, где возможно полегание зерновых, от азотных удобрений следует отказаться.

Зерновые культуры не предъявляют особых требований к формам удобрений. Однако под пшеницу и ячмень по возможности следует вносить аммиачную селитру. Известкование в рамках севооборота можно проводить и под пшеницу, и под ячмень.

Фосфорные и калийные удобрения, а также известь вносят под вспашку или под лущение. Только на песчаных почвах во избежание потерь вследствие вымывания калийные удобрения вносят поверхностно весной. Такие органические удобрения, как навоз и навозную жижу, вносить не следует; хорошие результаты дает применение зеленого удобрения.

Зернобобовые культуры. Выносят из почвы небольшое количество питательных веществ. Так, при средних урожаях вынос составляет 30 кг/га P_2O_5 , 50 кг/га K_2O и 50 кг/га CaO . Зернобобовые культуры очень чувствительны к повышенной кислотности почвы и недостатку в ней кальция. Больше всего питательных веществ зернобобовые культуры усваивают в фазы бутонизации и цветения. На слабокультуренных почвах азот вносят в небольших количествах (до 10 кг/га) в начальный период роста.

Многолетние бобовые культуры требуют хорошего обеспечения фосфором, калием, кальцием и плохо переносят кислые почвы.

Специфические особенности сельскохозяйственных культур в отношении потребности к элементам минерального питания должны учитываться при разработке системы удобрений для каждой конкретной почвенно-климатической зоны в рамках системы существующих в этой зоне севооборотов.

В нечерноземной зоне, где почвы отличаются низким потенциальным плодородием, а климатические условия (достаточное количество тепла и влаги) обеспечивают высокую эффективность удобрений, система удобрений должна быть направлена на окультуривание дерново-подзолистых почв путем обязательного их известкования и внесения органических удобрений. Баланс элементов питания при любой системе удобрений должен быть положительным, что позволит добиться окультуривания почвы в течение нескольких ротаций. Обычно органические удобрения вносят под пропашные культуры, а их последствие используют зерновые. Система удобрений в полевом 9-польном севообороте приведена в табл. 12.1.

В лесостепной и степной зонах основной тип севооборота зернопропашной с занятыми или чистыми парами. Эффективность удобрений в этих зонах достигается лишь при системе земледелия, направленной на обеспечение благоприятного водного режима. Наибольшее значение имеет внесение фосфорных удобрений. Азотные удобрения хорошие результаты дают на малоплодородных почвах во влажные годы. Примерная система удобрений показана в табл. 12.2.

В районах орошаемого земледелия Средней Азии, Закавказья, юго-востока СССР, юга Украины и РСФСР на пахотных землях исключительно высока эффективность использования удобрений. Основными культурами здесь являются: хлопчатник, рис, сахар-

Таблица 12.1

Примерная схема системы удобрений в севообороте нечерноземной зоны

Культура	До посева, кг/га				При посеве, кг/га		Подкормка, N, кг/га
	навоз (т/га)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	
Картофель	20—30	30—40	15—20	30—40	15	15	20—30
Озимые		15—20	15—20	20—30		10	
Яровые с подсевом клевера		35—40	50—80	60—80		10	
Клевер							
Озимые		15—20	15—20	20—30		10	20
Картофель	20—30	60—70	30—40	60—90	10	15	20—30
Яровые	—	30—40	15—20	20—30		10	
Однолетние на корм	15—20	60—80	30—40	60—90			
Озимые		30—40	15—20	20—30		10	20—30

ная свекла, кукуруза, люцерна, озимая пшеница — их удельный вес в севообороте составляет 50—75%. В зависимости от полвных норм эффективность удобрений на орошаемых землях в 3—5 раз выше, чем на богаре.

Основное удобрение на орошаемых землях заделывают под основную вспашку. При проведении влагозарядковых поливов фосфорные удобрения вносят до вспашки и влагозарядки, а азотные — после влагозарядки. При посеве применяют рядковое азотно-фосфорное удобрение. В период вегетации подкормки проводят с каждым поливом.

Таблица 12.2

Система удобрений при средней обеспеченности почвы элементами питания

Культура	До посева, кг/га				При посеве, кг/га			Подкормка, N, кг/га
	навоз (т/га)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Пар	15		40—50					20
Озимые								
Сахарная свекла		30—40	60—70	40—50	8	10	5	
Яровые зерновые						15		
Кукуруза на силос	20	30	30—50			10		

Часть пятая. РАСТЕНИЕВОДСТВО

Растениеводство — это наука о культурных растениях и методах их выращивания с целью получения высоких урожаев наилучшего качества. Растениеводство входит в комплекс агрономических наук. Оно тесно связано с почвоведением, общим земледелием, сельскохозяйственной метеорологией, физиологией и биохимией растений, агрофизикой и агрохимией.

Основной объект исследования растениеводства — сельскохозяйственное растение, его биология, требования к окружающей среде. Из биологических особенностей отдельных культур растениеводство изучает: продолжительность вегетационного периода растений; ритмы роста и развития; последовательные фазы вегетации и морфогенеза; динамику развития корневой системы и формирования хозяйственно-полезных органов и частей растения; обмен веществ; водный и пищевой режимы; зимостойкость, морозо-, засухо- и солеустойчивость растений и др.

Все культурные растения для удобства изучения и разработки агротехники объединяют по сходным признакам в отдельные группы. Наиболее распространена классификация растений на группы по сходству биологии и характеру использования их в народном хозяйстве. По этим признакам все культурные растения делят на несколько больших групп: полевые, овощные, плодово-ягодные и др. В свою очередь каждая группа подразделяется на подгруппы. Так, полевые культуры включают зерновые, технические (бобовые, клубнеплоды и корнеплоды, масличные и пряильные культуры) и кормовые растения.

Глава 13. ЗЕРНОВЫЕ ХЛЕБНЫЕ КУЛЬТУРЫ

13.1. Краткая характеристика зерновых хлебных культур

К основным зерновым хлебным культурам относятся пшеница, рожь, ячмень, овес, кукуруза, просо, сорго, рис и гречиха. Все они однолетние травянистые растения, принадлежат к семейству мятликовых (злаков), кроме гречихи, которая относится к семейству гречишных.

Многие хлебные культуры, а именно пшеница, рожь, ячмень и овес, имеют яровые и озимые формы. Эти формы различаются

между собой по способу выращивания. Так, нормальное развитие озимых культур связано с условиями перезимовки — их высевают осенью, а урожай получают на следующий год. Яровые культуры нуждаются в более коротком периоде воздействия пониженными температурами, им достаточно весеннего периода. Поэтому их высевают весной, и урожай они дают в год посева.

Все злаковые культуры сходны по морфологическому строению. Их корневая система состоит из множества тонких придаточных корней, собранных в пучок (мочку). Различают корни первичные, или зародышевые, и вторичные, возникающие из подземных стеблевых узлов, преимущественно из узла кущения. Преобладающая часть корней хлебных злаков развивается в верхнем (пахотном) слое, почвы, и лишь отдельные корни проникают на глубину до 100—150 см (ячмень, овес, рис, кукуруза), 180—200 см (пшеница, рожь), 200—250 см (сорго).

Стебель зерновых культур, называемый соломиной, у большинства злаков полый, имеет несколько (5—6) стеблевых узлов, разделяющих его на междоузлия. Высота стебля зависит от биологических особенностей культуры и условий ее произрастания и колеблется от 50 до 200 см. У сорго и кукурузы стебель достигает 3—4 м и более. Высокий стебель зерновых культур не всегда является достоинством сорта, так как при высоком стебле у растений снижается устойчивость к полеганию.

Лист хлебных злаков состоит из листового влагалища, охватывающего стебель, и линейной листовой пластинки. Влагалищной частью лист прикрепляется к стеблевому узлу, образуя над последним кольцеобразное утолщение — листовой узел. В том месте, где влагалище переходит в листовую пластинку, с внутренней его стороны возникает в виде прозрачной пленки язычок, а с наружной — ушки. Форма ушек и язычка — отличительный признак при определении различных злаков до цветения. У овса, например, язычок сильно развит, а ушек нет; у ячменя язычок короткий, а ушки сильно развиты; у пшеницы язычок короткий, ушки небольшие, ясно выраженные, часто с ресничками; у ржи язычок тоже короткий, ушки короткие, рано опадают. Окраска листа злаков — от светло-зеленой до темно-зеленой, иногда до фиолетовой. Она зависит от сортовых особенностей растения и условий питания.

Соцветие зерновых культур — сложный колос (у пшеницы, ячменя, ржи и женское соцветие у кукурузы, обычно называемое початком) или метелка (у овса, проса, сорго, риса, гречихи и мужское соцветие у кукурузы). Сложный колос имеет удлиненную главную ось, на уступах которой с обеих сторон расположены колоски, содержащие несколько цветков. На главной оси метелки на разной высоте развиваются боковые ветви различного порядка (первого, второго, третьего и т. д.), на концах которых также расположены колоски.

Цветки зерновых культур, кроме кукурузы, обоеполые, т. е. в одном и том же цветке находятся тычинки и пестики.

Среди злаков встречаются перекрестноопылители (рожь, кукуруза, сорго) и самоопылители (пшеница, ячмень, овес, просо, рис). Однако самоопыление не очень строгий признак. У самоопылителей в большей или меньшей степени может быть перекрестное опыление.

Плод хлебных злаков — односемянная зерновка, называемая зерном. Снаружи зерно покрыто плодовой и семенной оболочками. В нижней части зерна расположен зародыш, в котором имеются в зачатке органы будущего растения — первичный корень, первичный стебель и почечка. Основную массу зерна составляет эндосперм, заполненный крахмалом и белком, что обеспечивает питанием зародыш при его прорастании. От эндосперма зародыш отделен щитком, который обращен к эндосперму всасывающими клетками. Через них-то при прорастании зародыша из эндосперма и поступают питательные вещества, необходимые для роста и развития всходов.

Химический состав зерна хлебных культур значительно варьирует. Так, белка в зерне содержится от 10 до 16 %, углеводов — от 55 до 70 %, жиров — от 1,5 до 4,5 %, а в зерне овса и кукурузы — до 6 %, зольных веществ — от 1,5 до 3,0 %, воды — от 12 до 14 %.

Содержание белка (как и других составных частей) в зерне хлебных злаков непостоянно. Оно зависит от видовых и сортовых особенностей культуры, климатических условий, погоды и приемов агротехники. У зерновых культур, выращенных в районах с континентальным климатом, а в других районах — в годы с большим количеством тепла и света белка в зерне больше, чем у культур, выращенных в районах с мягким климатом и в дождливые годы. На почвах, богатых азотом и фосфором, а также удобренных азотом зерно хлебных злаков отличается повышенным содержанием белка. В зерне продовольственных зерновых культур ценятся белки, образующие клейковину, от количества и качества которой зависят хлебопекарные свойства муки (упругость теста, пористость и объем хлеба). В зерне пшеницы количество сырой клейковины может колебаться от 16 до 40 %.

Белок хлебных злаков содержит аминокислоты, в том числе незаменимые, т. е. такие, которые не могут синтезироваться в организме животных и человека (лизин, метионин, триптофан и др.) и должны доставляться в организм с пищей. Поэтому повышенное содержание этих аминокислот в белке злаков полезно для человека и животных. В зерне содержатся также витамины группы В (В₁, В₂, В₆) и витамин РР, а в проросшем зерне — витамины А, С и Д.

Питательная ценность зерна и кормов измеряется с помощью кормовых единиц. За одну кормовую единицу принята питательность 1 кг сухого (зерна) овса; питательность 1 кг пшеницы и ржи приравнивается к 1,18 кормовой единице, 1 кг ячменя — к 1,27, 1 кг зерна кукурузы — к 1,34 кормовой единице; кормовая

ценность 1 кг соломы составляет от 0,2 (рожь, пшеница) до 0,30—0,35 (овес, ячмень) кормовой единицы.

На протяжении периода вегетации зерновые культуры проходят несколько фаз развития. У зерновых злаков наблюдаются следующие фазы: прорастание зерна, появление всходов, кушение, выход в трубку, колошение (выметывание), цветение, формирование и наливание зерна, созревание.

Для прорастания зерна нужны тепло, влага и воздух (кислород). Зерно прорастает после того, как набухнет. При достаточном количестве тепла в набухающем зерне начинает работать ферментная система, в результате чего белки, жиры и крахмал переходят в более простые и растворимые в воде органические соединения, которые идут на питание зародыша.

При поступлении питательных веществ в зародыш сначала трогаются в рост первичные корешки, а затем — и первичный стебель. Когда проросшее зерно образует первый развернутый лист над поверхностью почвы, отмечают фазу появления всходов. В полевых условиях всходы хлебных злаков появляются на 7—10-й день.

Фаза кушения у зерновых культур обычно наступает через две недели после фазы появления всходов.

Кушение — это образование надземных побегов (стеблей) и вторичных корней из подземных стеблевых узлов (узлов кушения). Оно начинается с появления у растений 3—4 настоящих листьев.

Количество стеблей, развивающихся из одного семени, или кустистость, зависит от многих условий: влажности и температуры почвы, ее плодородия, видовых и сортовых особенностей, агротехнических приемов (сроков посева, нормы высева, качества семян, глубины заделки и др.).

Различают общую и продуктивную кустистость. Под общей кустистостью понимают среднее количество стеблей, приходящихся на одно растение, под продуктивной — количество стеблей на одно растение, образовавших продуктивный колос или метелку. Продуктивная кустистость у озимых составляет 3—4 стебля и более, у яровых — 1—3 стебля. В начале фазы кушения у яровых хлебных злаков закладывается соцветие.

В фазу кушения побеги уже имеют стеблевые узлы и очень короткие междоузлия — длина их меньше поперечного среза стебля. В дальнейшем междоузлия вытягиваются, соцветие, формирующееся из точки роста стебля, начинает подниматься вверх. Момент, когда соцветия (сложный колос или метелка) «выходят в трубку», т. е. когда верхний стеблевой узел можно прощупать внутри листового влагалища главного стебля на высоте 5 см от поверхности почвы, является началом фазы выхода в трубку. У яровых культур она наступает дней через десять после начала фазы кушения, у озимых — после перезимовки.

В фазу выхода в трубку усиленно растут все органы растения — стебель, корни, листья и соцветия. Поэтому в эту фазу зерновые

культуры очень требовательны ко всем условиям роста (теплу, свету, воздуху, питательным веществам и влаге).

Следующая фаза развития хлебных злаков — **колошение (выметывание)** — характеризуется выходом соцветия из влагалища верхнего листа: колоса — у пшеницы, ржи и ячменя, метелки — у овса, проса, риса и сорго. У кукурузы сначала происходит выметывание мужских соцветий — метелок (на верхушке стебля), несколько позже (на 2—4 сут) появляются женские соцветия — сложный колос (в пазухах листьев), так называемый початок, длина которого может составлять от 4 до 50 см, диаметр — от 2 до 10 см и масса — от 30 до 500 г. Эта фаза у зерновых культур в различных климатических условиях наступает в разные сроки, у яровых — чаще через 30—45 дней после фазы появления всходов. В фазу колошения (выметывания) для формирования высококачественного урожая зерна растения должны быть обеспечены необходимыми питательными веществами и влагой.

Фаза цветения у большинства злаков наступает после колошения. У самоопылителей (пшеница, ячмень, овес, просо, рис) пыльники тычинок созревают одновременно с пестиками и вскрываются, как правило, еще в закрытом цветке. Поэтому на рыльце пестика самоопылителей попадает прежде всего своя пыльца.

Перекрестноопылители (рожь, кукуруза, сорго) цветут при открытых цветковых пленках; поэтому пыльца с одних цветков ветром переносится на другие.

С момента оплодотворения яйцеклетки до полной спелости зерна в семени наблюдается ряд сложных превращений. Этот процесс делят на четыре периода, которые наиболее подробно изучены у зерновых культур.

1. **Образование семян** — период от оплодотворения яйцеклетки до появления точки роста. Семя может дать слабый росток. Масса 1000 семян 1 г. Продолжительность периода 7—9 дней.

2. **Формирование семян** — период от образования семян до установления окончательной длины зерна. В семени много свободной воды и мало сухого вещества. Масса 1000 семян 8—12 г.

3. **Налив зерна** — период от начала отложения крахмала в эндосперме (питательной ткани) до прекращения этого процесса. Влажность зерна снижается до 37—40 %. Продолжительность периода 20—25 дней.

Период налива зерна делят на четыре фазы:

1) **фазу водянистого состояния** — начинают формироваться клетки эндосперма; сухое вещество составляет 2—3 %; продолжительность фазы до 6 дней;

2) **фазу предмолочного состояния** — водянистое содержимое семени имеет молочный оттенок; сухое вещество составляет 10 %; продолжительность фазы 6—7 дней;

3) **фазу молочного состояния** — зерно содержит молокообразную белую жидкость; сухого вещества накапливается до 50 %; продолжительность фазы 7—15 дней;

4) фазу *тестообразного состояния* — эндосперм имеет консистенцию теста; сухое вещество составляет 85—90 %; продолжительность фазы 4—5 дней.

4. Созревание зерна — период от начала до полного прекращения поступления пластических веществ. Влажность зерна снижается до 12 и даже до 8 %. Зерно созрело и пригодно для технического использования, но развитие семени еще не закончено.

Период созревания зерна делят на две фазы:

1) фазу *восковой спелости* — эндосперм восковидный, упругий, легко режется ножом, оболочки желтые; влажность снижается до 30 %; продолжительность фазы 3—6 дней;

2) фазу *твердой спелости* — эндосперм твердый, на изломе мучнистый или стекловидный, оболочка плотная, кожистая, окраска типичная; влажность 8—22 %; продолжительность фазы 3—5 дней.

Во второй фазе периода созревания зерна протекают сложные биохимические процессы, после чего появляется новое и самое главное свойство семени — нормальная всхожесть. Поэтому дополнительно выделяют еще два периода: послеуборочное созревание и полная спелость.

В период послеуборочного созревания зерна заканчиваются процессы синтеза высокомолекулярных веществ (белков, жиров, углеводов) и затухает процесс дыхания. В начале периода всхожесть семян низкая, в конце — нормальная. Продолжительность периода колеблется от нескольких дней до нескольких месяцев в зависимости от биологических особенностей культуры и внешних условий.

Период полной спелости начинается с превращения семян в полноценные зачатки новых растений — их всхожесть становится максимальной.

1312. Пшеница

В культуре известно 22 вида пшениц, отличающихся по генетическим и морфологическим признакам. Среди культурных видов есть пшеницы с пленчатым зерном (полба, или двузернянка). В нашей стране возделывают только два вида пшеницы: мягкую, или обыкновенную (*Triticum sativum*), выращивают озимые и яровые формы, и твердую (*Triticum durum*), выращивают преимущественно яровые формы.

Среди мягких пшениц выделяют сильные пшеницы, отличающиеся большим содержанием высококачественной сырой клейковины (не ниже 28 %), высокой «силой» муки, что придает муке из этих пшениц хорошие хлебопекарные качества.

Твердая пшеница имеет самое высокое содержание белка (до 26 %), обладает наиболее высоким качеством клейковины. Муку твердых пшениц в основном используют в макаронном производстве, для выработки манной крупы, а также в кондитерском и

других производствах. Отруби из пшеницы — ценный концентрированный корм для скота. В 100 кг их находится 10,8 кг переваримого протеина, 70—80 кормовых единиц. Пшеничная солома может быть использована на корм животным (в 100 кг ее 2 кормовых единицы, 8 кг перевариваемого протеина).

Озимая пшеница. Это высокоурожайная и ценнейшая продовольственная культура. Она возделывается в большинстве районов нашей страны.

Там, где озимая пшеница хорошо перезимовывает, она является ведущей зерновой культурой (на Украине, Северном Кавказе, в Центрально-Черноземных областях). Но ее почти не сеют в Западной и Восточной Сибири, на Дальнем Востоке и Южном Урале. Озимая пшеница хорошо использует влагу осеннего и весеннего периодов, сильно кустится, рано созревает и поэтому меньше страдает от летней засухи и суховея по сравнению с яровой.

Основными условиями получения высоких урожаев озимой пшеницы являются: использование высокоурожайных сортов, подбор предшественников, тщательная обработка почвы, оптимальные сроки сева, применение минеральных удобрений, высокая культура земледелия.

На селекционных станциях нашей страны выведено множество сортов озимой пшеницы для возделывания в различных условиях. В СССР районировано около 80 сортов озимой пшеницы.

Особенно высокой урожайностью отличаются такие сорта озимой пшеницы, как Безостая 1, Аврора, Кавказ (выведены в Краснодарском НИИСХ); Мироновская 808, Мироновская юбилейная (выведены в Мироновском НИИ селекции семеноводства пшеницы). Широко известны сорта Одесская 3, Одесская 51, Краснодарская 39, Днепровская 521, Альбидум 114 и Ульяновка.

Семена озимой пшеницы начинают прорастать при температуре 1—2°C, всходы появляются при 3—4°C. Кустится она при температуре не менее чем 3—4°C.

К условиям перезимовки озимая пшеница более чувствительна, чем озимая рожь. Если снежного покрова нет, то она вымерзает при температуре —16... —18°C на глубине узла кушения. Однако при глубоком снежном покрове озимая пшеница выносит температуру воздуха до —35°C и ниже. К влаге требовательна. При недостатке ее в период всходов, осеннего и весеннего кушения и особенно в фазы выхода в трубку и колошения снижается урожай.

Для произрастания озимой пшеницы наиболее благоприятны черноземные и темно-каштановые почвы с нейтральной и слабощелочной реакцией, а также слабоподзолистые, перегнойно-карбонатные и дерновые почвы. Мало пригодны для нее почвы песчаные, заболоченные, сильноподзолистые.

Место в севообороте, обработка почвы и удобрения. В основных районах возделывания озимую пшеницу размещают в севооборотах по занятым и чистым парам. Парозанимающими культурами могут быть кукуруза на силос, зернобобовые (бобы, горох), картофель, клевер. Высевают ее и по непаровым зерно-

вым предшественникам, например, после ярового ячменя, по кукурузе на зерно и по подсолнечнику. В районах с недостаточным количеством осадков озимую пшеницу лучше высевать по чистому пару.

Обработка почвы под озимую пшеницу зависит от парозанимающей культуры, характера засоренности и от почвенных условий. Пшеница хорошо отзывается на углубление пахотного слоя, на глубокую осеннюю вспашку под парозанимающую культуру.

На посевах пропашных культур в паровом поле надо особенно тщательно проводить междурядную обработку. Тогда после уборки парозанимающей культуры не требуется вспашка, достаточно провести культивацию (глубокое рыхление) с последующим боронованием (поверхностное рыхление).

Если непаровые и парозанимающие культуры убраны за 1,5—2 месяца до посева озимой пшеницы, поле обрабатывают по системе полупара, т. е. после вспашки с боронованием проводят двукратную культивацию. В засушливые годы целесообразно немедленно после уборки парозанимающей культуры провести лущение.

В качестве основного удобрения под озимую пшеницу или под парозанимающую культуру вносят навоз, компосты в количестве 20—30 т/га. Минеральные удобрения вносят в соответствии с рекомендациями агрохимической лаборатории и с показателями агрохимического обследования почв.

Большое значение обычно имеют фосфорные удобрения. Внесение суперфосфата из расчета 45—60 кг действующего вещества на 1 га дает прибавку урожая зерна от 4 до 5 ц/га. На выщелоченных черноземах и в нечерноземной зоне возможно применение и фосфоритной муки. Наиболее эффективно внесение гранулированного суперфосфата в рядки в дозе 10 кг действующего вещества на 1 га; урожайность возрастает на 2—3 ц. При этом суперфосфат вносят или специальными комбинированными сеялками, или вместе с семенами. На серых лесных и подзолистых почвах и на черноземах, если не применяется навоз, хорошие результаты получают от внесения в паровое поле калийных удобрений. Эти удобрения применяют из расчета 40—60 кг действующего вещества на 1 га. Азотные минеральные удобрения вносят в подкормки главным образом рано весной, но иногда и осенью. Доза азота 30—60 кг действующего вещества на 1 га. Каждый килограмм азота дает дополнительно 10—15 кг зерна и более. Озимую пшеницу, высеваемую после парозанимающих культур или непаровых предшественников, в том числе и зернобобовых, обязательно удобряют азотом с осени.

Необходимость применения подкормки весной объясняется тем, что озимая пшеница выходит из-под снега ослабленной и нуждается в усиленном питании. Для повышения качества зерна применяют некорневую подкормку в период цветения — начало налива зерна.

Посев. Приемы подготовки семенного материала (зерна) к посеву общие: очистка, сортировка (для выделения более круп-

ных тяжеловесных фракций), протравливание и обработка препаратом ТУР (хлорхолинхлорид) в дозе 0,5 кг на 1 ц семян (для повышения зимостойкости и против полегания).

В более северных районах в хозяйствах необходимо иметь переходящие семенные фонды озимой пшеницы, чтобы посев проводить не запаздывая, пользуясь семенами из урожая предыдущего года.

Озимую пшеницу сеют несколько раньше, чем озимую рожь, так как она медленнее развивается. Период осенней вегетации озимой пшеницы должен быть не менее 50—55 дней.

Применительно к различным зонам страны рекомендуются следующие сроки посева озимой пшеницы: южная степная зона — 1—20 сентября, лесостепь и юго-восток — 20 августа — 1 сентября, нечерноземная зона — 20—25 августа.

Обычная норма высева озимой пшеницы — от 4,0 до 6,5 млн всхожих семян, или 150—200 кг/га.

Сеют пшеницу рядовым или узкорядным способом. Широко применяют также перекрестно-диагональный способ, который позволяет повысить производительность посевных агрегатов и использовать преимущество сближенных рядков посева. Хорошие результаты дает посев озимой пшеницы стерневыми сеялками, а также безрядковый посев.

В случае применения интенсивной технологии посев проводят с оставлением «технологической колеи», по которой передвигается агрегат при уходе за растениями в период вегетации.

Большое значение имеет направление рядков при посеве. Если позволяют условия, их следует располагать с севера на юг. В этом случае растения лучше используют утренние и вечерние лучи солнца, а в полуденные часы меньше перегреваются.

Глубина заделки семян 5—6 см, при пересыхании поверхностного слоя почвы 7—8 см.

Уход и уборка урожая. Первый прием ухода за озимой пшеницей — прикатывание после посева. Оно предупреждает выпирание узла кущения при оседании почвы. Переросшие озимые подкашивают, чтобы при выпадении снега не создавалась воздушная прослойка между почвой и снежным покровом.

Осенью и весной для предупреждения вымокания посевов принимают меры по удалению избытка воды, зимой проводят снегозадержание. В орошаемых районах в течение вегетации проводят вегетационные поливы, совмещаемые обычно с подкормкой, а в осенне-зимнее время — влагозарядковые поливы. Весной озимую пшеницу подкармливают и боронуют.

Озимая пшеница хорошо дозревает в валках, поэтому убирают ее преимущественно отдельным способом, т. е. скашивают жаткой в валки в период восковой спелости (за 5—7 дней до полного созревания), а затем после подсыхания валков подбирают их комбайном и обмолачивают. Возможно и прямое комбайнирование. Запаздывать с уборкой нельзя, так как это приводит к осыпанию зерна.

Яровая пшеница. Эта зерновая культура занимает первое место по посевной площади и по сбору зерна среди хлебных злаков. Из муки твердой пшеницы вырабатывают манную крупу и макаронные изделия, а муку мягкой пшеницы используют в хлебопечении.

В Советском Союзе яровую пшеницу возделывают повсеместно, но в основном в Западной и Восточной Сибири, Казахской ССР, Поволжье и на Южном Урале. Эти районы дают стране свыше 80 % всего урожая яровой пшеницы.

Вегетационный период яровой пшеницы (от посева до созревания) в разных зонах и для разных сортов колеблется от 90 до 110 дней. Всходы появляются при температуре почвы 4—5°C. Весенние заморозки —5...—7°C во время всходов эта культура переносит хорошо, но в период созревания заморозки ниже —2...—3°C опасны. Лучшая температура для ее роста и развития около 20°C.

Твердая пшеница менее устойчива к почвенной засухе, но лучше, чем мягкая, переносит воздушную засуху.

Пшеница очень чувствительна к повышенной кислотности почвы, поэтому лучше растет и развивается на слабокислых и нейтральных почвах. Черноземы, каштановые, серые лесные, дерновые почвы на карбонатных породах благоприятны для этой культуры. В нечерноземной зоне пшеница хорошо удается на слабо- и среднеподзолистых почвах, а при условии известкования — и на сильноподзолистых.

В СССР районировано свыше 100 сортов яровой пшеницы, из них наибольшие площади занимают следующие сорта: Харьковская 46, Народная, Мелянопус 26, Алмаз и др.

Из мягких яровых пшениц наиболее распространены сорта: Саратовская 29, Мильтурум 553, Лютесценс 758, Диамант, Комета.

Место в севообороте, обработка почвы и удобрения. Яровую пшеницу размещают после озимой ржи, озимой пшеницы, пропашных (кукурузы, картофеля, сахарной свеклы, подсолнечника) и зернобобовых культур (кормовых бобов, гороха), а также после клевера. В Западной Сибири и Казахстане, где озимых выращивают мало, яровую пшеницу высевают после чистого пара в течение 2—3 лет на одном поле.

При распашке целинных земель яровую пшеницу возделывают три года подряд на одном поле, причем первой культурой высевают по возможности твердую пшеницу, а второй и третьей — мягкую.

Осенняя (зяблевая) обработка почвы под яровую пшеницу определяется предшественниками. После пропашных (кукуруза, картофель) чистые от сорняков поля только лушат, после зерновых — вслед за уборкой поле немедленно пашут плугом с предплужниками или лушат с последующей глубокой вспашкой (через 15—20 суток после появления всходов сорняков).

В зоне недостаточного увлажнения — на юго-востоке, в Казахстане, на Южном Урале — осенью вслед за вспашкой зябь вырав-

нивают боронованием, а иногда прикатывают кольчатыми катками для предотвращения иссушения почвы. При благоприятных условиях влажности на выровненной зяби осенью могут появиться сорняки, которые уничтожают глубоким рыхлением — культивацией. В некоторых районах Зауралья и Сибири под яровую пшеницу, по предложению Т. С. Мальцева, успешно применяют глубокую безотвальную обработку почвы один раз в 4—5 лет, в остальные годы пшеницу сеют после обработки почвы лущением, проводимым осенью и весной, но чаще чередуют — один год после безотвальной обработки и один год после лущения.

В засушливых районах, особенно подверженных ветровой эрозии, почву под яровую пшеницу осенью обрабатывают культиваторами-плоскорезами с сохранением стерни, которая препятствует выдуванию почвы и способствует задержанию снега; зимой проводят снегозадержание снегопахами. Для предпосевной обработки почвы используют игольчатые бороны. Посев проводят в стерню специальными сеялками.

Навоз вносят непосредственно под яровую пшеницу, если ее размещают по чистому пару, в других случаях его вносят под предшественники.

Из минеральных удобрений эта культура получает прежде всего фосфорные в виде суперфосфата, а на подзолистых почвах и оподзоленных черноземах — смесь фосфоритной муки и суперфосфата из расчета 45—60 кг действующего вещества на 1 га.

Азотные удобрения хорошо сказываются на урожайности в районах достаточного увлажнения, особенно на Северо-Западе и в центральных районах нечерноземной зоны, в Волго-Вятском районе и в Предуралье. Более высокие урожаи получают при внесении фосфорных удобрений в два срока: до посева с осени под плуг или весной под культиватор и при посеве вместе с семенами — по 10 кг действующего вещества на 1 га.

Посев. Перед посевом семена тщательно сортируют, отбирая более крупные. Для оздоровления семян их проветривают, подвергают воздушно-тепловому и солнечному обогреву, а также пропаривают для предупреждения заболевания твердой головней.

Сроки посева яровой пшеницы должны быть дифференцированы по районам и соответствовать местным условиям. В большинстве случаев наиболее благоприятны ранние сроки посева, в первые дни полевых работ. В некоторых районах Урала, Сибири, Северного Казахстана, особенно там, где поля сильно засорены овсягом, целесообразны более поздние сроки посева, чтобы была возможность уничтожить всходы сорняков повторной культивацией. При поздних сроках посева (вторая декада мая) период наибольшего потребления растениями влаги совпадает с периодом июльских дождей, что способствует повышению урожая. Но в отдельные годы есть риск невызревания яровой пшеницы.

Лучший способ посева — узкорядный или перекрестный на глубину 3—5 см, а в засушливых районах — на глубину 6—7 см. Для получения высокого урожая пшеницы требуется, чтобы на каж-

дом квадратном метре было не меньше 350—400 (на юге и юго-востоке) или 500—650 (в зоне достаточного увлажнения) колосьев. Исходя из этого, устанавливают норму высева яровой пшеницы, равную 4—7 млн всхожих семян, или 120—230 кг/га (в зависимости от района посева и крупности семян). Количество семян при высеве должно намного превышать оптимальное количество стеблей перед уборкой урожая, так как далеко не все зерна дают всходы (полнота всходов 60—70 %).

Уход и уборка урожая. Яровая пшеница больше других яровых хлебов нуждается в уходе. Борьба с сорняками, кроме обработки почвы, обеспечивается применением гербицидов, которыми опрыскивают посевы в фазу кушения. Против полегания применяют препарат ТУР (от 2 до 4 кг действующего вещества на 1 га) в период кушения — выход в трубку.

Для повышения содержания белка и клейковины применяют некорневую подкормку азотом в фазу колошения, используя для этой цели мочевины (30 кг действующего вещества на 1 га).

Убирают яровую пшеницу в южных районах страны в начале июля, в восточных — в августе, в северных — во второй половине августа — начале сентября. Уборку проводят раздельным способом в фазу начала или середины восковой спелости (в зависимости от района выращивания). По мере достижения пшеницей фазы полной спелости применяют прямое комбайнирование. Мягкие пшеницы как быстро осыпающиеся убирают раньше, чем твердые.

Для продления сроков уборки в восточных районах практикуется посев двух видов пшеницы — твердой и мягкой, а также двух сортов мягкой пшеницы, например более раннего и более позднего. Это позволяет осуществить уборку в оптимальные сроки и избежать потерь урожая.

13.3. Рожь

В культуре из 13 видов ржи известен один вид — рожь посевная, или культурная (*Secale segetale*), возделываемая преимущественно в северном полушарии. Существуют озимые и яровые формы ржи, но в культуре в основном выращивают озимую рожь.

Основное значение ржи — продовольственное. Для населения многих районов страны, особенно севера, рожь — главная продовольственная культура. Ржаной хлеб по калорийности и вкусовым качествам не уступает пшеничному, больше, чем пшеничный хлеб, содержит лизина (незаменимой аминокислоты), хотя хуже по переваримости и усвояемости. Рожь используется и на корм скоту: зерно ее применяют в качестве концентрированного корма, а зеленую массу — для ранней подкормки и даже для приготовления травяной муки. Солома идет на подстилку животным. Урожай соломы ржи обычно в два раза выше урожая зерна.

У нас в стране производство ржи сосредоточено главным образом в центральных и западных областях РСФСР, в Белоруссии,

в областях и республиках северо-востока Европейской части СССР. Большие площади заняты под рожь в Поволжье и Центрально-Черноземных областях.

В стране районировано свыше 50 сортов озимой ржи. Для каждой области или группы областей выведены сорта, которые по совокупности признаков (урожайность, зимостойкость и др.) являются наиболее подходящими. Преобладающую площадь посевов занимают сорта Вятка 2, а также Омка, Саратовская крупнозерная, Харьковская 55, Гибридная 2, Белга, Харьковская 60.

Озимая рожь. Эта рожь перезимовывает лучше, чем озимая пшеница, поэтому ее возделывают на севере, проникает она дальше озимой пшеницы и на восток.

Озимая рожь хорошо кустится (преимущественно осенью), дает четыре и больше продуктивных стеблей. Весной рано отрастает, продолжает куститься и через 30—35 дней после начала вегетации колосится. К почвам озимая рожь не требовательна: растет и на дерново-подзолистых песчаных, и на тяжелых суглинистых. Не выносит заболоченных и засоленных земель.

К недостаткам этой культуры следует отнести ее высокостебельность, вследствие чего рожь при высоких дозах удобрений полегаёт, что вызывает трудности при уборке и потери зерна.

Место в севообороте и удобрения. Озимая рожь занимает одно-два поля севооборота. В северных районах (с меньшей площадью пшеницы) в десятипольных севооборотах под рожь отводят даже три поля.

Предшественниками ржи могут быть чистые и занятые пары, а в засушливой зоне — и кулисные пары. В качестве парозанимающих культур можно в зависимости от климатических условий района использовать кукурузу и подсолнечник на силос, горох на зерно, вико-овсяную смесь на сено, картофель, клевер первого или второго годов пользования, из непаровых предшественников (на хорошо удобренных полях или на плодородных чистых от сорняков участках) — яровой ячмень.

Выбор вида пара зависит от климатических условий, состояния плодородия почвы, засоренности, применяемых агротехнических приемов и экономических соображений.

Необходимыми условиями размещения озимой ржи по занятым парам являются повышенное плодородие почвы, усиленное удобрение парозанимающих культур и самой ржи и достаточное увлажнение.

Озимая рожь отзывчива на внесение удобрений. Навоз на дерново-подзолистых почвах увеличивает ее урожайность в два раза и более. В смеси с навозом в виде компостов можно вносить и торф.

Из минеральных удобрений применяют фосфоритную муку или суперфосфат из расчета 60—90 и 45—60 кг действующего вещества на 1 га соответственно. Целесообразно также вносить в паровое поле фосфоритную муку, компостированную с навозом.

При посеве озимой ржи в рядки вносят гранулированный суперфосфат из расчета 10 кг действующего вещества на 1 га. Азотные удобрения применяют чаще рано весной в качестве подкормки (30—60 кг действующего вещества на 1 га).

При посеве ржи по занятым парам необходимо часть азота (30—40 кг/га) внести с осени до посева. В других случаях подкормку азотом можно вместо весны дать осенью по всходам или перед уходом ржи в зиму.

Посев. Перед посевом семена ржи очищают от примесей, сортируют и протравливают для предупреждения заболевания стеблевой головней.

В северных и северо-восточных областях рекомендуется создавать переходящие семенные фонды озимой ржи, чтобы ее своевременный посев не зависел от времени уборки. Если для посева приходится использовать свежесобранное зерно, то его следует хорошо просушить. Семена должны быть полной физиологической спелости. Поврежденные при обмолоте и сортировании семена ржи при хранении теряют всхожесть, особенно ближе к весне. Поэтому чтобы уберечь такие семена от потери всхожести при хранении, их надо хорошо просушить (до влажности 12—14 %) и заблаговременно протравить. Озимую рожь в зависимости от района возделывания сеют в следующие сроки: на севере — с 1 по 20 августа, в лесостепи — с 20 по 30 августа, на юго-западе и юго-востоке — с 1 по 20 сентября. Эти сроки уточняют, ориентируясь на погодные условия и местный опыт. Надо учитывать, что продолжительность осенней вегетации ржи (от посева до прекращения роста) составляет около 50 дней. Запоздывание с посевом резко снижает урожайность. При своевременном севе норма посева озимой ржи составляет 4—6 млн всхожих семян, или 120—180 кг/га. По мере продвижения к югу густоту посева снижают.

Сеют рожь обычными сеялками с междурядьями 13—15 см. Но лучше высевать узкорядными сеялками (междурядья 7,5—8,0 см) или перекрестным способом. Семена заделывают на глубину 3—6 см.

Уход и уборка урожая. Для предупреждения гибели озимых в переувлажненных местах осенью делают борозды для отвода лишней воды, выпадающей с осадками или образующейся весной при снеготаянии. При выпадении снега на талую почву его прикапывают. В местах, где снег выдувается, зимой проводят снегозадержание или с осени оставляют кулисы из стеблей парозанимающей культуры.

Ранней весной посева озимой ржи боронуют. Боронование проводят для разрушения почвенной корки, создания рыхлого поверхностного слоя почвы, что предохраняет ее от быстрого высыхания, для усиления притока воздуха к узлам кущения, удаления отмерших листьев растений и образовавшейся плесени.

Боронование предшествует весенняя подкормка или аммиачной селитрой, или навозной жижей, разбавленной водой (4—5 т/га), или птичьим пометом (4—5 ц/га).

Для уменьшения полегания ржи весной в начале фазы выхода в трубку применяют препарат тур (4 кг действующего вещества на 1 га) в виде водного раствора (500 л воды на 1 га).

Рожь убирают в нечерноземной зоне с 20 июля по 10 августа, а южнее — в первой декаде июля. Скашивать ее в валки при раздельном способе уборки нужно в середине фазы восковой спелости, а при наступлении полной спелости применяют прямое комбайнирование. Рожь легко осыпается, поэтому все уборочные машины снабжают зерноуловителями.

Рожь на зеленый корм сеют в кормовых севооборотах на почвах повышенного плодородия. При этом дают более высокую норму высева, применяют усиленную осеннюю или раннюю весеннюю подкормку.

13.4. Ячмень

Существует несколько десятков видов ячменя. В культуре встречается три вида, которые часто объединяют в один сборный вид — ячмень посевной (*Hordeum sativum*). В свою очередь он делится на три подвида — многорядный, двурядный и промежуточный. К многорядному подвиду относится распространенная разновидность *паллидум*, а к двурядному — разновидности *нутанс* и *медикум*.

Ячмень — ценная продовольственная, техническая и кормовая культура. По аминокислотному составу (особенно содержанию лизина) белок ячменя более ценен, чем белок пшеницы. Ячменное зерно идет для выработки ячневой и перловой круп, ячменной муки, добавляемой к пшеничной при выпечке хлеба, суррогата кофе. Зерно служит хорошим концентрированным кормом, используемым главным образом в свиноводстве и птицеводстве. По кормовому достоинству 1 кг зерна ячменя приравнивается к 1,27 кормовой единице, 1 кг ячменной соломы — к 0,35 кормовой единице. Крупный потребитель ячменя — пивоваренная промышленность. Продукты, извлекаемые из зерна ячменя в форме солодовых вытяжек, находят применение в текстильном, кондитерском и фармацевтическом производствах.

По биологическим особенностям ячмень подразделяют на яровой и озимый. Яровой ячмень возделывают на всей земледельческой территории СССР — от Заполярья до субтропиков. Однако в тех районах, где обеспечивается хорошая перезимовка озимых, например на Северном Кавказе, в Средней Азии, Крыму, Закавказье, целесообразно выращивать более урожайный озимый ячмень.

В стране районировано 79 сортов ярового ячменя и 38 сортов озимого. Наиболее распространенными сортами ярового ячменя являются: Винер, Московский 121, Донецкий 4, Нутанс 187, Унион.

Яровой ячмень предъявляет умеренные требования к теплу. Всходы появляются при температуре 3—4°C, переносят заморозки —7...—8°C, созревание может происходить при температуре

12—15°C. В то же время озимый ячмень менее зимостоек, чем рожь и пшеница, но более засухоустойчив — хорошо переносит высокие температуры, почвенную и воздушную засуху. Однако недостаток влаги в фазе стеблевания сильно снижает урожай озимого и ярового ячменя. Вегетационный период ярового ячменя в зависимости от сортовых особенностей и района возделывания длится 70—100 дней. Это самая скороспелая зерновая культура.

Лучшими для ячменя считаются черноземные, серые лесные почвы с глубоким пахотным слоем и нейтральной реакцией, а также слабо- и среднеподзолистые. Сильноподзолистые почвы без известкования или систематического внесения навоза непригодны для этой культуры. Не удается он и на очень засоленных почвах.

Место в севообороте, обработка почвы и удобрения. Яровой и озимый ячмень в севообороте обычно размещают после пропашных (сахарная свекла, кукуруза, картофель) или озимых культур. Сам же ячмень считается хорошим предшественником яровых и даже озимых хлебов (Северный Кавказ, Украина) и как покровная культура для многолетних трав.

При подготовке почвы учитывают отзывчивость ячменя на глубокую вспашку. Для получения дружных всходов, особенно ячменя пивоваренных сортов, нужна тщательная предпосевная обработка почвы, обязательно проводят боронование и прикатывание.

Ячмень более, чем другие зерновые культуры, отзывчив на навоз и минеральные удобрения. В нечерноземной зоне под эту культуру перед посевом вносят в соответствии с показателями агрохимического обследования почв, фосфора 40—60 кг, калия 60 кг, азота 45—90 кг действующего вещества на 1 га. Пивоваренные сорта ячменя обязательно удобряют фосфорными и калийными туками, улучшающими качество зерна.

Посев и уборка урожая. Перед посевом семена ячменя сортируют и протравливают для предупреждения заболевания твердой головней. Норма высева составляет 3,5—6,0 млн всхожих семян, или 140 кг/га (на юге черноземной зоны) и 240 кг/га (в нечерноземной зоне). Высевают ячмень в ранние сроки, иначе он повреждается скрытостебельными вредителями.

Ячмень убирают отдельным способом, а при низком стеблестое — прямым комбайнированием. Если ячмень используется на пищевые цели, его убирают при полном вызревании, если на фуражные — начиная с фазы восковой спелости. Ячмень, предназначенный на семенные и пивоваренные цели, необходимо убирать в сухую погоду, так как у влажного зерна может сильно снизиться энергия прорастания и всхожесть.

13.5. Овес

Известно около 70 видов овсов, но в культуре распространен один вид — овес посевной (*Avena sativa*), имеющий три группы разновидностей: раскидистый, сжатый и голозерный.

Овес в основном зернофуражная культура. Один килограмм сухого зерна овса среднего достоинства принят в качестве кормовой единицы. Овсяная солома и мякина служат кормом для скота. В 100 кг соломы 31 кормовая единица и 1,4 кг переваримого протеина. Овес вместе с викой повсеместно высевают и на зеленый корм.

Находит применение овес и как продовольственная культура, особенно в северных районах страны: его перерабатывают на муку, толокно, крупу и другие продукты.

Выращивают овес во многих районах страны. Основными районами возделывания являются: нечерноземная зона, лесостепь, Белоруссия, Прибалтика, Северный Казахстан и др. К лучшим сортам относятся Льговский 1026, Золотой дождь, Победа, Орел, Геркулес.

Овес посевной — яровое или зимующее растение. Он не требователен к теплу. Всходы появляются при температуре 3—4°C, переносят кратковременные заморозки до —7... —8°C. Однако далеко на север овес не продвинулся, так как имеет более продолжительный по сравнению с ячменем вегетационный период (90—110 дней) и, следовательно, попадает под ранние осенние заморозки.

К почвенным условиям менее требователен, чем остальные зерновые культуры: удается на тяжелых глинистых и суглинистых почвах, а также на заболоченных. Лучшие почвы — дерново-подзолистые, серые лесные, черноземы. Песчаные почвы менее благоприятны, так как они недостаточно увлажнены, а овес — культура влаголюбивая.

Кислые почвы овес переносит лучше, чем пшеница и ячмень, и в то же время он хорошо реагирует на известкование.

Наибольшие урожаи овса получают во влажные годы, особенно с осадками в период от выхода в трубку до выметывания метелки. Позднее выпадение осадков вызывает у него дополнительное кущение, появление нежелательного позднего подгона.

Место в севообороте, удобрения, посев и уборка урожая. В севообороте овес обычно занимает последнее поле и поэтому использует последние органических и минеральных удобрений, внесенных под предшествующие культуры. Непосредственное применение минеральных удобрений, особенно азотных, также дает хорошие результаты. Приемы осенней и весенней обработки почвы общие для ранних яровых зерновых культур. Подготовка семян овса к посеву состоит в сортировании на выровненность и в протравливании против пыльной и твердой головни.

Сеют овес рано весной в первые дни полевых работ. Норма высева в нечерноземной зоне 5,5—6,5 млн всхожих семян, или 180—220 кг/га, в степных и засушливых районах ее снижают до 140 кг/га. Глубина заделки семян 4—6 см. Посев обычный рядовой или узкорядный.

В посевах овса бывает много сорняков, одновременно с ним созревающих; их надо уничтожать гербицидами.

Созревает овес неравномерно, особенно если в посеве много подгона. Первыми созревают зерна в верхней части метелки. Убирают овес отдельным способом или прямым комбайнированием, когда зерна в верхней части большинства метелок достигнут полной спелости.

13.6. Кукуруза

Кукуруза (*Zea mays*) имеет много разнообразных форм и сортов. По внутреннему строению и морфологии зерна она делится на пять основных подвидов (групп): кремнистая, зубовидная, крахмалистая, сахарная и лопающаяся. Наибольшее хозяйственное значение имеют первые два подвида: зубовидная и кремнистая.

Кукуруза — культура высокой продуктивности и разностороннего использования. Ее возделывают на зерно, а также для получения початков и зеленой массы.

Из зерна кукурузы вырабатывают муку, крупу, кукурузные хлопья, получают крахмал, патоку, спирт, глюкозу, масло; из кукурузных стеблей, стержней початков и оберток — бумагу, линолеум, вискозу, искусственную пробку и другие технические продукты. Однако основное направление использования кукурузы — это кормовое. Зерно кукурузы — ценный концентрированный корм и сырье для комбикормовой промышленности. По составу оно мало отличается от зерна других хлебов. Кормовая ценность 100 кг зерна соответствует 134 кормовым единицам, а 100 кг зеленой массы — от 10 до 20 кормовых единиц (в зависимости от фазы, в которую кукуруза была убрана).

Основные районы возделывания кукурузы на зерно — Средняя Азия, Закавказье, Центральнo-Черноземные области, Поволжье. На силос кукурузу выращивают на Украине, в Центральнo-Черноземных областях, Поволжье, Башкирии и в нечерноземной зоне.

В стране районировано около 100 сортов и гибридов. По длительности вегетационного периода их можно разделить на несколько групп: ранние (Чишминская), среднеранние (Воронежская 76, Воронежская 80), среднеспелые (гибриды Буковинский 3, Буковинский 3ТВ, Днепровский 56ТВ, Днепровский 247МВ), среднепоздние (Стерлинг, Осетинская белая зубовидная, гибриды ВИР 25, ВИР 42М, Краснодарская 1/49), позднеспелые (Одесская 10, гибрид Одесский 27М). Сорта кукурузы так много, что для любого района возделывания можно подобрать наиболее подходящие для выращивания на зерно или на зеленую массу.

Биологические особенности. Кукуруза — однодомное растение с раздельнополоыми соцветиями (мужское соцветие — метелка, женское — сложный колос, или початок). Эта культура теплолюбивая. Семена большинства сортов и гибридов прорастают при температуре 8—10°C, но более энергичное прорастание наблюдается при 10—12°C. Во время выбрасывания метелки (в июле) необходима температура 22—25°C. Из-за высокого урожая растительной массы кукуруза нуждается в значительно больших запасах влаги в почве,

чем другие зерновые культуры. Она хорошо использует осадки второй половины лета, начиная с июля.

Кукуруза дает хороший урожай на плодородных почвах — черноземах, пойменных, легких суглинках; плохо растет на тяжелых глинах, сильносолонцеватых, заболоченных и кислых почвах.

Вегетационный период разных сортов кукурузы длится от 85 до 140 дней и более. Для формирования урожая silосной массы нужно около 100 дней. От продолжительности вегетационного периода разных сортов кукурузы зависят высота растений, количество, длина и ширина листьев, общая площадь листовой поверхности и урожайность.

Большое значение для получения высоких урожаев кукурузы имеет выведение и внедрение гибридных семян этой культуры. В результате скрещивания двух сортов или двух самоопыленных линий (потомство двух перекрестноопыляющихся растений, полученное в результате многократного принудительного самоопыления) развиваются растения, отличающиеся в первом поколении повышенной продуктивностью. Проявляется так называемый *гетерозис*. Урожайность гетерозисных гибридов на 10—30 % выше, чем у обычных сортов.

В селекции кукурузы различают гибриды межсортовые, сортолинейные, межлинейные простые и межлинейные двойные. Для получения *межсортовых гибридов* скрещивают два сорта. Например, гибрид Безенчукский — это результат скрещивания сорта Днепровская (материнская форма) и сорта Безенчукская 4 (отцовская форма). Прибавка урожая от межсортовых гибридов составляет 8—12 % (по сравнению с исходными сортами). При выведении *сортолинейных гибридов* скрещивают определенный сорт с так называемой чистой линией (потомство одного самоопыленного растения другого сорта). Например, гибрид Успех выведен путем скрещивания сорта Днепропетровская (материнская форма) с самоопыленной линией сорта Грушевская 380 (отцовская форма). Получаемые от такого скрещивания гибридные семена при высеве в первый год дают прибавку урожая до 15—20 %. От скрещивания двух самоопыленных линий образуются *простые межлинейные гибриды*, например, гибриды Искра, Идеал. Однако семена простых межлинейных гибридов для посева на производственных площадях, как правило, не используют; они служат родительскими формами для создания наиболее урожайных *двойных межлинейных гибридов*. К таким гибридам относятся ВИР 25, ВИР 37, ВИР 42 и др. Они дают урожай, превышающий в первом поколении урожай исходных сортов на 25—30 %.

Для выращивания гибридных семян кукурузы имеется специализированная сеть семеноводческих хозяйств.

Ежегодно опытные учреждения производят исходные формы — сорта или чистые линии. На следующий год элитно-семеноводческие хозяйства, скрещивая линии, получают простые межлинейные гибриды. В семеноводческих колхозах и совхозах путем скрещивания простых межлинейных гибридов, двух сортов и сорта

с чистыми линиями получают двойные межлинейные, межсортовые или сортолинейные гибриды, семена которых и используют для посева на производственных площадях.

При повторном посеве урожайность гибридных семян резко падает. Поэтому их выращивают ежегодно. До недавнего времени при получении гибридных семян кукурузы приходилось обрывать метелки у материнских форм растений. В настоящее время большинство гибридов выращивают на основе цитоплазматической мужской стерильности. Это значит, что пыльца метелок у материнских форм растений бесплодна. Поэтому такие метелки удалять с растений не требуется.

Место в севообороте, обработка почвы и удобрения. Лучшими предшественниками для кукурузы в севообороте являются озимые, пропашные (сахарная свекла) и зернобобовые культуры. На плодородных участках и при систематическом внесении удобрений посевы кукурузы можно выращивать на одном месте в течение нескольких лет. Сама кукуруза служит хорошим предшественником для многих культур, в том числе (при возделывании на силос) и для озимых. Она требовательна к глубине обработки почвы. Ранняя глубокая зяблевая вспашка (25—30 см в зависимости от типа почв) повышает урожайность зерна. Весенняя предпосевная обработка почвы, кроме раннего боронования, включает две-три культивации с одновременным боронованием.

Под кукурузу широко практикуется полупаровая обработка почвы. В этом случае после уборки рано созревших культур (обычно озимых хлебов) проводят двукратное лущение поля поспойно (на 5—6 и 10—12 см), а затем зяблевую вспашку.

Удобрения оказывают решающее влияние на урожайность зерна и зеленой массы кукурузы. Навоз (20—40 т/га) лучше вносить осенью под зяблевую вспашку. Минеральные удобрения (азот, фосфор и калий) можно вносить под предпосевную обработку почвы из расчета 60—90 кг действующего вещества на 1 га. Для повышения содержания протеина в зеленой массе дозу азота можно увеличивать до 120—150 кг/га. При посеве применяют гранулированный суперфосфат.

Посев и уборка урожая. Кукурузу начинают сеять, когда почва прогреется до 10—12°C, обычно через 10—15 дней после массового сева ранних яровых культур. Для каждой зоны и каждого сорта сроки посева устанавливают на основании местного опыта.

Применяют широкорядные пунктирные посевы кукурузы с точно регулируемым расстоянием между зернами и с междурядьями 70—90 см. Норма высева составляет в зависимости от крупности зерен 80—120 тыс. семян, или 10—25 кг/га.

Сеют кукурузу на юге на глубину 8—10 см, на севере — на глубину 4—6 см. Если почва сухая и быстро прогревается, семена заделывают глубже, и наоборот.

Уход состоит в прикатывании посева, двукратном бороновании (до всходов и по всходам в фазе 4—6 листьев), в междурядной трехкратной обработке: первая — в фазе 5—6 листьев, вто-

рая — примерно через две недели после первой и третья — при высоте растений 60—70 см. Глубина культиваций постепенно уменьшается. Первую культивацию проводят на глубину до 12 см, последнюю — на глубину 4—7 см.

Для полного уничтожения сорняков применяют гербициды. В засушливых районах гербициды вносят под первую или предпосевную культивацию, в районах с достаточным увлажнением — при посеве или после него под боронование до появления всходов.

Кукурузу на зерно убирают в фазу полной спелости специальными кукурузными комбайнами.

Посев кукурузы на силос в южной зоне не отличается от посева на зерно.

В средней зоне и на севере при использовании гербицидов возможны обычные широкорядные посевы с междурядьями 70—80 см. Количество растений на гектаре кукурузы, используемой на силос, должно быть в пределах 100—120 тыс. шт. Применяют и более загущенные посевы. Норма высева соответственно повышается до 45—60 кг/га.

Сроки посева кукурузы на силос такие же, как и на зерно. Исключения составляют повторные и пожнивные посевы, которые применяют на юге и юго-западе, например, после уборки гороха или озимых культур. Для обогащения корма белком кукурузу высевают в смеси с чинной, соей, бобами.

13.7. Просо

Просо — однолетняя яровая культура. Из четырех видов, произрастающих в нашей стране, для получения зерна возделывают в основном один вид — просо обыкновенное (*Panicum miliaceum*), подразделяемое по форме метелки на 5 групп: раскидистое, развесистое, пониклое, или сжатое, полукомовое и комовое (рис. 13.1). С формой метелки связан и признак скороспелости. Наиболее скороспелые сорта имеют раскидистую или развесистую форму, а также промежуточную — развесисто-пониклую (сжатую).

Просо — одна из важнейших крупяных культур. Из зерна вырабатывают пшеничную крупу, которая отличается хорошей развариваемостью и питательностью. Кроме того, зерно используют также для приготовления муки и как концентрированный корм для птицы, а отходы переработки зерна скармливают сельскохозяйственным животным.

В нашей стране просо возделывают в основном в Казахстане, Башкирии, Поволжье, Центрально-Черноземных областях (Тамбовской, Воронежской и Курской) и на Украине. Значительные площади посевов этой культуры имеются в Тульской и Орловской областях, сеют просо также в Горьковской области и в Татарской АССР.

В стране районировано около 40 сортов проса. Наиболее распространены следующие сорта: Саратовское 853, Веселоподолян-

ское 367, Долинское 86; из скороспелых сортов — Казанское 506, Омское 9.

Биологические особенности. Просо отличается засухоустойчивостью и жаростойкостью. В засушливые годы его урожайность

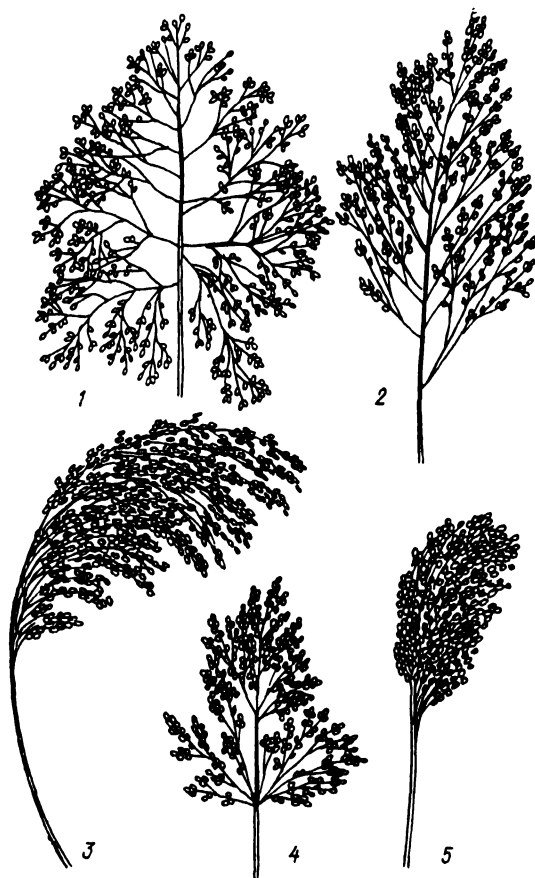


Рис. 13.1. Метелки проса раскидистого (1), развесистого (2), сжатого (3), полукомового (4) и комового (5).

всегда более высокая, чем у других зерновых культур. Это растение отличает медленное развитие до выметывания метелки, устойчивость против засухи в этот период, способность экономно расходовать влагу при ее недостатке и быстро возобновлять рост после временной засухи.

Вегетационный период скороспелых сортов проса короче, чем у других зерновых культур. Скороспелые сорта созревают за 60—

70 дней, среднеспелые — за 70—90 и позднеспелые — за 90—120 дней. Семена прорастают при температуре 8 °С. Для цветения необходима температура 16—20 °С. Просо хорошо растет только на плодородных, структурных почвах, чистых от сорняков. Лучшими для него считаются черноземы, каштановые почвы, а также серые лесные и дерновые почвы с нейтральной реакцией. Наибольшие урожаи просо дает на целинных землях в год распахки.

Место в севообороте, обработка почвы и удобрения. В севообороте просо сеют по многолетним травам или по пропашным культурам (сахарная свекла, картофель). Хорошими предшественниками для него в севообороте являются озимые и зернобобовые культуры.

Как осенняя, так и весенняя обработка почвы должна быть направлена на очистку поля от сорняков. Для этого весной проводят две культивации — раннюю и предпосевную. Перед посевом поле тщательно выравнивают боронованием и прикатыванием.

Под просо навоз непосредственно не вносят, но оно хорошо отзывается на его последствие. Хорошо реагирует эта культура и на фосфорные удобрения, особенно на гранулированный суперфосфат, внесенный в рядки при посеве в дозе 10 кг действующего вещества на 1 га.

Посев и уборка урожая. Сеют просо рядовым, широкорядным (междурядья 45 см) и ленточным (45+15 см) способами. Эффективность их в разных районах неодинакова. На целине и на полях, чистых от сорняков, можно применять обычный рядовой посев.

Высевают просо, когда почва прогреется до 10—12 °С. Обычная норма высева 1,5—2,5 млн всхожих семян на 1 га: при рядовом посеве это 30—40 кг, при широкорядном 20—25 кг (в степных районах юга 10—12 кг). Семена заделывают на глубину не более чем 2—4 см. При широкорядном и ленточном посевах обязательна междурядная обработка, особенно в начале лета, когда просо растет медленно. Все большее значение приобретает химическая прополка посевов гербицидами.

Созревает зерно проса неравномерно. К уборке приступают, как только созреет зерно верхней части метелки. Это зерно — наиболее ценное. Убирать лучше отдельным способом, чтобы уменьшить потери зерна. При наступлении восковой спелости зерна средней части метелки применяют прямое комбайнирование.

На юге приобретают большое значение пожнивные посевы проса. Для этого поле после уборки озимой пшеницы или ячменя немедленно обрабатывают и засевают скороспелыми сортами проса. Таким образом получают два урожая на одном поле.

13.8. Сорго

Из многочисленных видов сорго (*Sorghum*) в нашей стране культивируют четыре: сорго обыкновенное, джугара, гаолян и суданская трава.

По форме метелки различают две группы сорго: развесистое и комовое, а по его использованию — три группы: зерновое, сахарное и веничное. Зерновое сорго имеет комовую форму метелки, сахарное и веничное — преимущественно развесистую.

Сорго — высокоурожайная продовольственная, кормовая и техническая культура. Зерно его используют для выработки муки, крупы, спирта, крахмала. Из стеблей сахарных сортов сорго, содержащих 10—15 % сахара, готовят сиропы, получают патоку (сорговый мед). Зерно сорго скармливают также животным и птице, зеленую массу сушат и силосуют. Солома растений сорго является сырьем для производства бумаги, картона, плетеных изделий (циновок), веников, ею покрывают крыши и используют на топливо.

На территории СССР сорго издавна возделывают в Средней Азии и на Дальнем Востоке. Такой вид сорго, как джугара, выращивают на небольших площадях в Нижнем Поволжье, Казахстане, в Молдавии и на юге Украины, а гаолян, кроме Дальнего Востока, — еще и на Северном Кавказе.

Лучшими сортами и гибридами сорго являются Степной 5, Кубанское красное 1677, Кормовой 5, Оранжевое 160 и др.

Биологические особенности. Сорго исключительно засухоустойчиво. Оно отличается легкой приспособляемостью к почвенным и климатическим условиям. Культура эта теплолюбива, ее требования к теплу выше, чем у кукурузы и проса. Кроме того, сорго хорошо переносит повышенную концентрацию солей в почве, а потому на засоленных почвах оно хорошо растет и развивается.

Место в севообороте, посев и уборка урожая. Высевают сорго после зерновых колосовых, когда почва прогреется до 12—15°C, широкорядно (междурядья 70—90 см) квадратно-гнездовым способом (70×70 см) по 6—7 растений в гнезде.

Норма высева семян при широкорядном посеве 10—15 кг/га, семена заделывают на глубину от 3 до 7 см. На зеленую массу сорго сеют сплошным рядовым или двухстрочным (45—60+15 см) способом.

Зерновое сорго убирают в фазу полной спелости, а веничное — в конце фазы молочной спелости. На зеленый корм растения скашивают в начале фазы выметывания метелки.

13.9. Рис

Рис — одна из древнейших сельскохозяйственных культур. Рисосеяние возникло несколько тысячелетий назад. Из 19 видов риса, произрастающих в тропиках, культивируется один вид — рис посевной (*Oryza sativa*), подразделяемый на подвиды, относящиеся к индийской и японской ветви.

Рис — основная зерновая культура для большей части населения земного шара. Блюда, приготовленные из его крупы, у многих народов заменяют хлеб. Зерно риса перерабатывают на спирт,

крахмал, пиво. Из рисовой соломы делают ценные сорта бумаги, веревки, шляпы, циновки. Отруби скармливают скоту.

В СССР рисом занято около 600 тыс. га. Его посевы сосредоточены в республиках Средней Азии, Азербайджане, Краснодарском крае, Ростовской области, Нижнем Поволжье, Приамурье и на Украине.

В стране районировано свыше 30 сортов. Из них лучшими являются: Дубовский 129 (раннеспелый), Краснодарский 424 и УзРОС 263 (среднеспелые), УзРОС 7, УзРОС 7-13 (позднеспелые) и др.

Биологические особенности. Рис очень требователен к свету, теплу, влаге. Семена его начинают прорастать при температуре почвы 11—13 °С. Хорошо переносит температуру 37—40 °С. Наиболее благоприятная температура для роста и развития 22—27 °С. Нормально растет только при затоплении. Vegetационный период риса в зависимости от сорта составляет от 90 до 140 дней.

Место в севообороте, способ выращивания, посев и уборка урожая. Рис, как правило, возделывают при затоплении водой. Его выращивают на рисовых оросительных системах в рисовых севооборотах. Хорошими предшественниками риса являются клевер, люцерна и однолетние зернобобовые культуры.

Рис очень отзывчив на удобрения. Минеральные удобрения применяют вместе с поливом или в виде подкормки с самолетов.

Рис выращивают при различных режимах орошения: постоянном, прерывистом, укороченном затоплении и периодическом орошении. Слой воды изменяют в разные фазы развития от 5 до 15 см.

Рисовую оросительную систему строят на массивах с ровным рельефом и уклоном не более 0,003—0,005°. Поле продольными земляными валиками разбивают на поливные карты площадью 15—50 га, орошаемые с помощью оросительных и осушаемых с помощью сбросных каналов. Поливные карты шириной 200—300 м и длиной 600—1500 м разделяют поперечными земляными валиками (высотой 35 см, шириной по верху 20 см) на чеки площадью 3—5 га правильной конфигурации с выровненной поверхностью. В последнее время находит применение краснодарский тип поливной карты. Карта площадью 12—25 га не разбивается на чеки. По ее длинной стороне находится ороситель-сброс. При превышении уровня воды в оросителе-сбросе вода затопляет карту по всей площади.

На почвах с высокой водопроницаемостью проводят периодическое орошение. Поддержание необходимого уровня воды при затоплении требует большого мастерства и навыка.

Обработку почвы до посева риса, посев и уборку проводят на площадях, освобожденных от воды. Основной способ посева — рядовой. Высевают рис на глубину 1,5—2,0 см. Норма высева 5—6 млн всхожих семян, или 150—200 кг/га.

При уходе за посевами основное внимание уделяют правильному режиму орошения (наиболее рациональный — укороченное

затопление), уничтожению сорняков гербицидами и подкормкам. Убирают рис отдельным способом и прямым комбайнированием.

13.10. Гречиха

Гречиха — однолетнее, реже многолетнее (растет только на Сахалине) травянистое растение. В культуре известен лишь один вид — гречиха посевная (*Fagopyrum sagittatum*).

Гречиха — ценная продовольственная культура. Ее зерно перерабатывают на крупу и муку. Гречневая крупа отличается высокими вкусовыми достоинствами и большой питательностью. Белки гречихи более полноценны, чем белки злаков. Отходы переработки зерна используют на корм скоту. Из золы гречихи получают поташ, из листьев и цветков — витамин РР. Гречиха — хороший медонос (рис. 13.2).

Основными районами возделывания гречихи являются Киевская, Черниговская, Житомирская, Сумская, Орловская, Курская, Тульская и Брянская области. Много выращивают ее в Татарии. Высевают гречиху также в Вологодской, Пермской и Кировской областях, в Башкирии, Западной Сибири и на Дальнем Востоке.

В СССР районировано свыше 30 сортов гречихи. Наиболее распространенные из них: Богатырь, Большевик, Казанская местная, Калининская и др.

Биологические особенности. Гречиха — культура скороспелая, требовательная к теплу и влаге. Всходы ее появляются при температуре 7—8°C, они чувствительны к заморозкам — при температуре —2... —3°C погибают. Опасны заморозки и при цветении гречихи. Но гречиха не выносит и высоких температур, особенно если в это время выпадает мало осадков. Сухая и жаркая погода приводит к неполному оплодотворению, что значительно снижает урожайность. Vegetационный период составляет 60—80 дней.

На одном растении гречихи бывает более 1000 цветков. Но из этого количества зерно формирует лишь 10—15%. Гречиха опыляется преимущественно насекомыми, в меньшей степени ветром.

Гречиха может расти на разных почвах. Лучшими для нее являются черноземы и окультуренные торфяники. Корневая система гречихи хорошо использует труднодоступные фосфаты почвы.

Место в севообороте, удобрения, посев и уборка урожая. В полевых севооборотах гречиху можно размещать после озимых, пропашных или зернобобовых культур. Осенняя обработка почвы под гречиху та же, что и под яровые зерновые хлеба. Весенняя обработка включает дополнительную культивацию, так как эту культуру высевают в сравнительно поздние сроки.

Навоз под гречиху не вносят. Хорошо отзывается она на фосфорные удобрения, прекрасно усваивает фосфор из фосфоритной муки. Вносят фосфаты осенью или — в зоне недостаточного увлажнения — весной перед первой культивацией. При посеве в рядки

суперфосфат вносят в дозе 10 кг действующего вещества на 1 га. Норма высева зависит от способа посева. При сплошном рядовом посеве высевают 3—4 млн всхожих семян, или 75—90 кг/га, при широкорядном и ленточном посеве норму высева можно снизить до 2,5 млн зерен, или до 50—60 кг/га. Глубина заделки семян 3—6 см.



Рис. 13.2. Гречиха.

1 — цветущая ветвь, 2 — цветок с коротким пестиком и длинными тычинками, 3 — цветок с длинным пестиком и короткими тычинками, 4 — плод.

Гречиху сеют в хорошо прогретую почву, когда ее температура на глубине 10 см достигает 12—13 °С, и в такие сроки, чтобы всходы не попали под поздние заморозки, а цветение не совпало с очень жаркой погодой. После посева поле прикатывают. Для борьбы с сорняками и почвенной коркой применяют ротационную мотыгу.

Для лучшего и более полного опыления гречихи к ее посевам подвозят пасеки из расчета 1—4 улья на 1 га. Созревает гречиха неравномерно. Убирают ее тогда, когда побуреет $\frac{2}{3}$ зерен в нижней части растения. Основной способ уборки гречихи раздельный.

Первоначально растения жатками скашивают в валки, а через 5—6 дней (при влажности зерна 13—16 %) подбирают комбайнами и обмолачивают.

Глава 14. ЗЕРНОВЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

14.1. Краткая характеристика зерновых бобовых культур

К основным зернобобовым культурам относятся горох, соя, бобы, чечевица, чина, нут, фасоль и люпин. Все они принадлежат к семейству бобовых и имеют много общего в биологии, приемах возделывания и качестве получаемой продукции.

Зернобобовые превосходят другие культуры по содержанию белка в семенах (зернах) и вегетативных органах. Их семена содержат 25—30 % белка, т. е. в 2—3 раза больше, чем семена хлебных злаков. Белок отличается высоким качеством, основных незаменимых аминокислот в нем в 1,5—3,0 раза больше, чем в белке злаковых культур. Кроме того, в семенах много углеводов (45—50 %), а в некоторых бобовых еще и много жира: до 27 % в сое, около 5 % в нуте, до 10 % в люпине белом, что еще больше повышает их питательную ценность.

Бобовые отличает одна особенность, не характерная для других культур: на их корнях образуются клубеньковые бактерии, которые обогащают почву азотом, усваивая его из воздуха. Поэтому они являются хорошими предшественниками для большинства сельскохозяйственных культур.

Зернобобовые широко используют для питания человека, а также в кормовых рационах животных, особенно молочного скота. Все бобовые служат дополнением к кормам, содержащим мало белка. Их зерно, жмых и зеленая масса — ценный богатый протеном, белком и жиром концентрированный корм для скота.

Ботаническое описание. По форме листьев зернобобовые делят на три группы: растения с перистыми листьями (горох, чечевица, чина, нут, бобы), растения с тройчатыми листьями (фасоль, соя) и растения с пальчатыми листьями (люпины).

Эти группы различают по характеру начального роста, а в связи с этим и по особенностям агротехники. Растения первой группы, прорастая, не выносят на поверхность почвы семядоли, поэтому их можно высевать несколько глубже, чем растения второй и третьей группы, которые семядоли выносят.

Корневая система бобовых состоит из главного стержневого корня, проникающего в почву до 1—2 м, и боковых корней разных порядков ветвления. Основная масса корней размещается в верхнем (пахотном) слое почвы.

Форма стебля у зернобобовых различная. У сои, люпина, бобов, нута, кустовых форм фасоли стебли сохраняют вертикальное поло-

жение в течение всей вегетации. У гороха, вики, чечевицы, чины и некоторых форм фасоли стебли лежащие.

У большинства зернобобовых цветки собраны в соцветия на верхушке главного стебля и боковых побегов. Лепестки венчика цветков имеют различную форму (лодочка, парус и крылья) и окраску (от белой до ярко-красной и фиолетовой).

Плод — боб разной длины и формы, содержащий несколько семян.

Семена (зерна) имеют разнообразную форму, размер и окраску. Снаружи семя покрыто семенной оболочкой. Зародыш, находящийся внутри семени, состоит из двух мясистых семядолей и заключенных между ними зародышевого корешка и почки, из которой формируется надземная часть растения.

За вегетацию зернобобовые проходят следующие фазы развития: прорастание семян, всходы, ветвление стеблей, бутонизация, цветение, образование бобов, созревание.

14.2. Горох

Горох посевной (*Pisum sativum*) — однолетнее яровое или зимующее растение. Его посевы в нашей стране занимают около 5 млн га, или более 90 % всей площади под зернобобовыми культурами. Горох, как высокобелковое растение (в зерне белка содержится 22—34 %), имеет продовольственное и кормовое значение. Зерно (зрелые семена) употребляют в пищу, перерабатывают на крупу, муку, консервы. Кормовые сорта гороха скармливают скоту.

В 100 кг сухого зерна гороха содержится 117 кормовых единиц, 19,5 кг переваримого протеина; в 100 кг соломы — соответственно 23—30 кормовых единиц, 3,1—3,5 % переваримого протеина.

Основные районы возделывания гороха: Центрально-Черноземные области, нечерноземная зона, Поволжье, Украина, Прибалтика, Урал, Сибирь.

В стране районировано более 35 сортов гороха. Среди них есть сорта крупносеменные — Виктория Мандорфская, Виктория Штрубе, среднесеменные — Уладовский 303, Уладовский 208, Штамбовый 2, мелкосеменные — Капитал, Торсдаг.

Биологические особенности. Горох — одна из скороспелых зернобобовых культур. Большинство его сортов созревает в течение 75—100 дней. Требования к теплу небольшие. Семена прорастают при температуре 1—2 °С, всходы появляются при 3—4 °С, переносят заморозки до —7 °С. Горох испытывает повышенную потребность во влаге. Однако высокие урожаи этой культуры в Сибири и Казахстане в районах с недостаточным увлажнением говорят о том, что районированные сорта гороха развивают мощную корневую систему, чтобы удовлетворить растения во влаге.

К почвам горох неприхотлив, но лучше растет на черноземах, серых лесных почвах. Плохо переносит заболоченные и солонцеватые почвы.

Приемы возделывания. Горох — нетребовательная к предшественникам культура, поэтому в севооборотах его можно высевать после озимых или яровых зерновых, а также после пропашных (кукурузы, картофеля, сахарной свеклы).

Вегетационный период гороха позволяет возделывать его в занятых парах под рожь и озимую пшеницу. Опыты, проведенные на Украине, в Центрально-Черноземных областях и Горьковской области показали, что горох — прекрасный предшественник озимых. Особенно хорошие результаты получают при использовании гороха как парозанимающей культуры.

Обработка почвы под горох не требует каких-либо особых приемов. Проводится она, как и для ранних зерновых культур, с учетом особенности гороха — он положительно реагирует на глубину основной вспашки. Перед посевом поле выравнивают боронованием или прикатыванием.

Для гороха имеет большое значение применение фосфорных удобрений вместе с калийными в дозе по 40—60 кг действующего вещества на 1 га. Хорошие результаты дает рядковое внесение гранулированного суперфосфата. Эти удобрения ускоряют созревание гороха, повышают урожай и его качество. На кислых почвах применяют известкование, на дерново-подзолистых — молибден и бор.

Урожайность гороха в значительной степени зависит от нормы высева, способа и срока посева. Наилучший способ посева — узкорядный. Нормы высева устанавливают в зависимости от крупности семян и района возделывания. Они колеблются от 1,1 до 1,6 млн всхожих семян на 1 га, что составляет для крупносемянных сортов не менее 300 кг, среднесемянных 250—270 кг и мелкосемянных 180—225 кг. На слабокультурных почвах целесообразны повышенные нормы высева — до 1,6 млн всхожих семян на 1 га.

Горох сеют в первые дни весенних полевых работ, чтобы семена могли использовать всю весеннюю почвенную влагу. При запоздании с посевом созревание гороха задерживается и урожай снижается, особенно на занятых парах. Глубина заделки семян от 4 до 8 см. После посева обязательно прикатывание. Для уничтожения сорняков и почвенной корки горох боронуют до и после появления полных всходов. Если боронование не избавило посевы от сорняков, их обрабатывают гербицидами. Опрыскивание проводят при высоте растений 5—15 см.

Горох созревает неравномерно, поэтому к уборке приступают, когда около $\frac{3}{4}$ бобов пожелтеет. Убирают горох отдельным способом навесными жатками. Валки обмолачивают комбайнами с подборщиками в зависимости от погоды через 3—4 дня после скашивания. После обмолота семена освобождают от примесей на зерноочистительных машинах и сортируют. Сушить зерно лучше на площадках с активным вентилированием.

Горох не имеет прямостоячего стебля, а поэтому для опоры вместе с горохом иногда высевают зерновую культуру, чаще овес.

На 1 млн всхожих семян гороха добавляют 3 млн всхожих семян овса. В этом случае урожайность гороха составит около 50 %.

14.3. Соя

На всех континентах возделывают сою культурную (*Glycine hispida*). Это ценная продовольственная, техническая, кормовая и сидеральная (т. е. используемая как зеленое удобрение) культура. Среди всех зернобобовых соя выделяется большим содержанием питательных веществ и разнообразием использования. Зерно ее содержит от 24 до 45 % белка, около 30 % углеводов и 19—25 % жира. Белок сои близок по аминокислотному составу животному белку. Из соевой муки приготавливают молоко, творог, масло, кондитерские изделия. Соевый жмых и шрот (остаточный продукт после извлечения жира из семян) — прекрасный корм для скота. Скоту скармливают также зеленую массу сои, богатую белком, сено и травяную муку.

Сою возделывают главным образом в Амурской области, Приморском и Хабаровском краях, сеют также на юге Украины, в Молдавии, Краснодарском крае. В нашей стране площадь под этой культурой достигает почти 1 млн га.

Лучшими сортами сои являются: Амурская 41, Приморская 529, ВНИИМК 9186 и др.

Биологические особенности. Минимальная температура прорастания семян сои около 8°C, но жизнеспособные всходы появляются при температуре 10—12°C. Всходы переносят заморозки до —2°C, хотя понижение температуры до —3°C вызывает существенные повреждения растений. Период вегетации у наиболее распространенных сортов колеблется от 100 до 160 дней.

Соя хорошо произрастает на различных почвах, кроме кислых, заболоченных и солонцов. Потребляет много азота и фосфора.

Приемы возделывания. В севооборотах сою размещают на чистых от сорняков полях после удобренных предшественников, особенно после озимых. Соя отзывчива на внесение органических и минеральных удобрений.

Глубокая и ранняя зяблевая вспашка — основа высоких урожаев. При появлении сорняков поле культивируют или обрабатывают дисковыми бородами. Для уничтожения сорняков применяют также гербициды. Весной зябь боронуют и перед посевом культивируют.

Посев проводят при прогревании почвы на глубину 10 см до 10—12°C широкорядным способом (междурядья 45—60 см), двухстрочным ленточным (50+15 см) или широкорядно-полосным (междурядья 45—50 см+полоса 15—20 см). Нормы высева от 300—400 тыс. всхожих семян (Северный Кавказ, Украина, Молдавия и Центрально-Черноземные области) до 400—750 тыс. (Дальний Восток), или 50—80 кг/га. Глубина заделки семян 4—5 см, на легких почвах — до 6—7 см.

Соя отличается медленным ростом, поэтому большое значение имеет боронование (поверхностное рыхление) до и после появления всходов. Обычно проводят одно довсходовое и одно-два после-всходовых боронования. В дальнейшем проводят две-три между-рядных обработки. На Дальнем Востоке междурядные обработки постепенно углубляют: от 5—6 до 8—10 см (в зависимости от погодных условий). В Европейской части СССР, где запасы влаги наибольшие весной, а летом наблюдаются засушливые периоды, междурядную обработку начинают с глубокого рыхления, в последующем его глубину уменьшают до 5—7 см.

Убирают сою прямым комбайнированием при побурении всех бобов и затвердении в них семян, т. е. в фазу полной спелости зерна, зеленую массу — в период налива бобов.

Сразу после уборки семена сои сортируют и подсушивают до влажности 12—14 %.

14.4. Кормовые бобы

По хозяйственным признакам бобы (*Vicia faba*) делят на две группы — кормовые и пищевые. Кормовые бобы возделывают на зерно и зеленую массу. Они богаты белками, углеводами и витаминами. Так, семена кормовых бобов содержат 25—30 % белка, а их солома — около 10 %. В бобах много каротина, витамина С и В₁. В 1 кг зерна бобов содержится 1,29 кормовой единицы и 287 г переваримого протенина. Кормовые бобы служат хорошим кормом для скота и идут на зеленое удобрение.

В СССР бобы культивируются почти повсюду. В стране районировано 14 сортов кормовых бобов, из них наиболее распространены такие, как Аушра, Коричневые, Уладовские фиолетовые, а также местные сорта: Фиолетовый бобик, Пикуловичские, Литовские, Хмельницкие местные.

Биологические особенности. Семена бобов прорастают при температуре около 4 °С, всходы выдерживают заморозки до —4... —6 °С, а созревающие бобы — до —2 °С. Вегетационный период бобов в зависимости от сорта колеблется от 95 до 125 дней.

В период вегетации растения не нуждаются в высокой температуре даже в период образования завязи и формирования семян. Бобы требовательны к влаге: это одна из причин, ограничивающая их возделывание в засушливых районах. Они лучше растут на почвах с большим количеством органического вещества, хорошо удобренных и глубоко обработанных. Дерново-подзолистые почвы с высокой кислотностью необходимо предварительно известковать.

Приемы возделывания. Бобы служат хорошим предшественником для яровой пшеницы, а местами — для озимой ржи. Так, в условиях лесостепи Среднего Поволжья кормовые бобы являются хорошей парозанимающей культурой, почти не снижающей урожай ржи.

Высевают бобы в ранние сроки, сразу после поспевания почвы, широкорядным способом (междурядья 45—60 см) и рядовым.

Норма высева 400—700 тыс. всхожих семян на 1 га. Глубина заделки семян 6—8 см. Убирают бобы раздельным способом при побурении бобиков в нижней части растений.

14.5. Другие бобовые

Чечевица. В культуре выращивают один вид — чечевица обыкновенная (*Lens culinaris*). По размеру семян выделяют две группы этого вида: крупносемянную, или тарелочную (диаметр семян 5,5—9,0 мм), и мелкосемянную (диаметр семян 2—5 мм).

Чечевица — продовольственная и кормовая культура. Из зерна крупносемянной чечевицы вырабатывают крупу и муку, используемые в кулинарии, при производстве хлебных, колбасных и кондитерских изделий. Зерно и зеленую массу мелкосемянной чечевицы скармливают сельскохозяйственным животным. В 100 кг зерна чечевицы содержится 120 кормовых единиц и 21 кг переваримого протеина.

В нашей стране чечевицу выращивают на небольших площадях. Основными районами возделывания являются: Центрально-Черноземные области, Поволжье, Татарская АССР и Ульяновская область. В стране районированы 10 сортов чечевицы, в том числе Петровская 4/105, Пензенская 14, Петровская юбилейная и др.

Чечевица — яровое растение. Семена прорастают при температуре 3—4 °С. Всходы переносят заморозки до —8 °С. Вегетационный период чечевицы 75—85 дней. Ее сеют рядовым способом с нормой высева 2,0—3,0 млн всхожих семян, или 80—120 кг/га, в зависимости от района возделывания и крупности семян. Для получения зерна высокого качества убирать чечевицу надо в сжатые сроки. Под действием солнца и дождей семена буреют и товарные качества их резко снижаются. Лучшие результаты достигаются при раздельной уборке.

Чина. Для районов с недостаточным увлажнением из зернобобовых следует предпочитать чину посевную (*Lathyrus sativus*). Эту культуру возделывают на небольших площадях в Поволжье, Западной Сибири, Татарской АССР и некоторых других регионах, главным образом в лесостепи. Большинство ее видов — кормовые растения.

Семена чины прорастают при температуре 2—3 °С, вызревают при температуре не ниже 16—17 °С. Всходы переносят кратковременные заморозки до —7... —8 °С. Период вегетации 70—120 дней. Высевают чину в ранние сроки рядовым способом. Норма высева 0,9—1,1 млн всхожих семян, или 200—250 кг/га. Глубина заделки семян 4—8 см. На зерно убирают при пожелтении 75 % бобов, на зеленый корм — в начале цветения, на сено — в начале образования бобов.

Нут. Выращивают один вид — нут культурный (*Cicer arietinum*). Как наиболее засухоустойчивую культуру его возделывают в Средней Азии, Закавказье, Казахстане, в южных областях Укра-

ины, на Северном Кавказе (на небольших площадях). Используют нут главным образом в консервной промышленности, для производства кондитерских изделий, на корм животным.

Высевают его рано рядовым или ленточным способом, норма высева 0,6—0,8 млн всхожих семян на 1 га. Семена прорастают при температуре 5°C, всходы переносят заморозки —5... —6°C. Хорошие урожаи нут дает на черноземах, каштановых и темно-каштановых почвах. Vegetационный период от 80 до 120 дней. Семена нута не осыпаются, растения устойчивы к вредителям.

Фасоль. В культуре насчитывается около 20 видов, но повсеместно выращивается фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*). Эта бобовая культура наиболее распространена на Украине, Северном Кавказе, в Молдавии, Средней Азии. На поливных землях Средней Азии возделывается особый вид фасоли — маш.

Всходы фасоли не выдерживают заморозков, поэтому сеют ее в почву, прогретую до 10—12°C. Растение теплолюбиво, светолюбиво, засухоустойчиво. Vegetационный период от 80 до 120 дней. Посев широкорядный (междурядья 45 см), норма высева 0,25—0,4 млн всхожих семян, или 70—150 кг/га. Глубина заделки семян 5—6 см. Уход заключается в рыхлении междурядий и прополке в рядах. Убирают фасоль раздельным способом при пожелтении большинства бобов и затвердевании семян.

Люпин. Люпин наименее прихотливый и очень эффективный азотособиратель, легко усваивает малодоступные соединения фосфора, растет на песках. В культуре известны четыре вида люпина, в том числе три однолетних — желтый, синий, белый — и один многолетний. Наиболее распространены кормовые сорта желтого люпина (*Lupinus luteus*). Горькие и ядовитые алкалоиды, содержащиеся в зерне и в зеленой массе люпина, препятствуют скармливанию его животным. Такие алкалоидные люпины используют только на зеленое удобрение, которое в зоне достаточного увлажнения дает высокую прибавку урожая ржи и картофеля.

Посевы люпина в СССР наиболее распространены в Белоруссии, Литве, украинском Полесье, в Брянской и других областях.

К кормовым сортам желтого люпина относятся: Быстрорастущий 4, Белорусский кормовой, Носовский белосемянный. Есть кормовые сорта и среди белых люпинов, например Киевский мутант.

Все однолетние люпины, возделываемые на зерно, требуют очень раннего посева. Норма высева 0,8—1,0 млн всхожих семян, или 150—180 кг/га. Способ посева — рядовой. Уборка раздельная. Семена синего и желтого люпина сильно осыпаются.

На зеленый корм однолетние люпины высевают большей нормой (1,0—1,2 млн всхожих семян на 1 га) после сева ранних яровых. Убирают в начале цветения, а на силос — даже в фазе блестящих бобиков. Многолетний люпин не имеет кормовых сортов, используется только на удобрение.

Глава 15. КЛУБНЕПЛОДЫ И КОРНЕПЛОДЫ

15.1. Картофель

Картофель — важнейшая культура разностороннего использования. Клубни этого растения содержат в среднем 25 % сухого вещества, в том числе 14—22 % крахмала и около 2 % белка. Они богаты витаминами, особенно витамином С. Все это, а также высокие вкусовые качества определяют большую пищевую и кормовую ценность картофеля, недаром его называют «вторым хлебом».

Большое значение картофель имеет как сырье для крахмалопаточной и спиртовой промышленности. По кормовой ценности 100 кг клубней приравниваются к 30 кормовым единицам, а такое же количество засилосованной ботвы — к 8,5 кормовым единицам.

Картофель возделывают почти во всех районах нашей страны, но основные площади его сосредоточены в нечерноземной зоне и лесостепи черноземной зоны, особенно вокруг крупных промышленных центров.

По потребительскому назначению сорта картофеля делят на технические — с высоким содержанием крахмала, столовые — с хорошими вкусовыми качествами и нетемнеющей мякотью и универсальные — с хорошими вкусовыми качествами, правильной формой, нетемнеющей мякотью и повышенным содержанием крахмала.

По срокам созревания сорта делят на ранние (70—90 дней), среднеспелые (100—120 дней) и поздние (130—150 дней). В настоящее время районировано и возделывается более 120 сортов картофеля. Среди них ранние сорта: Прикульский ранний, Белорусский ранний, Пригожий 2 и др.; среднеранние: Волжанин, Любимец, Детскосельский, Пионер и др.; среднеспелые: Гатчинский, Камераз, Огонек, Столовый 19 и др.; среднепоздние: Лохр, Янтарный, Павлинка и др. В каждом хозяйстве целесообразно выращивать два-три сорта разной скороспелости.

Ботаническое описание. Картофель — многолетнее травянистое растение, но в культуре его выращивают как однолетнее. В производстве картофель размножают вегетативно — клубнями или частями клубней, в селекции — семенами.

Картофель относится к семейству пасленовых, объединяющему десятки диких и культурных видов. В культуре наиболее распространен картофель чилийский, или клубненосный (*Solanum tuberosum*).

Стебель картофеля прямостоячий, реже отклоняющийся в сторону, высотой от 30 до 150 см. В подземной части стебля из пазушных почек развиваются подземные побеги — столоны, которые утолщаясь на вершинах, дают начало новым клубням (видоизмененным побегам).

Листья простые, непарноперисторассеченные, состоящие из нескольких пар боковых долей, долек между ними и конечной доли. Строение и рассеченность листа — важнейший сортовой признак.

Цветки пятичленные, собраны в соцветие, имеющее два-три вилообразно расходящихся завитка. Чашелистики цветка сросшиеся у основания. Венчик состоит из пяти неполно сросшихся лепестков разнообразной окраски: белой, сине-фиолетовой, темно-синей, красно-фиолетовой и др. Тычинок пять, пестик один. Завязь верхняя, состоит из двух плодолистиков с многочисленными семяпочками. Картофель — самоопыляющееся растение.

Плод — многосемянная двухгнездная зеленая ягода шарообразной или овальной формы.

Корневая система — мочковатая, проникает в почву неглубоко. Основная масса корней расположена в пахотном слое, только 22—38 % корней проникает глубже и лишь отдельные корни могут достигать глубины 150 см.

Клубень — видоизмененный, укороченный стебель, на поверхности которого по спирали расположены глазки. В каждом глазке имеется по три почки. Почка состоит из короткой зачаточной оси (стебля) с конусом нарастания на верхушке, с зачатками листьев, пазушных почек и корешков. Зрелый клубень покрыт тонкой кожурой из пробковой ткани, предохраняющей его от высыхания и заболеваний. Под пробковым слоем находятся наполненные крахмальными зёрнами клетки паренхимы, затем слой образовательной ткани (камбия) и кольцо сосудисто-волокнистых пучков, соединенных с глазками. В сердцевине клубня крахмала содержится меньше. Форма клубня может быть самой разной. Для каждого сорта характерна своя форма.

Биологические особенности. Среди других культур картофель выделяется требовательностью к определенному температурному режиму. Клубни его способны прорасти при температуре 6—7 °С, наилучшая температура почвы для роста ботвы 20—21 °С, но для нормального клубнеобразования необходима более умеренная температура (15—18 °С). При повышении температуры до 20 °С процесс клубнеобразования замедляется, а более высокая температура (выше 23 °С) приводит к тепловому вырождению — преждевременному старению клубней, что вызывает резкое снижение урожая.

Всходы и взрослые растения картофеля неустойчивы к заморозкам и повреждаются уже при снижении температуры до —2... —3 °С.

Картофель влаголюбив и лучше развивается при влажности почвы, равной 65—75 % полной влагоемкости.

Лучшими почвами для картофеля считаются легкие и средние суглинистые, осушенные торфяники и пойменные, а также супесчаные дерново-подзолистые и черноземные.

Место в севообороте и удобрения. При размещении картофеля в севообороте учитывают назначение и скороспелость каждого

сорта, а также ценность картофеля как предшественника для других культур. Ранний картофель столового назначения обычно выращивают как парозанимающую культуру перед озимыми. В этом случае предшественниками его могут быть зерновые, бобовые или ранние яровые культуры, реже озимые.

Среднеспелые и поздние сорта размещают после удобренных озимых, зерновых, бобовых культур или после корнеплодов. В овощных севооборотах картофель часто высаживают после огурцов, бахчевых культур и капусты. В специализированных хозяйствах применяют повторные посадки картофеля.

Под семенные участки картофеля следует выделять самые плодородные почвы — лучше пойменные земли или осушенные торфяники.

По сравнению с зерновыми культурами картофель потребляет большее количество питательных веществ из почвы. Поэтому он требователен к плодородию почвы и отзывчив на внесение удобрений. Лучшие результаты получают от совместного внесения органических и минеральных удобрений. Основную часть удобрений в районах достаточного увлажнения лучше заделывать весной при перепашке или при культивации зяби.

При посадке вносят гранулированный суперфосфат и гранулированную аммиачную селитру или сульфат аммония лучше в смеси с перегноем.

В подкормку после появления всходов вносят азотные удобрения из расчета 20—30 кг действующего вещества на 1 га.

В системе удобрения картофеля большое значение имеет форма калийных удобрений. Удобрения, содержащие хлор, значительно меньше повышают урожай клубней, чем серноокислые формы удобрений.

Обработка почвы и посадка. Основную обработку почвы под картофель проводят плугами с предплужниками на глубину 25—30 см, а на почвах с меньшей глубиной пахотного слоя — на всю его глубину. При обработке дерново-подзолистых почв с мелким пахотным слоем важным приемом является углубление пахотного слоя с помощью почвоуглубителей или ежегодной припашкой 2—3 см подпахотного слоя с обязательным внесением органических и минеральных удобрений.

Весенняя предпосевная обработка, кроме раннего весеннего боронования зяби, включает перепашку, необходимую на сильно уплотняющихся почвах нечерноземной зоны и при весеннем внесении органических удобрений, или глубокое безотвальное рыхление в районах недостаточного увлажнения.

Из приемов предпосадочной обработки клубней наиболее широко применяют световое проращивание в теплых светлых помещениях в течение 30—45 дней при температуре 12—15 °С и относительной влажности воздуха около 85 %. Картофель раскладывают тонким слоем на полу или решетчатых стеллажах. Для машинной посадки пригодны клубни с очень короткими (длиной не

более 0,25—0,5 см) толстыми ростками с корневыми бугорками у основания.

Непророщенные клубни за 2—3 дня до посадки целесообразно подвергать воздушному обогреву, или провяливаю, на открытых площадках или под навесом.

Механизированная посадка картофеля с одновременным внесением удобрений осуществляется картофелесажалками. Они приспособлены для квадратно-гнездовой посадки по схеме 70×70 см по 2—3 клубня в гнездо, а также для широкорядной посадки с междурядьями 70 см. Норма расхода посадочных клубней в зависимости от принятой густоты и крупности клубней составляет 2,5—3,5 т/га.

Глубина посадки и способ заделки клубней зависят от типа почвы и климатических условий. В нечерноземной зоне принята гребневая культура с установкой на картофелесажалках дисков, а в южных районах — гладкая посадка. Глубина посадки 8—14 см, а на пойменных почвах и торфяных 6—10 см.

Первый прием ухода за картофелем — боронование сетчатыми боронами, которое обычно проводят дважды: через 5—6 дней после посадки и затем через 7—8 дней после первого, чтобы разрыхлить почву и уничтожить нитевидные проростки сорняков. Тяжелые сильно уплотнившиеся почвы боронуют с одновременным рыхлением междурядий культиваторами в одном агрегате (при гребневой посадке). При появлении всходов картофеля поле еще раз боронуют.

Вторую междурядную обработку в зависимости от погоды, состояния почвы и растений проводят через 8—12 дней после первой, а третью — перед смыканием ботвы. В нечерноземной зоне и в северных районах черноземной зоны в условиях недостаточного увлажнения при второй и третьей обработках — высота растений 12—16 см, картофель окучивают.

Уборка урожая. К уборке картофеля приступают при первых признаках спелости клубней. Главный из них — огрубение кожицы, которая при подсыхании шелушится. К этому времени ботва ранних и среднеспелых сортов желтеет и отмирает. У позднеспелых сортов, а в отдельные годы и у среднеспелых, значительная часть ботвы остается зеленой до уборки. В этом случае за два-три дня до начала уборки ботву скашивают и используют для силосования. При влажной погоде и уборке комбайнами ботву рекомендуют скашивать за 8—10 дней.

Вслед за уборкой поле боронуют, а затем перепаживают, подбирая оставшиеся клубни картофеля. Убранный картофель сортируют и закладывают на зимнее хранение в картофелехранилища или бурты.

При недостатке хранилищ картофель закладывают в бурты или траншеи, которые размещают на возвышенном и защищенном от ветров месте, располагая длинными сторонами с севера на юг. Обычно размеры траншей: глубина 40—50 см, ширина 1,5 м, длина произвольная в зависимости от количества картофеля. Для

регулирования температуры и влажности воздуха траншеи и бурты оборудуют вентиляционными трубами. Чтобы предупредить затекание воды, вокруг траншеи и бурта роют неглубокие канавы.

15.2. Сахарная свекла

Сахарная свекла является важнейшей сахароносной культурой умеренного пояса. Современные сорта сахарной свеклы содержат 18—20 % сахара. Сахарная свекла выращивается и как кормовая культура. В 100 кг корней сахарной свеклы содержится 25 кормовых единиц и 1,2 кг переваримого протеина. Такое же количество ботвы обеспечивает выход 20 кормовых единиц и 2,2 кг переваримого протеина.

Большое кормовое значение имеют жом и патока, получаемые при заводской переработке сахарной свеклы.

В нашей стране первое место по посевным площадям сахарной свеклы занимает Украина. К основным районам возделывания относятся также Центрально-Черноземные области, Северный Кавказ, Молдавия, Казахстан и Киргизия.

Ботаническое описание. Сахарная свекла — это разновидность культурного вида свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*), относящейся к семейству маревых. Это двулетнее растение. В первый год жизни свекла развивает розетку светло-зеленых листьев и удлиненный корень с большим запасом питательных веществ. У основания черешков листьев образуются почки, из которых во второй год отрастают листья и цветоносные стебли. Следует отметить, что у сахарной свеклы в большей степени, чем у других форм свеклы, наблюдаются отклонения от двулетнего цикла развития. Так, иногда растения свеклы образуют цветоносные стебли в первый год жизни. Это явление называется цветущностью. Цветущность наблюдается при холодной весне и относительно длинном световом дне. У растений свеклы возможно также отсутствие цветения во второй год жизни. Такие растения развивают листья, но не дают цветоносных стеблей. Их называют «упрямцами». Появляются они из-за воздействия повышенных температур в период вегетации первого года жизни, ранней уборки маточников — растений, отобранных на семенные цели, их подсыхания после уборки и во время зимнего хранения.

Корневая система сахарной свеклы — стержневая с сильно разветвленными по обеим сторонам от корня боковыми корешками, распространяющимися в ширину на 40—50 см. Главный корень (подземный орган, неправильно называемый часто корнеплодом) имеет конусовидную форму и несколько сжат с боков. В его строении различают головку, несущую листья, шейку, не имеющую ни листьев, ни боковых корней, и собственно корень, сочный и мясистый, на котором и образуются боковые корешки.

Цветоносные стебли — прямостоячие, сильно ветвистые, образуют куст высотой до 1,5 м. Цветки пятерного типа с невзрачным

зеленоватым околоцветником. Тычинок пять, пестик один, имеющий трехлопастное рыльце. Цветки располагаются в пазухах листьев вдоль всего стебля и его боковых ответвлений группами по несколько штук, образуя соцветие — рыхлый колос.

Сахарная свекла — перекрестноопыляющееся растение. Пыльца переносится ветром и мелкими насекомыми. Продолжительность цветения колеблется от 20 до 40 дней. Плоды по форме напоминают орешки. При созревании они срстаются в пределах группы цветков, образуя соплодия — клубочки (с 2—6 плодами). Под крышечкой каждого плода расположено собственно семя в блестящей бурой оболочке. Зародыш семени состоит из двух семядолей, подсемядольного колена и зародышевого корешка.

Биологические особенности. Сахарная свекла весьма требовательна к условиям произрастания. Для полного развития растения нужна сумма активных температур (выше 10°C) 2200—2700°C. Семена свеклы способны прорасти при температуре 2—5°C, жизнеспособные всходы появляются при 6—7°C, однако оптимальная температура для прорастания семян 12—15°C. Рост и развитие свеклы лучше всего идет при температуре 20—22°C. Свекла — растение длинного дня. Недостаток света резко снижает ее урожайность и сахаристость. Вегетационный период сахарной свеклы в первый год жизни 160—170 дней, во второй — 100—130 дней.

В первый год жизни свекла развивает розетку из 30—60 листьев, наиболее продуктивные из них — листья с 16-го по 25-й. Продолжительность активной деятельности каждого листа около 25 дней. Ко времени уборки доля листьев сахарной свеклы составляет 40—60 % и более от массы корней.

При появлении первой пары настоящих листьев главный корень начинает утолщаться. Первичная кора корня при этом растрескивается и сбрасывается (линька корня). Вместо нее появляется вторичная кора. К этому периоду должна быть закончена прорывка (ручное прореживание) свеклы.

Рост сахарной свеклы в первый год жизни условно можно разделить на три этапа:

- 1) формирование ассимиляционной поверхности и корневой системы — первые полтора месяца жизни растений;
- 2) основной рост корней и листьев — более двух месяцев;
- 3) интенсивное накопление сахара — последний месяц вегетации.

Лучшие почвы для сахарной свеклы — черноземы, богатые органическим веществом, суглинистого механического состава и с нейтральной реакцией почвенного раствора. Свекла очень плохо развивается на бедных песчаных и тяжелых глинистых почвах.

Место в севообороте и удобрения. Лучшими предшественниками свеклы в севообороте являются озимые культуры, идущие по чистым или занятым хорошо удобрённым парам. Такое размещение в севообороте обеспечивает сахарную свеклу запасом питательных веществ и создает благоприятный водный режим. Однако при

сравнительно небольшом транспирационном коэффициенте (240—400) общий расход влаги с единицы площади посева довольно значителен, что связано с образованием растениями большой органической массы.

Наибольшее количество воды сахарная свекла расходует в период усиленного роста (июль—август). Лучшие условия для формирования высокого урожая создаются при влажности почвы 60—70 %.

В зоне орошаемого свеклосеяния лучшими предшественниками сахарной свеклы считаются озимая и яровая пшеница, идущая по пласту многолетних трав.

Сахарная свекла потребляет большое количество питательных веществ. Применение всех видов удобрений в основной зоне свеклосеяния увеличивает урожайность на 50—90 ц/га и более. Удобрения под свеклу необходимо вносить послонно, чтобы в течение первого периода она использовала питательные вещества из верхнего горизонта, а по мере роста корневой системы — и из более глубоких слоев почвы. Это достигается внесением основного удобрения с осени под зяблевую вспашку, рядкового удобрения весной при посеве и подкормок в период вегетации.

Лучшим азотным удобрением на первых этапах развития сахарной свеклы следует считать натриевую селитру. Из фосфорных удобрений первое место по значению принадлежит гранулированному суперфосфату. На серых лесных почвах и оподзоленных суглинках суперфосфат можно заменять фосфорной мукой, увеличив дозу внесения в 1,5—2 раза. Из калийных удобрений особенно эффективны калийная соль, каинит, содержащие примеси натрия и магния, которые свекле крайне необходимы.

При выращивании сахарной свеклы на почвах с повышенной кислотностью большое значение имеет внесение в севооборот или непосредственно под свеклу дефекационной грязи — отхода свеклосахарного производства, содержащего известь. Органические удобрения желательнее вносить под предшественник или непосредственно под свеклу в количестве 10—20 т/га.

Рядковое удобрение вносят одновременно с высевом семян. Оно обеспечивает первоначальное питание растений, когда у них очень слабо развита корневая система и они не могут использовать питательные вещества из глубоко запаханного основного удобрения.

Подкормку проводят вслед за вторым боронованием по всходам. Иногда при недостаточном внесении удобрений с осени и хорошей увлажненности почвы проводят вторую подкормку, которая должна быть закончена до смыкания рядков.

Для нормального роста и развития сахарной свеклы наряду с азотом, фосфором и калием растениям необходимы микроэлементы — марганец, медь, бор и др. Марганец в почву вносят в форме сернокислого марганца или марганизированного суперфосфата, медь — в виде пиритных огарков или медного купороса, бор — в виде бормагниевого отхода.

Обработка почвы. В Центрально-Черноземных областях и на Украине после уборки озимых поле пашут под зябь и боронуют. Некоторые хозяйства до вспашки применяют лущение стерни дисковыми лущильниками на глубину 6—8 см. При появлении сорняков по мере необходимости проводят культивацию с последующим боронованием. Поздней осенью необходимо лемешное лущение без боронования на глубину 10—12 см.

На Северном Кавказе хорошие результаты дает обработка почвы, состоящая из двух вспашек: мелкой, или обычной (на глубину 20—22 см), проводимой вслед за уборкой предшествующей культуры, и глубокой (на глубину 30—32 см), проводимой в поздний срок.

В Алтайском крае, где сахарную свеклу в основном размещают по чистым парам, рекомендуется обработка почвы, состоящая из осеннего лущения стерни плоскорезами или дисковыми лущильниками в один-два следа, весенней обработки этими же орудиями и вспашки с боронованием.

Для сахарной свеклы необходима хорошая весенняя предпосевная подготовка почвы. Чтобы сохранить в почве влагу, разрыхлить и выровнять поверхность поля, ранней весной проводят боронование и шлейфовое зяби. При этом на рыхлых почвах и при гребнистом состоянии поля в первом ряду агрегата располагают шлейфы, а во втором — тяжелые или средние бороны. При уплотнении и заплывании почвы первыми пускают тяжелые бороны, а за ними — шлейфы.

Непосредственно перед посевом проводится культивация на глубину 6—8 см. На почвах тяжелого механического состава и при влажной весне проводят обработку в два следа: первую — на глубину 6—7 см, вторую — на глубину 8—10 см культиваторами, оборудованными плоскорезущими бритвами и одной стрельчатой лапой. Затем почву прикатывают.

Подготовка семян к посеву и посев. Семена диплоидной многосемянной сахарной свеклы должны иметь всхожесть не ниже 75 %, односемянной — не ниже 65 %, многосемянной полиплоидной — не ниже 70 %. Важный показатель качества посевного материала свеклы — масса соплодий-клубочков. Семена считаются хорошими, если масса 1000 клубочков многосемянной свеклы превышает 25 г, односемянной — 15 г и полиплоидной — 30 г. Для точного высева семена калибруют на две фракции: 3,5—4,5 и 4,5—5,5 мм. Против корнееда семена опудривают гранозаном (4 кг на 1 т семян). При нормальной влажности семена можно протравливать за три месяца до посева.

Посев свеклы необходимо проводить, когда почва на глубине 10 см прогреется до 5—6 °С. При прогрессивной технологии возделывания сахарной свеклы применяют свекловичные сеялки точного высева.

Наиболее распространен однострочный способ посева с шириной междурядий 45 см. Норма высева односемянной сахарной свеклы на хорошо окультуренных почвах 6—8 кг/га. При плохом

агротехническом состоянии поля норму высева увеличивают до 10—12 кг/га. Это связано с тем, что на таких полях требуется неоднократная механизированная обработка почвы для борьбы с сорняками. Для формирования нормальной густоты посева в данном случае из общего числа всходов необходимо оставить не более 20 % растений.

В зонах свеклосеяния, где нет районированных односемянных сортов, для посева целесообразно использовать дробленую (сегментированную) многосемянную свеклу.

Посевы сахарной свеклы подразделяют на товарные (фабричные) и маточные (возделываемые специально для получения семян).

Уход за посевами. Первый агротехнический прием — прикатывание почвы вслед за сеялкой, которое проводят кольчато-зубчатыми катками. Прикатывание способствует равномерной заделке семян, измельчает крупные комки почвы, уменьшает испарение влаги и обеспечивает подтягивание воды из нижних слоев почвы в верхние.

На пятый-шестой день после посева почву боронуют. К этому времени семена свеклы еще не тронулись в рост (только наклюнулись), а основная масса сорняков, находящихся у поверхности, уже вступила в фазу проростков («белой ниточки»). Боронованием после посева уничтожается до 80 % проростков сорняков и улучшается аэрация почвы, что ускоряет появление всходов. При этом только начинающие прорасти семена свеклы зубьями борон не повреждаются. Данный агротехнический прием проводят поперек направления посева, скорость движения агрегата 5—6 км/ч.

В холодную затяжную весну и при наличии плотной почвенной корки для рыхления лучше всего использовать ротационные мотыги. Не менее важным приемом в борьбе с сорняками в первый период развития свеклы является боронование по всходам. Его проводят в фазу образования у свеклы первой пары настоящих листьев. Скорость агрегата небольшая — около 3 км/ч, для того чтобы растения свеклы не засыпать почвой и не повредить их.

Для сокращения затрат ручного труда при борьбе с сорняками необходимо сочетать агротехнические (механические) способы с химическими. Для уничтожения сорной растительности в посевах свеклы наиболее эффективны гербициды эптама и тиллама, которые действуют на злаковые и двудольные сорняки. Злаковые сорняки при этом уничтожаются на 80—90 %, двудольные — на 40—50 %. Гербициды вносят перед предпосевной культивацией.

Густоту насаждений сахарной свеклы формируют по разным схемам прореживания в зависимости от состояния всходов, а также от степени засоренности полей. Механическое прореживание (букетировку) проводят лапчатыми культиваторами поперек рядков по схеме, обеспечивающей оставление в рядках на одинаковом расстоянии «букетов» из нескольких растений. Прорывку «букетов» проводят через один-два дня после их нарезки, оставляя в каждом «букете» два-три растения.

Особенности агротехники при орошении. Особенности выращивания сахарной свеклы на поливе связаны с предпосевной подготовкой участка, способом и сроками посева, а также нормами полива. Подготовка участка состоит из его выравнивания и предпосевного полива. Обычные междурядья (45 см) затрудняют нарезку поливных борозд, поэтому в условиях орошения применяют посев с междурядьями 60 см.

Поливы подразделяют на влагозарядковые, подпитывающие и вегетационные. Влагозарядковый полив проводят осенью за 5—10 дней до яблевой вспашки, норма полива 1200—1500 м³/га. Влагозарядковый полив способствует увеличению урожайности в среднем на 20—30 %. Для наиболее равномерного увлажнения почвы влагозарядковый полив проводят чаще всего по бороздам. Подпитывающий полив применяют весной после посева для борьбы с почвенной коркой и получения более дружных всходов.

Вегетационные поливы проводят шесть—восемь раз через 15—20 дней. Общая потребность воды при вегетационных поливах 3,0—3,5 тыс. м³/га в средневлажный год и 4 тыс. м³/га в засушливый год. Перед каждым поливом нарезают мелкую оросительную сеть, после полива во время междурядной обработки ее заделывают.

Уборка урожая. Ко времени технической спелости рядки сахарной свеклы размыкаются, листья бледнеют, уменьшается их масса. Прирост корней и накопление в них сахара замедляются. После размыкания рядков следует провести в междурядьях предуборочное рыхление почвы на глубину 10—12 см.

Однако свеклу начинают убирать, не дожидаясь наступления фазы технической спелости, что обычно связано с пуском сахарных заводов (конец августа—начало сентября). В настоящее время уборка сахарной свеклы почти полностью механизирована.

Культура маточной свеклы и высадков. Корни свеклы, выращенные в первый год и заложенные на хранение для получения от них семян, называют маточниками, а корни, перезимовавшие и высаженные в почву на второй год,—высадками, или семенниками. Основные приемы выращивания маточной свеклы мало отличаются от тех, которые применяются в культуре фабричной свеклы, однако имеются и некоторые особенности. Главное отличие заключается в значительно большей густоте насаждений (тыс. раст/га), которая различна по природно-климатическим зонам:

Свекла	Зона увлажнения		
	достаточного	неустойчивого	недостаточного
Фабричная	95—100	85—90	80—85
Маточная	160—180	140—160	120—140

В районах с мягкими зимами заслуживает внимания безвысодочный способ получения семян. При этом способе маточки осенью не выкапывают, а оставляют зимовать в почве. Посев свеклы в таких случаях проводят в июне—июле или даже в первой половине августа, когда создаются благоприятные условия для насыщения почвы влагой. Сеют с междурядьями 75—90 см.

В ноябре свеклу закрывают почвой слоем 30—35 см. Для этого применяют плуг с двумя корпусами. Верхняя часть листьев растений при этом остается неукрытой, чтобы избежать «кудущья». Рано весной розетки листьев освобождают от земляного укрытия боронованием по диагонали (бороны перевернуты вверх зубьями). Урожай семян при безвысодочном способе несколько ниже, чем при обычной агротехнике, однако данный способ получения семян значительно дешевле.

К лучшим предшественникам для семенников свеклы относятся пласт или оборот пласта многолетних трав, озимые по удобренному пару и зерновые бобовые культуры.

Почву обрабатывают по типу полупара. Весной поле боронуют в два следа, а перед посадкой семенников его культивируют на глубину 14—16 см или проводят безотвальную вспашку. При посадке головки корней должны находиться на 2—3 см ниже уровня поверхности почвы. После посадки целесообразно провести уплотнение почвы гладкими катками.

Семенники высаживают в первую неделю полевых работ, одновременно с посевом яровых зерновых. На открытом воздухе их оставлять крайне нежелательно, так как они усыхают и впоследствии дают повышенный процент «упрямцев», поэтому доставленные из мест хранения семенники следует немедленно высаживать. За период вегетации проводят не менее трех междурядных обработок, которые сочетают с подкормками. Лучшее время для проведения подкормок — образование розетки листьев и начало выбрасывания цветоносов.

К другим видам ухода за семенниками относятся чеканка и пинцировка цветоносов в начале цветения. Чеканку (обрезку верхушек побегов на 10—12 см) проводят на всех стеблях посадок. Чеканка и пинцировка приостанавливают рост верхушек побегов, что положительно влияет на урожайность. В настоящее время применяют химический способ пинцировки.

При побурении 30—40 % плодов проводят уборку семенников — вручную или зерновыми комбайнами. При ручной уборке растения срезают и связывают в рыхлые снопики, которые укладывают для просушки в суслоны по 4—5 штук в каждом.

Индустриальная технология возделывания. При выращивании сахарной свеклы (а также подсолнечника) во многих районах страны широко применяется индустриальная технология. Она включает следующие агротехнические приемы возделывания и уборки (при этом затраты ручного труда — минимальные):

— размещение посадок по лучшим предшественникам;

- систему улучшенной или полупаровой основной обработки почвы с внесением оптимальных доз органических и минеральных удобрений;
- высококачественную ранневесеннюю и предпосевную обработку почвы;
- посев кондиционными семенами в оптимально-сжатые сроки; для получения заданного числа всходов сахарную свеклу высевают одноростковыми семенами (подсолнечник — калиброванными);
- применение комплексной системы мер борьбы с сорняками, вредителями и болезнями с использованием высокоэффективных гербицидов, пестицидов и фунгицидов;
- механизированный уход за посевами, включая формирование густоты насаждений и уборку урожая;
- организацию хозрасчетных механизированных звеньев.

Глава 16. МАСЛИЧНЫЕ И ПРЯДИЛЬНЫЕ КУЛЬТУРЫ

16.1. Подсолнечник

Подсолнечник — важнейшая масличная культура в СССР. Семена подсолнечника составляют 90 % сырья, перерабатываемого масло-жировой промышленностью нашей страны.

В семенах лучших сортов подсолнечника содержится 50—54 % полувысыхающего масла. Оно широко используется непосредственно в пищу, а также при изготовлении маргарина, консервов и кондитерских изделий. Подсолнечное масло применяется, кроме того, в мыловарении, при получении олифы (в смеси с высыхающими маслами), в производстве стеарина и олеиновой кислоты.

Жмых и шрот, получаемые после извлечения из семян масличных растений, — богатые белком и жиром концентрированные корма для скота: 100 кг жмыха и шрота приравняются соответственно к 109 и 100 кормовым единицам.

Стебли подсолнечника служат сырьем для получения бумаги. В безлесных районах их употребляют также на топливо. Зола от сжигания стеблей содержит около 35 % окиси калия. Из нее извлекают поташ, применяемый в мыловарении, производстве тугоплавкого и хрустального стекла, при крашении и как калийное удобрение. Обмолоченные соцветия — корзинки идут на корм скоту: 100 кг их соответствует 80 кормовым единицам. Высокорослые сорта подсолнечника возделывают на силос. Нередко подсолнечник высевают как куlisное растение для задержания на полях снега. Подсолнечник — ценный медонос.

Из общей мировой посевной площади подсолнечника (около 14 млн га) на долю Советского Союза приходится почти две трети. У нас в стране он возделывается преимущественно в Центрально-Черноземных областях, Поволжье, на Северном Кавказе, Украине

и в Молдавии. Небольшие площади заняты под подсолнечником в Казахстане и Грузии.

В стране районировано более 20 высокоурожайных сортов подсолнечника. Наиболее распространены следующие сорта: Передовик улучшенный, Армавирский 3497 улучшенный, ВНИИМК 6540 улучшенный, Маяк, Смена улучшенный, Прогресс, Юбилейный 60, гибриды Одесский 91, Рассвет, Почин и др. Все эти сорта отличаются высокой масличностью (46—52 %), малой лужистостью (23—28 %) и устойчивостью к заразице и подсолнечниковой моли.

Ботаническое описание. Подсолнечник — род однолетних и многолетних растений семейства сложноцветных. Из однолетних растений в культуре распространен подсолнечник масличный (*Helianthus annuus*).

Корень у него стержневой, проникающий в почву на глубину 3—4 м и распространяющийся в стороны до 120 см. Сильно развитая корневая система позволяет подсолнечнику использовать влагу глубоких горизонтов, что дает ему возможность хорошо произрастать в степных засушливых районах нашей страны.

Стебель у подсолнечника прямостоячий, деревянистый, покрыт жесткими редкими волосками, неветвящийся.

Соцветие — корзинка в виде плоского диска диаметром от 10 до 20 см у масличных и до 40 см и более у грызовых сортов. Корзинка окружена несколькими рядами оберточных листочков. Основу корзинки составляет цветоложе, по краям которого расположены бесплодные оранжево-желтые язычковые цветки, а внутри — обоеполые трубчатые, занимающие почти все цветоложе (в одной корзинке их от 600 до 1200 и более). Каждый трубчатый цветок имеет пестик, состоящий из одногнездной завязи, столбика и рыльца, венчающего столбик, а также сростнолепестной венчик с пятью зубчиками. Окраска венчика — от светло-желтой до темно-оранжевой. Тычинок пять со свободными тычиночными нитями, но сросшимися пыльниками.

Подсолнечник — перекрестноопыляющееся растение. В естественных условиях часть цветков остается неопыленной, что вызывает пустозерность. Ее можно снизить, если на посевы подсолнечника вывозить ульи с пчелами.

Плод — удлиненная (сжато-яйцевидной формы) семянка, состоящая из белого семени (ядра), покрытого семенной оболочкой, и кожистого околоплодника (кожуры), не срастающегося с ядром.

Подсолнечник масличный по внешнему виду растений и строению семянки подразделяют на грызовую, масличный и межуеую.

Грызовой подсолнечник имеет толстый стебель высотой до 4 м, большие листья и корзинку (диаметр 25—40 см). Семянки крупные (длина 11—23 мм). Ядро заполняет лишь около половины их внутренней полости. Масса 1000 семянки 170 г, лужистость 46—56 %, масличность 20—35 %.

Масличный подсолнечник имеет относительно тонкий стебель высотой 1,5—2,5 м, менее крупные листья и небольшие корзинки (диаметр 15—20 см). Семянки мелкие (длина 7—13 мм). Ядро

заполняет всю их внутреннюю полость. Масса 1000 семян 35—80 г, лузжистость 25—35 %, масличность 38—56 %.

Межеумок занимает промежуточное положение между двумя первыми группами. По выполненности семян он стоит ближе к масличному подсолнечнику, а по другим признакам — к грывозовому. Почти все площади подсолнечника заняты у нас сортами масличной группы. Они отличаются большой устойчивостью к болезням и вредителям. Гривозовые сорта подсолнечника возделываются на зеленую массу и силос, а также для получения семян.

Биологические особенности. К условиям произрастания подсолнечник предъявляет довольно высокие требования.

Семена во влажной почве начинают прорастать при температуре 4—6 °С. Чем выше температура почвы, тем семена прорастают быстрее: при 8—10 °С всходы появляются через 15—20 дней после посева, при 15—16 °С — через 9—10 дней, а при 20 °С — через 6—8 дней. Всходы подсолнечника легко переносят кратковременные заморозки до —5... —6 °С. Требования растений к теплу в период от появления всходов до цветения постоянно возрастают. В фазе цветения и в последующие периоды для роста и развития подсолнечника наиболее благоприятна температура 25—27 °С. Но температура свыше 30 °С оказывает угнетающее действие.

Подсолнечник расходует довольно много воды, хотя и считается засухоустойчивой культурой. В течение вегетации влагу он потребляет неравномерно. Наиболее интенсивно она поступает в растение в период от образования корзинки до конца цветения. Недостаток ее в это время — одна из причин пустозерности центральной части корзинки.

Подсолнечник — светолюбивая культура. Затенение другими растениями, особенно в раннем возрасте, а также продолжительная пасмурная погода ослабляют его рост и развитие. Подсолнечник — растение короткого дня. При продвижении на север его вегетационный период удлиняется.

У подсолнечника различают следующие фазы развития: прорастание и появление всходов; листообразование (до 4—5 пар настоящих листьев); дифференциация (от 4—5 до 9—10 пар настоящих листьев); активный рост до цветения; цветение; формирование и налив зерна; созревание. В зависимости от сорта и условий произрастания продолжительность межфазных периодов составляет: от посева до появления всходов 9—15 дней, от всходов до начала цветения 19—28 дней, от начала цветения до полного созревания 33—47 дней.

Цветение корзинки продолжается 10—12 дней, а всех растений в поле 2—3 недели. Первыми зацветают язычковые цветки. Цветение трубчатых цветков идет от периферии к центру корзинки. Пыльца из пыльников высыпается раньше созревания рылец, что препятствует самоопылению подсолнечника.

Общая продолжительность вегетационного периода у скороспелых сортов подсолнечника 70—90 дней, у среднеспелых 90—120 дней, у позднеспелых более 120 дней.

Лучшими для подсолнечника считаются черноземы и каштановые почвы, обладающие высокой влагоемкостью, воздухо- и водопроницаемостью. Малопригодны для него песчаные, заболоченные и солонцеватые почвы.

Место в севообороте и удобрения. Лучший предшественник подсолнечника — удобренные озимые, идущие по черному или раннему пару. Хорошими предшественниками являются также яровой ячмень, кукуруза и зернобобовые, за исключением фасоли, которая с подсолнечником имеет общую болезнь — белую гниль.

На Урале, в Западной и Восточной Сибири и Северном Казахстане подсолнечник размещают, главным образом, после яровой пшеницы. Его не следует высевать после сахарной свеклы, люцерны, суданской травы и других культур, которые сильно иссушают нижние слои почвы. Сам подсолнечник — хороший предшественник для яровой пшеницы, овса, ячменя и других яровых культур. Однако они нередко засоряются падалицей подсолнечника. Необходимо поэтому его убирать своевременно и без потерь, а осеннюю (зяблевую) вспашку проводить плугами с предплужниками на глубину 30—32 см. В южных районах (Краснодарский край, Ростовская область и др.) после подсолнечника можно высевать озимые культуры. В севообороте подсолнечник не следует возвращать на прежнее место ранее 7—8 лет. Более частое возделывание приводит к распространению заразных болезней (склеротиниоз, ржавчина) и вредителей (подсолнечниковый усач, подсолнечниковая моль и др.).

Подсолнечник потребляет из почвы значительные количества различных питательных веществ. Все питательные вещества поступают в растения неравномерно. Наибольшее количество азота усваивается растениями в период от начала образования корзинки до конца цветения, фосфора — от появления всходов до цветения и калия — от формирования корзинки до созревания.

Система удобрений подсолнечника включает основное удобрение, вносимое осенью под глубокую вспашку, рядковое, вносимое при посеве, и подкормки в период вегетации.

В производственных условиях нередко растения подсолнечника подкармливают в фазе двух пар настоящих листьев полным минеральным удобрением (NPK) из расчета 15—30 кг действующего вещества на 1 га. Эти удобрения заделывают на глубину 8—10 см и на расстоянии 10—15 см от рядков.

Обработка почвы. В зонах достаточного увлажнения с длительным теплым послеуборочным периодом основная обработка почвы при размещении подсолнечника после зерновых культур включает два лущения стерни (дисковым и лемешным лущильниками на глубину 6—8 и 8—12 см соответственно) и зяблевую вспашку (на глубину 30—32 см).

В борьбе с корнеотпрысковыми сорняками хорошие результаты дает применение вместо одной глубокой вспашки двух послойных на глубину 16—18 и 30—32 см. Такая обработка снижает засоренность посевов сорняками на 70—80 % и повышает урожай-

ность семян подсолнечника на 1,5—2,5 ц/га. Послойная обработка почвы с применением гербицидов при массовом появлении сорняков почти полностью их уничтожает.

Весенняя обработка почвы под подсолнечник заключается в раннем бороновании зяби и одной-двух культивациях с одновременным боронованием.

Подготовка семян к посеву и посев. Для посева используют крупные калиброванные семена районированного сорта, имеющие чистоту не менее 97 % и всхожесть не ниже 90 %. Посев такими семенами дает более высокий урожай, повышает масличность подсолнечника и устойчивость к заболеваниям. Калибровка семян позволяет устанавливать их точный высеv при квадратно-гнездовом и пунктирном посевах. Перед посевом семена протравливают 80 %-ным ТМТД из расчета 300 г препарата на 100 кг семян.

Сроки посева подсолнечника зависят от температуры воздуха, содержания влаги в почве, засоренности полей и других условий. Установлено, что наиболее дружные всходы бывают при посеве подсолнечника спустя 10—12 дней после начала полевых работ (средние сроки), когда средняя суточная температура воздуха достигает 15 °С и почва достаточно прогрета. Посев в средние сроки дает возможность уничтожить ранние всходы сорняков предпосевной культивацией. Такие посеvы подсолнечника эффективны на Северном Кавказе, Украине, в степных районах Алтайского края.

Однако в засушливых юго-восточных районах при недостаточных запасах влаги в почве и на слабозасоренных участках подсолнечник лучше сеять в ранние сроки. В это же время его высевают и в лесостепной зоне Центрально-Черноземных областей. На юго-востоке хорошие результаты нередко дает подзимний посев при устойчивой температуре почвы 3—4 °С.

Подсолнечник сеют квадратно-гнездовым и пунктирным способами. При квадратно-гнездовом посеве в зонах достаточного увлажнения расстояние между гнездами составляет 70×70 см с 2—3 растениями в гнезде, а в засушливых районах — 70×70 см с 1—2 растениями или 90×90 см с двумя растениями.

Широкое распространение, особенно на незасоренных почвах, получил пунктирный (рядовой) посев подсолнечника сеялками точного высева. Лучшие результаты дает пунктирный посев с междурядьями 70 см и расстоянием между растениями в рядах 25—30 см. На силос подсолнечник высевают широкорядным способом с междурядьями 45, 60 и 70 см.

Норма высева семян подсолнечника 20—60 тыс. всхожих семян, или 6—12 кг/га. При возделывании подсолнечника на силос норму высева семян увеличивают до 35—40 кг/га.

Глубина заделки семян во влажных районах на черноземных почвах 6—7 см, в засушливых районах или при недостаточном увлажнении почвы 8—10 см.

Уход за посевами. За 4—5 дней до появления всходов поле боронуют для разрушения почвенной корки и уничтожения проростков сорняков. При образовании одной-двух пар настоящих листьев

посевы подсолнечника боронуют поперек рядков на небольшой скорости трактора, но не в утренние часы, а несколько позднее, когда тургор растений слабеет и они становятся менее ломкими. В фазе 2—3 листьев подсолнечник прореживают. Затем приступают к обработке междурядий. Ее проводят по мере образования почвенной корки и появления сорняков.

При обработке междурядий в продольном направлении с обеих сторон гнезда устанавливают защитные зоны шириной 12—15 см, чтобы не подрезать растения лапами-бритвами. Защитные зоны рыхлят дисками ротационных мотыг или легкими боронками, которыми дооборудуют культиваторы. Первую культивацию проводят на глубину 6—8 см, вторую — на 8—10 и третью — на 5—6 см. Обработку междурядий прекращают, когда растения достигнут высоты 60—70 см.

Для уменьшения пустозерности подсолнечника применяют пчелоопыление. Ко времени цветения на поле вывозят пасеку из расчета 1—2 улья на 1 га.

При возделывании подсолнечника на орошаемых участках осенью, после зяблевой вспашки, проводят влагозарядковый полив — поливная норма 2000—3000 м³/га. Вегетационных поливов обычно бывает три: первый — в фазу двух пар настоящих листьев (после прореживания растений), второй — в начале образования корзинки и третий — в начале цветения.

Уборка урожая. Подсолнечник убирают в фазу полной спелости, когда в семенах заканчивается накопление масла и они приобретают типичную для каждого сорта окраску, а ядро становится твердым. К этому времени корзинки буреют и листья подсыхают.

Для ускорения созревания семян подсолнечника применяют десикацию, т. е. предуборочное подсушивание растений. Для этого их опрыскивают в сухую погоду раствором хлората магния из расчета 20 кг/га препарата, растворенного в 200 л воды. Этот прием дает возможность приступить к уборке подсолнечника на 8—10 дней раньше и получить семена с низкой влажностью (7—9 %), что имеет большое значение, особенно на семенных посевах.

Вымолоченные семена подсолнечника немедленно очищают и подсушивают. Семена высокомасличных сортов засыпают на хранение при влажности не более 7 % слоем до 1 м. В мешках можно хранить семена влажностью 8—10 %. Влажность хранящихся семян для технических целей не должна превышать 10—12 %.

Подсолнечник на силос убирают силосоуборочными комбайнами в начале образования корзинок и до начала цветения.

16.2. Клещевина

Семена клещевины содержат от 47 до 59 % невысыхающего масла. При горячем прессовании семян получают клещевинное масло, используемое только для технических целей, а при холодном — касторовое масло, широко применяемое в парфюмерии и медицине. Клещевинное масло от касторового отличается тем, что

содержит ядовитое вещество рецинин, которое частично переходит в масло из семян при горячем прессовании, а при холодном — оно остается в жмыхе.

Клещевинное масло имеет большую вязкость, застывает оно при сравнительно низкой температуре ($-16.. -18^{\circ}\text{C}$). Его используют в кожевенной, текстильной и других отраслях промышленности.

Жмых клещевины, содержащий ядовитое вещество, скоту не скармливают. Из него получают казенновый клей. Кроме того, клещевинный жмых — хорошее удобрение (содержит 7,5 % азота). В настоящее время маслобойные заводы очищают клещевинный жмых от рецинина, делая его таким образом пригодным на корм скоту.

Из волокна стеблей клещевины изготавливают канаты, веревки и мешковину. Листья идут для выкормки шелковичных червей.

Мировая посевная площадь клещевины около 1,6 млн га, на долю СССР приходится около 200 тыс. га.

Наиболее широко клещевина распространена на юге Украины, в Ростовской области, Краснодарском и Ставропольском краях.

Из районированных сортов персидской клещевины наибольшее значение имеет сорт Круглик 5, а кроваво-красной клещевины — сорта ВНИИМК 165, Донская 33/44 и Гибрид ранних.

Ботаническое описание. Клещевина относится к роду многолетних растений семейства молочайных. Этот род представлен одним видом — клещевина обыкновенная (*Ricinus communis*), который подразделяется на несколько подвидов.

В СССР распространены два подвида — клещевина персидская и клещевина сангвинеус, или кроваво-красная.

В тропических и субтропических странах клещевину выращивают как многолетнюю или однолетнюю культуру, в районах с умеренным климатом — только как однолетнюю.

Корень у клещевины стержневой, проникает в почву на глубину до 3—4 м и распространяется в стороны до 2 м. Стебель прямой, с 15—18 междоузлиями, внутри полый, сильно разветвленный, высотой 1—3 м и более. Персидская клещевина более низкорослая, чем кроваво-красная. Окраска стебля зеленая с восковым налетом (у персидской) или красная, иногда коричневая, без воскового налета (у кроваво-красной). Листья крупные, с длинными черешками, разделены на 7—11 лопастей.

Соцветие — кисть длиной 80 см у персидской клещевины и 60 см у кроваво-красной. На одном растении образуется от 2 до 12 соцветий. В верхней части кисти собраны мужские цветки, в нижней — женские. В одной кисти бывает от 50 до 200 цветков и более.

Цветки мелкие, с простым пятилопастным околоцветником, раздельнополые. В мужских цветках много тычинок, в женских — трехгнездная завязь с тремя двулопастными рыльцами. Клещевина — перекрестноопыляемое растение, опыляется главным образом ветром.

Плод — трехгнездная шарообразная или удлиненная коробочка, содержащая по одному семени в каждом гнезде. Поверхность семени гладкая или покрыта шипами, которые при созревании становятся колючими. Сначала созревают коробочки на кисти центральной ветви, затем на кистях боковых ветвей. Созревшие коробочки у персидской клещевины, в отличие от кроваво-красной, растрескиваются и семена высыпаются.

Семена овально-яйцевидной формы, с блестящей хрупкой оболочкой, окраска семян пестрая, с преобладанием серого цвета у персидской клещевины или темно-коричневого — у кроваво-красной. Масса 1000 семян от 200 до 500 г.

Биологические особенности. Клещевина предъясвляет высокие требования к условиям произрастания. Это очень теплолюбивое растение. Семена ее начинают прорастать при температуре 12—13 °С. Для дружного появления всходов необходима температура не менее 16—18 °С, а для нормального развития растений 25—30 °С. Всходы и взрослые растения повреждаются при снижении температуры до —2 °С.

Клещевина очень влаголюбива. Высокие урожан она дает только во влажных районах или при поливе. При засухе у нее опадают листья, осыпаются цветки и плоды (коробочки).

Клещевина — светолюбивое растение. К почве она требовательна. Лучшие почвы для нее — черноземы и сероземы, богатые питательными веществами и проницаемые для воды и воздуха. Для клещевины непригодны тяжелые глинистые, песчаные, заболоченные и засоленные почвы.

Особенности возделывания. В севообороте клещевину размещают после озимой пшеницы, озимого ячменя, кукурузы и зернобобовых. Сама клещевина — хороший предшественник для яровых зерновых культур.

Лучшее удобрение под клещевину — навоз. Внесение его в количествах 15—20 т повышает урожайность семян на 2—4 ц/га. Из минеральных удобрений наиболее эффективны на черноземах фосфорные, а на сероземах азотные. Хорошие результаты дает совместное внесение под клещевину органических и минеральных удобрений (15—20 т навоза, 40—60 кг суперфосфата и 20—30 кг калия на 1 га).

Повышает урожай также гранулированный суперфосфат, внесенный в почву при посеве вместе с семенами (10—15 кг/га). Желательно в качестве подкормки в фазе образования центральной кисти использовать аммиачную селитру (или сульфат аммония) и суперфосфат в дозе по 20—30 кг действующего вещества на 1 га. Подкармливать клещевину можно местными удобрениями: 300—400 кг/га птичьего помета или 3—5 т/га навозной жижи.

Обработка почвы под клещевину включает лущение стерни, зяблевую вспашку на глубину 27—30 см, ранневесеннее боронование и не менее 2—3 культиваций с последующим боронованием.

Для получения высокого урожая семена отбирают, погружая их в воду на 2—3 часа. Осевшие на дно семена после просушки ис-

пользуют на посев, предварительно протравив их гранозаном или 80 %-ным ТМТД из расчета соответственно 200 и 400 г препарата на 100 кг семян.

Клещевину сеют, когда минует опасность заморозков, а почва на глубине 10 см прогревается до 12 °С. При ранних и поздних посевах урожай семян заметно снижается. Сеют клещевину кукурузными сеялками пунктирным способом с междурядьями 70 см. Норма высева для крупносеменных сортов 20—25 кг/га, для мелкосеменных 10—12 кг/га. Глубина заделки семян от 6 до 12 см в зависимости от влажности и механического состава почвы.

Уход за посевами начинают с боронования до всходов для разрушения почвенной корки. После всходов приступают к обработке междурядий в поперечном и продольном направлениях. Этих обработок бывает 3—4. При появлении второго настоящего листа растения прореживают, чтобы получить оптимальную густоту стояния — без орошения 40 тыс. раст/га и при орошении 60 тыс. раст/га.

Перед уборкой проводят десикацию — опрыскивание посевов раствором хлората магния для подсушивания растений на корню. Доза хлората магния 15 кг/га, расход воды 100 л/га. Обработку начинают при побурении коробочек на центральной кисти. В это время в семенах заканчивается накопление сухих веществ и масла.

После опрыскивания листья клещевины высыхают на 2—3-й день, а стебли, коробочки и семена — через 12—15 дней. В это время и следует начинать уборку.

16.3. Сафлор

Семена сафлора содержат 25—32 % светло-желтого полувысыхающего масла, которое используется в пищу и для приготовления маргарина. По вкусу это масло напоминает подсолнечное. Сафлоровое масло применяется также и для технических целей.

Семянки сафлора — хороший корм для птицы. Жмых его горьковатый, но в небольших количествах пригоден для скармливания скоту. В 100 кг жмыха содержится 55 кормовых единиц.

В настоящее время сафлор сеют на юге Украины и в Нижнем Поволжье, в Казахской, Узбекской и Таджикской ССР. Посевная площадь сафлора около 17 тыс. га.

Эта культура имеет только один селекционный сорт — Милютинский 114.

Ботаническое описание и биологические особенности. Сафлор — однолетнее травянистое растение семейства сложноцветных. В культуре известен один вид — сафлор красильный (*Carthamus tinctorius*).

Корень у этого растения стержневой, сильно разветвленный, уходит на глубину до 2 м. Стебель голый, ветвящийся, высотой до 90 см. Листья сидячие, голые, ланцетные, ланцетно-овальные или эллиптические, по краям с небольшими зубчиками, заканчиваю-

щились чаще колючками. Кверху листья уменьшаются в размере и переходят в наружную листовую обертку соцветия.

Соцветие — корзинка диаметром от 1,5 до 3,5 см, на одном растении бывает от 5—6 до 30—50 корзинок.

Цветки мелкие, трубчатые, с пятираздельным венчиком желтой или оранжевой окраски. Сафлор — перекрестноопыляющееся растение. Плод — семянка, напоминающая семянку подсолнечника. Оболочка ее твердая, трудно раскалывающаяся, составляет 40—50 % массы семян. Масса 1000 семян 20—50 г. Семена при созревании не осыпаются.

К теплу сафлор требователен, особенно в фазе цветения и созревания. Вместе с тем всходы его выдерживают заморозки до —5... —6 °С.

Сафлор очень засухоустойчив. Для развития ему необходимо влаги значительно меньше, чем другим масличным культурам. К почве сафлор не предъявляет высоких требований. Он может расти даже на засоленных участках, однако кислые и заболоченные почвы для него не пригодны.

Особенности возделывания. В севообороте его размещают после озимой пшеницы и кукурузы. Обработка почвы под сафлор такая же, как и под подсолнечник.

Семена сафлора высевают в самые ранние сроки широкорядным способом с междурядьями 45 см. Норма высева 10—12 кг/га. Глубина заделки семян 5—6 см, а при недостаточной влажности почвы 7—8 см. Уход за посевами сафлора включает боронование по всходам, прореживание растений и 3—4 рыхления междурядий. Убирают сафлор в фазе полной спелости (семена почти не осыпаются) зерноуборочными комбайнами.

16.4. Кунжут

Среди высокомасличных культур кунжут занимает первое место. В его семенах содержится от 50 до 65 % масла.

Кунжутное, или сезамовое, масло, полученное при холодном прессовании семян, — отличный пищевой продукт с высокими вкусовыми качествами, напоминает оливковое (прованское) масло. Это масло находит применение также в консервном и кондитерском производстве и в медицине.

При горячем прессовании семян получают кунжутное масло, которое используют для технических целей, в частности, для получения туши.

Из белых семян кунжута вырабатывают тахинное масло, необходимое для производства высших сортов халвы (тахинная халва), консервов и различных сладостей.

Жмых, получаемый при холодном прессовании семян, содержит 8—10 % масла и около 40 % белка. Он широко применяется в кондитерской промышленности. Жмых от горячего прессования — хороший концентрированный корм для животных: 100 кг такого жмыха приравнивается к 132 кормовым единицам.

Кунжут — древняя культура Азии и Африки. Площадь его посевов в мире составляет более 5 млн га. Основные районы распространения кунжута — Индия, Китай, Бирма. В нашей стране кунжутом занято 1,6 тыс. га. Посевы его размещены в Краснодарском крае, Закавказье (Азербайджане) и в республиках Средней Азии (Казахской, Узбекской и Туркменской ССР).

Наиболее распространены следующие сорта кунжута: Ташкентский 112, Серахский 470, Кубанец 55.

Ботаническое описание и биологические особенности. Кунжут — однолетнее растение семейства сезамовых, или кунжутных. В культуре распространен в основном кунжут индийский (*Sesamum indicum*).

Корень у кунжута стержневой, проникает в почву на глубину до 1 м. Стебель прямостоячий, высотой до 1,5 м, опушенный мягкими волосками. Листья черешковые, очередные или супротивные с опушенной пластинкой. Форма листа зависит от положения его на стебле. У одних сортов все листья цельные, нижние — крупные и широкие, кверху уменьшаются, у других — нижние листья рассечены, верхние же цельные, узкие ланцетовидные. Цветки пятерного типа, расположены по 1—3 в пазухах листьев, сидят на коротких цветоножках. Окраска венчика от белой и розовой до фиолетовой. Чашечка и венчик опушены. Кунжут — самоопылитель, но возможно и перекрестное опыление пчелами.

Плод — вытянутая опушенная коробочка, состоящая из двух или четырех плодolistиков. В ней содержится 70—80 семян. Семена мелкие, плоские, белые, серые, бурые или черные. Масса 1000 семян 3—5 г.

Кунжут требует много тепла и света. Семена начинают прорастать при температуре 15—16 °С. При заморозках —0,5... —1,0 °С всходы погибают. Лучшая температура для роста и развития 25—30 °С. При понижении ее до 10—12 °С рост растений приостанавливается.

Кунжут — растение короткого дня. Требователен к влаге и питательным веществам. Основное потребление питательных веществ в фазу цветения и позднее. Вегетационный период 90—120 дней.

Особенности возделывания. Лучший предшественник кунжута в севообороте — озимая пшеница, кукуруза и зернобобовые культуры.

Кунжут отзывчив на удобрения. Наиболее высокую прибавку урожая дает полное минеральное удобрение ($N_{90}P_{90}K_{90}$). Почти так же возрастает урожайность от совместного внесения навоза (10 т/га) и полного минерального удобрения в меньшей дозе ($N_{30}P_{30}K_{30}$). Положительное действие на кунжут оказывает подкормка в период образования второй пары настоящих листьев.

Кунжуту необходима тщательная обработка почвы, так как в первый период вегетации он растет медленно и легко заглушается сорняками. Она включает зяблевую вспашку с предвари-

тельным лущением, ранневесеннее боронование и не менее трех культиваций с последующим боронованием.

Перед посевом на неполивных участках поле прикатывают. Сеют кунжут, когда верхний слой почвы прогреется до 16—18 °С. Семена перед посевом (не ранее чем за три дня) протравливают гранозаном из расчета 200 г препарата на 100 кг семян.

Способ посева широкоярусный — междуурядья 45—70 см. Норма высева семян 5—8 кг/га. Глубина заделки семян 2—3 см. После посева поле прикатывают. Как только обозначатся рядки, междуурядья рыхлят. В дальнейшем междуурядья обрабатывают по мере появления сорняков и образования почвенной корки. На загущенных посевах кунжут прореживают.

На орошаемых полях посеvy кунжута поливают два раза по бороздам. Первый полив дают во время бутонизации, второй — в период массового цветения. В засушливую весну кунжут поливают и при образовании второй пары листьев. Поливная норма 800—1000 м³/га. После каждого полива, когда почва несколько подсохнет, междуурядья рыхлят, чтобы не допустить появления почвенной корки.

Кунжут созревает неравномерно. Уборку начинают, когда нижние коробочки побуреют, а семена в них приобретут нормальную окраску. Убирают кунжут отдельным способом. Скошенные растения сразу же вяжут в снопы и ставят их для просушки в суслоны на приготовленных заранее токах. Снопы обмолачивают на молотилках или комбайнах при малом числе оборотов барабана.

16.5. Арахис (земляной орех)

В семенах арахиса содержится 52 % жира и 30 % белка. Масло идет в пищу и применяется в консервной, кондитерской, парфюмерной и других отраслях промышленности. Семена используются для приготовления конфет, халвы, тортов, а также в натуральном виде. Жмых — ценный концентрированный корм. В нем 45 % белка и 8 % жира. Стебли арахиса можно также скармливать скоту.

Основные посеvy находятся в Индии, Китае, странах Африки и США. В нашей стране арахис возделывают на небольших площадях в Краснодарском крае, Азербайджане, Грузии и Армении.

В стране районированы следующие сорта арахиса: ВНИИМК 1657, Краснодарский 1708, Закаталы 294/1 и Перзуван 46/2.

Ботаническое описание и биологические особенности. Арахис — однолетнее травянистое растение семейства бобовых. В культуре распространен арахис культурный, или земляной орех (*Arachis hypogaea*), который подразделяется на три подвида: южноамериканский, азиатский и обыкновенный. В СССР культивируют только арахис обыкновенный.

Корень у арахиса проникает в почву на глубину более 1,5 м. Стебли куста в основном округлые, вверху четырехгранные, опушенные. Листья парноперистосложные, с верхней стороны гладкие, с нижней — опушенные. Цветки сидят в пазухах листьев по одному или по 2—3. Окраска венчика желтая или желтовато-

оранжевая. Цветки надземные и подземные, самоопыляющиеся. После оплодотворения основание завязи разрастается, образуя гиофор (удлиненное цветоложе), который сначала растет вверх, затем изгибается и растет вниз. Гиофор погружается в почву на глубину 8—10 см и прекращает рост. После этого из завязи начинает развиваться плод.

Плод арахиса — нерастрескивающийся боб коконообразной формы с ломкой солоистой оболочкой. Семена удлиненно-овальные и округлые с темно-красной или светло-розовой оболочкой.

Культурный арахис может иметь три формы куста: стелющуюся, раскидисто-пучкообразную и кустовую. В СССР возделывается только кустовой арахис.

Арахис — растение теплолюбивое и влаголюбивое. Семена начинают прорастать при температуре 12 °С. Всходы чувствительны к заморозкам. При температуре —1 °С они погибают. Оптимальная температура для роста и развития растений 25—28 °С. Плоды осенью образуются только при температуре выше 12 °С. Больше всего земляной орех поглощает влагу в фазе цветения и плодообразования. На недостаточно влажной почве завязи развиваются плохо и урожай бобов бывает небольшим. Арахис светолюбив и требователен к элементам питания.

Лучшими почвами для земляного ореха считаются черноземы легкого механического состава. Непригодны бесструктурные, засоленные и заболоченные почвы.

Особенности возделывания. Арахис размещают после озимой пшеницы и пропашных — кукурузы, клещевины и кунжута. Сам арахис — хороший предшественник для многих культур. Под арахис применяют органические и минеральные удобрения: навоза 20—30 т/га, азота 60—90 кг/га и фосфора 60—80 кг/га. Хорошие результаты получаются от внесения небольших доз гранулированного суперфосфата при посеве и азотно-фосфорных удобрений в начале плодоношения.

Обработка почвы включает глубокую зяблевую вспашку с предварительным лущением, ранневесенним боронованием и 2—3 культивации с одновременным боронованием.

Перед посевом семена из бобов вылушивают и протравливают 80 %-ным ТМТД из расчета 600 г препарата на 100 кг семян.

Высевают арахис при температуре почвы на глубине 10 см 14 °С и выше квадратно-гнездовым способом с расстоянием 70 × 70 см по 5—6 семян в каждое гнездо, а также широкорядным способом с междурядьями 70 см. Оптимальная густота стояния — 120 тыс. раст./га. Норма высева семян 60—90 кг/га, бобов — на 25—30 % больше. Глубина заделки семян 6—8 см. Уход за посевами семян арахиса включает боронование до всходов, 2—3 рыхления междурядий, прореживание при 3—4 листьях и 1—2 окучевания в период появления гиофор. Окучевание особенно эффективно при орошении.

Уборку начинают при хорошей выполненности бобов. Растения подкапывают и укладывают в валки арахисоподъемником, кото-

рый за один проход убирает два рядка. Валки просушивают 3—4 дня. Обмолачивают их зерновым комбайном со специальным приспособлением. Бобы, поступившие от комбайна, просушивают до влажности 8 %.

16.6. Горчица

В нашей стране возделывают два вида горчицы: сарептскую, или сизую, и белую, или английскую. Более распространена горчица сарептская. В ее семенах больше жира (35—47 %, а в белой 30—40 %). Горчичное масло, получаемое из семян, используется в пищу. По вкусовым качествам это масло несколько уступает подсолнечному. Применяется оно в консервной, хлебопекарной, кондитерской, а также в мыловаренной, текстильной и фармацевтической промышленности.

Из семян сизой и белой горчицы получают, кроме жирного масла, еще один вид масла — эфирное, используемое в медицине как наружное раздражающее средство. Из жмыха сарептской горчицы делают порошок, который идет на приготовление столовой горчицы и горчичников.

Оба вида горчицы иногда высевают на зеленое удобрение, но как сидераты они значительно уступают люпину.

Горчица белая используется как ранний или поздневный зеленый корм (до образования стручков). В 100 кг ее зеленой массы содержится 11 кормовых единиц. Она является также опорным растением в совмещенных посевах с горохом, викой и другими зернобобовыми культурами, имеющими лежащий стебель. Горчица — ценный медонос.

Основные посевы горчицы сизой размещены в нашей стране главным образом в степных районах Поволжья (Волгоградская, Саратовская области), на Северном Кавказе (Ростовская область, Ставропольский край), в Западной Сибири и Казахстане. Белая горчица распространена преимущественно во влажных районах нечерноземной зоны. Общая площадь посева сизой и белой горчицы около 260 тыс. га.

Наиболее распространенные сорта горчицы сизой — ВНИИМК 405, Желтосемянная 230, Скороспелка, Неосыпающаяся 2, Заря; горчицы белой — ВНИИМК 162.

Ботаническое описание и биологические особенности. Горчица сизая (*Brassica juncea*) и горчица белая (*Sinapis alba*) относятся к семейству крестоцветных. Они имеют много общего по внешнему строению и биологическим особенностям.

Горчица сизая — однолетнее травянистое растение. Корень стрежневой, глубоко проникает в почву. Стебель разветвленный, сизый от воскового налета, высотой 0,6—1,5 м. Нижние листья черешковые, лировидно-перисторассеченные, верхние — сидячие или короткочерешковые, цельные, продолговато-линейные. Соцвете-

тие — кисть, цветки четверного типа, ярко-желтые, обоеполые с сильным медовым запахом.

Горчица сизая — самоопылитель, при высоких температурах у нее наблюдается перекрестное опыление.

Плод — стручок, тонкий, продолговатый, длиной 3—5 см с длинным шиловидным носиком, при созревании легко растрескивается.

Семена шаровидные, диаметром 1,2—1,8 мм, темно-коричневые, с ячеистой поверхностью. Масса 1000 семян 2—4 г.

Горчица белая отличается от сизой более разветвленным стеблем, который, как и ее листья, покрыт густыми, жесткими волосками. Стручок бугорчатый, с жесткими волосками, оканчивается длинным, плоским мечевидным носиком. При перестое плоды не растрескиваются. Семена шаровидные, диаметром 1,8—2,5 мм, гладкие, бледно-желтые. Масса 1000 семян 5—6 г.

Горчица сизая к теплу предъявляет невысокие требования. Семена ее начинают прорастать при температуре 2—3°C. Всходы переносят заморозки до —4... —5°C. Отличается засухоустойчивостью. Может расти на различных типах почв, но для нее малопригодны тяжелые, заплывающие и засоленные почвы.

Вегетационный период 90—110 дней.

Горчица белая в сравнении с сизой более холодостойка. Семена ее начинают прорастать при температуре 1—2°C. Всходы переносят продолжительные заморозки до —6°C. Требования к влаге выше. Она менее засухоустойчива, чем горчица сизая. Хорошо произрастает на малоплодородных подзолистых почвах. Вегетационный период 65—90 дней.

Особенности возделывания. Лучшие предшественники горчицы — озимые и пропашные культуры. Не следует высевать горчицу после льна и растений, относящихся к семейству крестоцветных, так как они имеют общих вредителей и одинаковые болезни. Сама горчица — хороший предшественник для зерновых культур.

Горчица отзывчива на органические и минеральные удобрения. Однако первые обычно вносят под предшествующую культуру. Примерные дозы минеральных удобрений под сизую горчицу следующие: азота 25—30 кг/га, фосфора 45—60 кг/га и калия 30—45 кг/га. Под белую горчицу, корни которой отличаются большой усвояемостью питательных веществ, целесообразно вносить фосфоритную муку вместо примерно $\frac{1}{3}$ дозы суперфосфата.

Значительную прибавку урожая семян дает горчица при внесении в рядки гранулированного суперфосфата (75 кг/га).

Обработка почвы под горчицу такая же, как и под ранние зерновые культуры.

Срок посева для обоих видов горчицы ранний. При запаздывании с посевом горчица сильно повреждается земляной блошкой.

Основной способ посева — сплошной рядовой (междурядья 15 см). На засоренных почвах лучшие результаты дает широко-рядный (междурядья 45 см), позволяющий механизировать обработку междурядий.

Норма высева семян при рядовом посеве горчицы сизой 8—9 кг/га и горчицы белой 15—18 кг/га, при широкорядном способе — соответственно 6—8 и 10—12 кг/га. Глубина заделки семян 2—4 см. Уход включает прикатывание почвы после посева, особенно в южных районах, и 2—3 междурядные обработки на широкорядных посевах.

На посевах горчицы следует вывозить пасеки для повышения ее урожайности и увеличения сбора меда. Убирают горчицу в фазе полной спелости комбайнами со специальным приспособлением, а также отдельным способом в фазе восковой спелости, когда растения желтеют, а семена в стручках принимают характерную для каждого сорта окраску.

При перестое плоды сизой горчицы растрескиваются и семена осыпаются, поэтому с уборкой ее не следует запаздывать. Белую горчицу, стручки которой почти не растрескиваются, лучше убирать комбайном в фазе полной спелости.

16.7. Рапс

В СССР возделывается две формы рапса: озимая и яровая. В семенах озимого рапса содержится 45—50 % полувывсыхающего масла, а ярового — 32—35 %. Рапс дает самое раннее сырье для маслособойных заводов. Рапсовое масло используют в маргариновой, металлургической, мыловаренной, кожевенной и текстильной промышленности, при производстве искусственного каучука, а после рафинирования — для пищевых целей. Жмых содержит около 32 % протеина, 9 % жира, 30 % безазотистых экстрактивных веществ и является ценным концентрированным кормом для скота, особенно после удаления из него вредных гликозидных соединений. Озимый рапс ценен и как кормовое растение для всех сельскохозяйственных животных. Он дает от 100 до 900 ц зеленой массы с 1 га. При средней урожайности 400 ц каждый гектар рапса дает 6400 кормовых единиц и около 820 кг переваримого протеина (почти столько же, сколько и люцерна). В районах, благоприятных для перезимовки, озимый рапс и по времени использования, и по урожаю зеленой массы ранней весной не имеет себе конкурентов.

При весеннем посеве рапс дает несколько укусов зеленой массы, при осеннем посеве он — хороший ранневесенний медонос. В мировом земледелии под рапсом занято более 13 млн га. Значительные посевные площади рапса имеются в Индии, Китае, Канаде и Японии, а также в Западной Европе, где он является основной масличной культурой.

В СССР посевы рапса на семена составляют около 70 тыс. га. На семена возделывают главным образом озимый рапс (в западных районах Украины). Небольшие массивы озимого рапса находятся на Северном Кавказе, ярового — в Белоруссии и Эстонии. Как кормовую культуру рапс выращивают в Восточной и Запад-

ной Сибири, в Центрально-Черноземных областях и нечерноземной зоне, на севере Казахстана, на Украине, в Прибалтике и в других районах страны.

Районированные сорта ярового рапса — Восточно-Сибирский, Львовский, Васильковский, Кубанский; озимого рапса — Дублянский, Немерчанский 2268, Винницкий 15/59, Мытницкий 2, Киевский 18, Юбилейный.

Ботаническое описание и биологические особенности. Рапс (*Brassica parus*) — однолетнее травянистое озимое или яровое растение семейства крестоцветных. В диком виде не встречается.

Корень у рапса веретеновидный, ветвистый. Стебель ветвящийся, высотой 50—150 см. Розеточные листья черешковые, лировидно-перистонадрезные с 2—4 парами тупотреугольных или овальных лопастей, имеют очень редкое опушение. Стеблевые листья своим основанием наполовину охватывают стебель, нижние — лировидные, средние — удлинненно-копьевидные, верхние — удлинненно-ланцетовидные. Соцветие — кисть с 25—40 цветками. Цветки мелкие, желтые, редко белые. Плод — стручок. Стручки у рапса длинные (5—10 см), узкие (0,3—0,4 см), семена шаровидные (диаметр 1,7—2,5 мм), слегка ячеистые, окраска — от светло-коричневой до черной. Масса 1000 семян 3—6 г.

Озимый рапс — растение не зимостойкое. Он хорошо перезимовывает только в районах с мягкими зимами при отсутствии оттепелей и резких колебаний температуры. Погибает при понижении температуры до $-8... -10^{\circ}\text{C}$. Требования к теплу в летние месяцы сравнительно небольшие ($18-20^{\circ}\text{C}$).

Потребность во влаге у озимого рапса высокая, особенно в фазах цветения и налива семян. Однако близость грунтовых вод для него губительна. Засуху переносит плохо. Озимый рапс требователен к условиям произрастания. Семена его начинают прорастать при температуре $4-5^{\circ}\text{C}$. Всходы переносят весенние заморозки до $-4... -5^{\circ}\text{C}$. Цветение у озимого рапса наступает на 30—35-й день после начала весеннего роста и продолжается около 30 дней. Созревает в начале июля. Vegetационный период 300—320 дней.

Яровой рапс менее требователен к климатическим условиям. Цветение наступает на 50—58-й день после появления всходов и продолжается до 30 дней. Созревает в конце июля. Vegetационный период 80—110 дней.

Особенности возделывания. В севообороте озимый рапс размещают после гороха, клевера, озимой пшеницы, кукурузы на силос и других культур. Сам рапс — хороший предшественник озимых хлебов.

Под озимый рапс вносят на 1 га 40—60 т навоза и по 45—60 кг действующего вещества фосфорно-калийных удобрений. Большое значение для него имеет ранняя весенняя подкормка полным минеральным удобрением (азота 30 кг, фосфора 45 кг и калия 30 кг на 1 га).

Сеют озимый рапс раньше озимой пшеницы — примерно во второй декаде августа. Способ посева обычный рядовой с нормой

высева 12—15 кг/га или широкорядный с междурядьями 45 см и нормой высева семян 6—8 кг/га. Глубина заделки семян 2—3 см.

Осенью уход за озимым рапсом включает боронование до появления всходов для разрушения почвенной корки и окучивание растений для улучшения условий перезимовки. В следующем году на широкорядных посевах проводят рыхление междурядий. Для борьбы с сорняками можно применять гербицид трефлан в дозе 2,5—3,0 л/га под предпосевную культивацию.

Яровой рапс размещают после озимых и пропашных культур. Посев ранний, одновременно с ранними яровыми культурами. Способ посева и норма высева такие же, как и для озимого рапса.

Уборку можно проводить однофазно зерновыми комбайнами в фазе полной спелости, но до начала растрескивания стручков. Запаздывать с уборкой не следует, так как рапс, особенно озимый, легко осыпается.

В сухую погоду лучше проводить двухфазную (раздельную) уборку. Растения скашивают в валки, когда опадут нижние листья и около половины стручков на растениях приобретут лимонно-желтую окраску. Выпас и скашивание первого укоса при возделывании на зеленый корм проводится перед началом цветения рапса. При высоте скашивания растений 7—10 см обеспечивается быстрое отрастание отавы.

16.8. Рыжик

В семенах рыжика содержится 25—46 % высыхающего масла. Оно используется главным образом для технических целей: в лакокрасочной, мыловаренной и других отраслях промышленности. Пищевое достоинство рыжикового масла невелико. В пищу можно употреблять только свежее масло. При хранении оно быстро горкнет.

Жмых рыжика — концентрированный корм для животных. В 100 кг его содержится 115 кормовых единиц. Но скармливать его скоту рекомендуется в небольших количествах.

Рыжик отличается скороспелостью, поэтому используется для пересева погибших озимых хлебов, а также как пожнивная культура.

В культуре встречается две формы рыжика: яровая и озимая. Наиболее широко распространен рыжик яровой. Посевная площадь рыжика в нашей стране составляет 20 тыс. га.

Основные районы возделывания рыжика ярового: Западная и Восточная Сибирь, Башкирская АССР, Поволжье и Казахстан.

Из сортов рыжика ярового наиболее распространены: Воронежский 349, Киргизский 1, Омский местный.

Ботаническое описание и биологические особенности. Рыжик яровой, или посевной (*Camelina sativa*), и рыжик озимый, или волосистый (*Camelina silvestris*), относятся к семейству крестоцветных.

Рыжик яровой — однолетнее травянистое растений. Корень его стержневой. Стебель тонкий, ветвистый, высотой 50—80 см. Листья на коротких черешках, цельнокрайние или слабозубчатые, покрытые жесткими волосками.

Соцветие — кисть. Цветки мелкие, бледно-желтые. В северных районах распространения рыжик — самоопылитель, в южных — склонен к перекрестному опылению. Плод — стручок грушевидной формы длиной 6—9 мм, при созревании растрескивается. Семена мелкие (1,5—2,0 мм), продолговато-овальные, красно-коричневые, ослизняющиеся в воде. Масса 1000 семян 1,0—1,5 г.

Рыжик яровой нетребователен к условиям произрастания. Семена его начинают прорасть при температуре 1—2 °С. Оптимальная температура прорастания 10 °С. Рыжик сравнительно легко переносит засуху. Требования его к почве невысокие. Он может произрастать на легких песчаных и засоленных почвах.

Рыжик яровой — растение длинного дня, вегетационный период 66—90 дней. При продвижении на север период вегетации сокращается.

Особенности возделывания. Рыжик яровой размещают в севообороте после озимых и пропашных культур. Он хорошо отзывается на азотно-фосфорные удобрения ($N_{30}P_{45}$).

Как мелкосемянная культура, рыжик яровой требует тщательной предпосевной обработки почвы, включающей весеннее боронование зяби и культивацию с последующим боронованием. При сухой почве — ее прикатывают.

Высевают рыжик яровой в самые ранние сроки сплошным рядовым способом. Норма высева семян 10—12 кг/га. Глубина заделки семян 1—2 см.

Уход за посевами состоит из боронования после появления всходов.

Рыжик убирают при полной спелости нижних стручков, когда они побуреют, а семена в них затвердеют. Убирать лучше зерновыми комбайнами со специальным приспособлением.

16.9. Хлопчатник

Хлопчатник — основная прядильная культура нашей страны, дающая хлопковое волокно, перерабатываемое в пряжу, которую используют для изготовления самых разнообразных тканей, ниток, трикотажа, корда и других изделий. Из 1 т хлопка-сырца получают в среднем 35 % волокна и 65 % семян. Один килограмм волокна может дать 12 м ткани, а тонковолокнистые сорта — даже 20 м. Из семян получают хлопковое масло, употребляемое в пищу; из него изготавливают маргарин, глицерин, мыло, смазочные материалы и др.

Хлопковый жмых является ценным концентрированным кормом, содержащим до 40 % белка. Отходы после очистки семян приме-

няют для производства спирта, лаков, картона, целлюлозы, изоляционных материалов.

Основные районы возделывания хлопчатника в СССР — это Узбекистан (дает свыше 50 % хлопка), Туркменская, Таджикская, Киргизская, Азербайджанская и Армянская ССР.

Ботаническое описание и биологические особенности. Хлопчатник (*Gossypium*) — многолетнее растение семейства мальвовых. В СССР возделывается как однолетняя культура. Взрослое растение — куст высотой от 90 до 180 см и более.

Корень стержневой, проникающий до глубины 1,5—2,0 м. В верхней части от него отходят боковые корни. До бутонизации интенсивно растет главный корень, в последующие периоды роста — боковые корни. Стебель прямой, ветвящийся; в нижней части одревесневающий, покрыт волосками. В пазухах каждого листа закладывается 2—3 почки, обычно в пазухах первых листьев — спящие, а с 3—5-го листа — развивающиеся в ветви. Ветви делятся на ростовые (моноподиальные), или моноподии, и плодовые (симподиальные), или симподии. Моноподии развиваются в нижней части стебля и отходят от него под острым углом, обычно бывают мощнее симподиальных. Симподии располагаются на стебле выше моноподиев и образуют со стеблем более тупой угол.

Симподии являются цветоносами. Количество моноподиальных ветвей до появления первой симподиальной бывает различным и зависит от сорта и вида хлопчатника. В тропиках есть формы с большим количеством моноподиальных ветвей (15—40). Такой тип ветвления называют моноподиальным. Возделываемые в СССР виды и сорта хлопчатника до появления первого симподия развивают только 2—3 моноподия. Такой тип ветвления называется симподиальным. Кроме того, есть формы хлопчатника, у которых ветви не образуются, а цветки сидят на укороченных плодоножках по 1—2 в пазухах листьев главного стебля. Это нулевой тип ветвления.

Листья по размеру и форме различны у одного и того же растения. Первые 2—3 листа на главном стебле цельнокрайние, сердцевидной формы, а остальные лопастные. В зависимости от сорта число лопастей листа колеблется от 3 до 7. На главном стебле и моноподиях листья располагаются на каждом узле, на плодовых ветвях — напротив каждого бутона.

Цветок крупный, состоит из пяти лепестков, сросшихся основаниями. Окраска белая, желтая или кремовая в зависимости от сорта. Рыльце 3—5-лопастное, крупное. Тычинок много. Чашечка зеленая, слабообразованная. Цветок имеет три крупных прицветника. Хлопчатник — самоопылитель.

Плод — коробочка округло-яйцевидной формы, при созревании растрескивается по швам, обнажая хлопок-сырец, состоящий из семян, покрытых длинными (волокно) и короткими (подпушек) волосками. Коробочки прекращают раскрываться при заморозках —3... —4 °С.

Семена яйцевидной формы с большим количеством волокон. Длина семян 9—12 мм, ширина 6—8 см. Масса 1000 семян от 80 до 160 г и более.

Выход волокна, т. е. количество чистого волокна в процентах от массы хлопка-сырца, составляет от 30 до 40 %. Длина волокна колеблется от 20 до 59 мм. Чем длиннее и тоньше волокно, тем ценнее сорт хлопчатника. Качество волокна характеризуется метрическим номером, который показывает суммарную длину в метрах одного грамма волокна. Метрический номер колеблется в пределах от 3000 до 8000 м.

Хлопчатник — теплолюбивое и светолубивое растение. Он требует для развития в течение продолжительного времени, особенно в период бутонизации и цветения, температуры 25—30 °С и много солнечного света. Vegetационный период хлопчатника длится от 110 до 150 дней.

Приемы возделывания. Хлопчатник относится к растениям, которые можно возделывать на одном поле в течение нескольких лет. Осенью почву под хлопчатник пахут плугами с предплужниками на глубину 23—30 или 30—40 см (двухъярусная вспашка). Если хлопчатник сеют по хлопчатнику, то вначале убирают его остатки или же их измельчают и запахивают. Под вспашку вносят органические удобрения из расчета 15—20 т/га и примерно половину годовой нормы фосфорных удобрений (50—60 кг и более). Желательно применение зеленого удобрения.

Ранней весной зябь боронуют, затем проводят 1—2 культивации с одновременным боронованием. Семена хлопчатника прорастают при температуре 10—12 °С. Этой температурой почвы на глубине 10 см и определяется начало сева. В Средней Азии сев проводят с конца марта до 20—30 апреля.

Семена хлопчатника для посева должны иметь чистоту не менее 97 % и всхожесть не ниже 85 %. Семена, полученные из сырца первых раскрывшихся коробочек, являются лучшими по посевным качествам.

На хлопкозаводах семенной хлопок-сырец подвергают первичной обработке, которая включает джинирование, линтерование и делинтерование.

При джинировании от семени отделяется волокно (т. е. волокна длиной более 20 мм), а при линтеровании — частично подпушек (волокнистый покров длиной менее 5 мм). Для полного удаления подпушка применяют делинтерование.

Перед посевом семена рекомендуются дражировать, т. е. покрывать питательными, защитными и стимулирующими веществами. Протравливают семена 65 %-ным фентиурамом (10—12 кг/т семян).

Способы посева: квадратно-гнездовой по схеме 45×45 или 60×60 см, широкорядный гнездовой с междурядьями 60 или 90 см и расстояниями между гнездами от 10 до 30 см и пунктирный, позволяющий избежать ручного прореживания посевов.

Хорошо зарекомендовал себя сев по снятым гребням. При этом гребни делают высотой 20—30 см, затем перед посевом гребнесни-мателем убирают верхний слой почвы и семена заделывают в рых-лую, влажную и прогретую почву, что обеспечивает дружные всходы.

Глубина посева 3—5 см. Норма высева от 100 до 150 тыс/га всхожих семян, или 35—80 кг/га.

В нашей стране хлопчатник возделывают главным образом на орошаемых землях. Поливы применяют влагозарядковые и ве-гетационные. Влагозарядковые поливы проводят на почвах с глубо-ким стоянием грунтовых вод в осенне-зимний период. Вегетаци-онные поливы дают в период возделывания хлопчатника. Задача их состоит в бесперебойном снабжении хлопчатника водой. Влаж-ность почвы поддерживается на уровне 65—70 % полной влагоем-кости. За период вегетации в зависимости от типа почвы и залега-ния грунтовых вод хлопчатник поливают от 2 до 12 раз. Поливная норма варьирует от 650 до 1200 м³/га. На засоленных землях осенью после зяблевой вспашки проводят промывные поливы. При-меняют также весенние запасные поливы. После промывных и за-пасных поливов требуется глубокая культивация.

До появления всходов легкими боронами или ротационными мотыгами разрушают почвенную корку. Для получения оптималь-ной густоты (100—110 тыс. раст/га) проводят прорывку всходов не позже образования двух настоящих листьев. Первую культиваци-ю проводят после появления всходов на глубину 6—8 см, вто-рую — перед первым поливом, а последующие — через 2—3 дня после каждого полива до смыкания рядков хлопчатника.

Химические меры борьбы с сорняками заключаются в сплош-ном внесении трефлана (4—6 кг/га) до посева и которана (0,8—1,75 кг/га) в рядки при посеве.

Важным мероприятием по уходу за хлопчатником является чек-канка — удаление точек роста главного стебля и моноподиев. Она предупреждает опадение бутонов и завязей. Проводят чеканку при образовании 12—18 плодовых ветвей.

Убирают хлопчатник как вручную, так и машинами. Порядок машинного сбора следующий: первый машинный сбор проводят вертикально-шпindelными машинами при раскрытии 50—60 % коробочек; второй сбор — этими же машинами при раскрытии еще 20—30 % коробочек; третий сбор — куракоуборочными машинами убирают все оставшиеся на растениях коробочки. Более высокое качество волокна бывает до заморозков (доморозный сбор), по-этому послеморозный сбор хлопка хранят отдельно. Для сбора опавших коробочек применяют специальные машины. Чтобы обе-спечить механизированную уборку хлопчатника, предварительно удаляют листья (дефолиация). Для этого растения до уборки в начале раскрытия первых 2—3 коробочек обрабатывают хлорат-хлоридом кальция (20—30 кг/га), хлоратом магния (8—15 кг/га) или гидрелом (6—8 кг/га). При недостаточном опадении листьев после дефолиации проводят десикацию — высушивание растений

на корню. В качестве десикантов применяют хлорат магния (25—30 кг/га) или хлорат-хлорид кальция (45—50 кг/га).

16.10. Лен

Лен-долгунец относится к важнейшим прядильным культурам. Льняное волокно отличается прочностью и используется для выработки всевозможных технических тканей и тканей широкого потребления.

Волокно выделяют из лубяной части стебля, оно составляет 20—30 % массы стебля. В семенах льна содержится 35—42 % высушающего масла, которое идет для приготовления красок и лаков, а также в пищу; отход масляного производства — жмых — представляет ценный корм для скота.

Основные площади льна-долгунца сосредоточены в нечерноземной зоне, в восточных районах Белоруссии и Литвы, а также в Западной Сибири. Всего районировано 15 сортов льна-долгунца.

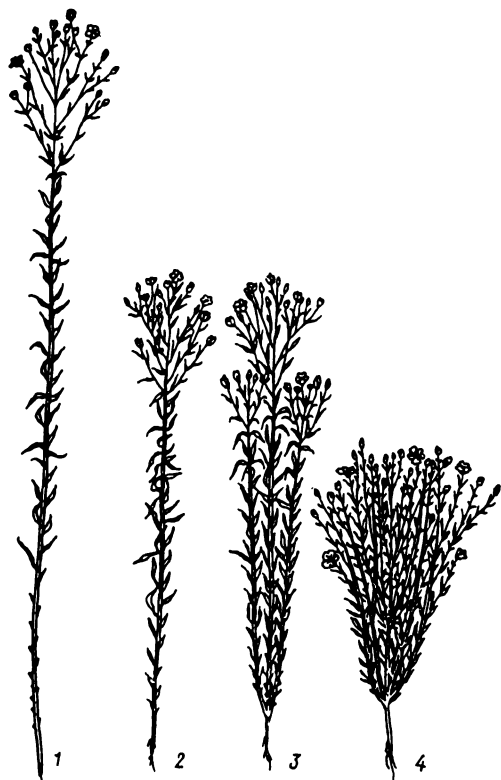


Рис. 16.1. Лен.

1 — долгунец, 2 и 3 — межеумок, 4 — кудряш (рогачик).

К лучшим и наиболее распространенным сортам прядильного льна относятся: Светоч, 1288/12, Л-1120, Томский-10. Сорт Л-1120 — один из наиболее устойчивых к полеганию. Кроме того, районированы сорта 806/3, И-9.

Ботаническое описание и биологические особенности. Для получения волокна и семян возделывают в основном один вид — лен культурный (*Linum usitatissimum*), который делится на несколько групп: лен-долгунец, или прядильный, лен-кудряш, или масличный, и лен-межеумок, выращиваемый также преимущественно для переработки на масло (рис. 16.1).

Лен-долгунец имеет стержневой корень со слабо развитыми боковыми ответвлениями, длинный прямостоячий стебель с мелкими листочками заостренной формы. В верхней части стебель ветвится. Листья сидячие, ланцетные. Соцветие — зонтиковидная кисть. Цветки голубые, розовые или белые. Плод — шаровидная, нераскрывающаяся при созревании коробочка. У долгунцовых льнов ценится тонкий длинный стебель, из которого получают волокно длинное тонкое, крепкое, эластичное. Качество волокна определяется по шкале номеров: чем выше номер (25—36), тем тоньше волокно.

Урожай и качество волокна сильно зависят от влажности почвы и воздуха, сочетания тепла и света, а также от обеспеченности растений питательными веществами.

Для возделывания льна лучшими считаются районы умеренного климата с менее резкими колебаниями температуры дня и ночи. Для нормального прорастания льна и развития всходов требуется 7—8 °С тепла. В период появления всходов лен чувствителен к заморозкам, повреждается при температуре —3 °С. Лен относится к растениям длинного дня. Для роста и развития растения наиболее подходит пасмурная погода. Именно при такой погоде он, вытягиваясь в длину, дает волокно более высокого качества.

Лен-долгунец — влаголюбивое растение, особенно в период от всходов до цветения. Он хорошо растет и развивается на окультуренных дерново-подзолистых супесчаных или суглинистых почвах со слабокислой реакцией, а также на пойменных землях. Песчаные и глинистые почвы для этой культуры мало пригодны.

Приемы возделывания. Предшественником льна в севооборотах зоны льноводства служит прежде всего клевер. Лен может быть посеян также на вновь осваиваемых луговых почвах и на легких почвах — после картофеля, кукурузы, вико-овсяной смеси или ржи. Пласт под него поднимают в августе или сентябре. Лен отзывчив на внесение удобрений. Непосредственно под лен целесообразно применять минеральные и местные удобрения. Из местных вносят по 0,5—1,0 т/га древесной золы и птичьего помета. Известь вносят в уменьшенных дозах (2—3 т/га) под предшествующую культуру.

Минеральные удобрения применяют (фосфор и калий осенью, азот весной) в дозах, соответствующих агрохимической характеристике почвы: обычно азота 30—45 кг, фосфора 60—90 кг, калия 60—120 кг действующего вещества на 1 га. Лен хорошо реагирует также на внесение борных и бормагневых удобрений в количестве 0,5 кг бора, т. е. 3—5 кг/га буры. Особенно важно внести бор на известкованных почвах.

Наиболее благоприятный срок посева льна — вторая декада мая. Густота стояния льна-долгунца должна быть не менее 2,0—2,5 тыс. раст/м². Такая густота обеспечивается нормой высева семян 120—150 кг/га. Глубина заделки семян 1,5—2,0 см. Лучший способ посева узкорядный, проводимый льяными сеялками. В первые 20 дней лен медленно растет, сильно засоряется сорняками.

Для борьбы с ними применяют гербициды. Посевы опрыскивают при высоте растений 5—15 см.

У льна-долгунца различают четыре фазы спелости: зеленую — после отцветания; раннюю желтую — листья нижней половины стебля осыпались, а остальные, кроме верхушечных, пожелтели; желтую — все листья пожелтели, сохранились только на верхушке стебля; полную — все листья опали, коробочки приобрели бурую окраску.

Убирают лен-долгунец через 2—3 дня после наступления ранней желтой спелости льноуборочным комбайном. Комбайн выполняет несколько операций: тербление (выдергивание растений с корнями), очес коробочек, вязка льносоломой в снопы для сдачи на льнозавод или расстил на льнице для получения тресты. Треста получается в результате разложения пектиновых веществ соломы микроорганизмами.

Основными операциями первичной обработки льна являются: приготовление тресты путем расстила или мочки, сушка тресты, мятьё и трепание.

Треста лучше вылеживается при августовском расстиле, когда стоит теплая и влажная погода с обильными росами. Продолжительность лежки в этом случае 3—4 недели, а в сухую погоду 5—7 недель. Для определения конца вылежки берут пробы, которые обрабатывают на мялке и протрепывают. При недолежке волокно плохо отделяется от костры и бывает грубым, а при перележке оно получается слабым и выход длинного волокна уменьшается.

После вылежки или мочки тресту расставляют в конусы для просушки, а в дождливую погоду сушат в сушилках.

Мочка соломы в воде в специальных бассейнах на льнозаводах или в колхозах имеет большие преимущества: сокращается срок приготовления тресты (до 3—6 дней) и повышается качество волокна. Сдаваемая на льнозаводы треста должна быть в снопах диаметром не менее 17 см. На льнозаводе тресту подвергают мятью на мялках и получают волокно, которое обрабатывают (трепание) на льнотрепальных машинах. Льняная треста содержит в среднем 25 % волокна, в том числе не более 20 % длинного.

Масличный лен (кудряш или межеумок) возделывают главным образом в сухих и жарких районах: в степной полосе Поволжья, в южных районах Западной Сибири, Башкирской АССР, в Казахстане, на черноземных и каштановых почвах.

Сеют масличный лен одновременно с ранними яровыми зерновыми. Норма высева от 30 (при широкорядном) до 80 кг/га (при рядовом способе посева). Глубина посева 4—5 см. Посев рядовой или узкорядный, а на засоренных полях применяют широкорядный посев с междурядьями 45 см. Убирают лен на семена в фазе полной спелости.

16.11. Конопля

Конопля — прядильная культура, которая дает большое количество волокна, но более грубого, чем льняное. Из ее волокна изготавливают грубые ткани (брезент, мешковину), рыболовные принадлежности, канаты, веревки и т. д. В семенах конопли содержится 32—35 % жира и 20—24 % белка. Из семян получают масло, используемое в пищу и в технике.

Основные районы возделывания конопли — Центрально-Черноземные области РСФСР, лесостепная часть Украины, Среднее Поволжье, Белоруссия.

Конопля (*Сannabis*) — это однолетнее лубоволокнистое растение семейства коноплевых. Наиболее распространен вид конопли культурная. Сорты культурной конопли подразделяют на географические группы. В СССР основными из них являются: северная, среднерусская и южная. Растения северной группы имеют высоту 50—60 см, низкоурожайные. Высота конопли среднерусской группы 120—200 см, вегетационный период 110—115 дней. Это основная группа, возделываемая в коноплесеющих районах СССР.

Конопля — двудомное растение. Мужские и женские цветки развиваются на разных растениях. Растение с мужскими цветками называется посконью, а с женскими — матёркой, последние и дают семена.

Конопля хорошо растет только на плодородных почвах, возделывается часто бессменно на коноплянниках, обычно вблизи населенных пунктов, на сильно удобренных навозом землях. При внесении 40—60 т/га навоза прибавка в урожае соломки достигает 10—12 ц/га.

Неплохие результаты дает применение под коноплю компостов зеленого удобрения, навозной жижи. Из минеральных туков вносят азотные (90—120 кг N), фосфорные (60—90 кг P₂O₅) и калийные (90—120 кг K₂O). Сеют коноплю при температуре почвы 8—10 °С рядовым или узкорядовым способом. Семена заделывают на глубину от 3 до 5 см. Норма высева семян среднерусской конопли 100—110 кг/га.

Уборку конопли на волокно проводят в два приема: сначала посконь, а потом матёрку. Посконь убирают в конце цветения, а матёрку — через 40—45 дней после уборки поскони в фазе спелости средней части соцветия.

Глава 17. КОРМОВЫЕ ТРАВЫ

17.1. Многолетние бобовые травы

Кормовые травы — однолетние и многолетние травянистые растения, используемые на корм скоту в виде зеленого корма, сена, сенажа, силоса, травяной муки и кормовых брикетов. Их выращи-

вают в кормовых и полевых севооборотах, но большинство из них произрастает на естественных (природных) сенокосах и пастбищах. В СССР возделывается около 100 видов многолетних и однолетних кормовых трав.

Многолетние травы, имея мощную корневую систему, обогащают почву органическим веществом, улучшают ее структуру и водно-физические свойства. Они являются лучшим предшественником для большинства сельскохозяйственных культур и служат важным средством в борьбе с эрозией почв, а в условиях орошения препятствуют их засолению.

Бобовые травы возделываются как в чистом виде, так и в виде бобово-злаковых травосмесей. Травосмесь, состоящая из одной злаковой компоненты, называется простой. Сложная травосмесь включает не менее двух видов бобовых и двух видов злаковых трав. Простые травосмеси используют в полевых и прифермских севооборотах, а сложные — в лугопастбищных и почвозащитных.

В хозяйственном отношении все кормовые травы делятся на четыре группы: мятликовые (злаковые), бобовые, разнотравье и осоковые. Сеянные многолетние травы являются представителями двух семейств — мятликовых и бобовых. Из других видов введены в культуру борщевик, окопник, маралий корень, сильфия пронзеннолистная. Наиболее высоким кормовым достоинством обладают многолетние бобовые травы, так как они богаты белком и хорошо поедаются скотом. На природных кормовых угодьях они составляют наиболее ценную часть урожая сена или пастбищного корма. Уборка сена с большим содержанием бобовых требует осторожности, так как при ворошении, сушке, перевозке и скирдовании наиболее ценная часть растений — листовая — легко обламывается и теряется, что снижает качество корма.

Из многолетних бобовых трав возделывают: клевер красный, розовый и белый; люцерну синюю (посевную), гибридную, желтую и голубую; эспарцет, лядвенец рогатый, горошек мышиный, козлятник восточный, донник. На естественных сенокосах и пастбищах важное кормовое значение имеют: клевер горный, клевер средний, клевер земляничный, люцерна хмелевидная, язвенник обыкновенный, астргалы, солодка и др.

17.1.1. КЛЕВЕР

Клевер широко используют на зеленый корм, а в смеси со злаковыми и другими бобовыми травами — на приготовление сенажа высокого качества. В сене клевера содержится 12—13 % протеина и по питательной ценности оно близко к концентрированным кормам. Особенно ценным кормом является мука из клевера. Клевер обогащает почву органическим веществом и азотом, улучшает структуру и водно-физические свойства почвы, является лучшим предшественником для льна, зерновых и других культур.

Ботаническое описание и биологические особенности. Производственное значение в СССР имеют три вида клевера: клевер

красный (*Trifolium pratense*), клевер розовый (*Trifolium hybridum*) и клевер белый (*Trifolium repens*).

Клевер — многолетнее растение, в полевых условиях живет 2—3 года, лишь клевер белый — до 10 лет. Корень стержневой, проникающий на глубину до 2 м и более, но основная масса корня размещается в пахотном слое.

Стебель полый, ветвящийся. Листья тройчатые. Соцветие — шаровидная головка, состоящая из большого количества мелких цветков — от 60 до 170. Венчик пурпуровый, иногда белый. Завязь верхняя. Плод — односемянный или двусемянный боб. Растение перекрестноопыляющееся. Масса 1000 семян 1,5—2,0 г.

У северного позднеспелого одноукосного клевера развитых междоузлий на стебле 7 и более. У южного, или двуукосного, междоузлий 5—7. Клевер выносит семядоли на поверхность. Через 4—5 дней образуется первый настоящий простой лист. Спустя две недели появляется первый тройчатый лист, затем через каждые 3—5 дней формируются последующие листья — второй, третий и др.

В пазухах прикорневых листьев закладываются пазушные почки, из которых развиваются побеги. Первый боковой побег вырастает из пазухи третьего или четвертого листа. После перезимовки укороченные побеги дают стебли, образуя куст сложной структуры. Когда на растении клевера появляются 10—15 листьев и более, это значит, что наступила фаза прикорневой розетки листьев. Обычно при посеве клевера под покровную культуру этой фазы он достигает в первый год жизни. На второй год жизни у клевера отмечаются следующие фазы развития: отрастание, стебление, бутонизация, начало цветения, полное цветение, побурение головок и полное созревание семян.

Продолжительность вегетационного периода зависит от сорта и почвенно-климатических условий. Хорошо развитый клевер первого года жизни выдерживает понижение температуры в зоне расположения корневой шейки до $-16... -17^{\circ}\text{C}$, а со второго на третий год жизни — лишь до $-10... -12^{\circ}\text{C}$. Засуха резко снижает зимостойкость и морозоустойчивость клевера. Клевер, переживший длительную засуху, сильно поражается грибковыми болезнями. В этом случае воздействие низких температур приводит к массовому выпадению растений.

Клевер требователен к наличию влаги в почве, особенно в период максимального накопления биомассы. Для получения высокого урожая семян клевера желательно иметь влажность почвы 80 % полной влагоемкости до фазы цветения, 60 % во время цветения и 40 % в период созревания семян.

Клевер поглощает много калия, фосфора, кальция и других элементов из почвенного раствора. Он хорошо отзывается на микроэлементы: молибден, бор, медь. Удаётся на всех почвах, кроме песчаных, сильнокислых или сильно засоленных, хорошо растет на слабокислых суглинистых почвах. При рН почвенного раствора ниже 4,5 клевер выпадает.

Клевер — растение длинного дня, относительно теневынослив и поэтому его можно подсеивать под покров различных культур.

В Советском Союзе районировано более 100 сортов клевера для полевого травосеяния и около 20 сортов для создания лугов и пастбищ. Наиболее известны следующие сорта: Московский 1, Пермский, Вятский, Ярославский, Псковский, Среднерусский, Конищевский, Черниговский, Подольский, Узрос 73, Марусинский 150, Тетраплоидный ВИК, Красноуфимский 523 и др.

Агротехника. Клевер сеют под покров озимых или яровых зерновых культур. Иногда его подсеивают под покров вико-овсяной или горохо-овсяной смесей, убираемых на зеленый корм или сено. В каждом хозяйстве выбирают такие культуры для подсева клевера, которые обеспечивают хорошее его развитие под покровом. Клевер хорошо отзывается на навоз и торфо-навозные компосты, внесенные под покровную (или предшествующую) культуру в количестве от 20 до 40 т/га.

Дозы минеральных удобрений зависят от содержания питательных веществ в почве. Фосфорно-калийные удобрения желательно заделывать под зяблевую вспашку или при предпосевной обработке почвы под покровную культуру.

Существенное влияние на урожай сена оказывает срок подкормки клевера. Подкормка осенью, после уборки покровной культуры, более эффективна, чем весной следующего года. Клевер второго года жизни следует подкормить перед уходом в зиму. После внесения удобрений посев боронуют в два следа.

Клевер в первый год жизни развивается медленно и сорняки его могут легко заглушить. Поэтому под посевы клевера нужно отводить чистые поля. Если клевер подсеивают под покров яровых культур, требуется глубокая зяблевая вспашка с предварительным лущением вслед за уборкой предшественника. Рано весной поле боронуют и затем перед посевом культивируют с одновременным боронованием. Почву под клевер и другие многолетние травы подготавливают так, чтобы она была чистой от сорняков, имела большой запас влаги, была достаточно воздухопроницаемой и содержала необходимое количество питательных веществ.

Перед посевом семена тщательно очищают от примесей. Нельзя использовать семенной материал с примесями карантинных сорняков.

Семена клевера протравливают ТМТД из расчета 1 кг препарата на 1 т семян, а непосредственно перед посевом их обрабатывают нитрагином. Одновременно с нитрагинизацией можно опудривать семена молибденом.

Клевер под покров озимых высевают рано весной, перед их боронованием. При посеве под покров яровых лучше сеять его зернотравяной сеялкой вместе с покровной культурой. Запоздывание с посевом клевера всегда приводит к снижению урожая. Норма высева всхожих семян 12—15 кг/га.

Семена клевера мелкие, поэтому нужно тщательно следить за глубиной их заделки. В большинстве случаев она должна быть

1—2 см. На легких почвах можно заделывать семена на глубину до 3 см.

Покровную культуру скашивают при высоте среза 15—20 см. Высокая стерня хорошо задерживает снег и предотвращает гибель растений от вымерзания. В районах с небольшим снежным покровом и суровыми зимами применяют снегозадержание.

Последующий уход за посевами клевера заключается в подкормках минеральными удобрениями после укосов. Рано развивающиеся сорные растения (например, сурепка) подкашивают или пропалывают. Если в травостое появятся карантинные сорняки, то принимают специальные меры для их уничтожения.

Лучший срок скашивания клевера на сено — периоды бутонизации или начала цветения. К этому времени растения формируют основную массу урожая с высоким содержанием белка. Семена клевера получают с общих травостоев или со специально заложённых семенных участков. У раннеспелых сортов клевера на семена оставляют травостой первого года пользования, а у позднеспелых — преимущественно второго года.

17.1.2. ЛЮЦЕРНА

Люцерна дает высокобелковый, богатый витаминами и минеральными солями корм. В сене содержится до 21,9 % протеина, 1,49 % кальция, 0,24 % фосфора и 0,18 % серы. Исключительное значение люцерны имеет в хлопковых севооборотах. Посевы ее предотвращают вторичное засоление почвы на орошаемых землях, а также снижают поражение хлопчатника таким заболеванием, как вилт, приводящим к резкому снижению урожая и его качества.

Люцерна улучшает физико-химические свойства почвы, в которой накапливается на одном гектаре до 8—11 т корневых и пожнивных остатков (в переводе на сухое вещество), содержащих свыше 150 кг азота. Без орошения в степных условиях люцерна с одного гектара дает более 3 т сена, а при орошении в Средней Азии за 5—6 укосов урожайность сена достигает 20—30 т/га, а семян — 1,0—1,2 т/га.

Ботаническое описание и биологические особенности. На территории СССР встречается 36 видов люцерны (однолетней и многолетней). Наиболее широко распространена люцерна синяя (*Medicago sativa*), люцерна желтая (*Medicago falcata*) и люцерна гибридная (*Medicago varia*).

Корень стержневой с сильно развитыми боковыми корнями. В первый год жизни корни проникают на глубину 2—3 м, а в последующие — на 5 м и более. У многолетних видов верхняя часть корня, называемая коронкой, имеет почки, из которых ежегодно развиваются новые стебли.

Стебель прямой, ветвистый с 10—20 междоузлиями, высотой 80—110 см и более. Листья сложные, тройчатые. Соцветие — кисть из 12—16 ярко окрашенных цветков, расположенных на верхушках стеблей и боковых ветвей.

Люцерна — перекрестноопыляемое растение. Плод — многосемянный изогнутый серповидно или спирально закрученный боб. Семена мелкие овально-почковидной формы. Масса 1000 семян 0,9—2,7 г.

Люцерна теплолюбивая и светолучивая культура, но вместе с тем обладает высокой морозоустойчивостью. Семена начинают прорастать при температуре 5—6 °С. Всходы выдерживают заморозки до —6 °С. Отрастание весной начинается при температуре 7—9 °С. Сумма положительных температур, необходимая для формирования одного укоса, составляет примерно 750—800 °С. При высоком снежном покрове люцерна хорошо переносит температуры до —40 °С.

При сильной засухе люцерна приостанавливает рост и сбрасывает часть листьев. После выпадения осадков снова трогается в рост. Люцерна требовательна к плодородию почвы и чистоте полей, ее можно выращивать на различных почвах с нейтральной или щелочной реакцией (рН 7—8), но не пригодны почвы с повышенной кислотностью.

Наиболее распространенными сортами люцерны синей являются: Семиреченская местная, Ташкентская 3192, Ташкентская 721, Хивинская местная, Ферганская 700; люцерны пестрой: Славянская местная, Зайкевича, Марусинская 81, Полтавская 256, Маньчская местная, Валуйская; люцерны желтой: Кубанская желтая, Краснокутская, Кинельская.

Агротехника. Обработка почвы зависит от предшественника и покровной культуры. Осенью проводят лущение, а через 2—4 недели — вспашку на глубину 25—30 см. При посеве люцерны под покров ранних яровых культур проводят предпосевное боронование в два следа. Если покровными культурами являются суданская трава, просо или кукуруза, то до посева поле 2—3 раза культивируют с одновременным боронованием. В степных районах важно предпосевное прикатывание почвы.

Под люцерну в степных районах вносят 15—20 т/га навоза, а в более увлажненных — 25—40 т, или по 45—60 кг действующего вещества фосфора и калия на 1 га. Органические удобрения лучше вносить под предшественник. При посеве рекомендуется вместе с семенами заделывать в почву до 50 кг/га гранулированного суперфосфата. Хорошие результаты дает предпосевная обработка семян молибденом, бором и нитрагином. Семена люцерны тщательно очищают от примесей и сорняков, особенно повилки.

Люцерну высевают сплошным рядовым способом. На семенных участках, наряду с рядовым, применяют широкорядный посев с междурядьями 45—60 см. При посеве под покров люцерну высевают поперек рядков покровной культуры.

Примерные нормы посева люцерны (на 1 га): в засушливых районах 8—12 кг, в увлажненных 12—14 кг, на орошении 14—16 кг. Глубина заделки семян 2—3 см. Нормы посева покровной культуры (на 1 га): кукурузы 25—30 кг, сорго 15—20 кг, ячменя 80—120 кг.

После посева поле прикатывают, а при появлении почвенной корки ее разрушают ротационными мотыгами. Покровная культура должна быть убрана своевременно. Ее скашивают на высоте 20 см от поверхности почвы. Солому и пожнивные остатки увозят с поля сразу же после уборки покровной культуры. Обязательным приемом является боронование после каждого укоса и весной. В степных районах большое значение имеет снегозадержание и задержка талых вод.

При орошении до посева люцерны проводят влагозарядковый полив с нормой воды около 2000 м³/га и вегетационные поливы. В год высева один полив составляет 600—800 м³/га, а в последующие годы поливы проводят после каждого укоса с таким расчетом, чтобы хорошо увлажнялся метровый слой почвы.

Убирают люцерну в период бутонизации и начала цветения. Последний укос проводят не позднее, чем за 4—5 недель до перехода средней суточной температуры через 0 °С.

17.1.3. ЭСПАРЦЕТ

Эспарцет по продуктивности и качеству сена не уступает люцерне. Скармливание эспарцета в зеленом виде, в отличие от люцерны и клевера, не вызывает у жвачных животных тимпании (вздутия) рубца — самого большого отдела желудка жвачных. За два года жизни эспарцета на одном гектаре накапливается 5—6 т органических остатков и 100—120 кг азота. Эспарцет является прекрасным медоносом и хорошим предшественником для зерновых.

Ботаническое описание и биологические особенности. Эспарцет — многолетнее растение. Корневая система стрежневая, глубокая (на 4—5 м) проникающая в почву. Листья непарноперистые с 6—18 парными и одним верхушечным листочком. Стебель слабоветвящийся, хорошо облиственный, высотой 70—120 см и более. Соцветие — кисть длиной 3—20 см. Цветки крупные розовые (реже белые). Опыление — перекрестное. Плод — односемянный боб округлой формы. Створки его крепко соединены, поэтому эспарцет высевают бобами. Масса 1000 семян 18—20 г.

Эспарцет менее чем люцерна требователен к почвам и отличается способностью усваивать труднодоступные питательные вещества. Он хорошо растет на песчаных и супесчаных почвах и на всех типах карбонатных почв. Кислых почв не переносит.

В СССР возделывается три вида эспарцета: эспарцет виколистный (*Onobrychis viciifolia*), эспарцет закавказский (*Onobrychis antasiatica*), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*). Семена эспарцета начинают прорастать при температуре 1—2 °С, оптимальная температура 18—25 °С. Зимостойкость и засухоустойчивость эспарцета высокие.

Эспарцет возделывается в Закавказье, на Северном Кавказе, в лесостепной полосе Украины и в центральных областях черноземной зоны. Наиболее распространены сорта: Закавказский двуукосный, Северокавказский двуукосный, Песчаный 1251, Южноукраинский, Краснодарский 2834 и др.

Агротехника. Предшественниками для эспарцета могут быть различные культуры. Он высевается в чистом виде, под покров или в смеси с другими злаковыми и бобовыми травами. По сравнению с другими бобовыми травами эспарцет меньше реагирует на внесение удобрений.

Обработка почвы под эспарцет заключается в лущении на глубину 5—7 см, а при засоренности корнеотпрысковыми сорняками — лемешными лущильщиками на глубину 10—12 см. В случае сильного засорения корнеотпрысковыми сорняками через 2—3 недели проводят повторное лущение, а затем вспашку на глубину 25—27 см.

Весной поле боронуют в два следа и проводят черезрядковый посев одновременно с покровной культурой зернотравяными сеялками. При подсева под озимые культуры посев проводят дисковыми сеялками поперек рядков покровной культуры.

Норма высева семян (на 1 га): в степной зоне 70—80 кг, а в лесостепной 80—100 кг. Глубина заделки семян на тяжелых почвах 3—4 см, на легких 4—5 см.

Убирают эспарцет на сено в период бутонизация—начало цветения.

17.1.4. донник

Донник возделывают для зеленого корма, сена и силоса, используют его также под выпас. Он хороший медонос.

Донник считается ценным растением для зеленого удобрения, так как развивает большую зеленую массу и мощную корневую систему. Он обогащает почву азотом и служит хорошим предшественником для всех сельскохозяйственных культур, кроме того, его используют для мелиорации засоленных почв и для борьбы с водной и ветровой эрозией.

Ботаническое описание и биологические особенности. Производственное значение имеют два вида: донник белый (*Melilotus albus*) и донник желтый (*Melilotus officinalis*). Оба эти вида двулетние (реже однолетние) растения.

Корневая система стержневая с хорошо развитыми боковыми корнями, проникает на глубину 1,5—2,0 м. Стебель прямостоячий, ветвистый, высотой 75—300 см. Листья тройчатые. Соцветие — рыхлая кисть с большим количеством мелких белых или желтых цветков. Опыление перекрестное. Плод — односемянный, реже двусемянный боб. Масса 1000 семян 1,8—2,2 г.

Донник обладает высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. Он хорошо растет на всех типах почв за исключением кислых и заболоченных.

В СССР донник распространен преимущественно в засушливых районах Казахстана, Западной Сибири, Украины, Поволжья, а также в Прибалтике. Распространены следующие сорта донника: Донник белый 1146, Донник белый 4032, Люцерновидный 9654 и др.

Агротехника. Почва обрабатывается по технологии, принятой для яровых зерновых культур. В засушливых районах донник высевают в чистом виде, а во влажных его подсевают под покров ранних яровых зерновых, а также проса и могара. Лучшие предшественники донника — пропашные культуры.

Высевают его одновременно с ранними яровыми сплошным рядовым способом дисковой сеялкой. Норма высева семян (на 1 га): в засушливых степных районах 15—20 кг, а в более влажных 20—25 кг.

Донник скашивают на сено в период бутонизация—начало цветения на высоте 15—18 см от поверхности почвы. Семена донника получают на второй год с первого или второго укосов.

17.2. Многолетние мятликовые (злаковые) травы

Кормовое достоинство мятликовых трав, особенно в молодом возрасте, — высокое. На природных кормовых угодьях они нередко составляют 80—90 % урожая сена или пастбищного корма. Во время сеноуборки (при ворошении, сгребании и других работах) наиболее ценные в кормовом отношении листья у мятликовых не обламываются. В СССР из многолетних мятликовых кормовых трав возделываются: костер безостый, костер прямой, ежа сборная, тимофеевка луговая, овсяницы (луговая, красная, бороздчатая, тростниковидная, восточная), житняк, пырей бескорневищный, райграс высокий и пастбищный, лисохвост луговой, полевица белая, канареечник тростниковидный, мятлик луговой, волоснец сибирский, бекмания и др.

17.2.1. ТИМОФЕЕВКА ЛУГОВАЯ

Тимофеевка луговая имеет наибольшее распространение по сравнению с другими злаковыми травами. Она выращивается в чистом виде и в смеси с бобовыми травами. В полевых севооборотах тимофеевку в смеси с клевером используют до 3 лет, а в лугопастбищных — 5—6 лет.

Ботаническое описание и биологические особенности. Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*) — многолетний рыхлокустовой злак. Корневая система мочковатая. Стебли полые, цилиндрические, прямостоячие, в нижней части коленчато-изогнутые. Высота их 100 см и более. Соцветие — колосовидная метелка цилиндрической или конусовидной формы. Плод — зерновка. Масса 1000 семян 0,3—0,5 г.

Семена начинают прорастать при температуре 1—2 °С. Начало вегетации весной совпадает с датой перехода средней суточной температуры через 5 °С. Оптимальная температура роста и развития 18—19 °С.

Тимофеевка луговая обладает большой зимостойкостью, хорошо растет на всех типах почв любой кислотности, но плохо переносит

длительную засуху и высокую температуру. Тимофеевка распространена в лесостепной и нечерноземной зонах. Травосмеси тимOFFеевки с бобовыми травами оставляют в почве много органического вещества, улучшают структуру почвы и являются лучшими предшественниками для льна и зерновых культур.

Сорта тимOFFеевки: Московская 5, Марусинская 297, Белорусская 1308, Ленинградская 204 и др.

Агротехника. Тимофеевку высевают под покров озимых или яровых зерновых. В первом случае ее посев проводят вместе с покровной культурой осенью. Под яровые тимOFFеевку высевают весной. Лучшим является рядовой посев зернотравяными сеялками, а на семена — широкорядный.

Обработка почвы и внесение удобрений осуществляется с учетом покровной культуры и предшественника. Обычно вносят 20—30 т органических удобрений, фосфора и калия по 30—45 кг действующего вещества на 1 га. Применяются также весенние и послеукосные подкормки. Норма посева тимOFFеевки (на 1 га): при широкорядном посеве 4—6 кг, а при сплошном рядовом 8—10 кг. В смеси с клевером высевают 4—6 кг/га. Глубина заделки семян 1—2 см. Поле перед посевом прикатывают.

Лучшими сроками уборки смеси клевера и тимOFFеевки на сено являются фазы бутонизации клевера и выбрасывания метелки тимOFFеевки. Семена получают на травостоях второго года пользования.

17.2.2. ОВСЯНИЦА ЛУГОВАЯ

Овсяница луговая — ценное кормовое растение. Она хорошо поедается скотом и хорошо отрастает после стравливания. Дает до 5 т высокопитательного сена с 1 га. Лучшего развития достигает на 3—4-й годы жизни, в травостоях держится 6—8 лет и более.

Ботаническое описание и биологические особенности. Овсяница луговая (*Festuca pratensis*) — многолетнее растение с мощно развитой мочковатой корневой системой. Корни проникают в почву на глубину 80 см. Стебли прямостоячие, хорошо облиственные. Растения достигают высоты 140 см. Соцветие — метелка, односторонняя до цветения и раскидистая во время цветения. Плоды пленчатые, светло-серые. Масса 1000 семян около 2 г. Растения обладают довольно высокой зимостойкостью. Засухоустойчивость у овсяницы выше, чем у тимOFFеевки.

Хорошо растет на богатых перегноем суглинистых и глинистых почвах и не удается на песчаных почвах, бедных азотом. Распространена в лесостепных районах Европейской части СССР, в центральных областях нечерноземной зоны и в Сибири.

Агротехника. Овсяницу луговую высевают в смеси с клевером красным, люцерной посевной или эспарцетом. Поэтому агротехника ее такая же, как и вышеназванных трав.

При посеве в смеси с бобовыми норма посева семян в нечерноземной зоне 12—14 кг/га, в лесостепной зоне 10—12 кг/га. В чи-

стом виде, прежде всего для получения семян, овсяницу луговую высевают широкорядно или сплошным рядовым способом. Глубина заделки семян 2—3 см. Норма высева семян (на 1 га): при широкорядном посеве 8—9 кг, при сплошном рядовом 15—16 кг. Уход такой же, как за травостоем тимофеевки. Убирают на сено в фазе колосения. При созревании семена овсяницы луговой сильно осыпаются. Поэтому к их уборке приступают в фазе восковой спелости.

17.2.3. ЕЖА СБОРНАЯ

Ботаническое описание и биологические особенности. Ежа сборная (*Dactylis glomerata*) — рыхлокустовой многолетний злак. Корневая система мочковатая, проникает в почву на глубину 100 см. Стебли прямостоячие высотой до 150 см. Соцветие — сжатая метелка. Плоды пленчатые, трехгранной формы, серые, масса 1000 семян 1,2 г.

Ежа сборная — влаголюбивое растение, но чувствительна к избыточному увлажнению. Тенелюбива. Зимостойкость довольно высокая, засухоустойчивость низкая. Хорошо растет на осушенных и разработанных низинных болотах, а также на суглинистых и глинистых почвах. Особенно отзывчива на азотные удобрения. Широко распространена в нечерноземной зоне, в орошаемых районах Средней Азии, Кавказа и юга Украины. К районированным сортам относятся Моршанская 123, Ленинградская 353, Московская 222 и др.

Агротехника. При рядовом посеве норма высева семян 14—15 кг/га, при возделывании на семена в широкорядном посеве 8—9 кг/га. В травосмесях полевых севооборотов семян ежи сборной высевают по 7—8 кг/га. Убирают семенники ежи сборной комбайном в фазе полной спелости семян.

Обработка почвы и уход за посевами такие же, как и за посевами люцерны или клевера.

17.2.4. КОСТЕР БЕЗОСТЫЙ

Костер безостый — ценная кормовая культура, характеризующаяся высокими кормовыми достоинствами. Помимо возделывания на сено и зеленый корм, он широко используется на долголетних пастбищах.

Ботаническое описание и биологические особенности. Костер безостый (*Bromus inermis*) — многолетний корневищный злак высотой до 1,5—2,0 м. Корневая система мочковатая, проникает на глубину до 2 м и более. Листья широколинейные. Соцветие — метелка, образованная крупными, сжатыми с боков колосками. Лучше всего растет на супесчаных и суглинистых черноземах, не переносит кислых почв. Продолжительность жизни 5—7 лет, на пойменных землях 15—20 лет. Интенсивность отрастания после скашивания высокая. Костер безостый распространен в Центрально-Черноземных областях, Среднем Поволжье, Западной и Восточной

Сибири, Казахстане. Лучшие сорта: Моршанский 760, Безенчукский 9, Краснокутский 3694, Омский 1585 и др.

Агротехника. Костер безостый в смеси с бобовыми травами высевают под покров яровых зерновых рано весной рядовым способом. На семена высевают широкорядно. Норма высева семян (на 1 га): при рядовом посеве 16—18 кг, а при широкорядном 10—11 кг. Глубина заделки семян 3—4 см. Лучшие сроки уборки на сено — появление метелок. Семена убирают в фазе полной спелости.

Обработка почвы и уход за посевами такие же, как и при возделывании люцерны.

17.2.5. ЖИТНЯК

Ботаническое описание и биологические особенности. Житняк — это рыхлокустовый многолетний злак, имеющий большое разнообразие видов. В культуру введено четыре: житняк гребневидный (*Agropyrum rectinifforme*), житняк гребенчатый (*Agropyrum cristatum*), житняк пустынный (*Agropyrum desertorum*) и житняк сибирский (*Agropyrum sibiricum*).

Растения житняка имеют мощную мочковатую корневую систему, проникающую на глубину до 2 м. Стебель прямой, цилиндрической формы, высотой 50—60 см. Соцветие — колос с 3—10-цветковыми сидячими колосками. Плод — продолговатая зерновка. Житняк растет в степях, на сухих лугах, песках, каменистых склонах. Он зимостоек и засухоустойчив, к почвам малотребователен. Полного развития житняк достигает на третий год жизни. Держится в травостое 8—10 лет. Широко распространен в степных засушливых районах Поволжья, Казахстана, Сибири, в степных районах Украины и Северного Кавказа. Лучшие сорта: Бродский 60, Краснокутский 4, Краснокутский 35, Камышинский 1, Карабалыкский 202 и др.

Агротехника. Поскольку житняк в первый год растет медленно, его высевают в Европейской части СССР под покров озимых, а в Казахстане и Сибири под покров яровых, уменьшая норму посевной культуры наполовину.

Почву обрабатывают так же, как под люцерну. Норма высева семян в смеси с люцерной (на 1 га): в засушливых степных районах 6—8 кг, а в черноземной зоне 8—10 кг. Глубина заделки семян 2—3 см. Рано весной и после укосов проводят боронование и подкормку фосфорно-калийными удобрениями по 30—45 кг действующего вещества на 1 га.

Убирают житняк в начале колошения, а люцерно-житняковую травосмесь — в начале цветения люцерны.

17.2.6. РАЙГРАС ВЫСОКИЙ

Ботаническое описание и биологические особенности. Райграс высокий (*Arrhenatherum elatius*) — многолетний рыхлокустовый злак, достигающий высоты 170 см. Корневая система мочковатая,

проникает в почву на глубину до 280 см. Соцветие — метелка. Масса 1000 семян 2,7 г.

Райграс высокий быстро растет в первый год жизни и хорошо отрастает после укосов. В холодные малоснежные зимы вымерзает, повреждается поздними весенними заморозками. Засухоустойчивость выше, чем у овсяницы луговой и тимофеевки. Не переносит затопления и близости грунтовых вод. Хорошо растет на черноземных почвах. Держится в травостое 4—5 лет.

Райграс возделывается на Северном Кавказе, в лесостепных районах Украины и Молдавии, на орошаемых землях в Средней Азии и Закавказье. Сорты райграса высокого: Моршанский 23, Краснодарский 137 и др.

Агротехника. Райграс высокий в смеси с многолетними бобовыми травами подсевают преимущественно под покров яровых зерновых. Норма высева семян (на 1 га): в чистом виде при узкорядном посеве 15—16 кг, при широкорядном 8—9 кг, в травосмесях 10—12 кг. Глубина заделки семян 2—3 см. Обработка почвы и уход за посевами в основном такие же, как и за посевами люцерны.

На сено райграс высокий скашивают в начале выметывания метелки. Семена убирают отдельным способом в фазе восковой спелости.

17.3. Однолетние травы

В СССР возделывается более 20 видов однолетних трав. Среди них встречаются виды с коротким (до 50 дней) и длинным (свыше 70 дней) вегетационным периодом. Поэтому они имеют важное значение при создании зеленого конвейера. Наиболее широкое распространение имеют следующие виды однолетних трав: из бобовых — вика яровая, вика озимая, сераделла, люпин, однолетние клевера, пелюшка; из мятликовых (злаковых) — суданская трава, сорго, могар, райграс однолетний; из крестоцветных — озимый и яровой рапс.

Однолетние травы с коротким вегетационным периодом можно высевать в несколько сроков и использовать как пожнивные посевы или выращивать в занятых парах.

Однолетние травы и их травосмеси очищают поля от сорняков и служат хорошим предшественником для зерновых и технических культур.

17.3.1. ВИКА ЯРОВАЯ

Вика обладает высокими кормовыми достоинствами и используется на сено, зеленый корм, зерно и силос. В 1 кг сухой массы содержится 150—190 г протеина, 230—270 г клетчатки и до 37 мг каротина.

Вику высевают в смеси с овсом или другими злаками. В смеси она меньше полегаёт, даёт большие урожаи и лучше поедается животными. На одном гектаре вика накапливает 40—50 кг азота.

Ботаническое описание и биологические особенности. Вика яровая (*Vicia sativa*)—однолетнее бобовое растение. Корень стержневой, с хорошо развитыми боковыми корнями. Стебель—тонкий, ветвистый, лежащий, длиной 80—100 см. Листья сложноперистые из 5—8 пар листочков, заканчивающихся усиками. Цветки фиолетовые, розовые, иногда белые, самоопыляющиеся. Плод—многосемянный боб. Масса 1000 семян 40—60 г. Цветение наступает через 40—60 дней после появления всходов, укосная спелость на 15—20 дней позднее, а семена созревают через 75—140 дней.

Прорастание семян начинается при температуре 2—4 °С. Всходы выдерживают заморозки —3... —4 °С. Вика нетребовательна к теплу. Наибольшее количество влаги она потребляет от начала цветения до образования бобов.

Вика яровая нетребовательна и к почвам. Она широко возделывается в нечерноземной зоне, в зоне достаточного увлажнения Центрально-Черноземных областей, на Украине, в Прибалтике и Западной Сибири.

Наиболее распространены следующие сорта: Белоцерковская 874/31, Льговская 31/292, Краснодарская 7, Саранская местная, Камалинская 611, Ярославская 135 и др.

Агротехника. В полевых севооборотах вику в смеси с овсом на сено высевают в пару, а в кормовых—после пропашных или как покровную культуру для трав. Хорошие предшественники для нее озимые и яровые зерновые и пропашные культуры. Почву под вику обрабатывают так же, как и под зерновые культуры. После лущения стерни пашут зябь. Весной проводят ранневесеннее боронование с последующей культивацией. На тяжелых по механическому составу почвах при сильном уплотнении пахотного слоя зябь перепахивают.

Высевают вико-овсяную смесь сплошным рядовым способом одновременно с ранними зерновыми. Часто для зеленого конвейера ее высевают в несколько сроков. Соотношение семян вики и овса должно быть: для зоны достаточного увлажнения 2 : 1 (120—140 кг вики и 60—70 кг овса), для зоны недостаточного увлажнения 3 : 1 (100—120 кг вики и 40—50 кг овса). Глубина заделки семян 3—5 см.

Вика хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. Под зяблевую вспашку на 1 га рекомендуется внести 20—30 т навоза, 200—300 кг простого суперфосфата и 100—150 кг калийной соли. Хорошие результаты дает обработка семян молибденом и нитрагином. В период вегетации вико-овсяная смесь не нуждается в специальном уходе.

Лучшие сроки уборки вико-овсяной смеси на сено—начало образования бобов. Скашивание на зеленый корм и стравливание вики рекомендуется начинать с начала цветения. На силос убирают при массовом образовании бобов. На семена вика убирается отдельным способом при побурении и созревании бобов нижней и средней части растений.

17.3.2. ВИКА ОЗИМАЯ

Вика озимая по количеству протеина (до 22 %) превосходит вику яровую. Она возделывается и как озимая, и как яровая культура. Весной ее высевают в качестве бобовой компоненты для высокостебельных растений. При посеве осенью в смеси с озимой рожью вика озимая удается в лесостепной и степной зонах Украины, в Центрально-Черноземных областях, в Белоруссии, Прибалтике и на орошении в Средней Азии.

Ботаническое описание и биологические особенности. Корень у вики озимой (*Vicia villosa*) — стержневой, с хорошо выраженными боковыми корнями. Стебель тонкий, ветвистый, лежащий, длиной 100—120 см и более. Листья парноперистые, оканчиваются усиком с 5—10 парами ланцетовидных листочков. Соцветие — кисть. Цветки ярко-фиолетовые и темно-синие, перекрестноопыляющиеся. Плод — боб удлиненно-ромбической формы с 4—8 шаровидными семенами. Масса 1000 семян 25—30 г.

Семена вики озимой начинают прорастать при температуре 2—3 °С. Всходы переносят заморозки до —3... —4 °С. Зимостойкость невысокая. При яровом посеве вика зацветает на 60—65-й день после появления всходов, а при осеннем — через 30—35 дней от начала весенней вегетации.

Агротехника. Вику озимую в смеси с озимой рожью высевают в занятом пару или после яровых культур. В районах устойчивой зимовки вначале высевают 60—80 кг озимой вики на 1 га, а затем по всходам подсевают озимую рожь принятой нормой посева. Весной вику озимую можно сеять в смеси с другими яровыми культурами. Норма высева семян (на 1 га): вики 90 кг, овса 60 кг. Можно высевать могоар (20 кг/га), райграс однолетний (15 кг/га), подсолнечник (15 кг/га), кукурузу (40 кг/га).

Вику озимую убирают на корм в фазе цветения, а на семена в период побурения бобов.

17.3.3. ОДНОЛЕТНИЕ КЛЕВЕРА

Клевер пунцовый (*Trifolium incarnatum*) — однолетнее бобовое растение. Корень стержневой, с большим числом боковых корней. Стебли мягковолокнистые, мощные. Листья крупные. Соцветие — головка конической формы. Венчики цветков ярко-красного цвета. Это тепло- и влаголюбивое растение. Высота растений 50—60 см. Может использоваться как сидеральная культура.

Высевают клевер пунцовый весной, без покрова. Норма высева семян (на 1 га): 30—35 кг при выращивании на корм и 20—25 кг при выращивании на семена. После посева поле прикатывают. Клевер пунцовый дает один укос. На семена убирают в период побурения головок.

Клевер персидский (*Trifolium resupinatum*) — однолетнее бобовое яровое или озимое растение. Корневая система маломощная. Стебли маловетвистые. Высота растений 20—30 см. Головка шарообразная. Цветки розовые. Длина вегетационного периода 80—135 дней. Дает 3—4 укоса.

Клевер персидский высевают рано весной. Норма высева семян 15 кг/га. Глубина заделки семян 1—2 см. На сено убирают в начале цветения. Семена убирают отдельным способом при побурении 70—80 % головок.

Клевер александрийский (*Trifolium alexandrinum*) — однолетнее бобовое растение с хорошо развитой корневой системой. Стебли прямые, ветвистые, высотой 25—60 см. Соцветие — головка овально-конической формы. Цветки желтовато-белые. Вегетационный период 90—120 дней.

Клевер александрийский высевают с осени или рано весной. Норма высева семян 15—18 кг/га. Глубина посева семян до 2 см. Дает 2—3 укоса.

17.3.4. СУДАНСКАЯ ТРАВА

Суданская трава — одна из самых ценных однолетних кормовых культур. Она обладает высокой засухоустойчивостью, хорошими кормовыми качествами, способна быстро отрастать после укосов и срастания. В благоприятных условиях дает 3—4 укоса.

Ботаническое описание и биологические особенности. Суданская трава (*Sorghum sudanense*) относится к семейству мятликовых (злаковых). Корневая система мочковатая, мощно развита, проникает на глубину 2—3 м. Стебли прямостоячие, высотой до 3 м, хорошо облиственные. Листья ланцетовидные крупные, длиной до 45 см и шириной 4,0—4,5 см. Соцветие — развесистая метелка. Плод — пленчатая зерновка. Масса 1000 семян 10—15 г.

Суданская трава — теплолюбивое растение. Семена начинают прорастать при температуре 8—10 °С. Заморозки в —3... —4 °С полностью уничтожают всходы и взрослые растения. При средней суточной температуре 12—13 °С суданская трава почти не растет. В засухоустойчивости уступает лишь сорго и просу. Растет на различных типах почв, но наиболее высокие урожаи дает на черноземных и каштановых почвах. От появления всходов до конца кущения суданская трава растет очень медленно, поэтому ей отводят поля, чистые от сорняков. Первые пять листьев образуются в течение 45 дней, а перед цветением среднесуточные приросты в высоту достигают 6—7 см. Кущение начинается с момента образования пятого листа и не прекращается до конца вегетации. Число побегов колеблется от 4 до 120.

Суданская трава возделывается в засушливых районах Украины, Северного Кавказа, Молдавии и Поволжья, в Центрально-Черноземных областях, Сибири и Казахстане. Сорты суданской травы: Краснодарская 1967, Бродская 2, Кинельская 90, Одесская 25, Ростовская и др.

Агротехника. Лучшими предшественниками для суданской травы являются пропашные, озимые зерновые, зернобобовые культуры. Она сильно истощает и иссушает почву, а поэтому является плохим предшественником. Суданская трава хорошо отзывается на внесение органических и минеральных удобрений. В зависимости от климатических условий рекомендуются следующие дозы

удобрений: азотных и фосфорных 30—45 кг, калийных 20—30 кг действующего вещества на 1 га. Хороший результат дает рядковое внесение суперфосфата по 10 кг действующего вещества на 1 га.

Суданская трава относится к культурам позднего сева, поэтому подготовка почвы состоит из лущения стерни, глубокой зяблевой вспашки, раннего весеннего боронования, двух предпосевных культиваций и допосевного и послепосевного прикатывания.

Посев проводят при температуре почвы 10—12 °С на глубине 10 см. Для кормовых целей суданскую траву сеют сплошным рядовым способом, на семена — широкорядно с междурядьем 45—60 см. Глубина заделки семян 3—5 см, на сухих и легких почвах — до 5—8 см. Норма высева семян (на 1 га): в увлажненных районах 25—30 кг, в засушливых 15—20 кг; при широкорядном посеве 8—12 кг.

Суданскую траву можно высевать в смеси с чинной посевной, горохом или люпином. При этом норма высева семян суданской травы и компоненты снижают на 15—20 % по сравнению с нормой высева в чистом виде.

Убирают суданскую траву на сено в начале выметывания соцветий, а на семена при созревании семян в метелках главных стеблей.

17.3.5. МОГАР

Могар используют на сено, зеленый корм и как пастбищное растение. Зерно могоара — ценный корм для птицы. По урожайности он в большинстве районов уступает суданской траве, но более засухоустойчив, менее требователен к теплу и почве, более скороспелый.

Ботаническое описание и биологические особенности. Могар (*Setaria italica moharicum*) — однолетнее кормовое растение семейства мятликовых (злаковых). Корневая система мочковатая, проникающая на глубину 100—150 см. Стебли достигают высоты 150 см, количество междоузлий — от 4 до 16. Число стеблей в кусте от 2 до 7. Листья длинные — 45—50 см. Соцветие — колосовидная метелка (султан). Колоски одноцветковые. Плод — зерновка, плотно заключенная в колосковые пленки. Масса 1000 семян 1,5—3,4 г.

Семена начинают прорастать при температуре 10 °С. Оптимальная температура для прорастания семян 20 °С. Всходы сильно страдают от солнцепека и не выдерживают заморозков. Засухоустойчивость высокая, при недостатке влаги останавливает рост. В таком состоянии может находиться длительное время и затем, после выпадения осадков, формирует вполне удовлетворительный урожай.

Кущение у могоара происходит через 17—25 дней после всходов. Наиболее интенсивный прирост растительной массы наблюдается в период от выметывания султана до цветения. Длина вегетационного периода в зависимости от сорта и условий выращивания 90—130 дней. Основные районы возделывания могоара — полузасушли-

вые и засушливые степи восточных и юго-восточных районов страны, Средней Азии, Северного Кавказа, Закавказья, юга Украины. Сорты: Днепропетровский 31, Омский 10 и др.

Агротехника. Могар можно размещать после любой культуры, но лучшие предшественники для него — зернобобовые и удобренные пропашные. Могар рано убирают, поэтому он является хорошим предшественником для зерновых и пропашных культур. Почву обрабатывают так же, как и под посев проса. Норма высева семян (на 1 га): в сухих степных районах 8—12 кг, в лесостепной зоне 15 кг, в районах достаточного увлажнения до 20 кг. Способ посева сплошной рядовой и широкорядный при выращивании на сено и широкорядный при выращивании на семена. Глубина заделки семян 2—4 см. Сеют могоар, когда почва на глубине 10 см прогреется до 8—10 °С. Примерные дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений — по 30—45 кг действующего вещества на 1 га.

Убирают на сено в начале появления метелок. Высота скашивания 7—8 см. Семена убирают, когда побуреют метелки, а семена приобретут восковую спелость.

17.3.6. ПЛЕВЕЛ МНОГОЦВЕТКОВЫЙ

Ботаническое описание и биологические особенности. Плевел многоцветковый, или итальянский райграс (*Lolium multiflorum*), возделывают на зеленый корм и сено в смеси с овсом и бобовыми травами. В культуре выращивают чаще всего однолетнюю разновидность — так называемый райграс вестервольдский.

Плевел многоцветковый — хорошо облиственный злак. Стебли его тонкие, высотой 60—80 см. Колос рыхлый. Масса 1000 семян 2,5—3,0 г. Корневая система мочковатая, хорошо развитая.

Малотребователен к теплу. Семена начинают прорастать при температуре 1—4 °С. Оптимальная температура прорастания 20—25 °С. Всходы выдерживают заморозки —2... —3 °С. Плевел требователен к влаге, отличается быстрым ростом, скороспелостью, большой кустистостью. Кущение начинается в фазе 3—4-го листа. Цветение наступает через 35—60 дней после появления всходов, вегетационный период от 60 до 90 дней. Дает 2—3 укоса в год.

Плевел многоцветковый не требователен к почвам. Распространен в Белоруссии, Прибалтике, в лесостепной зоне Украины и в черноземной зоне.

Агротехника. Плевел многоцветковый (райграс итальянский) размещают после озимых, яровых зерновых, пропашных и зернобобовых. Он хороший предшественник для зерновых и пропашных культур. Лучшие сроки посева — одновременно с ранними зерновыми культурами. Обработка почвы такая же, как и для других культур раннего срока сева. Способ посева сплошной рядовой. Норма высева семян 20—25 кг/га. Глубина заделки семян 2—3 см. Рекомендуется вносить азотные, калийные и фосфорные удобрения по 30—45 кг действующего вещества на 1 га. Убирают на сено в период колошение — начало цветения. Семена убирают при полном их созревании на центральном стебле.

17.3.7. КАПУСТНЫЕ (КРЕСТОЦВЕТНЫЕ)

Редька масличная (*Raphanus raphanistrum*) — однолетнее растение, достигающее высоты 100 см и более. Характеризуется быстрым ростом, холодостойкостью, высокой урожайностью. Через 35—40 дней после появления всходов формирует урожай зеленой массы. Возделывается как поживная и поукосная культура. Успешно высевается в различных смесях однолетних трав.

Редька масличная не требовательна к почвам, но хорошо отзывается на внесение удобрений. Высевают ее рядовым способом. Норма высева семян 20—25 кг/га. Глубина заделки семян 2—4 см.

На зеленый корм редьку убирают от фазы цветения до фазы плодоношения, на силос в чистом виде — в фазу плодоношения. Семена убирают раздельным способом при созревании в средней части растения.

Перко — гибрид тетраплоидной китайской капусты (*Brassica chinensis*) и тетраплоидной озимой сурепицы (*Brassica campestris*). У перко стержневой корень, прямой стебель, неоднородные листья, цветки собраны в кистевидное соцветие. Плод — стручок.

Растение влаголюбивое. Можно выращивать и как озимую, и как яровую культуру. Обладает хорошей отавностью.

Из перко в смеси с кукурузой или сорго можно приготовить силос. Используется он также на зеленый корм и как сидерат. Технология возделывания перко аналогична агротехнике рапса. Перед посевом рекомендуется вносить по 100 кг действующего вещества азота и фосфора и 120 кг калия на 1 га. Норма высева семян 10—12 кг/га, глубина посева 1,5—2,0 см.

17.4. Уборка трав и заготовка кормов

Уборка трав включает скашивание, сушку и укладывание на хранение. Скашивание трав должно проводиться в сроки, когда растения содержат наибольшее количество питательных веществ. При этом учитывается влияние срока скашивания на последующие укосы и продуктивность сенокоса в будущем. Наибольшее количество питательных веществ в растениях содержится в ранние фазы развития. Однако общий урожай в это время еще невысок. Лучшие сроки уборки злаковых трав — в фазу полного колошения, а бобовых — в период бутонизация — начало цветения.

Укос трав должен быть завершен в течение 5—7 дней. На количество и качество сена и на последующую урожайность сенокоса оказывает влияние высота скашивания. Занижение высоты среза трав на 1 см против оптимальной приводит к недобору 5—7 % урожая. Примерная высота скашивания должна быть: типчаковых и типчаково-полянных лугов 3—4 см, горно-луговых трав 4—5 см; естественных лугов и сеянных многолетних трав в нечерноземной зоне 5—6 см; в степной зоне 4—6 см, а для редкого травостоя 4—8 см; второй укос естественных лугов и сеяных трав на увлажнен-

ных участках 6—7 см; вико-овсяной смеси 4—6 см; сеянных многолетних трав первого года жизни 10—12 см, многолетних трав, предназначенных в дальнейшем на семена, 8—9 см; донника 12 см; высоко- и толстостебельных растений 10—15 см. Последний укос однолетних трав проводят на самом низком срезе, а многолетних — на 2—3 см выше против рекомендуемой высоты среза.

Ответственный и трудоемкий процесс уборки трав — сушка. Кормовые растения в зависимости от почвенно-климатических и биологических особенностей содержат от 55 до 85 % влаги. Чтобы приготовить из них 1 т сена стандартной влажности (17 %) нужно удалить 0,8—4,5 т воды. Обычно применяют сушку травы в прокосах и валках с досушкой в копнах. При этом сено многократно ворошат, вспушивают и переворачивают, что приводит к потере наиболее ценных частей растений (листьев и соцветий) и снижает качество сена. Для ускорения сушки трав применяют плущение, т. е. раздавливание стебля. Чтобы избежать больших потерь сухого вещества в скошенной массе, после его провяливания в прокосах и валках применяют активное вентилирование в скирдах или специальных помещениях, которое в 2—3 раза сокращает время нахождения растительной массы в прокосах, предупреждает механические потери нежных частей растений, вымывание росой и дождями питательных веществ, снижает затраты труда.

Высококачественное сено получается при сушке зеленой растительной массы высокими температурами. В этом случае влага из растений удаляется очень быстро и потери питательных веществ исключаются. Высушенная таким образом растительная масса может быть переработана на травяную муку.

Сенуборка завершается укладкой высушенной массы сена на хранение в сенохранилище, стога или скирды.

Из свежескошенных трав заготавливают сочный корм — силос. Силосование (заквашивание) — консервирование кормов без доступа воздуха. Сущность силосования заключается в том, что изоляция корма от доступа воздуха прекращает развитие анаэробных микроорганизмов, а образующаяся в процессе жизнедеятельности молочнокислых бактерий молочная кислота подавляет жизнедеятельность анаэробных микроорганизмов. Кислотность готового силоса около 4,0—4,2 рН.

Работа по заготовке силоса включает следующие операции: скашивание и измельчение растительной массы, погрузка на транспортные средства, транспортировка к месту силосования, разгрузка в траншею или силосное сооружение, разравнивание, трамбовка и укрытие. Все эти трудоемкие операции в значительной степени механизированы.

Из провяленной до влажности 50—55 % растительной массы готовят сенаж. Технология приготовления включает скашивание, плущение, провяливание и сгребание в валки, подбор валков, измельчение трав и погрузку в транспортные средства, закладку массы в хранилища (траншеи или башни), трамбовку и герметичное укрытие полиэтиленовой пленкой. Сенаж приготавливается из

всех видов трав. Он обладает более низкой, чем силос, кислотностью (рН около 5).

Потери питательных веществ при заготовке сенажа не более 12 %, силоса 18—20 %, сена 25—40 %.

Глава 18. СЕМЕНА, ПОДГОТОВКА ИХ К ПОСЕВУ И ПОСЕВ

18.1. Современная система семеноводства

Семеноводство — отрасль растениеводства, в задачу которой входит размножение семян районированных и перспективных сортов и гибридов в количествах, необходимых для производства при сохранении или даже при улучшении их высоких семенных, сортовых и урожайных качеств. Хорошо налаженная система семеноводства — основа высокопродуктивного, интенсивного сельского хозяйства.

Современная система семеноводства в СССР включает два звена.

1. Научно-исследовательские учреждения и учебно-опытные хозяйства сельскохозяйственных вузов производят семена элиты и первой репродукции в количествах, обеспечивающих потребности в воспроизводстве семян хозяйств своей зоны.

2. Колхозы и совхозы покупают элиту или первую репродукцию на своих семеноводческих участках выращивают первую и вторую репродукцию в количествах, обеспечивающих полную потребность хозяйства. Семена элиты и первой репродукции покупаются хозяйствами не каждый год, а в соответствии со сроками сортообновления, установленными в каждой области.

С целью улучшения семеноводческой работы по травам в различных зонах страны созданы специализированные семеноводческие станции по травам. В их обязанности входит организация, выращивание, заготовка, доведение до посевных кондиций семян трав как выращенных в семеноводческих хозяйствах, так и принятых из колхозов и совхозов.

Таким образом, система семеноводства должна обеспечивать получение достаточного количества высококачественных элитных семян, быстрое продвижение их в производство и обеспечивать своевременную сортообмену и сортообновление.

Сортообновление — это замена возделываемых сортов вновь районированными, более ценными, продуктивными сортами. Для этого научно-исследовательские учреждения начинают семеноводческую работу с новым сортом после того, как он включается в число перспективных.

Перспективный сорт — это хорошо показавший себя в государственном сортоиспытании сорт, т. е. превысивший по об-

щим хозяйственным показателям районированный сорт. Районированные, но недостаточно размноженные сорта называются дефицитными. Список районированных и дефицитных сортов ежегодно утверждается.

Сортообновление. Воспроизводство семян в хозяйстве в течение ряда лет снижает их сортовые и посевные качества, что обусловлено различными причинами: биологическим засорением (перепыление); болезнями, передаваемыми через семена; снижением продуктивности в результате выращивания на низком агрофоне и др. Один из основных способов борьбы с ухудшением качества семян в условиях производства — сортообновление, т. е. замена ухудшившихся сортовые и биологические качества семян лучшими семенами того же сорта.

Периодичность сортообновления устанавливается областными организациями в зависимости от конкретных условий, складывающихся для данной культуры, и ее биологических особенностей. По зерновым культурам обычно сортообновление проводят один раз в 3—5 лет, а по сахарной свекле, подсолнечнику и кукурузе — ежегодно. Однако сроки эти не являются строго обязательными. Если в хозяйстве семеноводство поставлено хорошо, то сортообновление может проводиться на один-два года позже установленных сроков.

План сортообновления составляется на несколько лет вперед. Эта работа возлагается на агронома-семеновода районного масштаба. Исходными данными для составления плана служит потребность рядовых хозяйств в семенах для сортообновления. Расчет ведется по каждой культуре и каждому сорту на основании плановых показателей хозяйства на ряд лет вперед. При составлении плана необходимо следить за тем, чтобы не было резких колебаний в количестве семян элиты по годам.

Научно-исследовательские учреждения и учебные хозяйства сельскохозяйственных вузов должны выращивать элитные семена в количестве, необходимом для планового сортообновления в обслуживаемых хозяйствах, а также для создания страхового фонда в размере 25—30 % потребности хозяйств в семенах. В зонах страны, где озимые сеют раньше, чем убирают урожай, страховые фонды семян создают с учетом обеспечения всей площади семеноводческих посевов.

Элитные семена, или элита, — это лучшие по своим качествам семена. Опытное учреждение обязано выращивать элиту всех районированных в зоне их деятельности сортов независимо от того, являются ли они оригинаторами (авторами) этих сортов или нет. Объем производства по каждому сорту определяется планом-заказом на элитные семена. План-заказ составляется областным управлением сельского хозяйства совместно с научно-исследовательскими учреждениями по каждой культуре и каждому сорту.

Метод подготовки элитных семян определяется биологическими особенностями культуры и сорта, происхождением сорта, методом выведения, а также конкретными условиями зоны, где ведется се-

меноводство. Единым требованием для всех зон является выращивание элиты в максимально благоприятных условиях.

Начальным звеном семеноводческой работы является индивидуальный или массовый отбор. Наибольшее распространение в семеноводстве многих культур приобрел метод индивидуально-семейственного отбора. Схема семеноводства этим методом следующая:

1) на производственных или специальных посевах отбирают типичные для данного сорта наиболее продуктивные и здоровые растения;

2) в питомнике отбора высевают семена каждого отобранного растения на отдельной делянке, чтобы проверить отборы по потомству;

3) лучшее из потомств после выбраковки в питомнике отбора высевают в семенной питомник — питомник испытания потомств второго года, каждое потомство высевают на отдельной делянке;

4) после выбраковки в семенном питомнике оставшиеся семьи объединяют и высевают для получения семян суперэлиты;

5) урожай суперэлиты используют для получения элиты.

От приведенной схемы могут быть отклонения. Для культур с высоким коэффициентом размножения звено суперэлиты может быть лишним и семена с семенного питомника используют для получения элиты. Но чаще приходится вводить новые звенья; обычно после семенного питомника вводят одно или два звена размножения.

Схема производства элитных семян массовым отбором проста и имеет следующий вид: 1) отбор элитных растений; 2) питомник размножения; 3) суперэлита; 4) элита. Массовый отбор производят на посевах элиты, а иногда суперэлиты. Отбирают несколько тысяч растений, типичных для сорта, здоровых, хорошо развитых. Семена всех растений объединяют и высевают в питомник размножения.

В посевах размножения суперэлиты и элиты необходимо проводить сортовые и видовые прополки. Урожай семян необходимо тщательно с большим отходом сортировать, чтобы удалить мелкие и шуплые зерна.

Элиту перспективных и дефицитных сортов обычно выращивают ускоренными методами, добиваясь быстреего размножения. Для этого используют широкорядные посева и посева с пониженной нормой высева.

Семена элиты или первой репродукции, поступившие в колхозы и совхозы, размножают на семеноводческих участках. Агротехника на семеноводческих участках должна способствовать получению семян с высокими посевными качествами, обеспечению сортовой и видовой чистоты, повышению урожайных качеств семян, исключению распространения заболеваний.

18.2. Показатели посевных качеств семян

Показателями посевных качеств семян являются: чистота (примесь семян сорных растений), всхожесть и энергия прорастания, сила начального роста и жизнеспособность, влажность, крупность, зараженность болезнями и вредителями.

Чистота семян — содержание в посевном материале семян основной культуры в процентах. Это один из наиболее важных показателей качества семян. Установлены жесткие требования на присутствие семян сорняков и других культурных растений. Не допускаются к посеву семена, в которых обнаружено присутствие семян карантинных сорняков.

Всхожесть — количество нормально проросших семян в средней пробе, взятой для анализа, выраженное в процентах. Лабораторная всхожесть семян определяется путем проращивания их при оптимальных условиях в течение определенного для каждой культуры срока (для большинства культур 7—8 суток). Одновременно со всхожестью определяют энергию прорастания семян, под которой понимают количество проросших за определенный срок семян (обычно на третьи-четвертые сутки). Энергия прорастания характеризует способность семян давать дружные и ровные всходы.

К всхожести семян предъявляются высокие требования. Для большинства полевых культур первоклассные семена должны иметь всхожесть не ниже 95 %. Некондиционные по всхожести семена использовать на посев запрещено.

Сила начального роста характеризуется способностью ростков семян пробиться через определенный слой песка и массой этих ростков. Она измеряется (в процентах) числом здоровых ростков, проросших сквозь слой песка на десятые сутки от посева, и массой (в граммах) зеленых проростков в пересчете на 100 ростков.

Жизнеспособность — содержание в семенном материале живых семян, выраженное в процентах относительно средней пробы. Чаще всего этот показатель определяют у свежубранных семян, например, при использовании семян озимых зерновых культур для посева в год уборки урожая, когда ко времени сева послеуборочное дозревание у них еще не закончено.

Влажность — содержание влаги в семенах, выраженное в процентах. От влажности семян зависит длительность их хранения. При повышенной влажности усиливается дыхание семян, в результате быстрее снижается их всхожесть.

Влажность семян нормируется стандартом для различных зон. Кондиционная влажность для теплых и сухих районов (Средняя Азия, Поволжье, Юго-Восток, Северный Кавказ, Закавказье, Украина, Молдавия) — 14 %, для Северо-Запада, Севера и Востока страны — 17 %. Сухие семена хорошо сохраняют всхожесть как в теплую, так и в холодную погоду.

Масса 1000 семян характеризует крупность семян, обеспеченность зародыша питательными веществами. Массу 1000 семян

определяют в воздушно-сухом состоянии. Этот показатель используется для расчета нормы высева.

Зараженность болезнями и вредителями семян, подготовленных к посеву, определяется обязательно. Если в семенах обнаружены живые вредители и их личинки, головневые мешочки, галлы пшеничной нематоды, то такие семена для посева непригодны.

Посевная (хозяйственная) годность семян рассчитывается на основании чистоты и всхожести. Для этого применяют следующую формулу:

$$X = \frac{AB}{100},$$

где X — посевная годность семян, %; A — чистота семян, %; B — лабораторная всхожесть семян, %.

Посевную годность используют для расчета нормы высева.

18.3. Государственный стандарт на посевные качества семян, сортовой и семенной контроль

На всех этапах семеноводства необходим строгий сортовой и семенной контроль. Он состоит из внутривозвращенного и государственного контроля.

Внутривозвращенный контроль осуществляют агрономический персонал и руководители хозяйств. Его задача — контроль за соблюдением правил агротехники на всех этапах семеноводческой работы.

Государственный контроль имеет две формы: 1) сортовой контроль и 2) семенной контроль.

Государственный сортовой контроль осуществляет полевую апробацию, лабораторный сортовой контроль и грунтовой контроль.

Полевой апробации подлежат все посевы, предназначенные для уборки на семена. Ее задача — установить соответствие требованиям ГОСТа сортовых семеноводческих посевов и подготовить документацию.

Апробацию имеют право проводить агрономы, прошедшие соответствующее обучение. Правила проведения апробации изложены в специальных инструкциях, в которых указан объем отбираемого образца, установлены размеры площади, с которой берут сноп (пробу). Для хлебных злаков, проса, гречихи, гороха, чины, чечевицы, льна, кориандра отбирается пробный сноп, для кукурузы — початки, для подсолнечника — семена. При апробации фасоли, бобов, нута и маша ограничиваются осмотром пробных растений на корню и записью результатов осмотра в журнал.

По отобранному снопу (пробе) устанавливают чистосортность, наличие трудноотделимых и больных растений. На посевы, соответствующие требованиям ГОСТа, выдают «Акт апробации», явля-

ющийся основным документом на сортовые семена, отображающим все данные анализа апробационного снопа. На основании «Акта апробации» хозяйство выдает сортовые документы на партии семян, отправляемые за пределы хозяйства: «Сортовое удостоверение», «Аттестат на семена элиты».

Если посев не удовлетворяет установленным нормам, то на него выдается «Акт выбраковки посевов из числа сортовых».

Лабораторный сортовой контроль проводят в лабораторных семенных инспекциях с целью установления засоренности сортовых семян после уборки, в период сортировки и др. Этот вид контроля применим к ограниченному набору культур.

Грунтовой контроль проводят в том случае, если лабораторный контроль не может установить, засорен ли посевной материал. Отобранный от спорной партии семян образец отправляется в Государственную семенную инспекцию, проводящую грунтовой контроль. Там эти семена высевают на выровненном по рельефу и плодородию участке и в течение вегетационного периода проводят тщательные наблюдения, в результате устанавливают сортовую чистоту.

Посев разрешается проводить только семенами, удовлетворяющими по посевным качествам требованиям государственного стандарта (ГОСТА). Чтобы правильно охарактеризовать посевные качества от определенной партии семян по принятой методике (ГОСТ 12036—66), отбирают средний образец и анализируют в Государственной контрольно-семенной лаборатории, осуществляющей государственный семенной контроль.

Партия семян — это определенное по массе количество однородных семян одной культуры, сорта, репродукции, категории сортовой чистоты, физических качеств, года урожая, одного происхождения, занумерованное и удостоверенное соответствующими документами. Количество семян в партии может быть различным. Партия семян может быть любого размера. Однако если она очень большая, то ее разбивают на отдельные *контрольные единицы*, т. е. предельное количество семян отдельной партии или ее части, для определения качества которых отбирают один *средний образец*. Контрольная единица для зерновых культур установлена в размере 25 т (250 ц).

Средний образец выделяется для лабораторного анализа из *исходного образца*, который представляет собой совокупность всех выемок, отобранных от партии семян или контрольной единицы. Выемка — небольшое количество семян, отбираемое за один прием для составления исходного образца. Размер среднего образца зависит от крупности семян культуры — от 1000 г для зерновых культур до 10—25 г для мелкосеменных культур.

Средний образец выделяют из исходного методом крестообразного деления: первый — для определения чистоты, энергии прорастания, всхожести, жизнеспособности, подлинности и массы 1000 семян (его помещают в чистый мешочек и пломбируют); второй — для определения влажности и зараженности амбарными вредите-

телями (его помещают в чистую стеклянную посуду с пробкой и заливают сургучем или парафином); третий — для определения зараженности болезнями (его помещают в бумажный пакет).

Средние образцы отбирает агроном хозяйства или опытного учреждения, прошедший инструктаж в Государственной семенной инспекции, при участии ответственного представителя хозяйства или опытного учреждения.

Отбор среднего образца оформляют актом (в двух экземплярах) по установленной форме. Один акт оставляют в хозяйстве, второй вместе с образцом отсылают в Государственную семенную инспекцию.

Согласно ГОСТу семена зерновых, зернобобовых, масличных культур и многолетних трав по чистоте и всхожести делят на три класса, а семена сахарной свеклы, кормовых корнеплодов, овощных и бахчевых — на два класса. Семена любого класса называют кондиционными. Семена, имеющие показатели по посевным качествам ниже установленных стандартом классов, относят к некондиционным и высевать их запрещено. На семеноводческих участках сельскохозяйственных предприятий высевают семена только первого класса и лишь в порядке исключения — семена второго класса.

В зависимости от результатов, полученных при анализе образцов семян, Государственная семенная инспекция выдает «Удостоверение о кондиционности семян» или «Результаты анализа семян». «Удостоверение о кондиционности семян» выдают на семена, посевные качества которых соответствуют требованиям стандарта. Лучшими по качеству являются семена первого класса. «Результаты анализа семян» выдают на семена, не отвечающие требованиям соответствующего стандарта на посевные качества семян.

18.4. Подготовка семян к посеву и хранению

Качество семян определяется комплексом агротехнических мероприятий в период их выращивания на семеноводческих участках. Дальнейшие операции по очистке и хранению семян призваны сохранить их качество в течение длительного периода.

Прежде всего должна быть обеспечена своевременная, без потерь и повреждений, уборка. Убранные семена, поступая на ток, должны пройти первоначальную очистку, чтобы удалить посторонние крупные примеси (листья, кусочки стеблей, чешуйки, комочки земли, пыль, семена сорняков и др.). Примеси обычно имеют повышенную влажность и при задержке с очисткой могут способствовать самосогреванию зерна, в результате снижается его всхожесть. С этой целью зерно, имеющее высокую влажность, после предварительной очистки должно быть подвергнуто принудительной сушке.

Дальнейшая обработка семян заключается в сортировании. Основная цель сортирования — удаление из семенной партии мелких,

щуплых, легковесных и дробленых семян. На сортировальных машинах выделяют из партии 65—75 % наиболее крупных семян. Крупные семена обладают более высокой полевой всхожестью, выживаемостью растений, так как их можно заделывать на большую глубину в надежно увлажненный слой. При этом узел кущения закладывается более глубоко и образуется мощная корневая система.

У пропашных культур (кукуруза, подсолнечник, сахарная свекла и др.), высеваемых квадратным, квадратно-гнездовым и пунктирным способом, применяют калибровку семян, т. е. разделяют на отдельные фракции по размеру и форме, что позволяет высевать в каждое гнездо заданное число семян, снизить расход посевного материала. Но главное достоинство калиброванных (выровненных) семян состоит в том, что они дают дружные и ровные всходы, развитие и созревание растений происходит равномерно.

Подготовленные семена (очищенные, просушенные и отсортированные) закладывают на хранение в семенохранилище, которое должно быть очищено и продезинфицировано. Во время хранения должна быть исключена возможность засорения, снижения всхожести.

К приемам предпосевной подготовки семян относятся протравливание, воздушно-тепловой обогрев, обработка нитрагином, скарификация.

Протравливание семян — обязательный агротехнический прием, направленный на борьбу с болезнями. Протравливание бывает сухое, полусухое, мокрое и термическое. Против пыльной головни проводят термическое протравливание при температуре 45—53 °С, а против твердой — сухое и полусухое. Применяемые протравители: гранозан, ТМТД, меркуран и др. (100—150 г на 1 ц семян). Мокрое протравливание проводят формалином.

Воздушно-тепловой обогрев семян способствует повышению энергии прорастания и всхожести семян, особенно в районах, где их созревание проходит при пониженных температурах. Воздушно-тепловой обогрев проводят на открытых площадках в солнечную погоду или в проветриваемых помещениях при 20—30 °С.

Для семян зернобобовых культур применяют инокуляцию — обработку нитрагином.

Многолетние бобовые травы (люцерна, донник, клевер, многолетний люпин и др.), имеющие твердые семена, которые не прорастают из-за непроницаемости их оболочек для воды и воздуха, для повышения всхожести скарифицируют (искусственно повреждают оболочки).

18.5. Способы, нормы и сроки посева

От способов посева зависит размещение растений по площади поля и, следовательно, более полное использование ими света, влаги и питательных веществ, а также подбор комплекса машин и орудий для посева и последующего ухода.

Все известные способы посева можно разделить на три группы (рис. 18.1):

1) сплошной посев (рядовой, узкорядный, перекрестный, перекрестно-диагональный);

2) широкорядный посев, позволяющий применять междурядную обработку в одном направлении (широкорядный, ленточный, пунктирный);

3) квадратный посев (квадратно-гнездовой).

Рядовой посев с шириной междурядья 13—15 см производится рядовыми сеялками. При существующих нормах высева зерновых и других культур расстояние между семенами в рядке при этом способе посева составляет 1,1—1,5 см. Площадь питания растений получается очень вытянутая (1,1×15 см), растения в рядках загущены.

Более равномерное размещение семян достигается при *узкорядном посеве*. В этом случае междурядья в два раза уже, чем при рядовом способе. Площадь питания одного растения при тех же нормах высева менее вытянута (примерно 2,2×7,5 см). Узкорядный посев производится дисковыми или сошниковыми сеялками с междурядьями 7—8 см.

Для ещё более равномерного размещения семян по его площади применяют *перекрестный* или *узкорядно-перекрестный способы посева*, выполняемые рядовыми или узкорядными сеялками, но за два прохода по полю — в продольном и поперечном направлениях. Суммарная норма высева та же, что и при обычном рядовом или узкорядном посевах, но может быть несколько выше (до 10 %).

На полях удлиненной конфигурации применяют *перекрестно-диагональный способ посева*.

Широкорядный и ленточный посевы проводят с шириной междурядий, допускающей обработку их культиваторами. В зависимости от высоты и мощности возделываемых культур ширину междурядий устанавливают от 45 до 90 см и более. Такой посев носит название *широкорядкового*. Имеются специальные сеялки для посева и посадки этих культур.

К широкорядным посевам относятся *ленточные*, имеющие двойные междурядья: например, между лентами 60 см, а в ленте между отдельными строчками (рядами) 15 см. Ленточные посевы могут быть (в зависимости от культуры) двух-, трех- и даже пятистрочными. Обычно они рекомендуются для культур, требующих междурядной обработки, но не нуждающихся в большой площади питания (морковь, петрушка и др.).

Пунктирный посев — разновидность широкорядного, но отличается тем, что семена (калиброванные) распределяются в рядке на заданное расстояние. Для пунктирного посева пропашных культур (свеклы, кукурузы) используют сеялки-культиваторы точного высева.

Квадратные способы посева производят специальными сеялками, обеспечивающими размещение семян или клубней правиль-

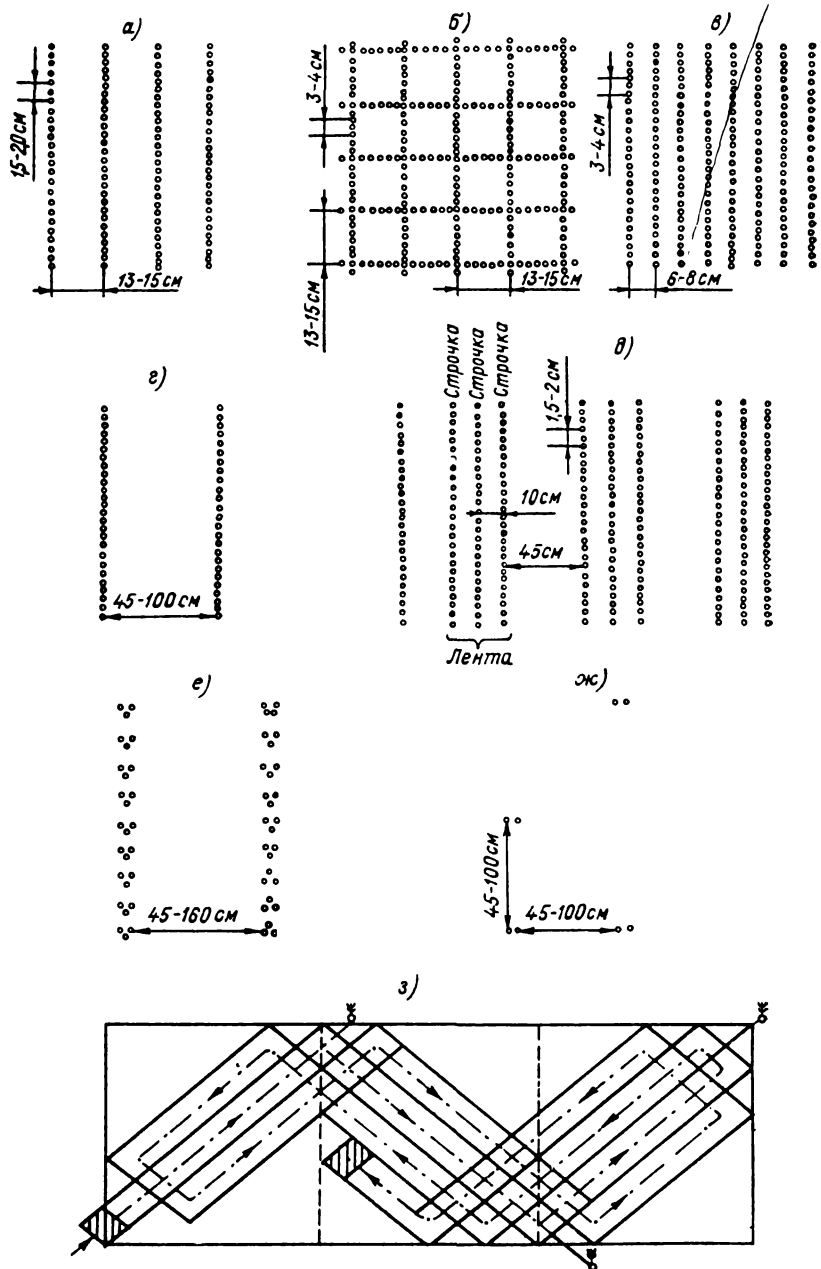


Рис. 18.1. Способы посева.

а — обычный рядовой, б — перекрестный, в — узкорядный, г — широкорядный, д — ленточный трехрядный, е — гнездовой, ж — квадратно-гнездовой, з — перекрестно-диагональный.

ными квадратами (60×60, 70×70, 90×90 см). Обычно одновременно высевается несколько семян (2—3 и более), такой посев называется *квадратно-гнездовым*.

Квадратный способ посева позволяет проводить рыхление междурядий в продольном и поперечном направлениях, т. е. полностью механизировать уход за посевами. Этот способ посева применяется при возделывании кукурузы, подсолнечника, хлопчатника и других высокостебельных культур.

Способы посева постоянно совершенствуются. Так, в последнее время разработаны безрядковые сеялки, позволяющие равномерно распределять семена по площади и хорошо их заделывать.

Внедрение интенсивной технологии возделывания культур сплошного сева вызывает необходимость применять способ посева с оставлением технологической колеи шириной 45 см. Технологическая колея позволяет проводить все работы по уходу за посевами в период вегетации растений (подкормка, борьба с вредителями, болезнями и сорняками) в оптимальные сроки.

В зависимости от почвенно-климатических условий применяют бороздной, гребневой и грядковый посевы.

Бороздной посев (высев семян на дно нарезанных борозд) применяют при возделывании озимых культур в районах с малоснежными зимами. В бороздах лучше задерживается снег и сохраняются всходы от вымерзания (рис. 18.2).

Гребневой и грядковый посевы — посевы на профилированной поверхности почвы — гребнях и грядах. В противоположность бороздному производится по вершинам гребней или гряд специальными или обычными сеялками. Применяется главным образом в северных, северо-западных районах и на Дальнем Востоке на избыточно-увлажненных, тяжелых бесструктурных почвах с высоким уровнем грунтовых вод, а также в тех случаях, когда пахотный слой неглубокий. Обычно гребни делают высотой 18—25 см и шириной 20—25 см, а гряды соответственно 18—25 и 90—105 см.

Гребни и гряды значительно снижают последствия переувлажнения; улучшают тепловой и воздушный режимы почвы; увеличивают мощность корнеобитаемого слоя; усиливают деятельность полезных микроорганизмов. По сравнению с ровной поверхностью почва на гребнях прогревается значительно лучше. В солнечные дни температура почвы на глубине 5—10 см выше по сравнению с ровной поверхностью на 4—5°.

Глубина заделки семян зависит от многих условий. Главное из них — крупность семян, а следовательно, запас питательных веществ в них. Чем крупнее семена, тем на большую глубину их можно заделывать. Так, крупные семена кукурузы можно заделывать на глубину 10—12 см, пшеницы на 6—8 см, а мелкосеменные культуры (рыжик, горчица, клевер, люцерна и др.) — на 2—3 см. Растения, выращенные из крупных семян, имеют более мощную корневую систему, быстрее растут, в результате легче переносят засуху, слабее повреждаются болезнями и дают более высоко-

кий урожай. У озимых культур (озимая пшеница и озимая рожь), кроме того, посев крупными семенами на большую глубину способствует более глубокой закладке узла кущения, что обеспечивает их хорошую перезимовку.

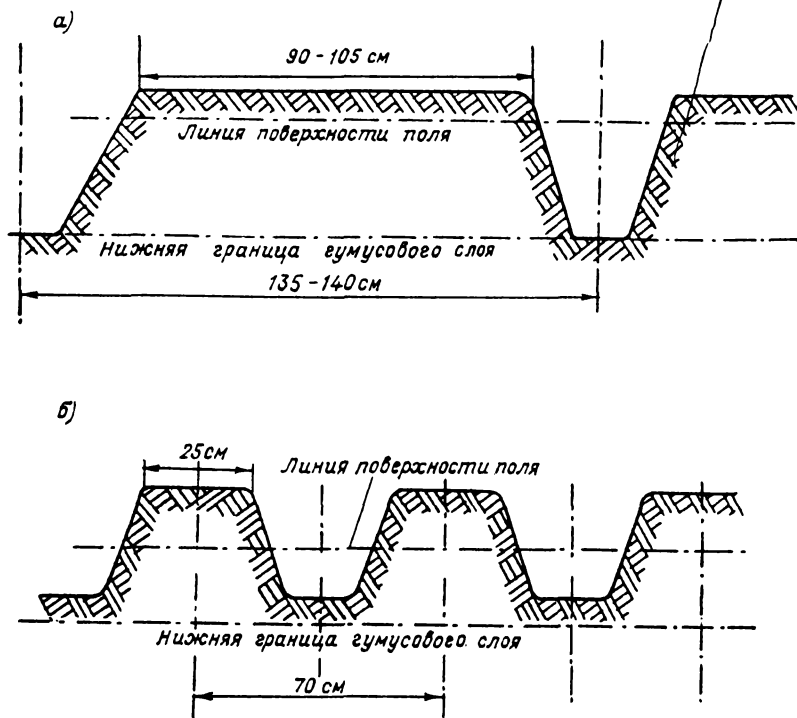


Рис. 18.2. Схема посева по грядам (а) и гребням (б).

Глубина заделки семян зависит от механического состава почвы (на легких почвах заделывают глубже, на тяжелых — мельче), от влажности почвы (при высокой влажности — мельче, при низкой — глубже).

Во всех природно-климатических зонах и при посеве всех сельскохозяйственных культур семена необходимо заделывать во влажный слой почвы. Это неперемнное условие получения полноценных, дружных всходов.

Норма высева — количество всхожих семян, высеваемых на одном гектаре, дающих густоту стояния растений перед уборкой, необходимую для получения высокого урожая.

Норма высева не только для разных культур, но и для каждого сорта изменяется в широких пределах в зависимости от почвенно-климатических условий и уровня агротехники. Например, нормы

высева зерновых культур возрастают по мере увеличения обеспеченности влагой. Для каждой почвенно-климатической зоны нормы высева определяются зональными научно-исследовательскими организациями.

В хозяйствах на основе данных о посевной годности семян ежегодно определяется масса семян, которую надо высеять на одном гектаре. Она определяется по формуле:

$$M = \frac{nm \cdot 100}{x},$$

где M — масса семян на 1 га, кг; n — норма высева, миллион всхожих семян на 1 га; m — масса 1000 семян, г; x — посевная годность, %.

Сроки посева различных культур устанавливаются для каждой зоны и даже для каждого района на основании научных данных и производственного опыта. При этом в общепринятые средние многолетние данные вносят соответствующие поправки в зависимости от погодных условий весны для яровых и лета для озимых культур. Своевременный посев — важнейшее условие для получения высокого урожая.

Часть шестая. ОВОЩЕВОДСТВО И ПЛОДОВОДСТВО

Глава 19. ОВОЩНЫЕ И БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

19.1. Капуста

Ботаническое описание. Капуста (*Brassica*) — однолетние и двулетние овощные растения, представленные восьмью культурными видами: капуста кочанная (белокочанные и краснокочанные формы); капуста савойская; капуста брюссельская; кольраби; капуста листовая; капуста пекинская; капуста китайская; капуста цветная. Эти виды сильно различаются по вегетативным органам (листья, стебли, почки), но очень схожи по репродуктивным (цветки, плоды, семена). Все виды капусты, за исключением цветной и пекинской, двулетние растения.

Корень капусты веретеновидный, стебли прямостоячие или полуприподнятые, ветвистые. Листья очередные, нижние часто собраны в розетку. Цветки крупные, собраны в многоцветковую кисть, лепестки чаще желтые, плод — стручок. Семена шаровидные, темно-бурые, коричневатые, красновато-бурые или желтые, диаметром около 2 мм.

Биологические особенности. Капуста — холодостойкое растение, оптимальная температура роста 15—18 °С. При температуре выше 25 °С и недостатке влаги задерживается образование кочанов. Наиболее устойчивы к пониженным температурам капуста листовая и брюссельская; они выносят заморозки до —10 °С. Наиболее жаровыносливы капуста листовая и кольраби.

Капуста — культура светолюбивая, требующая высокой влажности почвы (80—90 % НВ) и относительной влажности воздуха 75—85 %. Наибольшая потребность в воде наблюдается в период нарастания розетки листьев и образования продуктивных органов, но избыток влаги в почве задерживает рост растений. Поэтому на почвах с близким стоянием грунтовых вод капусту выращивают на гребнях или грядах. Высокие урожаи получают на хорошо окультуренных почвах с нейтральной или слабокислой реакцией.

Белокочанная капуста занимает около 30 % всей площади овощных культур. Районировано около 70 сортов: раннеспелые (сорта формируют кочаны через 105—115 дней) — Июньская, Номер первый грибовский 147; среднеспелые (через 130—150 дней) — Слава грибовская 231, Слава 1305, Стахановка 1513, Золотой гектар 1432, Надежда, Брауншвейгская; среднепоздние (через 140—170 дней) — Подарок, Белорусская 455, Зимняя грибовская 13; позднеспелые (через 160—180 дней) — Амагер 611,

Московская поздняя 9 и Московская поздняя 15, Белоснежка, Зимовка 1474.

Агротехника. Основной способ выращивания капусты — рассадный, но там, где позволяют климатические условия дополнительно к рассадному применяют безрассадный способ посева. При безрассадном способе посева междурядья составляют 60—70 см. Прополку и первое прореживание проводят в фазе 1—2 настоящих листьев, второе прореживание — в фазе 4—5 листьев. Расстояние в рядах у скороспелых сортов 25—30 см, у среднеспелых 30—35 см.

Для пикировки рассады в горшочки на 1 м² парника высевают 10—15 г семян капусты, чтобы получить 1,4—1,7 тыс. сеянцев, при посеве без пикировки на 1 м² расходуют 3—5 г семян. Сеянцы пикируют в возрасте 15—20 дней. В грунт высаживают рассаду раннеспелых сортов в возрасте 45—60 дней, среднеспелых — 35—45 дней, позднеспелых — 40—60 дней. При выращивании рассады оптимальная температура до всходов 20—25 °С, после появления всходов 6—10 °С, а неделю спустя ночью 6—8 °С, днем 14—22 °С. Парники активно вентилируются. Площадь питания рассады 6×7 или 8×8 см.

Под глубокую осеннюю вспашку почвы вносят органические удобрения 30—60 т/га и полное фосфорно-калийное удобрение. В период вегетации проводят несколько подкормок. В первую подкормку вносят (на 1 га): 50—100 кг аммиачной селитры, 70—100 кг суперфосфата и 50—80 кг хлорида калия, а на хорошо заправленных удобрениями почвах — только азотные удобрения. В период завязывания кочанов применяют вторую подкормку (на 1 га): 50—100 кг аммиачной селитры, 100—150 кг суперфосфата и 50 кг хлорида калия. В третью подкормку вносят до 100 кг/га хлорида калия.

В период вегетации проводят несколько культиваций и поливов. Для борьбы с вредителями применяют энтобактерии и хлорофос.

Уборка урожая начинается при достижении хозяйственной годности кочанов, у ранних сортов уборка проводится выборочно. Капуста, предназначенная для зимнего хранения, не должна быть подмороженной. При закладке на зимнее хранение на кочане оставляют 2—3 кроющих листа. Стандартным является кочан 800 г и более.

Цветная капуста — культура, требовательная к плодородию и влажности почвы. Выращивают ее рассадным и безрассадным способом в два срока: в весенне-летний и летне-осенний. Расход семян при рассадном способе — 0,5 кг/га. Рассаду высевают в возрасте 45—60 дней в фазе 4—5 листьев по схеме 70×25 или 60×35 см. При безрассадном способе высевают 0,6—1,0 кг/га семян с междурядьями 60 см. Прореживают цветную капусту при появлении 1—2 настоящих листьев с расстоянием в ряду 10—15 см. В гнезде оставляют два растения. Число растений на одном гектаре после прореживания 100×110 тысяч.

Важное значение при выращивании цветной капусты имеет внесение органических удобрений до 80—100 т/га. Эффективны некорневые подкормки бором, молибденом, магнием и марганцем. За вегетацию капусту подкармливают 3—4 раза: вначале азотом и микроудобрениями, а затем полным минеральным удобрением.

Убирают цветную капусту, когда головки достигнут нормальных размеров, не допуская рассыпания соцветий.

Сорта: раннеспелые — Ранняя грибовская 1355, МОВИР 74, Гарантия, а на юге — Снежинка; среднеспелые — Отечественная МОВИР, Московская консервная МОВИР.

Другие виды капусты — савойская, брюссельская, краснокочанная, кольраби, брокколи, китайская — имеют значительно меньшее распространение.

19.2. Лук

Лук — самая распространенная овощная культура. В луке содержится до 20 % сухих веществ, в том числе углеводы, белки и витамины С, А, В₁, В₂. Специфический вкус придают ему эфирные масла. Лук обладает бактерицидными свойствами.

Ботаническое описание. Лук (*Allium*) — двулетние и многолетние растения семейства лилейных. Листья — дудчатые, полые внутри, а также тесьмовидные желобчатые или плоские, тесно расположенные на укороченном стебле (донце). Соцветие — плоский или шаровидный зонтик, покрытый до распускания пленчатым чехлом-оберткой, располагается на цветоносе-стрелке; может состоять из цветков или воздушных луковиц (бульбочек). Цветки мелкие, обоеполые, на длинных цветоножках, различной окраски. Опыление перекрестное. Плод — трехгранная, трехгнездная коробочка. Семена (чернушка) черные, с твердой оболочкой.

Наибольшее распространение имеет шесть видов лука: лук репка — возделывается на перо и репку; лук-батун, лук многоярусный, лук-порей, лук-слизун и лук-шалот — возделываются на перо.

Биологические особенности и агротехника. Самой большой известностью пользуется репчатый лук. Он требует плодородных супесчаных или суглинистых почв со слабокислой реакцией (не более 6,5 рН). Особенно хорошо растет на прирусловой части пойм.

В нашей стране хорошо отработана агротехника лука-севка и репки из севка, а также рассадный способ выращивания репки. Для выращивания севка посев семян (чернушку) проводят ранней весной с нормой высева 60—100 кг/га одно-, двух- или трехстрочным способом по схеме 22,5×4+50 см. Для борьбы с сорняками наряду с междурядными обработками применяют гербициды. Уборку проводят на 80—90-й день после всходов, когда у части растений желтеют и ложатся листья. Отсортированный севок прогревают при температуре 40°С в течение 8 ч и хранят при температуре 18—20°С.

На второй год для получения репки высаживают лук севок в первые дни полевых работ. На один гектар высаживают 350—400 тысяч штук севка. Норма высева 0,5—1,5 т/га (в зависимости от схемы посадки и крупности севка). Сажают севок ленточным способом — трех-, четырех-, пяти- и шестистрочными рядками. Расстояние между лентами 50 см, между рядками 20 см, между луковицами в рядке 10 см. Глубина заделки семян 1—4 см.

В северных областях для посадки на репку используют лук-выборок — наиболее мелкие луковицы диаметром 3,0—3,5 см. В средней полосе страны применяют рассадный способ культуры. В открытый грунт высаживают рассаду 55—60-дневного возраста. На одном гектаре размещают 400 тысяч растений.

На юге используют 40-дневную рассаду. Под предпосевную обработку вносят до 40 т/га органических удобрений и полное минеральное удобрение. Оптимальная температура прорастания и роста 18—20 °С. Лук требователен к влаге в первую половину вегетации.

В СССР районировано около 80 сортов лука. Наиболее распространены сорта: многозачаточные острые, Бессоновский местный, Спасский местный улучшенный, Арзамасский местный; мало-зачаточные — Стригуновский местный, Уфимский местный, Мячковский местный; полуострые — Однолетний грибовский 702, Однолетний хавский 74; Однолетний сибирский; сладкие и слабоострые — Каба, Испанский 313, Желтый шар, Краснодарский Г-35 и др.

Для выращивания лука на перо лучше использовать лук-выборок многозачаточных сортов. В закрытом грунте применяют сплошную посадку. На 1 м² высаживается 10—12 кг лука-выборка, а в открытом грунте — 4—6 кг. Применяют как весенне-летнюю, так и подзимнюю посадки. Убирают лук на перо при достижении листьями высоты 30—40 см.

19.3. Томат

Ботаническое описание. Томат, или помидор (*Lycopersicon*), — растение семейства пасленовых. Томаты выращивают как однолетнюю культуру, но если уберечь их от заморозков, то они могут произрастать много лет.

Корень стержневой, но быстро разветвляется, проникая на глубину 1—2 м. Стебли лежащие или прямостоячие, высотой от 0,2 до 3,0 м и более, сочные, но в процессе роста твердеют. У низкорослых (детерминантных) сортов плодовые кисти размещаются через один лист, и плоды созревают дружно. У высокорослых (индетерминантных) сортов соцветия расположены через 2—4 листа, созревание плодов растянутое. Листья непарно перисторассеченные с морщинистой поверхностью долей листа. Соцветие — внепазушный завиток (кисть) с единичными цветками или до нескольких сотен цветков в кисти. Цветки желтые, мелкого или среднего размера. Плоды — от плоских округлых до удлинен-

ных овальных, гладкие или ребристые, красной, розовой, желтой окраски. Семена мелкие, плоские, овальные, покрыты волосками.

Биологические особенности и агротехника. Томаты — теплолюбивая культура, выращиваемая рассадным и безрассадным способом. Рассадный способ является основным в средней и северной зонах овощеводства, в южных районах его применяют для получения раннего урожая.

При рассадном способе на 1 м² парника высевают 8—10 г семян. Через 15—20 дней после посева сеянцы пикируют в питательные кубики (северная и средняя зоны овощеводства) или в парники и рассадники (южная зона овощеводства). Без пикировки норма высева семян 0,8—1,0 г/м². Выход рассады с 1 м² парника 100—140 растений. Оптимальный возраст рассады для высадки в грунт 50—55 дней.

Температурный режим при выращивании рассады следующий: прорастание семян 22—25 °С, после появления всходов в первые 2—3 дня днем 10—15 °С, ночью 6—10 °С, затем днем 22—25 °С, ночью 16—18 °С. При температуре ниже 15 °С приостанавливается цветение, а при температуре 10 °С и ниже прекращается рост. Гибель цветков наступает при температуре —0,5... —0,8 °С, более низкая температура приводит к отмиранию растений. Плохо переносят томаты и высокую температуру: при температуре выше 30 °С пыльца теряет жизнеспособность, длительная жара свыше 34 °С вызывает ожоги листьев и плодов.

Посев и посадка томатов широкорядная с междурядьями 60—70 см и в ряду 25—40 см.

Обработка почвы под томаты состоит из зяблевой вспашки, ранневесеннего боронования или культивации. Перед посадкой почву снова культивируют или перепахивают безотвально на глубину 15—20 см.

На подзолистых почвах вносят: органических удобрений 25—30 т/га; минеральных в дозе: азота 60—90 кг, фосфора 90—120 кг и калия 60—90 кг действующего вещества на 1 га. На пойменных почвах: органических удобрений 5—10 т/га; минеральных в дозе: азота 30—60 кг, фосфора 69—90 кг, калия 90—120 кг действующего вещества на 1 га.

В период вегетации в средневлажные годы томаты поливают 2—3 раза, а в засушливые годы 3—4 раза, рыхлят междурядья и окучивают. Подкармливают два раза: в первую подкормку рекомендуется азота 15 кг, во вторую — азота 80 кг, калия 25 кг на 1 га. В период цветения проводят некорневую подкормку растений микроэлементами. Особенно эффективна в этот период борная кислота.

На севере страны рекомендуется ограничивать рост боковых побегов (пасынков), оставляя у растений лишь один стебель в средней зоне; рекомендуется также выращивать два-три сорта с ограниченным ростом, которые, как правило, не пасынкуют.

Плоды собирают выборочно, по мере созревания. Незрелые плоды дозревают при температуре 18—20 °С.

В зависимости от длины вегетационного периода сорта томатов делятся на раннеспелые и позднеспелые. Раннеспелые сорта: Грунтовый грибовский 1180, Талалихин 186, Сибирский скороспелый, Алпатьева 905а, Белый налив 241, Перемога 165, Москвич и др.

В зимних теплицах выращивают следующие сорта: Украинский тепличный 285, Ленинградский скороспелый, Уральский многоплодный, Вировский скороспелый; в весенних теплицах — Гибрид 225, Молдавский ранний. Рассаду в теплицах высаживают в возрасте 60—70 дней по 3—4 раст/м². Поливают томаты обильно, но редко. Теплицы усиленно проветривают, чтобы влажность воздуха поддерживалась на уровне 60—65 %.

С момента начала созревания листья ниже созревающих плодов удаляют. Это способствует лучшей вентиляции и снижению заболевания растений.

19.4. Огурец

Ботаническое описание. Огурец (*Cucumis sativus*) — однолетнее травянистое растение семейства тыквенных. Корневая система состоит из стержневого проникающего на глубину до 1 м корня и боковых корней, расположенных в пахотном слое почвы. Стебель ползучий или лазающий (лиана) длиной 1,5—2,0 м. Листья очередные, цельные, слегка лопастные, с зубчатыми краями. Из пазух листьев, особенно нижних, образуются побеги. На узлах стеблей, кроме листьев, располагаются цветки и усики. Растения однодомные. Цветки желтые, преимущественно однополые. Мужские цветки собраны по 5—7 штук в соцветие (кисть или щиток), женские сидят одиночно, реже по 2—3. Плод — тыква с 3—4 семенными камерами.

Биологические особенности и агротехника. Семена начинают прорасти при температуре 13—14 °С, растения приостанавливают рост при температуре воздуха 10 °С, при длительном воздействии близких к нулю положительных температур растения огурца погибают.

Основные сорта огурца для открытого грунта: Алтайский ранний 166, Вязниковский 37, Муромский 36, Нежинский 40, в южных районах гибрид Успех 221, Донской 175.

В открытом грунте огурец возделывают двумя способами — рассадой, выращенной в парниках под пленочными укрытиями, и посевом семян непосредственно в грунт. Рассаду по два растения в горшочке высаживают в грунт в 16—20 дневном возрасте после того, как минует угроза заморозков. Междурядья 70—90 см, в ряду 30—35 см. Семена сеют в грунт, когда почва на глубине 10 см прогреется до 10—12 °С и нет опасности заморозков.

В нечерноземной зоне и на севере страны грядовая или гребневая культура обеспечивает прибавку 10—15 % урожая. Особенно эффективна в этих условиях культура огурца под времен-

ными пленочными укрытиями. Перспективно бескаркасное укрытие посевов огурца пленкой.

Огурец — основная культура защищенного грунта. Лучшими сортами для культуры в парниках считаются Неросимый 40, Гибрид 516, Изящный, в пленочных теплицах — Изящный, Гибриды 516, ТСХА 1, Майский; в зимних остекленных теплицах — Многоплодный ВСХВ, Марфинский, Тепличный 40, Алма-Атинский, Сюрприз 66; в весенних теплицах — ТСХА 1, Майский, Грибовский 2.

Все перечисленные сорта — пчелоопыляемые, поэтому для получения урожая на каждые 500—1000 м² площади устанавливают 1—2 улья.

В теплицах на 1 м² высаживают от 1 до 5 растений (рассадой в фазе 2-го листа). По мере роста растения огурца его центральный побег прищипывают над 5—6-м листом, а далее через 1—3 листа; боковые побеги прищипывают над 1—2-м плодом. Прищипка способствует более раннему и интенсивному формированию завязей на растении.

Главный стебель многих сортов в условиях теплиц прищипывают, когда растение достигает верха шпалеры. Хорошие результаты дает обогащение воздуха углекислым газом, для чего используют баллонную углекислоту и природный газ, сжигаемый в специальных горелках. Влажность воздуха в теплице должна быть 85—95 %, температура воздуха в солнечный день 27—32 °С, в пасмурный 18—20 °С, ночью не ниже 18—20 °С. Условия питания регулируют минеральными и органическими подкормками.

19.5. Свекла столовая

Существует две разновидности столовой свеклы — корнеплодная и листовая. Наиболее распространена свекла корнеплодная. По сравнению с другими корнеплодами столовая свекла более требовательна к теплу. Семена ее начинают прорастать при 8 °С, но оптимальная температура для прорастания 10—11 °С. Всходы выдерживают заморозки до —2... —3 °С. Оптимальная температура роста корнеплода 16—22 °С. Она более влаголюбива, чем морковь.

Растения свеклы не выдерживают кислых почв, хорошо растут на почвах с глубоким пахотным слоем, хорошо обеспеченных питательными веществами. Наиболее пригодны легкие и средние суглинистые почвы, а также супесчаные почвы, богатые органическим веществом.

Из сортов свеклы наиболее распространены: Бордо 237, Грибовская плоская А-473, Египетская плоская, Ленинградская округлая 22/17, Одноростковая и др. Период образования корнеплода 76—83 дня.

Высевают свеклу в хорошо прогретую почву с междурядьями 45 см. Глубина заделки семян на легких почвах 3—4 см и на

тяжелых 2—3 см. Норма высева семян 10—14 кг/га. Первое прореживание проводят в фазу 2—4 настоящих листьев, между растениями оставляют 2—3 см. Через две-три недели необходимо второе прореживание с расстоянием между растениями 8—10 см.

Под зяблевую вспашку вносят не менее 30 т перегноя, а на кислых почвах 5—10 т извести на 1 га. Перед посевом на легких почвах зябь культивируют на 12—25 см, на тяжелых — рыхлят безотвальными плугами на 20—25 см. На 2—3-й день почву дискую и прикатывают. В период вегетации проводят две подкормки: первую — вслед за первым прореживанием (30 кг/га азота); вторую — в начале роста корнеплода (30 кг азота, 100—120 кг калия и 60 кг фосфора на 1 га). В засушливое лето посевы 2—3 раза поливают (по 400—500 м³/га).

Почву рыхлят не менее 5—6 раз за вегетацию. Убирают корнеплоды в полной технической спелости, сортируют на товарные и нетоварные и закладывают на хранение.

19.6. Бахчевые культуры

Бахчевые культуры — растения семейства тыквенных (арбуз, дыня, тыква, кабачок) — имеют важное пищевое, кормовое и техническое значение.

Стебли бахчевых культур стелющиеся, сильно облиственные, ветвящиеся. Листья длинночерешковые очередные. Боковые побеги образуются в пазухах листьев главного стебля. Длина главного стебля у тыквы и кормового арбуза достигает 10 м, у столового арбуза 5 м, у дыни 3 м. Имеются кустовые и короткоплетистые формы.

Корневая система мощная, сильно разветвленная, проникает на глубину 11 м и более. Цветки раздельнополые, одно- или двудомные, одиночные, реже в пучках, расположены на узлах стеблей. Растения однодомные, перекрестноопыляющиеся. Плод — тыква; форма плода шаровидная, овальная, уплощенная, цилиндрическая и др. Окраска от белой до темно-зеленой часто с рисунком в виде сетки, полос, пятен.

Наибольшее распространение бахчевые культуры имеют в Средней Азии, Закавказье, на Северном Кавказе, Нижнем и Среднем Поволжье, Украине, в Молдавии, Зауралье, Сибири и Дальнем Востоке.

Бахчевые культуры очень засухоустойчивы, теплолюбивы и светолучивы, не переносят заморозков.

Прорастание семян у тыквы и кабачка начинается при температуре 10—13°C, у арбузов и дыни при 15—17°C. Оптимальная температура для роста и развития 25—35°C.

Под бахчевые культуры отводят окультуренные, плодородные, нейтральные почвы. Арбузы и дыни дают наибольшие урожаи на супесчаных черноземах, а тыква на суглинистых черноземах.

Наиболее распространены следующие сорта бахчевых: столовые арбузы — Мелитопольский 142, Бирючукский 775, Дон-

ской 39, Мурашка и др.; кормовые арбузы — Диехим, Бродский; дыня — Прескотт, Бухара; тыква — Мозолеевская 15 и 49, столовая зимняя А-5, Миндальная и др.; кабачок — Грибовский 37, Одесский 52, Длинноплодные и др.

Бахчевые культуры очень отзывчивы на глубокую осеннюю вспашку (25—27 см) и тщательную разделку почвы. Рано весной зябь боронуют, а затем проводят не менее двух допосевных культиваций с одновременным боронованием.

Под бахчевые культуры эффективно совместное внесение органических и минеральных удобрений. Под тыкву и кабачки вносят 30—40 т/га навоза, а под арбузы и дыни — не менее 15—20 т/га. Из минеральных удобрений применяют фосфорные и калийные по 30—45 кг, азотные по 15—20 кг действующего вещества на 1 га.

Семена за 6—8 дней до посева подвергают воздушно-тепловому обогреву для повышения энергии прорастания и протравливают гранозаном. Высевают, когда почва прогреется на глубине 10 см до 12—15 °С и минует угроза заморозков. Лучший способ посева бахчевых культур квадратно-гнездовой. Рекомендуются такие размеры квадратов (в см): тыква — 280×280 или 210×210, арбуз поздний — 210×210, арбуз ранний — 140×140, дыня — 140×140 или 140×70 и кабачок — 70×70 или 140×70. В гнездах оставляют 1—2 растения. Нормы высева семян (на 1 га): тыквы 4—6 кг, арбуза 3—4 кг, дыни и кабачка 2—3 кг. Глубина заделки семян арбуза и тыквы 6—8 см, дыни и кабачка 4—5 см. Уход состоит в своевременном прореживании всходов, уничтожении сорняков и рыхлении междурядий. В районах орошения проводят поливы.

Поскольку бахчевые созревают не одновременно, их убирают в несколько приемов.

Глава 20. ПЛОДОВОДСТВО

20.1. Классификация плодовых культур

Плодоводство — одна из отраслей растениеводства, занимающаяся разведением и выращиванием многолетних плодовых и ягодных культур.

Плоды ягодных и плодовых культур содержат 5—23 % сахаров, 17—22 % белков, 2—3 % органических кислот. Многие из них богаты органическими соединениями фосфора, железа, кальция и разнообразными витаминами (С, А, В₁, В₂, Р₆, Р, РР), без которых человеческий организм не может нормально развиваться и функционировать.

Общеизвестны лечебные свойства ягод черной смородины, земляники, лимонника, плодов шиповника, аронии, абрикоса, лимона. Кроме потребления в свежем виде, плоды и ягоды широко исполь-

зуются в пищевой промышленности — консервной, кондитерской, винодельческой и др. Товарное производство плодов и ягод сосредоточено главным образом в южных и центральных районах РСФСР, на Украине, в Молдавии и республиках Закавказья (Грузии, Армении, Азербайджане), а также в Узбекистане и Таджикистане.

В небольшом количестве для местного потребления плодовые и ягодные насаждения возделываются почти повсеместно, за исключением Крайнего Севера и горных районов. Средняя урожайность плодово-ягодных насаждений составляет в СССР 2,7—3,0 т/га, максимальная урожайность — 10,0 т/га и более.

Большое значение приобретает дальнейшая специализация плодовых хозяйств, правильная организация вновь закладываемых насаждений и внедрение регулярно плодоносящих сортов.

В Советском Союзе произрастает около 100 видов дикорастущих плодово-ягодных растений со съедобными плодами. В культуре известно до 60 видов, но широко возделываются 12—15. Наибольшее практическое значение имеют: из плодовых — яблоня и вишня, из ягодных — земляника, смородина, крыжовник, малина.

Все плодовые и ягодные растения по ботаническим и хозяйственным признакам делятся на пять групп:

1) семечковые — яблоня, груша, айва, мушмула, боярышник, ирга, рябина красная, рябина черноплодная (арония) и др. Представлены в основном древесными формами; плоды многих сортов этих растений относительно хорошо переносят транспортировку и хранение;

2) косточковые — вишня, черешня, черемуха, слива, терн, алыча, абрикос, персик, кизил и др.; представлены древесными, кустовидно-древесными и кустарниковыми формами; лежкость и транспортабельность их плодов хуже семечковых;

3) орехоплодные — грецкий орех, лещина, миндаль, фисташка, каштан и др.; представлены крупными древесными, кустовидно-древесными и кустарниковыми формами; плоды отличаются наибольшей лежкостью и транспортабельностью;

4) субтропические и тропические — лимон, апельсин, мандарин, грейпфрут, маслина, хурма, инжир, гранат, чай и др.; банан, кофейное дерево; все они теплолюбивые и неморозостойкие, многие вечнозеленые;

5) ягодные — земляника, смородина, крыжовник, малина, ежевика, клюква, брусника, черника и др.; представлены низкорослыми кустарниками, полукустарниками и кустарниками; плоды практически нетранспортабельны.

Корневые системы плодовых и ягодных растений различаются по размерам и глубине залегания. По назначению различают скелетные и обрастающие корни. К скелетным относятся корни толщиной от 0,3 до 12 см и длиной от 0,5 до нескольких метров. Обрастающие корни более тонкие и короткие, они образуются на скелетных корнях. По направлению роста корни подразделяют на горизонтальные и вертикальные. Горизонтальные направлены

параллельно поверхности почвы, вертикальные — вниз, перпендикулярно к ее поверхности. На границе между корневой системой и надземной частью плодовых растений в том месте, где корни переходят в ствол, расположена корневая шейка. Надземная часть плодовых растений состоит из штамба и кроны. Штамб — это часть ствола между корневой шейкой и нижней скелетной ветвью. Часть ствола, находящаяся выше штамба и имеющая ветви, называется центральным проводником. Все ветви вместе с несущим их центральным проводником образуют крону дерева. Крупные ветви дерева, составляющие остов кроны, называются скелетными. Они покрыты мелкими слаборослыми обрастающими веточками и состоят из ростовых и плодовых побегов. Плодовые образования, предназначенные для плодоношения, имеют плодовые и вегетативные почки. У косточковых пород плодовые почки закладываются на боковых побегах, а у семечковых — преимущественно на верхушках.

20.2. Семечковые

Яблоня (*Malus*). Эта плодовая культура является самой распространенной. По площади яблоневые сады в СССР занимают первое место (32,9 % плодовых насаждений). Деревья яблони на сильнорослых подвоях достигают высоты 6—10 м и более, на слаборослых — 2—4 м. Благодаря большому разнообразию сортов яблоня отличается многими ценными биологическими и хозяйственными особенностями, в том числе зимостойкостью многих сортов. Ее можно с успехом культивировать как в южных, так и в северных зонах плодоводства. По времени созревания плодов сорта яблони делятся на летние, осенние и зимние.

В стандартный сортимент плодовых культур СССР введено около 300 сортов яблони. Плоды многих ее сортов транспортабельны, хорошо хранятся до нового урожая, богаты питательными веществами, приятны на вкус и пригодны для переработки.

Деревья яблони в зависимости от сорта и подвоя начинают плодоносить с 3—15 лет. Урожайность составляет 50—100 кг, а в отдельных случаях — 1000 кг и более с одного дерева.

Долговечность яблони в зависимости от сорта, подвоя, природных условий и уровня агротехники составляет в среднем 25—50 лет, а в оптимальных условиях достигает 70—100 лет.

Груша (*Pyrus*). Среди семечковых пород груша занимает второе (после яблони) место по площади насаждений. Ее плоды обладают весьма ценным качеством — высоким вкусом. По сравнению с яблоней груша менее зимостойка, более теплолюбива, и поэтому главными районами распространения являются южные районы СССР. Однако селекционеры успешно продвигают эту культуру на север путем скрещивания и выведения новых сортов.

В стандартный сортимент плодовых культур СССР введено около 130 сортов груши, в том числе местные (Бессемянка, Тон-

коветка, Ильинка, Хочатури и др.) и зарубежные (Бере Боск. Кюре, Любимица Клаппа и др.).

По времени созревания плодов сорта груши делятся на летние, осенние и зимние. Плоды груши богаты питательными веществами, прекрасны в свежем виде и пригодны для переработки. Хранение и перевозку они выдерживают хуже, чем плоды яблони.

В зависимости от сорта, подвоя, природных условий и агротехники груши начинают плодоносить с 4—10 лет, долговечность деревьев 25—50 лет и более, урожайность до 12—18 т/га.

Айва (*Cydonia*). До недавнего времени айва была распространена в культуре слабо (0,6 % площади садов в СССР). Айва — небольшое дерево с глубокой корневой системой. Скороплодна, отличается поздним цветением, теплолюбива, требовательна к влаге, поэтому для получения высоких урожаев айву следует высаживать на орошаемых землях. К почве нетребовательна, предпочитает почвы более тяжелого состава.

Айва начинает плодоносить на 4—5-й год, урожайна (до 20—50 т/га). Плодоносит до 35—45 лет и более. Плоды крупные (до 0,5 кг и более), позднего срока созревания, транспортабельны, хорошо хранятся, в свежем виде малосъедобны, но весьма ценны для переработки на варенье, джем и пр. Сортимент айвы невелик.

Мушмула (*Mespilus*). В культуре распространена слабо. Дерево высотой до 4—5 м с густой раскидистой кроной. Растение теплолюбивое, чувствительное к морозам. Мушмула, привитая на боярышник, хорошо растет на легких и сухих почвах, а привитая на айву — на плотных и влажных почвах. Плоды диаметром 3 см съедобны после лежки и потери крепости. Из плодов готовят варенье, пастилу, ликер. Плоды содержат в среднем 19 % сахаров, до 0,5 % яблочной кислоты и 0,5 % жира.

Боярышник (*Crataegus*). Это растение широко распространено. Имеет форму кустарника или, что реже, невысоких деревьев. Плоды некоторых видов боярышника съедобны, другие его виды декоративны, хорошо выносят стрижку и используются в живых изгородях. Среди боярышников, дающих съедобные плоды, ценны следующие виды:

1) боярышник восточный — кустарник или дерево высотой 3—5 м, ветки с колючками, плоды диаметром до 2 см, кисло-сладкие, приятные на вкус, содержат до 4 % сахаров, а семена — до 38 % жира;

2) боярышник понтийский — дерево высотой 7—8 м с шаровидной кроной, плоды диаметром до 3 см, желтого цвета, мякоть ароматная, вкусная, используются в свежем виде и идут на переработку.

Ирга (*Amelanchier*). Встречается в культуре как плодое, медоносное и декоративное растение. Известно 24 вида этого растения, из них лишь один вид произрастает в СССР, а именно ирга круглолистная. Это кустарник высотой до 2 м. Плоды размером с горшину, сочные, съедобные, содержат до 10 % сахаров и 0,5 % органических кислот; идут на переработку на сухофрукты,

соки, компоты, варенье и др. Различные виды ирги используют в качестве карликовых подвоев для груши.

20.3. Косточковые (сливовые)

Вишня (*Cerasus*). Из всех косточковых пород вишня является самой распространенной плодовой культурой в СССР (27,4 % плодовых насаждений). По зимостойкости почти равна яблоне, поэтому может культивироваться в более северных районах, чем, например, груша и слива. Однако в нечерноземной зоне цветковые почки в неблагоприятные годы могут погибнуть от сильных морозов и весенне-осенних заморозков.

Сорта вишни, а их районировано около 80, делятся на кустовидные и древовидные. Первая группа сортов дает плоды темно-красного, почти черного цвета, с окрашенным соком. Такие сорта носят название *морелей*, или *гриотов* (Владимирская, Любская и др.).

Древовидные вишни имеют плоды розового цвета с неокрашенным соком, менее кислые, чем морели. Сорта их называют *аморелями* (Аморель розовая, Спянка и др.).

Обе группы сортов различаются строением плодовых и ростовых образований. Вишня вступает в плодоношение на 3—5-й год жизни, живет до 20—30 лет. Урожайность одного дерева достигает 30 кг, у некоторых сортов иногда 80 кг. Плоды содержат 7,3—17,5 % сахаров и 0,8—2,7 % органических кислот, широко используются как в свежем, так и в переработанном виде.

Северная граница культуры вишни доходит до линии Ленинград — Вологда — Киров — Пермь. Большое распространение вишня получила в Московской, Владимирской, Курской областях, а также в Поволжье и на Украине.

Черешня, или вишня птичья (*Cerasus avium*). Эта плодовая культура относится к роду вишня. Она слабо распространена в СССР (2,1 % площади плодовых насаждений). Деревья часто высокие — до 10—15 м, с пирамидальной формой кроны, долговечность — до 50—70 лет и более. Требовательна к теплу, влаге и плодородию почвы. Вступает в плодоношение на 3—5-й год после посадки. Урожайность высокая. Плоды округлые диаметром до 2 см и более, желтые, розовые, красные или черные с бесцветным или темно-красным соком, имеющим сладкий или кислый вкус. Плоды содержат 5,8—17,0 % сахаров и 0,3—1,1 % кислот; используются в свежем виде и для переработки. По консистенции мякоти плодов сорта разделяют на плоды с твердой мякотью (бигаро) и плоды с мягкой мякотью (гиги).

Всего на территории СССР районировано 75 сортов черешни.

Черемуха (*Radus*). Дерево высотой от 3 до 10 м или ветвистый куст. Морозостойкость высокая. Кора ствола и ветвей гладкая, темная. Листья крупные, удлиненные. Цветение раннее. Цветки белые, душистые, собранные в кисти. Плоды мягкие, округлые,

черные, вяжущие по вкусу, сладкие. Содержат до 5 % сахаров. Используются в свежем и переработанном виде. Распространена по всему Советскому Союзу. В диком состоянии встречается на Дальнем Востоке. В культуре распространен американский вид — черемуха красная (виргинская) родом из Северной Америки. У нее более крупные плоды ярко-красной или оранжевой окраски, съедобные и идущие в переработку.

Слива (*Prunus*). В СССР распространена сравнительно широко, по площади насаждений занимает третье место (18 % плодовых насаждений) после яблони и вишни. Дерево или кустарник средних размеров. Корневая система неглубокая, но далеко уходящая в стороны. Слива требовательна к влаге. Лучшим местом для закладки сливового сада являются пологие склоны, хорошо обеспеченные садозащитными насаждениями. В нечерноземной зоне у деревьев сливы зимой часто повреждаются цветковые почки и концы приростов.

В зависимости от сорта слива начинает плодоносить с 3—4-летнего возраста; продолжительность жизни от 20 до 50 лет; урожайность одного дерева до 100—150 кг и более. Плоды содержат 7,0—17,7 % сахаров и 0,2—2,3 % органических кислот, используются в свежем виде для переработки (сухофрукты, варенье и пр.).

Более распространены такие группы сортов, как ренклоды и мирабели. Насаждения сливы больше всего сосредоточены в Молдавской ССР, Краснодарском крае, южных областях Украины и на Дальнем Востоке; меньше — в центральных районах РСФСР и в Поволжье.

Терн, или терновник (*Prunus spinosa*). Кустарник или небольшое дерево высотой до 4—6 м, с хорошо разветвленной кроной и обильной корневой порослью. Ствол и ветки покрыты колючками. Однолетние побеги опушенные, листья сравнительно крупные, удлинённой формы, цветки белые, плоды мелкие, круглые, черно-синие, терпкие, съедобные. Терн встречается по всей Европе, а также в Малой Азии и Северной Африке. Широко распространен в Европейской части СССР, в Закавказье и Средней Азии. Отличается большим многообразием форм (полиморфностью). Многие формы зимостойки и засухоустойчивы.

Некоторые крупноплодные формы терна были использованы И. В. Мичуриным для скрещивания с культурными сортами сливы, благодаря чему получены также крупноплодные сорта — терн сладкий, Ренклюд терновый и др.

Алыча (*Prunus divaricata*). Дерево высотой до 4—10 м или кустарник высотой до 1,5 м, с широкой кроной и многочисленными, часто свешивающимися тонкими ветками. Побеги голые, листья удлинённые; цветки белые; плоды разнообразные по размеру (обычно небольшие) и форме (округлые или удлинённые), окраска желтая, розовая, красная. Алыча нетребовательна к почве, устойчива против болезней. Урожайность — до 300 кг с взрослого дерева. Плоды культурной алычи содержат до 10 %

сахаров, 1,5—4,0 % кислот. Они используются свежими и для переработки. Выращиваемые из косточек алычи саженцы применяются как подвой для персика, сливы и абрикоса.

Абрикос (*Armeniaca*). Эта культура занимает четвертое место по площади насаждений. Абрикос — высокое (до 15 м) или средних размеров дерево. Он требователен к теплу, рано цветет, поэтому его лучше выращивать в районах, где нет частых весенних заморозков; засухоустойчив, неприхотлив, долговечен (живет до 40—70 лет). Лучше всего абрикос растет на хорошо освещенных, аэрируемых и дренированных склонах с легкими супесчаными или суглинистыми почвами.

Абрикос вступает в плодоношение рано: европейские сорта на 3—5-й год, а азиатские — на 6—8-й год после посадки; ежегодная урожайность достигает в среднем 100—150 кг с дерева. Плоды содержат 5,5—18,7 % сахаров и 0,1—2,2 % кислот; используются в свежем виде и для переработки; в сухофруктах сахаров 53,5—80 %, кислот 1,2—8,5 %. Семена применяют в кондитерском производстве в виде заменителя миндаля, для производства высокого по качеству столового масла, а также для выращивания подвоев.

Промышленные насаждения абрикоса сосредоточены в южных районах страны.

Персик (*Persica*). В культуре распространен не широко (2 % площади плодовых насаждений). Небольшое дерево высотой до 8 м. Персик требователен к теплу и свету, хорошо плодоносит на глубоко обработанных супесчаных и суглинистых почвах, отличается высокой жаровыносливостью.

Вступает в плодоношение с 2—3-летнего возраста. Урожайность значительная — до 20—40 т/га. Период полного плодоношения — от 4 до 15 лет и более.

Плоды крупные (100—300 г и более), у многих сортов окрашенные, с высокими вкусовыми качествами, содержат 6,3—14,9 % сахаров и 0,2—0,8 % кислот; созревают с конца июня до конца октября. Хороши в свежем виде и для переработки. Семена содержат 45,0—59,9 % жирного масла.

Насаждения персика сосредоточены в южных зонах страны, особенно в среднеазиатских республиках, Закавказье, на Северном Кавказе, в Молдавии, южных районах Украины, где получены сорта, перспективные в отношении некоторого расширения их границ на север и запад.

20.4. Орехоплодные

Грецкий орех (*Juglans regia*). В культуре распространен слабо (1,7 % площади плодовых насаждений). Представляет собой большое дерево. Корневая система мощная, глубоко проникающая в почву. Эта культура требовательна к теплу, лучше всего растет и плодоносит на умеренно влажных плодородных, средней плотности почвах. Деревья начинают плодоносить на 5—6-й год жизни, но заметный урожай дают с 10—15 лет. Урожайность с одного

дерева достигает 100—300 кг и более. Плоды (орехи) весьма ценны по качеству (в ядре до 75 % жира и до 22 % белка).

Лещина (*Corylus*). В СССР лещина распространена пока слабо (1 % площади плодовых насаждений). Кустарник среднего или крупного размера. Корневая система поверхностная, мочковатая. Надземная система состоит из 10—20 ветвей, хорошо плодоносит на орошаемых, влажных суглинистых почвах. Плодоношение на 4—5-й год после посадки. В лучшем возрасте (15—20 лет) урожайность может достигать до 3—5 т орехов с 1 га. Орехи содержат до 70 % жирного масла.

Лещина весьма ценная культура, которую следует разводить не только в южной, но и в средней зоне плодоводства.

Миндаль (*Amygdalus*). В культуре распространен слабо (0,3 % площади плодовых насаждений). Небольшое или средних размеров дерево (до 3—6 м и выше) с глубокой корневой системой. Жаровыносливая, весьма засухоустойчивая и довольно морозостойкая культура, выдерживающая кратковременное понижение температуры до -25°C , требовательная к теплу, предпочитает склоны с глубоко обработанными рыхлыми почвами, богатыми известью.

Дерево миндаля начинает плодоносить на 3—4-й год после прививки. Продолжительность жизни до 40—50 лет. При хорошем уходе урожайность с одного дерева в возрасте примерно 25—30 лет до 100 кг и выше.

Кроме имеющихся твердоскорлупных сортов выведены и выделены, особенно в Крыму, весьма ценные мягкоскорлупные (бумажные) сорта миндаля. В зависимости от сорта и места произрастания содержание жирного масла в семени (ядре) плода колеблется от 40 до 70 %. Миндаль используется в свежем виде и для переработки: плоды со сладким ядром — в кондитерской промышленности, а с горьким — в парфюмерной, а также для выращивания подвоев.

Фисташка (*Pistacia*). Насаждения культурной фисташки распространены в СССР пока слабо. Фисташка — обычно многоствольное дерево высотой от 2 до 10 м. Культура не требовательная к воде, весьма засухоустойчивая, жаровыносливая и холодостойкая, выдерживает кратковременные морозы до -30°C .

Деревья начинают плодоносить на 3—4-й год после прививки. При хорошем уходе с дерева в возрасте 30—40 лет можно получить до 45 кг плодов. У лучших сортов выход ядра к массе орехов может достигать почти 55 %, содержание масла 65 %, белка 23 %.

Фисташковые сады есть в Азербайджанской ССР, Дагестанской АССР, Грузинской ССР; недавно фисташку стали культивировать в Крыму и Молдавии. За рубежом насаждения фисташки распространены в Малой Азии, Индии, Сицилии. Культура заслуживает более широкого распространения в нашей стране.

Каштан (*Castanea*). Крупное долговечное (500 лет и более) дерево высотой до 35 м с мощной поверхностной корневой систе-

мой. Требователен к свету, теплу, влаге и плодородным почвам. Деревья начинают плодоносить на 3—6-й год после прививки. В хороших природных условиях и надлежащем уходе дерево в возрасте 50 лет может давать до 70 кг плодов и более. Плоды в сухом виде содержат 16—34 % крахмала, 4—14 % сахаров, 8—11 % азотистых веществ, 2,3—9,5 % жира. Плоды используют в свежем и жареном виде, а также для переработки на муку, в кондитерской промышленности и т. д.

20.5. Субтропические и тропические культуры

К субтропическим культурам, возделываемым в СССР, относятся цитрусовые (лимон, апельсин, мандарин, грейпфрут), южные плодовые (хурма, гранат, инжир, маслина, мушмула японская, фейхоа) и др.; они представляют собой главным образом вечнозеленые, реже листопадные деревья и кустарники.

Плоды субтропических культур обладают высокими вкусовыми, питательными и лечебными свойствами, широко используются для потребления в свежем виде, из них вырабатывают натуральные соки, консервы, концентраты, сушеные фрукты, приготавливают варенье, мармелады и др.

В отличие от тропических растений, которые вегетируют круглый год, субтропическим культурам необходим более или менее устойчивый период зимнего покоя. В открытом грунте эти культуры растут только в субтропических и тропических зонах. В умеренном поясе их можно возделывать в закрытом (оранжереи) или полузакрытом (траншеи) грунте и в комнатных условиях. Степень морозостойкости отдельных культур сильно варьирует. Менее зимостоек лимон, который в период зимнего покоя выдерживает со слабыми повреждениями кратковременные заморозки —5... —6°C, но сильно страдает при —7... —8°C. Наиболее зимостойкие листопадные культуры (инжир, хурма, гранат) при соответствующей агротехнике переносят заморозки до —17°C. Для нормального роста и созревания плодов цитрусовых требуется сумма температур не менее 4000—4500°C.

Во влажных субтропиках, где в год выпадает 1000—2000 мм осадков, возделывают без дополнительного орошения чай (основная культура), а также большинство южных плодовых культур. В полусухих субтропиках, где выпадает 700—1000 мм осадков, без орошения можно возделывать сравнительно устойчивые к засухе культуры: инжир, миндаль, гранат, маслину, хурму, фисташку. В сухих субтропиках, где в год в среднем выпадает 100—600 мм осадков, для возделывания субтропических культур необходимо искусственное орошение.

Субтропические плодовые культуры высаживают главным образом осенью. При весенней посадке растения приживаются хуже и поздно трогаются в рост. С весны и до августа в междурядьях поддерживается черный пар, затем производится посев

растений-сидератов. Осенью проводится пинцировка (прищипка) молодых побегов, при необходимости осуществляются мероприятия по защите растений от заморозков.

В сухих субтропиках с августа количество поливов уменьшается для заблаговременной остановки роста, вызревания молодых побегов и повышения морозоустойчивости растений. Закладке цитрусовых плантаций предшествует изучение в течение 2—3 лет климата и составление микроклиматической карты хозяйства.

Цитрусовые сады рекомендуется закладывать на склоне, возвышающемся не менее чем на 50 м над дном долины. Для посадки апельсиновых деревьев отводят южные склоны. Для защиты от морозов применяется окучивание землей нижней части ствола деревьев, укрытие полиэтиленовой пленкой или марлей в три слоя, искусственный обогрев.

В северных районах субтропического плодоводства цитрусовые формируют в виде небольших кустов или в стелющейся форме с обязательным укрытием на зиму.

Лимон (*Citrus limon*). Многолетнее вечнозеленое субтропическое растение. Представляет собой небольшое (высота 3—5 м, редко выше) дерево, ветви которого покрыты колючками. Светло-зеленые листья овальные, заостренные, цветки обоеполые, белые, ароматные, на коротких цветоножках. Плод — многогнездная ягода, удлинненно-овальной формы, состоит из 8—10 долек.

Лимонные деревья, размножаемые путем окулировки, начинают плодоносить с 2—3 лет, размножаемые семенами — с 8—10 лет, но иногда и позже. При благоприятных условиях лимон цветет и плодоносит почти круглый год. Размножается вегетативно: прививкой-окулировкой или черенками.

В соке лимона много кислот (5—7 %) и витаминов (А, В, С и др.). Содержание витамина С составляет от 50 до 90 мг в 100 г. Витамины и лимонная кислота, находящиеся в плодах лимона, делают их ценным вкусовым и диетическим продуктом, имеющим целебные свойства. Кожица плодов богата эфирным лимонным маслом, обуславливающим специфический запах. Эфирные масла получают также из цветков, листьев и побегов, а из кожицы плодов — протопектин и цедру, применяемые в пищевой промышленности. Древесина лимона обладает большой крепостью, используется для изготовления приборов и инструментов.

В диком виде лимон не встречается. Грунтовая культура его в СССР распространена в субтропиках Грузии и на Черноморском побережье Краснодарского края; культура лимона продвигается в Крым, на Кубань, в Азербайджан, на юг Украины, в Закарпатье, Молдавскую, Узбекскую, Таджикскую и Туркменскую республики.

Лимон требователен к теплу, но выдерживает температуру —6 °С. Сильно повреждается при заморозках —8 °С, а в случае начавшегося роста — и при —3 °С. В условиях субтропиков лимон необходимо защищать от заморозков. В более северных районах практикуется траншейная культура с укрытием траншей на зиму.

Урожай с полновозрастного дерева (10—12 лет) составляет 300—500 плодов, с более старого — до тысячи плодов, в отдельных случаях — до 3,5 тысяч. В комнатной культуре деревце лимона дает до 200 плодов.

Апельсин (*Citrus sinensis*). Вечнозеленое плодое дерево, достигающее на сильнорослых подвоях высоты 12 м. Крона округлая, компактная. Ветви с тонкими прямыми колючками. Листья кожистые, овальные. Цветки обоеполые, одиночные или в соцветиях, белые, душистые. Плод — многогнездная ягода, шаровидной или овальной формы, с плотной оранжевой или почти красной плохо отстающей кожицей, богатой эфирными маслами, и сочной кисло-сладкой мякотью. Плоды содержат сахара, органические кислоты, витамины А, комплексы витаминов В и С.

Апельсин очень чувствителен к пониженным температурам: при непродолжительном понижении температуры до -7°C у многих сортов апельсина наблюдается обмерзание листьев и молодых приростов, при температуре -10°C возможно обмерзание всей надземной части деревьев, до основания ствола.

Важнейшие задачи в культуре апельсина — создание более зимостойких сортов и введение агротехники, повышающей устойчивость растений к низким температурам.

Мандарин (*Citrus reticulata*). Вечнозеленые субтропические плодовые растения, издавна культивируемые в Китае, Японии и Южной Азии. В СССР основные посадки мандарина сосредоточены в западных районах Грузии, в Адлеровском и Лазаревском районах Краснодарского края и холмистой части Ленкоранского и Астаринского районов Азербайджана.

Мандарин — дерево высотой в 2,0—3,5 м, с густой развесистой кроной. Ветви без колючек. Листья плотные, цельнокрайние, овально-удлиненные, черешки длинные, слабо окаймленные. Цветки обоеполые, белые, душистые, расположены в пазухах листьев по одному и более. Пыльники лишены нормальной пыльцы, поэтому плоды мандарина обычно не имеют семян (образуются партенокарпически). Плод — многогнездная ягода, слегка приплюснуто-шаровидная, массой около 60 г. Мякоть нежная, сочная, желто-оранжевая, состоит из 10—12 долек, хорошо отделяемых друг от друга.

На южных склонах с известковыми каменистыми почвами в теплых климатических микрорайонах Абхазии и Кутаисского района содержание сахаров в плодах достигает до 10,6 %. Плоды мандарина хорошо переносят перевозку и лежку, хотя и уступают в этом отношении другим цитрусовым. Используются преимущественно в свежем виде и для приготовления варенья, джема, сока. Кожура (цедра) применяется в кондитерском производстве, а также для получения эфирного масла, используемого в парфюмерной и пищевой промышленности.

Мандарин требователен к теплу; для полного созревания плодов необходим вегетационный период не менее 200—220 дней со средней суточной температурой выше 10°C . Эта культура моро-

зостойка, переносит без повреждений температуру —8,0... —8,5°С. Она требовательна также к влаге, особенно в период цветения и завязывания плодов, хорошо растет там, где выпадает 1200—3000 мм осадков в год. Наиболее высокие урожаи получают на рыхлых, богатых гумусом, водо- и воздухопроницаемых почвах, слабощелочных нейтральных или слабо- и среднекислых.

Цветет мандарин в мае, плоды созревают в ноябре. Зимой у деревьев мандарина наступает период ростового покоя. Основной способ размножения мандарина — прививка на морозостойкий подвой — трифолнату. В плодоношение деревья вступают на 3—4-й год после прививки, плодоносят около 50 лет.

Банан (*Musa*). Многолетние высокие, иногда гигантские травы с толстым корневищем. От корневища отходят крупные листья с влагалищем, которые облегают друг друга и образуют ложный стебель до 10—15 м в высоту. Ложный стебель банана внутри трубчатый, сквозь него проходят молодые листья, а затем соцветие. Листья могут достигать 4 м в длину и до 90 см в ширину. Каждый стебель банана приносит только одно соцветие, после чего отмирает. Соцветие — повислый сложный колос с большими ярко окрашенными розовыми, синими, фиолетовыми кроющими листьями, в пазухах которых находится по 15—20 цветков. Самые верхние цветки — мужские, затем идут многочисленные обоеполые, обычно бесплодные, и, наконец, в основании колоса женские цветки — плодоносящие. Общее число цветков может достигать 2—4 тысяч.

Плоды (морфологически ягоды) обычно трехгранные, слегка серпообразно искривленные. Соцветие после образования плодов превращается в соплодие, у которого при этом отпадают мужские и обоеполые цветки. Соплодие может достигать до 2 м в длину и весить 50 кг, причем у некоторых сортов на нем находится до 300 плодов. Полное созревание плодов длится под тропиками 3—4 месяца, севернее и южнее дольше.

Известно около 80 видов бананов. Родина их — тропическая Африка, тропическая Азия, Северная Австралия и Малайский архипелаг.

Большинство видов бананов требует для своего развития температуры не ниже 10—15°С. Растения банана используют главным образом для пищевых целей, причем благодаря легкости разведения банана, значительной урожайности и питательности его плодов, он во всех тропических странах имеет большое хозяйственное значение.

В культуре бананы страдают от ветра, который легко разрывает листья на полоски, обламывает их и даже вырывает поверхностно укореняющиеся огромные растения; поэтому банановые плантации важно защищать от ветра. В жарких странах плантация плодоносит до 30 лет.

Плоды банана употребляют в свежем и сушеном виде, кроме того, из них готовят банановую муку, консервы, мармелад, сироп. Некоторые виды бананов (банан текстильный) выращивают

в качестве технического растения, которое дает легкое прочное волокно.

Кофейное дерево (*Coffea*). Небольшие вечнозеленые растения — деревья или крупные кустарники. Листья кожистые темно-зеленые. Цветки крупные, белые, пахучие, находятся в пазухах листьев. Плоды ярко-красные или фиолетово-синие со съедобным околоплодником; в каждом плоде находится по два плосковыпуклых семени, которые называют кофейными бобами, или зернами.

Существует около 50 видов кофейного дерева, дикорастущих в тропической Африке, на Мадагаскаре и Маскаренских островах. В культуре это растение распространено в тропических районах Америки, Африки и Азии; около 2/3 всего сбора кофе дают Бразилия и Колумбия.

Растения кофейного дерева лучше всего произрастают на рыхлой почве в районах с годовым количеством осадков, равным 2200—3300 мм. Выращенные из семян или черенков растения на постоянное место пересаживают на втором году жизни. Зацветают растения на четвертом-пятом году жизни, а массовое цветение наступает на восьмом году. Цветение и созревание плодов происходит почти в течение всего года. В культуре кофейное дерево обыкновенно выращивают не выше 6 м, так как иначе затрудняется сбор плодов. Средняя урожайность с дерева около 1 кг семян в год.

Чай (*Thea*). Многолетнее вечнозеленое перекрестно-опыляемое растение. Чай, выращиваемый в СССР (чай китайский), — кустарник с густым ветвлением. Листья овальные или удлинненно-овальные с темно-зеленой верхней стороной и светло-зеленой нижней. Цветки с 5—7 чашелистиками и 5—7 белыми или розовыми лепестками. Плод — коробочка с 1—5 семенами, богатыми маслом.

Чай хорошо растет только на кислых или слабокислых почвах, водо- и воздухопроницаемых. Сумма средних суточных температур за вегетационный период должна быть не менее 4000 °С. Южные разновидности чая переносят без снежного покрова кратковременные заморозки до —8 °С, северные — до —14 °С. В тропических странах чай растет, цветет и плодоносит почти круглый год. В СССР начинает цвести в сентябре и цветет до наступления морозов. Вегетация начинается при средней суточной температуре выше 10 °С; рост побегов — при 16 °С, а усиленное побегообразование — при средней температуре не ниже 17 °С.

Размножают чай семенами и вегетативным способом (черенками, отводками, глазком). Чайное растение, выращиваемое на территории СССР, осенью вступает в период относительного покоя, продолжающийся до марта—апреля.

Чай — трудоемкая культура. При закладке чайных плантаций устраивают защитные лесополосы, проводят дренажные и водоотводные каналы; на горных склонах устраивают водосборные террасы. Ежегодный тщательный уход за почвой, правильная обрезка кустов, внесение удобрений обеспечивают получение высоких урожаев чайного листа, сбор которого начинается с 5-го года

закладки плантации. Чайное растение культивируется ради получения молодых, нежных побегов, используемых для приготовления готового продукта.

20.6. Ягодные культуры

К группе культурных ягодных растений относят землянику, клубнику, малину, смородину, крыжовник, а к группе — дикорастущих — чернику, бруснику, голубику, клюкву, облепиху, лимонник, актинидию, жимолость съедобную и барбарис. Широкое распространение ягодников объясняется рядом причин. Они рано вступают в пору плодоношения, легко и быстро размножаются, обильно и ежегодно плодоносят, имеют плоды хороших вкусовых качеств. Благодаря небольшим размерам многие из них хорошо зимуют под снегом и граница их возделывания простирается гораздо севернее плодовых культур.

К недостаткам ягодных культур следует отнести малую лежкость плодов, невысокую транспортабельность, трудность механизации отдельных процессов по уходу и сбору урожая, поражаемость опасными болезнями и вредителями.

Земляника (Fragaria). Занимает первое место среди ягодных культур. Она хорошо произрастает во всех зонах Советского Союза, отличается высокой урожайностью (до 12 т/га и выше), ранним вступлением в плодоношение, ранним созреванием ягод.

Ягоды земляники содержат сахар (4—10%), органические кислоты, соединения фосфора и железа, витамины (в 100 г): С — от 20 до 120 мг, Р-активные соединения — от 0,25 до 0,75 мг, В₉ — в среднем 0,24 мг. Ягоды используют главным образом в свежем виде, частично подвергают быстрому замораживанию для потребления в течение длительного времени.

Выбор места. В средней и южной зонах плодоводства под землянику отводят равнинные места, где равномерно распределяется влага и питательные вещества в почве. В северной зоне предпочтение отдают южным склонам как более сухим и теплым.

На хорошо прогреваемых южных склонах клубника дает 2—3 высоких урожая крупных ягод. Лучшие условия для ее плодоношения создаются в специальных севооборотах. В зависимости от направления хозяйства севообороты могут быть землянично-кормовые, землянично-питомнические и землянично-овощные. Лучшими предшественниками являются пропашные, бобовые, сеяные травы, картофель и овощи.

Органические удобрения рациональнее вносить перед закладкой земляничной плантации, минеральные удобрения также лучше дать под предшествующие культуры.

Наиболее распространены два способа размещения растений — однострочный и двухстрочный. При однострочном способе между рядами растений оставляют 80 см, в ряду 12—20 см в зависимости от сорта. При двухстрочном способе площадь питания состав-

ляет $80+30 \times 20-30$ см, т. е. 2200—3300 см² (чаще используют в приусадебных садах).

Высаживают землянику в два срока: весной — в середине мая, осенью — в августе—начале сентября. Лучшим сроком является раннеосенний. Посадку на малых площадях проводят вручную, на больших — рассадопосадочной машиной.

Уход. Междурядную обработку начинают как можно раньше и повторяют через 20—30 дней (в дождливые годы чаще) культиватором. Число прополок в рядах от 2 до 4. Одну прополку проводят перед сбором урожая, другую — после сбора, одновременно удаляя и усы. Во влажные годы и на засоренных участках число прополок увеличивают.

После сбора урожая кусты земляники окучивают. Это предохраняет корневую систему от вымерзания и способствует образованию новых корней. Повышает урожай земляники мульчирование полуперепревшим навозом, перегноем, торфом, листьями.

В районах с небольшим количеством осадков за вегетационный период дают 4—6 поливов. В районах недостаточного и неустойчивого снежного покрова проводят снегование.

Сбор урожая преимущественно ручной; в настоящее время испытывают различные земляникоуборочные машины.

Малина (Rubus). Ягоды малины содержат от 4,5 до 9,5 % сахаров и от 1,1 до 1,9 % органических кислот. Они употребляются в свежем и переработанном виде. Плодоношение ежегодное, средний урожай 5—6 т ягод с 1 га.

Малина — многолетнее, полукустарниковое растение. Надземные стебли малины живут два года и после плодоношения отмирают. Подземная часть куста представляет собой корневище с придаточными корнями. На молодых корнях малины, расположенных близко к поверхности, вырастают побеги — корневые отпрыски. Формируется куст малины за счет побегов, вырастающих из почек у основания однолетнего стебля. Основной способ размножения малины — вегетативный (корневыми отпрысками).

Лучшее место для посадки малины в северной и средней зонах — склоны южной ориентации. Допустима посадка на ровном месте.

Лучшими почвами являются богатые гумусом суглинистые и супесчаные почвы. Посадку проводят весной и осенью рядами с площадью питания $(2,0-2,5) \times (0,5-0,75)$ м в зависимости от наличия посадочного материала в хозяйствах. В течение первых 3—4 лет после посадки корневые отпрыски, вырастающие вблизи высаженного ряда малины, оставляют, в результате чего получается лента шириной 40—60 см. Урожай малины в значительной степени зависит от ухода. В связи с этим междурядья содержат под черным паром. Широко используют мульчирование соломой, торфом, навозом, опилками и т. д. Малина нуждается в ежегодном внесении органических и минеральных удобрений. Нормы удобрений меняются в зависимости от почвы и состояния растений.

Сбор урожая ручной в мелкую тару. После окончания сбора урожая удаляют отплодоносившие двулетние побеги.

Смородина (Ribes) и крыжовник (Grossularia). Из ягодных кустарников наибольшее распространение получила черная смородина. По занимаемой площади в стране она стоит на втором месте после земляники. В зависимости от природно-климатических условий отдельных районов на ее долю приходится от 20 до 70 % площади ягодников.

В ягодах черной смородины содержатся сахара (4—10 %), кислоты (3,7 %), пектиновые вещества (около 40 %), витамины С и Р. Среднее содержание витамина С составляет 130 мг %, оно изменяется в зависимости от сорта, района возделывания и условий вегетации.

Площадь насаждений красной смородины меньше, чем черной. Ягоды ее мельче, в них больше семян и меньше витамина С.

Промышленные насаждения крыжовника довольно значительны. В составе его ягод имеются сахара (до 12 %), железо, фосфор, витамин С.

Ягоды смородины и крыжовника частично потребляют в свежем виде, но в основном используют в переработанном виде.

Смородина и крыжовник вступают в пору плодоношения на 2—3-й год после посадки. На лучших участках урожайность крыжовника достигает 20 т/га, смородины до 12 т/га. Эти ягодники распространены главным образом в центральных, Северных и восточных областях РСФСР, в Прибалтике, Белоруссии и северо-западных районах Украины.

Для черной смородины лучше отводить пониженные участки, для красной и белой — более теплые, хорошо освещенные. Крыжовник в средней зоне размещают на ровных участках, в северной — на южных склонах. В южной зоне плодоводства под культуру смородины и крыжовника отводят северные и северо-восточные склоны. Нельзя отводить под ягодные кустарники почвы заболоченные, засоленные и сильно оподзоленные.

Почву под посадку обрабатывают глубоко (на 35—40 см), вносят органические и минеральные удобрения, в случае необходимости известкуют.

Площадь питания одного растения устанавливают в пределах (2,5—3,0) × (1,5—1,25) м в зависимости от сортовых особенностей и наличия машин для обработки междурядий.

Посадку смородины и крыжовника предпочтительнее проводить осенью в связи с ранним началом весенней вегетации. Смородину высаживают на 5—10 см, а крыжовник на 3—5 см глубже, чем они росли в питомнике.

Уход за насаждениями заключается в систематической обработке, внесении удобрений, борьбе с сорняками, болезнями и вредителями.

20.7. Плодовый сад

20.7.1. КАРЛИКОВЫЕ И ФОРМОВЫЕ ПЛОДОВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Культура карликовых плодовых деревьев — выращивание низкорослых плодовых растений. Карликовые плодовые деревья достигают высоты 2,5—3,0 м. Деревья несколько большего размера, промежуточные между сильнорослыми и карликовыми, называют полукарликовыми. Часто те и другие растения объединяют в одну группу — слаборослые плодовые деревья. Их можно выращивать различными способами: прививкой обычных сортов на карликовые и полукарликовые подвои; размножением сортов, представляющих естественные карлики, на собственных корнях или сильнорослых подвоях; путем вставочной прививки карликового подвоя; ограничение роста сильнорослых деревьев отгибанием сучьев, надломом, скручиванием побегов, кольцеванием, надрезами ветвей и т. д. Слаборослые подвои используют для выращивания яблони и груши, многие сорта которых отличаются мощным ростом и достигают высоты 6—8 м, а иногда 10—12 м. Для других сильнорослых плодовых пород (абрикос, черешня и слива) слаборослых подвоев нет.

В качестве карликовых подвоев для яблони применяют парадизку М-IX и ММ-10В, в качестве полукарликовых подвоев — дусен (типы М-II, М-III, М-IV, М-V); в более суровых районах центральной полосы Европейской части СССР — парадизку краснолистную и другие подвои отечественной селекции. Основные карликовые подвои для груши — айва А и айва С, более слаборослая, но менее перспективная; можно использовать в качестве карликового подвоя прованскую айву. Прививкой обычных сортов на слаборослых подвоях создают плодовые растения, значительно отличающиеся по биологическим свойствам от сильнорослых. Слаборослые плодовые растения отличаются небольшой долговечностью.

На карликовых подвоях деревья живут 18—20 лет, на полукарликовых — 30—35 лет, в то время как на сильнорослых хозяйственно полезный возраст деревьев равен 40—45 годам. Слаборослые деревья быстро вступают в пору плодоношения: карликовые деревья на 3—4-й год после посадки дают по 50—80 ц плодов с 1 га, в последующие годы урожай сильно нарастает и при хорошем уходе на 6-й год достигает 150—180 ц, на 8—10-й год — 250—300 ц с 1 га. Полукарликовые деревья начинают плодоносить позднее: на 5—6-й год — по 40—50 ц, на 10-й год — по 180—200 ц, на 15-й год — по 250—300 ц с 1 га. Слаборослые плодовые деревья дают плоды высокого качества, крупного размера, с интенсивной окраской; только при большой перегрузке урожаем и недостаточном уходе карликовые деревья могут дать более мелкие плоды. Небольшой размер деревьев облегчает труд и повышает его эффективность, особенно на обрезке, сьеме плодов, опрыскивании и других работах. На уборке урожая, например, производительность труда повышается в 2—3 раза.

Для посадки слаборослых плодовых деревьев выбирают хорошо защищенные места (или создают защитные насаждения в год посадки), лучше с пологими склонами северо-западной или западной экспозиции. На участках не должно быть даже небольших западин, где наблюдается периодическое переувлажнение почвы и нарушается воздушный дренаж. Почва должна быть плодородной, рыхлой, с водопроницаемой подпочвой. Недопустимы заболоченные, щепенистые, песчаные, засоленные, сильно оподзоленные почвы.

На мощных почвах (черноземы, каштановые, буроземы и др.) проводят плантажную вспашку на глубину 50—60 см. Менее гумусированные почвы (выщелоченные черноземы, серые лесные, красноземы и др.) пашут на глубину не более 40 см, почвы слабооподзоленные — на глубину 20—25 см с рыхлением почвоуглубителем нижележащего горизонта. Перед плантажом вносят фосфорно-калийные удобрения (по 120—150 кг действующего вещества на 1 га), а на подзолистых почвах — органические удобрения в количестве от 30—40 до 60 т/га. При недостатке органических удобрений применяют зеленые удобрения (сидераты).

В южных районах страны карликовые деревья яблони размещают по схеме 5×3 м, слаборослые сорта — по схеме 4×2 м, полукарликовые — по схеме 7×5 м, слаборослые сорта — по схеме 6×4 м, сорта груши, привитые на айве, — по схеме 6×4 и 5×3 м. Слаборослые деревья можно высаживать большими массивами: полукарлики по 8, а карликовые по 12 рядов одного сорта. На юге, где зимы более теплые, сад лучше закладывать осенью, а если позволит погода — и зимой. В остальных районах карликовые деревья следует сажать весной.

Междурядья в садах со слаборослыми деревьями содержат под черным паром или занимают пропашными культурами (до начала плодоношения). В районах с достаточным количеством осадков или при орошении во вторую половину лета в междурядьях высевают покровные культуры, которые запахивают поздней осенью, а в местах с малоснежными и суровыми зимами — весной следующего года. Оставшаяся масса растений способствует накоплению снега и меньшему промерзанию почвы. Один раз в 3—4 года на гумусированных почвах с осени вносят по 20—30 т органических удобрений, на менее плодородных — до 30—40 т и на бедных, особенно оподзоленных почвах, — до 60 т/га. Органические удобрения можно заменить сидератами. Через 2—3 года вносят минеральные удобрения из расчета 100—200 кг действующего вещества фосфорных удобрений (на бедных и оподзоленных почвах большая норма) и 80—100 кг действующего вещества калийных удобрений на 1 га (на легких и супесчаных почвах норма уменьшается до 60—70 кг), азотные удобрения ежегодно вносят весной по 80—120 кг действующего вещества.

Слаборослые плодовые деревья с более поверхностным размещением корневой системы положительно реагируют на орошение. Нормы полива по сравнению с обычными садами несколько

меньше (на юге 500—600 м³/га, в центральных районах РСФСР 300—400 м³/га).

У карликовых деревьев формируют ярусную крону, у полукарликовых — разреженно-ярусную. В год посадки саженцы обрезают сильно. В последующие годы до начала массового плодоношения обрезку сводят до минимума, обусловленного необходимостью формирования кроны, удаляя поломанные и отмершие ветки. В это время полезна пинцировка (прищипка) побегов над 4—6-м листом, которые не используются для построения скелета дерева. В период зимней обрезки однолетние приросты не укорачивают, как это делалось раньше, а отгибают. Это способствует ускорению плодоношения деревьев. По мере нарастания урожая обрезку усиливают. Через 2—3 года проводят укорачивание ветвей. При необходимости в этот же период прореживают крону и удаляют больные и отмершие ветки.

Формовое садоводство — культура плодовых деревьев на слаборослых подвоях в искусственных формах кроны, как правило, сочетающих в себе высокие декоративные качества и продуктивность. Формовая культура плодовых деревьев требует глубоких знаний биологии плодовых растений, большой квалификации и умения. Оно основывается на ежегодной детальной обрезке, направленной на сохранение строгой формы и приближения плодоношения к осям основных ветвей, разнообразных зеленых операциях и таких приемах, как сгибание, наклон и подвязка побегов, кольцевание, бороздование и др.

Кроны, создаваемые в формовом садоводстве, многочисленны. Сложные формы представляют интерес для декоративного и любительского садоводства, а в промышленном садоводстве получили распространение самые простые, менее трудоемкие и поддающиеся механизации. Так, появилось большое разнообразие плоских и округлых кроны. В основе их формирования лежит один принцип — рост и плодоношение растений регулируется не обрезкой, как в классическом формовом садоводстве, а главным образом наклоном побегов скелетных и полускелетных ветвей с сохранением естественного порядка ветвления. Культура плодовых деревьев в современных искусственных формах получила название пальметного садоводства.

Формировка кроны возможна только у яблони и груши. У косточковых пород из-за камедетечения, вызываемого сильной обрезкой, она применяется редко. Для яблони на юге СССР наиболее пригодной оказалась итальянская ярусная пальмета с наклонными ветвями и ее более простые модификации, для груши — неправильные или свободные плоские формы. В более северных зонах для яблони перспективна свободная и комбинированная пальмета и плоская веретеновидная крона.

20.7.2. плодовые питомник и плодовые сад

В первые годы жизни саженцы плодовых культур очень требовательны к почвенно-климатическим и агротехническим факто-

рам. Поэтому в первые годы жизни, до момента высадки на постоянное место в сад, плодовые деревья выращивают на специальных участках, отличающихся особо благоприятными условиями и высокой агротехникой. Такие участки, где происходит выращивание посадочного материала, называют *плодовым питомником*.

Каждый питомник обслуживает определенную зону садоводства со сходными почвенно-климатическими условиями. Питомники подразделяются на государственные и колхозные, при этом государственные питомники могут принадлежать различным ведомствам. По объему производства посадочного материала и территории обслуживания питомники делятся на зональные, межрайонные, районные и внутрихозяйственные. Зональные питомники — крупные хозяйства, обслуживающие обширную по территории зону плодоводства (край, область, республику), имеющую сходные почвенно-климатические условия. Межрайонные и районные питомники обслуживают хозяйства одного или нескольких районов. Самые мелкие — внутрихозяйственные питомники — организуются в отдельных хозяйствах для удовлетворения собственных потребностей в посадочном материале.

Питомник обычно занимает небольшую площадь, но один его гектар обеспечивает саженцами закладку 50—70 га новых садов. Выращивание посадочного материала является сложным высокоинтенсивным процессом, связанным с большой трудоемкостью всех этапов размножения и формирования саженцев.

Весь процесс производства посадочного материала плодовых культур проходит в трех отделениях питомника:

1. Отделение размножения (школа сеянцев); предназначено для выращивания подвоев. Имеются семенной и пикировочный участки, где готовят семенные подвои, идущие на закладку очередного поля питомника, и черенковый участок, на котором выращивают посадочный материал ягодных культур из черенков и отводков и подвои, размножаемые черенками.

2. Отделение формирования (школа саженцев); здесь на подвои прививают культурные сорта и формируют плодовые саженцы. Отсюда выпускают двухлетние растения, готовые для посадки в сад.

3. Отделение маточных насаждений; оно включает: маточный семенной участок, который дает семенной материал для выращивания подвоев; маточный участок вегетативного размножения подвоев; маточный сортовой сад плодовых деревьев, который дает черенки для прививки; маточные сортовые плантации ягодных растений.

Для подготовки высококачественного посадочного материала решающее значение имеет выбор земельного участка. Предпочтение следует отдавать ровным, достаточно влажным и защищенным от ветра участкам, с ровными, слабоскатными склонами, обеспечивающими сброс излишней влаги и стекание холодных воздушных масс в более холодные места. В северных районах, где

недостает тепла, благоприятными являются склоны южного направления, в средней полосе предпочтительнее юго-западные и юго-восточные склоны. На юге лучше выбирать склоны северной, северо-западной и северо-восточной экспозиции. Участок под питомник должен иметь глубокие структурные плодородные почвы с глубоким (не ближе 1,5—2,0 м от поверхности) залеганием грунтовых вод.

Предпочтительно, чтобы подпочвенный горизонт был рыхлого строения. В районах недостаточного увлажнения лучше, если подпочва будет тяжелого механического состава, а в условиях повышенного увлажнения — более легкого.

Выращенный в плодовом питомнике посадочный материал используется для закладки плодового сада. В плодовом саду в отличие от питомника деревья растут и плодоносят десятки лет, поэтому от правильного выбора участка под промышленный сад во многом зависит его продуктивность.

Для закладки плодового сада непригодны крутые склоны, возвышенные равнины, низменности и холодные склоны. Наиболее пригодны по рельефу в центральных районах, на Урале и в Сибири южные, юго-западные и западные склоны (особенно их средняя часть) крутизной 5—8°, защищенные от господствующих ветров. В южных районах для яблони, груши, вишни, сливы используют северные, северо-западные склоны, а для теплолюбивых пород (персик, инжир) — южные склоны. Почва должна быть плодородной, рыхлой, водопроницаемой и незасоленной.

При закладке сада учитывают уровень грунтовых вод. Незасоленные грунтовые воды должны быть не ближе 2 м от поверхности почвы, а засоленные — не ближе 3 м.

При размещении деревьев в саду учитывают почвенно-климатические условия, породы и сорта деревьев. В центральных районах Европейской части СССР площадь питания для яблони и груши должна быть 8×4 или 8×6 м; для вишен и слив — 4×3 или 4×4 м; для ягодных кустарников — (2,0—2,5) × (1,25—1,5) м. В южных засушливых районах деревья сажают реже, а в более увлажненных — гуще. Высаживают только районированные сорта. Сортимент плодовых культур должен быть небольшим — два-три сорта. Очень важно при закладке сада правильно выбрать сорта-опылители. Обычно сажают 4—6 рядов основного сорта и 1—2 ряда сорта-опылителя. Участок, отведенный под сад, разбивается на кварталы площадью 8—12 га. В пределах одного квартала желательно высаживать только летние сорта, в пределах другого — только осенние и в пределах третьего — только зимние.

За два-три года до закладки сада по внешней его границе создают защитные и ветроломные полосы. Они состоят из 3—7 рядов таких пород, как тополь, клен, ясень, береза, липа, сосна, ель, смородина и др. В междурядья молодого сада под перепашку один раз в два-три года вносят в больших дозах органические и минеральные удобрения и высевают сидераты, а приствольные круги деревьев содержат под черным паром и вносят навоз и

торф (10—15 кг под дерево). Диаметр приствольного круга должен быть в 1,5 раза больше диаметра кроны.

Подкормку азотными удобрениями проводят частями — ранней весной и в период роста побегов. Избыток азота усиливает рост вегетативных побегов, затягивает срок вступления деревьев в пору плодоношения и ослабляет их зимостойкость. При недостатке влаги молодой сад поливают по бороздам, которые затем запаивают.

Фруктовые деревья постоянно формируют, обрезают, а по мере старения омолаживают. Уход за деревьями включает: лечение при повреждении грызунами, при механической обработке и морозами; очистку штамбов от старой коры; скреплению ветвей, которые могут разломиться. По мере вступления деревьев в пору плодоношения площадь сада освобождают от междурядных культур и содержат под чистым паром в первую половину вегетационного периода и под сидератами — во вторую. Осенью под язбь вносят органические удобрения (20—30 т/га) или полное минеральное удобрение (по 120—180 кг/га действующего вещества азота, фосфора и калия).

Ранней весной проводят боронование междурядий в 2—3 следа, а летом 3—5 культиваций и подкармливают азотными удобрениями (весной и летом). Для роста и плодоношения плодовых деревьев почва должна иметь определенный запас влаги, поэтому необходимо регулировать водный режим почвы (снегозадержание, задержание талых вод, рыхление верхнего слоя почвы, орошение). При поливе в вегетационный период почва должна увлажняться в молодом, неплодоносящем саду на 30—50 см, а в плодоносящем — на 80—100 см.

20.7.3. ЗАКЛАДКА ПЛОДОВОГО САДА

Выбор места. Место для закладки сада выбирают в соответствии с требованиями отдельных плодовых пород. Чтобы правильно выбрать участок под плодовые насаждения, необходимо изучить особенности рельефа местности, почвы и подпочвы, уровень грунтовых вод и др. Ошибки, допущенные при закладке сада, часто нельзя исправить в течение всей его жизни. В различных климатических зонах элементы рельефа имеют свои особенности, создающие конкретные условия для жизни растений.

В северной зоне рекомендуется размещать сады на верхней половине южных и юго-западных склонов, в средней зоне — на юго-западных, западных и северо-западных. Лучшими считаются склоны, крутизна которых 3—5°, но не более 8—10°. При размещении сада на более крутых склонах делают террасы.

При надлежащей обработке почвы и внесении удобрений насаждения могут расти и плодоносить на любых почвах, кроме торфянистых, тяжелых глинистых, щебенчатых, сыпучих песков и солонцов. Грунтовые воды не должны быть ближе 2—3 м от поверхности почвы для семечковых, 1,5—2,0 м для косточковых

плодовых пород, 1,0—1,2 м для ягодных кустарников и 0,6—0,7 м для земляники.

Желательно, чтобы выбранный для сада участок имел естественную защиту в виде леса; при отсутствии таковой необходимо планировать ее устройство.

Плодово-ягодные насаждения, как правило, нуждаются в искусственном орошении, которое следует предусмотреть при закладке сада.

Организация территории. Только при правильно организованной территории сада можно наиболее эффективно использовать рабочую силу, транспорт, средства механизации, применять передовые способы орошения и другие мероприятия интенсивного плодводства.

В крупных товарных садах средний размер бригадных участков составляет 100—150 га при возделывании плодовых деревьев и 30—50 га при культуре ягодников.

Под бригадный стан выделяют участок площадью 0,75—1,5 га (иногда до 2 га). На этом участке размещают служебные и культурно-бытовые помещения, сарай для инвентаря, хранилище удобрений и ядохимикатов. Дорожная сеть, садозащита и хозяйственные строения не должны занимать более 15 % площади земельного массива, выделенного под насаждения. Оптимальная площадь кварталов в континентальных районах 8—10 га, в более благоприятных условиях 12—15 га. Наиболее удобная форма квартала и его размер в равнинных условиях (400—500) × 200 м. На склонах площадь кварталов целесообразно уменьшать до 5—6 га с соотношением сторон 4:1, размещая их длинной стороной поперек склона. Размещение дорог увязывают с размещением кварталов сада и садозащитой. В крупных садах устраивают дороги трех типов: магистральную шириной 8—10 м, проходящую через центр сада на выход, окружную шириной 6—8 м, идущую вдоль границ сада с внутренней стороны садозащиты, межквартальные шириной 4—6 м.

Садозащитные насаждения имеют важное значение в районах, подверженных действию сильных ветров. Они улучшают микроклимат в саду, ослабляют вредное действие ветра. Длительность действия их зависит от конструкции и рельефа местности.

Различают три типа конструкции защитных насаждений: ажурную, продуваемую и непродуваемую.

В настоящее время для большинства районов страны рекомендованы 4—6-рядные защитные полосы по внешним границам сада, а в наиболее суровых и засушливых районах — 7—8-рядные.

Размещение плодовых и ягодных культур. Рациональное использование площади сада — одна из важнейших задач современного интенсивного плодводства. Состояние и продуктивность плодовых культур зависит от двух факторов — площади питания и системы размещения плодовых деревьев. В производственных условиях применяют прямоугольную, квадратную и контурную системы размещения деревьев. Прямоугольная система размеще-

ния отличается тем, что расстояние между рядами больше, чем между растениями в ряду (например, 8×4 м). С возрастом деревья в ряду смыкаются кронами, промежутки в междурядьях остаются свободными. Широкие междурядья не препятствуют механизации при уходе за насаждениями и почвой.

Загущеннострочное размещение ягодных растений называется полосной системой. Квадратная система размещения характеризуется одинаковыми расстояниями между рядами и в ряду (например, 6×6 м). Деревья развиваются равномерно во все стороны. Возможна механизированная обработка в продольном, поперечном и диагональном направлениях. Контурная система размещения применяется на склонах в направлении горизонталей местности.

На равнинах и пологих односкатных склонах перспективно применять прямоугольную и загущеннострочную систему. На склонах с неровным рельефом применяется контурная система размещения.

При выборе расстояния между отдельными растениями в саду должны быть приняты во внимание зимостойкость, продолжительность жизни породы и сорта, подвой, форма и размер кроны, начало плодоношения, урожайность, отношение к условиям внешней среды, возможность широкой механизации и др.

Породосортной состав насаждений устанавливают с учетом направления плодородства района и специализации хозяйства. Производство плодов может быть рассчитано на вывоз за пределы области, на обеспечение сырьем консервной промышленности, на снабжение местного населения и ближайших городов свежей продукцией.

Предпосадочная подготовка почвы. Различают три вида окультуривания почвы: сплошное (глубокое, плантаж), местное и послепосадочное. На черноземах перед посадкой сада плантажную вспашку проводят на глубину 40—50 см. Плантаж может быть с оборотом пласта и без оборота. Глубокую обработку подзолистых почв (на 25—35 см) проводят также с оборотом и без оборота пласта. Для пахоты с оборотом пласта используют обычные плантажные плуги. Под вспашку вносят органические и минеральные удобрения в высоких дозах и известь.

Местное окультуривание почвы состоит в том, что органические и минеральные удобрения вносят в посадочные ямы (20—30 кг перегноя, 1 кг суперфосфата и 0,1 кг хлористого калия на яму).

Послепосадочное окультуривание почвы проводят в том случае, когда сад заложен без предварительной подготовки. Глубокую обработку почвы делают на 2—3-й год после посадки сада и вносят удобрения.

После выравнивания поверхности проводят разбивку сада под посадку и копку ям. По плантажу копают малые ямы шириной около 60 см в соответствии с корневой системой саженца. При отсутствии плантажа размер ямы значительно больше — ширина

100—120 см при глубине 60—70 см. В настоящее время распространена механическая копка ям ямокопателем и др. В центре ямы помещают кол.

Посадка. Плодовые растения сажают весной и осенью. В северной и средней зонах плодоводства лучшим сроком посадки плодовых деревьев является весна, а ягодников — осень. Плодовые деревца надо посадить так, чтобы корни их были расположены во все стороны и отходили от корневой шейки вниз под углом 40—45°. При посадке по плантажу корневые шейки саженцев помещают на уровне почвы или на 1—2 см выше ее. При местном окультуривании почвы (в ямах) корневую шейку размещают на 3—5 см выше краев ямы в расчете на оседание почвы. После засыпки и уплотнения ямы в почве делают кольцевую лунку диаметром около 1 м и поливают саженец.

Послепосадочную обрезку саженцев, независимо от срока посадки, проводят весной до набухания почек. При обрезке удаляют ненужные ветви, а остальные укорачивают в среднем на $1/2$ — $2/3$ длины, но с учетом силы роста и положения на стволе.

В последнее время получает распространение механизированная посадка деревьев, которая значительно сокращает сроки посадочных работ. Она особенно эффективна при весенних сроках посадки. Наиболее эффективна механизация закладки сада при использовании универсальной машины. В основном же посадка сада ручная, в заранее подготовленные небольшие ямы, соответствующие длине корневой системы. Для весенней посадки нарезку траншей, копку и opravку ям делают с осени.

20.7.4. уход за молодым садом

Основными задачами по уходу за молодым садом являются: создание наиболее благоприятных условий для высокой приживаемости растений, приближение поры продуктивного плодоношения, повышение зимостойкости. У молодых плодовых деревьев окончание ростовых процессов часто запаздывает, что понижает зимостойкость растений.

Продолжительность ростовых процессов зависит от водно-пищевого режима, который можно регулировать системой удобрений, и содержания почвы. Для хорошего роста молодых плодовых деревьев необходимо наличие в почве достаточного количества влаги и питательных веществ в первой половине лета. Поэтому система агротехнических мероприятий должна быть направлена на накопление в почве больших запасов осенней и весенней влаги и на увеличение количества питательных веществ.

Своевременное окончание ростовых процессов может быть обеспечено ограничением водоснабжения и питания во второй половине лета.

В первые годы жизни плодовых деревьев в саду корневая система использует очень небольшой объем почвы — в пределах круга, диаметр которого несколько больше диаметра кроны. Вся остальная площадь сада занимается корневыми системами poste-

пенно, в течение ряда лет. Свободную от корней деревьев площадь сада называют резервной. Если междурядья плодового сада не заняты ягодниками, резервную площадь необходимо использовать под другие культуры. На ней следует размещать такие растения, которые способны поглощать большое количество воды и питательных веществ во второй половине лета. В то же время они не должны истощать почву. К таким культурам относятся пропашные (картофель и др.), а также горох, фацелия, бобы.

Для восстановления плодородия почвы в междурядьях молодого сада в северной и средней зонах плодоводства необходимо применять органические удобрения (навоз, компосты и др.).

В южной зоне плодоводства, в орошаемых садах, допускается посев многолетних трав. Для использования резервной площади молодого сада иногда рекомендуют размещать в междурядьях ягодники, но при этом необходимо учитывать их биологические особенности. Продолжительность размещения в садах междурядных растений зависит от пород, сортового состава плодовых растений, ширины междурядий и биологических особенностей междурядных растений. Установлено, что междурядные культуры можно выращивать в насаждениях косточковых 4—5 лет, силънорослых семечковых до 8 лет.

Культуры в междурядьях нельзя размещать к штамбу дерева ближе радиуса кроны. В возрасте сада до трех лет крайний ряд надо размещать на расстоянии 1 м от штамба дерева, в возрасте 4—6 лет — на расстоянии 1,5 м, и в возрасте 6—8 лет — на расстоянии 2 м. Эти незанятые междурядными растениями участки под кроной деревьев называются приствольными кругами. Для культур в междурядьях сада подходят укороченные схемы севооборотов, например, с таким чередованием: 1) черный пар с летней посадкой картофеля среди насаждений семечковых; 2) однолетние бобовые (горох, фасоль, чина); 3) овощные (редис, салаты, лук, чеснок, томаты, столовая свекла); 4) черный пар с летним или зимним посевом сидератов.

Почву в приствольных кругах содержат под паром или мульчируют. При построении системы удобрения сада учитывают биологические особенности культур и их потребность в отдельных элементах питания, физико-химические особенности почвы, динамику подвижных питательных элементов, размещение в почве основной массы поглощающих корней.

В молодых садах устанавливают две системы удобрения: приствольных кругов и междурядий. Норма удобрений зависит от природных условий и возраста растений. Срок первого внесения удобрений зависит от предпосадочной подготовки почвы.

Важнейшими задачами по уходу за надземной частью дерева являются защита деревьев от различного рода повреждений (механических, температурных, грызунами, насекомыми, болезнями) и правильное формирование кроны по принятым системам.

Обработка почвы и удобрение. Как и в молодом саду, основной заботой при уходе за плодоносящим садом должно быть регулирование водного и пищевого режимов почвы. Система обработки почвы и применение удобрений должны создавать условия для поддержания необходимой влажности почвы и достаточного питания плодовых деревьев в течение всего вегетационного периода, особенно в первой половине лета.

Существующие многочисленные способы содержания почвы плодоносящего сада можно свести в две основные группы: 1) содержание под черным паром и 2) содержание под травами.

Постоянное содержание почвы сада под черным паром не обеспечивает необходимого для растений водного и пищевого режима. Кроме того, при длительном оставлении почвы под черным паром происходит усиленная минерализация органического вещества. Использование пара целесообразно чередовать с другими системами содержания почвы. В этой связи заслуживает внимания паросидеральная система. Почва сада до середины лета содержится под черным паром, со второй половины лета и в начале осени — под покровом сидеральных культур, которые затем запахивают как зеленое удобрение.

Применение гербицидов для борьбы с сорняками особенно целесообразно в приствольных полосах. Для уничтожения двудольных сорняков можно применять ДНОК. Для уничтожения свинороя и других многолетних злаковых сорняков в семечковых садах лучший результат дает далапон. Против однолетних сорняков применяется атразин и симазин.

Удобрение сада является одним из основных способов воздействия на условия питания культурных растений. Плодовое дерево живет на одном месте в течение 40 лет и более, что приводит к истощению почвы и отрицательно сказывается на росте и урожайности плодовых насаждений.

Эффективность удобрений в значительной степени зависит от способа их внесения. Слабые результаты дает внесение фосфорно-калийных удобрений в пахотный горизонт на небольшую глубину, где располагается только 5 % мелких корней.

Наиболее широко распространено внесение удобрений в продольные борозды, находящиеся в междурядьях сада. Глубина борозд может быть 20—30 см. В молодых садах борозды нарезают на расстоянии 1—2 м от штамба. Чем старше деревья и раскидистее крона, тем дальше проводят первую борозду. Расстояние между бороздами 0,8—1,0 м.

Вспашку почвы в междурядьях сада следует проводить только один раз в год — осенью. В садах применяют специальные плуги, бороны и культиваторы. Необходимость в весенне-летних культивациях определяется физическими свойствами почвы, степенью их засоренности и особенностями междурядных культур. Количество культиваций за сезон может колебаться от 3 до 7, а глубина рыхления — от 6 до 12 см.

Осенью под основную обработку почвы вносят навоз, компосты, а из минеральных удобрений — фосфорные и калийные. Сидераты можно заделывать в почву в любое время при наличии орошения или при достаточной влажности почвы. Аммонийные формы азота в плодоносящих садах всех зон плодоводства можно вносить в раннеосенний и весенний периоды. Нормы внесения удобрений зависят от климатических и почвенных условий зоны, биологических особенностей растений и их возраста, урожайности, системы содержания почвы сада и обеспеченности ее влагой.

Орошение. Около 60 % садов нашей страны находятся в зоне недостаточного увлажнения и нуждаются в орошении. Поливы садов подразделяют на две категории: вегетационные и влагозарядковые (запасующие).

Из старых способов орошения сейчас сохраняет свое значение бороздковый полив и полив напуском по полосам. Возрастающее значение приобретает полив дождеванием, начинает осваиваться подпочвенное орошение.

Сроки и нормы полива должны быть рассчитаны так, чтобы создать условия для хорошего роста деревьев в первой половине вегетационного периода и своевременной приостановки ростовых процессов — во второй.

Влагозарядковые поливы имеют ведущее значение в районах с малым количеством осадков и особенно там, где засуха начинается летом и продолжается осенью.

Уход за кроной и штамбом. Обрезка — основной прием непосредственного воздействия на крону деревьев. Она направлена на улучшение использования света деревьями и повышение оводненности их тканей. При этом лучше используются минеральные вещества почвы, интенсивнее идет фотосинтез и процессы обмена, а в результате усиливается рост, увеличиваются размеры плодов, повышается регулярность плодоношения, возрастает зимостойкость насаждений.

Важная задача обрезки — не устранять, а предупреждать нежелательные явления в росте и плодоношении деревьев, поэтому ее надо проводить своевременно. Обрезка — одно из наиболее сложных агротехнических мероприятий. Она требует хорошего знания биологии отдельных пород и основных групп сортов в разные возрастные периоды их жизни. Различают два способа обрезки — укорачивание и прореживание. Под укорачиванием понимается уменьшение длины побега или ветви, под прореживанием — полное удаление побега или ветви.

Укорачивание вызывает пробуждение почек на оставшейся части ветви. Прореживание не усиливает ростовые процессы в кроне, а лишь улучшает освещенность и воздушное питание оставшихся ветвей. Обрезка дает положительные результаты только в том случае, если сочетаются оба ее вида — прореживание и укорачивание.

В зависимости от срока проведения различают обрезку осенне-зимнюю и весеннюю. Осенне-зимнюю обрезку проводят в районах с благоприятными зимними условиями. В остальных районах лучшим сроком обрезки следует считать весеннюю. Как правило, обрезка — ручная операция, но в настоящее время ведутся опыты по механизированной обрезке.

Наиболее уязвимыми частями дерева являются штамб и основания нижних скелетных ветвей. Они повреждаются при обработке почвы, грызунами и т. д. Основными мероприятиями по уходу за этими частями дерева являются побелка для предохранения от солнечных ожогов, очистка отмершей коры, заделка дупел.

Формирование кроны. Плодовые питомники выпускают однолетние и двулетние плодовые деревья с первым ярусом кроны. Формирование кроны продолжается затем в течение нескольких лет в саду. Наиболее распространенным типом кроны у яблони и груши является ярусная пятисучная. При такой формировке кроны из питомника выпускают саженцы с пятью боковыми скелетными ветвями и главным проводником. В саду обрезкой добиваются равномерного роста центрального проводника. Такое регулирование роста продолжается 2—3 года, после чего формирование кроны идет произвольно.

Для формирования разреженно-ярусной кроны у саженца оставляют три смежных ветви, иногда четыре, если они расположены удобно, накрест. На третий год после посадки деревьев в саду закладывают второй ярус кроны, состоящий из 1—2 боковых скелетных ветвей; в последующие годы закладывают еще один такой же ярус. Расстояние между ярусами устанавливают 20—40 см. Все лишние побеги, появляющиеся на центральном проводнике, прищипывают.

Иначе формируют крону по комбинированной системе. Питомник выпускает двухлетки с тремя сучьями, расположенными через 8—10—12 см по высоте ствола. С третьего года жизни деревьев в саду приступают к дальнейшему формированию кроны. Теперь новые боковые скелетные ветви закладывают на 25—30 см одна от другой, а все лишние промежуточные побеги на центральном проводнике прищипывают.

В настоящее время для снижения высоты деревьев рекомендуется иметь один ярус кроны из 4—5 ветвей вне зависимости от принятой системы формирования.

Уход за урожаем. К мероприятиям по уходу за урожаем относятся защита садов от заморозков, предотвращение поломок разветвлений кроны, защита от болезней и вредителей.

Заморозками называют резкое понижение температуры до 0°С и ниже. Обычно они кратковременны и наступают в предутренние часы. Плодовые культуры очень чувствительны к заморозкам в фазу образования молодой завязи и цветения. Все меры, используемые для борьбы с заморозками, делят на косвенные и прямые. Выбор места и почвы под сад, садозащитные насажде-

ния, подбор устойчивых пород и сортов, хорошая агротехника являются косвенными способами защиты садов от заморозков. К прямым способам относятся дымление, создание туманных завес, полив и др. Все эти способы недостаточно эффективны.

Полочки разветвлений кроны предотвращают своевременной установкой подпор под скелетные сучья и их разветвления. Установку подпор начинают в то время, когда плоды достигают размера грецкого ореха.

Периодичность плодоношения. Плодоношение через год, а не каждый год имеет много отрицательных сторон. Периодично плодоносящие деревья за два года дают меньший урожай, чем регулярно плодоносящие. При чрезмерном урожае у периодично плодоносящих деревьев плоды мельчают, ухудшаются их вкусовые качества. В годы обильных урожаев деревья сильно истощаются и при зимних неблагоприятных условиях часто повреждаются морозами. Наконец, периодичность плодоношения вызывает трудности с использованием рабочей силы, хранением и реализацией урожая. Устранение периодичности плодоношения — большой резерв увеличения производства плодов.

Один из приемов устранения периодичности плодоношения является обрезка, которую лучше начинать с неурожайного года. В уходе за деревьями большое внимание следует уделять содержанию междурядий сада, регулярному удобрению и прежде всего азотом.

Один из способов, устраняющих периодичность цветения и плодоношения, — нормирование урожая. Для этого в больших садах применяют химические методы уничтожения части цветков.

Уборка урожая и хранение плодов. Различают две степени зрелости плодов: съемную и потребительскую. О наступлении съемной зрелости судят по таким признакам, как прекращение увеличения плода в объеме, пожелтение кожицы, появление аромата, легкое отделение плодоножки при съеме. В потребительской (съедобной) зрелости плоды отличаются ярко выраженными сортовыми особенностями, они сочные, ароматные, со свойственной сорту окраской.

На уборку и реализацию урожая расходуется до 60—65 % всех трудовых затрат по саду. Собранные плоды сразу поступают в товарную обработку в специальных упаковочных помещениях или непосредственно в саду. При наличии хранилищ-холодильников товарную обработку переносят на осенне-зимний период.

Продолжительность хранения здоровых плодов и ягод зависит от температуры и породосортных особенностей. При температуре 0°С летние сорта яблок хранятся 2—4 недели, осенние — от 1 до 3 месяцев, зимние — от 6 месяцев до нового урожая. Летние сорта груш хранят 1,5—3,0 недели, осенние — 2—3 месяца, зимние — до 7 месяцев. При 0°С вишню можно хранить 1,0—1,5 месяцев, черешню — до 3 недель, абрикос — до 4 недель, крыжовник и смородину — до 4 недель, малину и землянику — до 2—3 недель, некоторые сорта винограда — до мая—июня.

20.8. Виноград

Большинство культивируемых сортов винограда (*Vitis*) относится к виду виноград культурный. В культуру введены также североамериканские виды. И. В. Мичурин впервые использовал виноград амурский, или уссурийский, для выведения морозоустойчивых сортов и продвижения культуры винограда на север. Североамериканские виды винограда используются в основном как подвой, устойчивые к опаснейшему вредителю винограда — филлоксере.

Ботаническое описание и биологические особенности. Корневая система винограда мощная, проникающая на скелетных почвах в засушливых районах на глубину до 7 м и более. Ствол — лиана, побеги длинные (3—5 м), тонкие. Листья очередные, простые, цельные или лопастные. Цветки мелкие, зеленые, собраны в метелку; у дикого винограда функционально женские или мужские, а у культурных сортов — обоеполые или функционально женские или мужские (нуждаются в перекрестном опылении). Плод — ягода с 1—4 мелкими твердыми семенами и хорошо развитым околоплодником (мякотью). Ягоды собраны в соплодие — гроздь (кисть).

Продолжительность плодоношения корнесобственных сортов 60—80 лет, привитых — 30—40 лет. В период вегетации (в южных районах СССР с апреля по октябрь — ноябрь) условно выделяют шесть фаз: 1-я — от начала сокодвижения (плача) до распускания почек; 2-я — от распускания почек до начала цветения; 3-я — от начала до конца цветения; 4-я — от завязывания ягод до начала их созревания; 5-я — от начала созревания до физиологической зрелости ягод; 6-я — до окончания опадения листьев и наступления периода зимнего покоя. Продолжительность каждой фазы зависит от сорта и условий среды. Наиболее благоприятен для культуры винограда умеренно-теплый и субтропический климат. Зимой большинство сортов выдерживает температуру до -18°C , а некоторые сорта — до -28°C .

В фазе распускания почек на развитие растений могут губительно сказаться весенние заморозки ($-2... -3^{\circ}\text{C}$). Лучшая температура для развития винограда весной $15-20^{\circ}\text{C}$, летом и осенью $20-25^{\circ}\text{C}$. При снижении температуры до $8-10^{\circ}\text{C}$ рост и развитие винограда прекращаются. Температура выше 40°C действует угнетающе и может вызывать ожоги листьев, ягод и молодых побегов. Для культуры винограда требуется от 300 до 500 мм осадков, выпадающих равномерно по сезонам года. Если осадков меньше 300 мм, виноградники необходимо поливать, если больше 1000 мм, культура винограда затрудняется, так как сильно развиваются грибные болезни (не поражаются только устойчивые против болезней сорта). Рост и развитие винограда протекают нормально при влажности почвы 70—80 % наименьшей влагоемкости. Грунтовые воды должны находиться не ближе 1,25—1,5 м от поверхности почвы. Под виноградники выбирают легкие почвы:

суглинистые, песчаные, которые содержат больше щебня, хряща, камней.

Народнохозяйственное значение виноградарства. Виноград используется в свежем виде и как сырье для переработки. Из винограда готовят вина, коньяк, соки, компоты, варенье, маринады, желе, его подвергают быстрому замораживанию. Из отходов виноделия (выжимок, дрожжей) получают этиловый спирт, уксус, винную кислоту, винный камень, сегнетову соль, а из семян — масло техническое.

Средний химический состав сока ягод винограда: вода 81,2 %, азотистые вещества 0,4 %, сахара 16,5 %, клетчатка 0,6 %, органические кислоты 0,9 %, минеральные вещества 0,4 %, пектиновые вещества 0,2 % и др.; кроме того, в соке имеются витамины С и группы В. Кислый вкус винограда обусловливается преобладающим содержанием в нем яблочной кислоты и кислого виннокислого калия (винный камень).

В кожце винограда содержатся дубильные и красящие вещества, а также эфирные масла.

Районы возделывания. Промышленное виноградарство развито между 34—52° с. ш. и 20—40° ю. ш. В СССР промышленное виноградарство развито главным образом в южных районах.

20.8.1. посадка и уход за молодым плодоносящим виноградником

Участок под виноградник должен быть достаточно ровным, пригодным для механизации. Склоны более 10° террасируют. Перед посадкой винограда проводят сплошную глубокую (до 60 см) вспашку с оборотом пласта — плантаж. На каменистых почвах горных склонов плантаж производят на глубину 1 м взрывным способом. Применяют также экскаваторный способ плантажа на глубину 150 см. При плантаже на каждый гектар в зависимости от условий вносят 40—60 т навоза, смешанного с 1 т суперфосфата.

Для весенней посадки винограда плантаж производят осенью (сентябрь—октябрь), а для осенней — в мае. За 2—3 недели до посадки почву выравнивают. Подготовленный массив делят на участки (кварталы) по 50—75 га каждый. Длина участка 1000—1500 м, ширина (без дорог и лесных полос) 500 м. Участок разбивают поперечными дорогами на 10 пятигектарных клеток. Ширина поперечных дорог 4—5 м, дорог вокруг участка 8—10 м. В зависимости от почвенно-климатических условий и системы формирования кустов расстояние между рядами винограда устанавливают от 1,5 до 3 м.

Высаживают черенки и саженцы. Глубина посадки от 50 до 70 см в зависимости от почвенных и климатических условий. Лучшие сроки посадки на юге: весенней — апрель, осенней — ноябрь.

Почву после посадки поддерживают в рыхлом состоянии. Во вторую половину лета для ускорения вызревания побегов проводят их чеканку — удаляют верхушки побегов, переросших шпалеру, и верхушки пасынков. Если погода сухая, виноградники

поливают. В районах укрывного виноградарства кусты до наступления морозов укрывают землей во время глубокой вспашки междурядий. Весной для формирования кустов проводят первую подрезку молодых растений, а в июне — июле — катаровку (удаление поверхностных корней) на глубине 20—30 см, что способствует развитию глубинных корней, менее повреждаемых зимними морозами. В конце первого года вегетации (или начале второго) устанавливают опоры. Наиболее распространена вертикальная шпалера, чаще всего трех- и четырехпроволочная. К проволокам привязывают как многолетние (рукава), так и ежегодно возникающие плодоносящие и бесплодные побеги. Шпалерная опора удобна для формирования кустов, кроме того, она позволяет проводить механизированную обработку почвы на всю ширину междурядий без повреждения растений.

В зависимости от условий среды и биологических особенностей сорта создают различные формировки кустов.

На плодоносящем винограднике ежегодно проводят обработку почвы: в междурядьях — осеннюю и весеннюю вспашку и глубокую культивацию, летнюю мелкую культивацию; в рядах — осеннюю перекопку, летнее мотыжение. В районах укрывного виноградарства при осенней вспашке кусты укрывают землей, а при весенней — открывают. Рост и плодоношение куста регулируют обрезкой, обломкой, прищипыванием, чеканкой. От правильности обрезки зависит урожайность, качество продукции и долговечность насаждений. Сущность приема заключается в оставлении на каждом кусте определенного количества глазков (нагрузка глазками).

В районах неукрывного виноградарства обрезку проводят с момента массового листопада до весны; в зоне укрывного виноградарства предварительно обрезают осенью, а окончательно — весной, после открытия кустов от земли. Нагрузку глазками на единицу площади и в среднем на один куст ежегодно планируют с учетом состояния кустов и намечаемой урожайности. Весной, после открытия кустов и обрезки, подвязывают рукава и плодовые побеги. При подвязке побеги равномерно распределяются в пространстве и, чтобы не было кольцеобразных перетяжек, привязывают свободной петлей. В течение вегетационного периода делают 2—4 подвязки растущих побегов. Обломку, т. е. удаление части растущих побегов, угнетающих развитие и плодоношение основных плодоносящих побегов, проводят за период вегетации 1—3 раза.

Первое прищипывание (удаление верхушек на 1—2 см) проводят только на сильно развитых побегах, когда они достигают 25—30 см; второе — за несколько дней до начала цветения, причем главным образом у сортов, сильно осыпающихся в период цветения в связи с недостаточным поступлением к соцветиям питательных веществ.

К чеканке пасынков (удалению верхушек) приступают, когда на них разовьется 3—5 листьев, при этом на пасынках оставляют

2—5 листьев (в зависимости от сорта). В период затухания роста удаляют также верхушки побегов, переросшие верхнюю проволоку шпалеры. Этот прием способствует лучшему вызреванию побегов, повышению урожая, уменьшению поражаемости кустов мильдью.

Из органических удобрений под виноград вносят навоз по 20—30 т/га (срок действия 2—3 года). Эффективны также компосты, для приготовления которых можно использовать виноградные выжимки и отходы виноградарства. Необходимо ежегодно вносить минеральное удобрение ранней весной — сернокислый аммоний или натриевую селитру (3—4 ц/га); осенью перед запашкой — суперфосфат (4—5 ц/га), сернокислый калий (1,5—2,0 ц/га), на песчаных и супесчаных почвах вносят селитру и карналлит. Наилучшие результаты получают при внесении смеси органических и минеральных удобрений.

В зоне орошаемых виноградников за вегетационный период проводят (в зависимости от района) от двух до пяти поливов. Основным способом является полив по бороздам (поливная норма 600—900 м³/га).

Во многих районах Средней Азии и Азербайджанской ССР применяют зимние и ранневесенние влагозарядковые поливы (норма 1500—2500 м³/га).

В комплекс агротехнических приемов, направленных на получение высоких урожаев винограда, входит искусственное (для сортов с функционально женским цветком) и дополнительное опыление.

Сбор пыльцы и опыление проводят специальными аппаратами. Для улучшения опыления сортов с функционально женским цветком в смешанных насаждениях, а также для дополнительного опыления сортов с обоеполым цветком, особенно в безветренную погоду, целесообразно применять продувание рядов механизированным путем, используя опыливатели или вертолеты.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Автогамия 82, 92
Агротехнические мероприятия 206—208, 216, 219, 236, 258
Адсорбция 168, 179
Азот *см.* Элементы минерального питания растений
Азотобактерии 326, 327
Актиномицеты 136, 137
Аккумуляция гумуса 193
Алкалоиды *см.* Физиологически активные вещества
Альбедо 171
Аллювий *см.* Материнские породы
Алюминий *см.* Элементы минерального питания растений
Аминокислоты *см.* Физиологически активные вещества
Аммиак 60, 297, 301, 305, 307
Амитоз *см.* Деление клетки прямое
Аммоний 297, 306, 307
Аморели 448
Амфолитоиды 176
Анафаза 14, 16, 17
Анаэробная стадия дыхания 57, 59, 61
Анаэробные процессы 133, 202
Андроцея 74, 76
Анемофилия 83
Антеридий 72, 102, 104
Апоспории 97
Апомиксис 84
Апотеции 93, 94
Археогоний 72, 73, 102, 104, 108
Ассимиляция 61
Ассимиляционное число 56
Аскоспории 69, 92, 93
Атмосферные осадки 132
Ауксины (фитогормоны) 60, 84, 301
Ацетилхофермент А 60
Ацидоиды 175
Аэрация почвы 138, 221
Аэробная стадия дыхания 57—59
- Базидии 92, 94, 95
Базидиоспории 69, 92, 94
Базидии 175, 176
Бактериальные препараты 206, 326—327
Бактерии 89, 90, 136, 137, 149
— автотрофные 90, 136
— анаэробные 90, 136
— аэробные 90, 136, 188
— гетеротрофные 90, 136, 137
— клубеньковые 37, 297
Биколлатеральные пучки *см.* Проводящие пучки
Бинарная номенклатура 88
Биологический круговорот 131, 133—136
Биоценоз 121, 133, 137
Бонитировка почв 209, 210
Бонитировочные карты 210
Бороздование 281, 292
Боронование 259, 268, 269, 272, 278, 279, 280, 281, 285, 286, 289, 292
Букетировка 290
Буферность почвенного раствора 178
— твердой фазы почвы 178, 179
- Вакуоль 8, 10, 20, 97
Вегетативные органы 29, 30, 223, 239
— — аналогичные 29
— — гомологичные 29
- —, метаморфоз 29, 42, 244
Веретено деления клетки 14—17
Вид *см.* Единицы систематики растений
Вирусы 89
Влагоемкость 127, 131, 194
— капиллярная 169
— максимальная адсорбционная (МАВ) 168
— наименьшая (НВ) 169
— полная (ПВ) 169
Влажность почвы 168
— разрыва капиллярной связи (ВРК) 169
— устойчивого завядания (ВЗ) 168, 169
Водно-воздушные свойства почв 168—171
Водный режим почв 207, 223, 225
Волорости 96—100, 103, 137
Возраст почв 142
Волокна древесинные (либриформ) 22, 24, 52
— лубяные (флоэмные) 22, 25, 45, 52
Вспашка 259, 261—265
— беззагонная 266
— безотвальная 225
— взвал 265
— всвал 265, 266
— двухъярусная 398
— загонная 264
— яблетьвая 222, 223, 225
— мелноративная 226, 264
— плантажная 293
— трехслойная (или трехъярусная) 264
— узкозагонная 206
Выветривание горных пород 101, 125, 129, 132
— биологическое 126, 137
— физическое 125
— химическое 125, 126
Выделительные структуры 25
Вымокание 62, 65, 281
Выпирание 62, 65
Выпревание 62, 65
Высшие растения 66, 89, 101—119
- Гаметангиогамия 92
Гаметангии 72, 92
Гамета 71, 72, 76, 84
Гаметофит 80, 72, 73, 101, 102, 104, 109, 110
Гаплоидное поколение 97, 108
Гаплоидные споры 91, 92, 104
— ядра 16, 17
Гаплоидный мицелий 92
— набор хромосом (*n*) 13, 14, 71, 72
Гаустории (или присоски) 239
Гейтоногамия 82
Генезис 180, 184
Генеративные (репродуктивные) органы растений 30, 63, 298, 301
Генетический профиль почвы 130, 131
— почвенный тип 180
Генещей 75
Геотропизм 29, 30, 32, 40
Гербициды 212, 216, 223, 237, 242, 250, 254, 256—258, 288
— избирательного действия 254, 255, 257
— контактные 255, 256
— общенстребительного действия 254, 255, 257
— системные 255, 256
Гетерозис 351
Гетерогамия 71, 72, 92, 97, 99

Гетерокарпия 238
Гетеростилия 83
Гетеротрофный 90, 91, 98, 238
Гетерофиллия 51
Гибриды кукурузы 351
Гидатоды *см.* Выделительные структуры
Гидратация 126, 176, 301
Гидролиз 126, 149
Гидротермический коэффициент (ГТК) 210
— режим почвы 132
Гидротропизм 29
Гидрофилия 83
Гинеей 75—77
Гинофор 390
Гипсование 226, 236, 320
Гиподерма 53
Гистология 17
Гифы 91, 92, 93, 101, 104, 137
Глиоксисомы 11
Годичные кольца 47
Гологамия 92
Голосеменные *см.* Сосновые (или голосе-
менные)
Горные породы *см.* Материнские породы
Граны 54, 55
Грибница *см.* Мицелий (грибница)
Грибы 91—96, 100, 104, 228
Грибы-сапрофиты 137
Гуматы 153
Гумины 154
Гуминовые кислоты 129, 148—150, 152—
154, 176, 193
Гумификация 129, 135, 148—150, 193
Гумус 129, 131, 137, 140, 144, 148, 151, 152—
154, 155, 184—186, 191, 192, 194—200, 203,
204, 209
Гумусовый горизонт 193—195, 198—201,
203—206
Гуттация 28, 135

Двулетние растения 38
Двудомные растения 76, 82, 99
Двузернянка (или полба) 338
Джинирование 398
Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК)
4, 11, 13, 89
Декортизация 23
Деление клетки 14
— — мейотическое 17
— — митотическое 69, 84
— — прямое (амитоз) 17
— ядра 14
Делинтирование 398
Делювий *см.* Материнские породы
Деплазмолиз 12
Десикация 386
Дефекционная грязь 373
Дефолиация 51, 399
Дефосфорилирование 55
Диагностические признаки 209
Диаграмма цветка 76, 77
Диктисомы (или комплекс Гольджи) 11
Диплоидный набор хромосом (2n) 13, 71—73, 101
Диплоидное поколение 97
Дихазий 80
Дихогамия 82
Древесина (ксилема) 18, 22—24, 26—28,
34, 35, 37, 47, 52
Дренаж вертикальный 281
Дусен 460
Дыхание клеточное 11
— растений 57—61, 301
Дыхательный коэффициент 57, 64
Дыхательные ферменты 301

Единицы систематики растений 88—89
Емкость поглощения 180, 184—186, 201,
204, 206

Жароустойчивость 63, 64
Железистые волоски *см.* Выделительные
структуры
Железо *см.* Элементы минерального
талия растений
Желтоземы 199, 200, 208
Жилки листа 52
Жилкование 50

Заболонь 47
Завязь 74—77, 86, 101
Закаливание 64, 65
Законы земледелия 213—216
Запас воды общий (ОЗВ) 170
— — полезный (ПЗВ) 170
Зародыш 73, 74, 84, 85, 101, 103
— диплоидный 84
— семя 30
Зародышевый мешок 76, 84
Заросток 30, 69, 72—74
— обоеполюй 72, 76, 82
— редуцированный 108
Засоление вторичное 203, 207, 208, 226
Засуха атмосферная 63
— почвенная 63
— физиологическая 63
Зеленое удобрение 325, 326
Зингамия 92
Зинота 71—73, 92, 97, 101, 102
— диплоидная 73, 84, 104
— триплоидная 84
Зимостойкость 65
Зооспорангий 68
Зооспоры 68, 72, 90, 92, 97—99
Зоофилия 83

Известкование почвы 206, 236, 319, 320
Изидии 101
Изогамия 71, 92, 97—99
Инсектициды 216
Интегумент 76
Интенсивность дыхания Дыхание
растений
— транспирации 62
— фотосинтеза 56, 63
Интервал влажности для обработки поч-
вы 261
Интерфаза 14
Инцухт (*или инбридинг*) 83
Испаряемость 62

Йод *см.* Элементы минерального питания
растений

Калий *см.* Элементы минерального пита-
ния растений
Каллоза 25
Камбий *см.* Ткани растений образова-
тельные
Камбальные кольца 35, 43, 46
Камеди 10, 28, 47, 149
Карантин противосорняковый 251
Карантинная инспекция 251
Карантинные сорняки 247, 249, 251
Каротин 12
Каротиноиды 12, 97, 98
Картограмма (карто-схема) 209
Кислота дифосфоглицериновая 57
— трифосфоглицериновая 55
— кислотность почвенного раствора 138, 177
— гидролитическая 209
— обменная 320
Класс *см.* Единичи систематики расте-
ний
Клейстокарпии 93
Клетки растительные 8—17, 19, 20, 89—
93, 97
— — вегетативные 83

Клетки растительные генеративные 83
 — — замыкающие 19, 28
 — — инициальные 18
 — — каменные 23
 — — опорные 23
 — — паренхимные 8, 24, 25, 28, 33
 — — прозенхимные 8, 24
 — — сопровождающие (клетки-спутницы) 25, 52
 — — хлорофиллоносные 20
 Клеточная стенка 9, 14
 Клеточный сок 10, 11
 Клубни 29, 32, 41, 42, 66, 239
 — корневые 244
 — стеблевые 244
 Книга истории полей 236
 Коагуляция 176
 Кобальт *см.* Элементы минерального питания растений
 Кожича *см.* Ткани растений покровные
 Коллоиды 163, 167, 174—176, 204, 298, 299, 301
 —, процесс иэлювиирования 203
 Коллатеральные пучки *см.* Проводящие пучки
 Колленхима 21, 22, 44, 53
 — пластинчатая 45
 Колючки 29, 30, 42
 Конидии 92—94, 96
 Конус нарастания 17, 20, 26, 40, 42—44, 46, 48
 Концентрические пучки *см.* Проводящие пучки
 Конъюгация 16, 98
 Копулировка 67, 68
 Кора (основная ткань растений) 19, 20, 23
 Корень 29, 30, 38, 47, 89, 133
 —, зона всасывания (или волосконосный слой) 33
 —, зона роста (или растяжения) 33
 —, строение 32—35
 Корка 20, 47
 Корневая шейка 67, 243
 Корневая система 30—32, 37, 63, 230, 239, 298
 Корневище 29, 32, 41, 42, 66, 104, 239, 243, 267
 Корневое давление 37
 Корневой отросток 66, 239
 — чехлик 30, 33, 34, 41
 Корневые волоски 19, 33, 34, 37, 41, 47, 101
 Корпус 18, 42
 Кофермент А (CoA) 59
 Коэффициент вспушенности 275
 — глыбистости 275
 — увлажнения 133
 Красныеземы 199, 200, 208
 Крахмальные зерна 22, 24, 26, 47
 Кремний *см.* Элементы минерального питания растений
 Крона 38
 Кротование 283
 Кротовинны 147
 Ксантофилл 12
 Ксеногамия 82
 Ксерофиты 21, 197, 198
 Ксилема *см.* Древесина (ксилема)
 Культивация 259, 267, 268, 272, 288, 290
 Культуры зерновые хлебные 333—338
 — зерновые бобовые 360—361
 — масличные и прядильные 378
 — пропашные 224, 226—230, 234, 235
 Кутикла 9, 18, 19, 43, 61, 63
 Кутин 9, 18
 Кутинизация 9

Лейкопласты 12, 56
 Лёссы, лёссовидные суглинки *см.* Материнские породы осадочные

Лигнин 60, 147, 149
 Лизосомы 11
 Линтерование 398
 Липкость 162, 260, 261
 Листья 29, 30, 32, 37, 38, 48, 49, 89, 202
 Лишайники 100, 101, 126, 137
 Луб (флоэма) 18, 26, 27, 34, 45—47
 Луковца 29, 32, 41, 42, 66, 238, 239, 244
 Лушение 265

Магний *см.* Элементы минерального питания растений
 Максимальная гигроскопичность (МГ) 169
 Малованне 272
 Материнские породы осадочные 139
 — —, аэлювий 140, 201, 202
 — —, делювий 140, 184, 191
 — —, пролювий 140
 — —, лёссы и лёссовидные суглинки 140, 190, 192, 195, 197
 — —, элювий 139, 140
 Матёрка 403
 Матрикс цитоплазматический 54.
 Мазерация 10
 Медникум 347
 Медь *см.* Микроэлементы
 Мегаспорангии 73
 Мегаспорофилл 72, 73,
 Мегаспоры 69, 72, 73
 Междоузлие 40, 44, 244
 Межклетники 20—22, 52, 53
 Межклетные пространства 22
 Мезофилл 48, 51, 53
 Мейоз 15, 16, 92
 Мейотическое деление *см.* Деление клеток
 Мелноративные мероприятия 206, 207, 208
 Мелнорация почвы разовая корневая 264
 — — химическая 167, 207, 219
 Мембрана клеточная 10—13, 47, 90
 Меристема 17, 23, 24, 42, 46
 — боковая 18
 —, прокамбий 26, 43, 44
 — верхушечная 17, 23, 33
 — вставочная 18
 Метаболиты 10
 Метаморфоз *см.* Вегетативные органы растений
 Метафаза 14, 17
 Метод минимальной обработки 290
 — провокации 251
 Микология 91
 Микориза (грибикорень) 37, 137
 Микроорганизмы 136, 137, 213, 258, 260
 Микропиле 76, 84, 85
 Микроспорангии 73
 Микроспорофилл 72—74
 Микроудобрения 317—319
 Микроспоры 69, 73, 74
 Миксамебы 90, 91
 Микрофлора 33, 197, 201, 207, 228, 295, 318
 Микроэлементы 37, 213
 — Бор 37, 301
 —, марганец 37, 302, 303, 318
 —, медь 37, 302, 318
 —, молибден 37, 301, 302
 —, цинк 37, 303
 Мирабелл 449
 Митоз 14, 17, 73, 92
 Митотическое деление *см.* Деление клеток
 Митохондрия 11, 59, 60
 Мицелий (грибница) 29, 37, 38, 69, 91—95, 137
 Млечники 26
 Многолетние бобовые травы 403—411
 — мятликовые (злаковые) травы 411—415
 Молибден *см.* Микроэлементы
 Молочная кислота 60
 Моноспоры 97

Монохазий 80
 Морели (или гриоты) 448
 Морозоустойчивость 64, 65
 Мохообразные 101—103
 Мхи 102

Навоз 321
 Натрий *см.* Элементы минерального питания растений
 Нектарники *см.* Выделительные структуры
 Низшие растения 66, 89—101
 Нитрагин 326
 Нитрагиназия (или инокуляция) 326
 Нитраты 297—301, 305—307, 310
 Новообразования в почве 146
 Нуклеотиды 13
 Нутанс 347
 Нуцеллус 76

Обработка почвы 258—261
 — безотвальная 207, 222
 — занятых паров 278—279
 — орошаемых земель 291—292
 —, оценка качества обработки 272—275
 — под озимые культуры 276—277
 — под яровые культуры 281—285
 — по методу Т. С. Мальцева 225
 — послепосевная 288—291
 — после непаровых предшественников 279—281
 — предпосевная 285—288
 —, подверженной эрозии 292—294
 — чистых паров 277—278
 Однодолные растения 22, 28, 31, 34, 38, 44, 46
 Однодомные растения 76, 82
 Однолетние сорняки 267
 Одревеснение 9
 Оидии 92, 94
 Окисление 126
 Окулировка 67
 Омыление 10
 Огамия 71, 92, 97—99
 Ооспора 72
 Опад растительной массы 147, 193, 196
 Оплодотворение 71, 76, 82—86
 — двойное 74, 84, 101
 Опорные клетки 23
 Опробкование 9
 Опыление 82, 83
 Органеллы 12, 89, 97
 Органические вещества 10, 53, 55, 57, 200, 202, 204, 205, 213, 220, 222, 227, 231, 239
 Органоиды 11, 20, 25
 Орнитофилия 83
 Ослиzenie 51
 Осмотическое давление клеточного сока 63
 Отдел *см.* Единицы систематики растений

Пазуха листа 40
 Паллидум 347
 Пальметное садоводство 462
 Папоротниковидные 105—107
 Пар 218, 228, 234, 276
 — безкулисный 224
 — занятый 221, 223, 266, 276
 — кулисный 224, 276, 278
 — ранний 276, 278
 — сидеральный 276, 279
 — черный 276, 277
 — чистый 207, 221, 223—236, 266, 276, 277
 Паразитные сорняки 247, 248, 254
 — — корневые 239
 — — стеблевые 239

Паренхима 20, 21—23, 25, 37, 43, 44, 46, 47, 368
 — губчатая 52, 53
 — столбчатая (палисадная) 52, 53
 Партеогенез 84
 Партикуляция 243
 Пектин, пектиновые вещества 9, 10, 19, 22, 91, 97
 Пептизация 176
 Первичная кора стебля 18, 42—45
 — ксилема 46
 — меристема 22
 — флоэма 46
 Перекрестноопылители 82, 83
 Перидерма 20
 Период покоя семян 241
 Перисперм 84, 85
 Перителция 93
 Перицикл 22, 23, 33, 35, 44, 245
 Пероксисомы 11
 Пестик 75, 76, 83, 84
 Пигменты 10, 12, 47, 54, 97, 299
 Пинцировка 377
 Питательные вещества почвы 227, 232, 237
 — элементы 19, 21, 206, 207, 212, 224
 Плазмодесмы 9
 Плазмодии 90, 91
 Плазмолиз 12
 Планировка поля 250, 259
 Пластиды 10—12, 56, 90, 91
 Пластичность почвы 160, 161, 260, 261
 Плауновидные 103—104
 Плейохазий 80
 Плод *см.* Типы плодов растений
 Плодовый питомник 463
 Плодолистики (мегаспорофиллы) 75, 76
 Плодородие почвы 130, 136, 138, 209, 210, 219, 229, 233, 237
 — — потенциальное 139, 142, 206, 208
 — — природное 205, 206, 216, 218
 — — эффективное 142, 211
 Плотность почвы 146, 160, 227, 261
 Побег 40, 77
 Повторная культура 232
 Поглощительная способность почвы 174, 179
 — — растений 129
 Подвид *см.* Единицы систематики растений
 Подвой 67
 Подзолстый процесс 185, 200
 Подустьичная полость 19
 Покрытосеменные *см.* Цветковые (или покрытосеменные)
 Полигамные растения 76, 226
 Полиплоидия 13
 Полиэмбриония 84
 Пористость почвы 146, 160, 161, 166, 193, 198
 — капиллярная 161, 166
 — некапиллярная 161, 166, 171
 Поровые каналы клеток 9
 Поры 13, 20, 22, 25, 47, 286
 Почвенно-биолиматические области 181
 Почвенно-биотермические пояса 132
 Почвенно-климатические пояса 181
 Почвенные зоны 181, 182
 — карты 208, 209
 — комплексы 181
 — провинции 181, 183
 Почвенный горизонт (или профиль) 129, 130, 131, 135, 143, 183
 — — иллювиальный 130, 143, 185, 200, 204
 — —, мощность 144
 — —, строение 143
 — — элювиальный (или вымывания) 130, 139
 Почвообразование 131, 133, 136, 199, 201
 Почвообразующие породы 195, 197, 199, 200
 Почвоутомление 228

Почвы болотные 187—190
 — бурые 196
 — каштановые 195, 196
 — коричневые 199
 — подзолистые 185—187
 — пойменные 200—202
 — сероземные 196, 197
 — серо-коричневые 198, 199
 — серые лесные 190—192
 — черноземные 192—195
 Почка (основные определения) 40
 Прикатывание почвы 173, 206, 259, 270, 272, 281
 Прививка 18, 21
 — в расщеп 68
 — за кору 68
 — сближенным 67
 — седлом 68
 Привой 67, 68
 Прицветник 49, 79, 86
 Провка см. Ткани растений покровные
 Проводящие пучки 18, 27, 35, 37, 44, 52
 — — биколлатеральные 27, 28
 — — коллатеральные 27, 46
 — — концентрические 27, 28
 — — радиальные 27, 28
 Проводящие ткани 24—28
 Прокамбий см. Меристема боковая
 Пропашиные культуры 224, 226—230, 234, 235
 Простейшие 137
 Протандрия 82
 Протогения 82
 Противозероизонные мероприятия 207, 292—294
 Протоплазма 8, 17, 64, 298, 300
 Протопласт 8, 10, 12, 47
 Профаза 14
 Псевдоподия 91
 Пыльник 74, 83
 Пыльцевая трубка 73, 83, 84
 Пыльцевые зерна 74, 83, 84

 Раздельнополюе 66, 82
 Размножение бесполое 66, 68, 69, 72, 92, 95, 97, 99, 101, 102
 — вегетативное 38, 42, 66, 68, 92, 94, 95, 97—99, 101, 238—240, 243—245
 — половое 66, 71, 92, 97—99, 102
 — путем почкования 90, 92
 Разновидность 89
 Радиальные пучки см. Проводящие пучки
 Растительные ассоциации 121
 — зоны 122
 — сообщества 120, 121
 Рахис 50
 Редукционное деление 91
 Ренклоды 449
 Рибонуклеиновая кислота (РНК) 11, 13, 89
 — — информационная (и-РНК) 13
 Рибосомы 11, 13, 90
 Рибулезодифосфат (РДФ) 55
 Ризоиды 30, 97, 103, 104
 Ризомойды 103
 Ризосфера 228
 Риккетсия 89
 Розетка листьев 242, 243
 Ротационная таблица 232, 236
 Рыхлае почвы 259, 292
 — безотвальное 263

Сaproфиты 91, 96
 Связность почвы 162
 Севооборот, классификация 233—235
 —, планирование 209
 —, причины чередования культур 226—228
 Семена кондиционные 429
 — некондиционные 429

Семя 84—87
 Семяпочка 73, 74, 76, 84, 85, 101
 Сера см. Элементы минерального питания растений
 Сердцевинные лучи 47
 Сидераты 325, 461, 471
 Сидерация 220, 325
 Сидячие цветки 79, 80
 Симбиоз 37, 100, 137, 300
 Синтез 12, 30, 34, 52, 55
 Системы земледелия 216—220
 — — в основных зонах страны 220—226
 Систематика растений 76, 88
 Ситовидные трубки 25, 34, 51, 52, 102
 Склеренды 21, 23
 Склеренхима 21—23, 44, 46, 104
 Склеренхимные волокна 53
 Склероциты 92, 94
 Слизевики 90, 91
 Слизь 10, 28
 Слоевиче (таллом) 29, 89, 101, 102, 137
 Снегозадержание 281
 Соломина 44
 Соматогамия 92
 Соредии 101
 Сорные растения 237—238
 — —, биологические особенности 238
 — —, классификация 238—248
 Сортосемена 423
 Сортообновление 424
 Сосновые (или голосеменные) 107—110
 Сосуды 24, 34, 46—48, 52
 — млечные 26
 Соцветия (классификация) 77—81
 Сперматизация 92
 Сперматозоид 72, 102
 Спермий 84
 Спорангии 30, 68, 69, 72, 92, 104
 Спорогенная ткань 102
 Спорогоний 72, 102, 104
 Спорофиллы 104
 Спорофит 30, 101, 102
 Споры 68, 69, 72, 90, 92, 94, 102, 104
 Спящие почки 40
 Стебель 29, 30, 32, 38—40, 89, 102
 Столоны 42
 Структура почвы 144, 164—168
 Суберин 9, 19
 Субстрат 30, 91
 Суккуленты 21, 42

Таллом см. Слоевиче (таллом)
 Твердость почвы 162
 Телофаза 14—16
 Тепловои режим почвы 173, 174
 Теплоемкость почвы 171—173
 Теплопоглощательная способность почвы 171
 Теплопроводность почвы 171—173
 Терраसरивание 293
 Тетрада 17
 Тетраспоры 97, 99
 Тиллы 24, 47
 Типы ветвления растений 39
 — плодov растений 85—88
 Ткани растений 17, 21
 — — выделительные 43
 — — механические 17, 21, 43, 44
 — — образовательные см. Меристема
 — —, камбий 18, 23, 26—28, 34, 43, 45, 47
 — — основные см. Паренхима
 — — покровные 17, 18, 20
 — —, кожа 18, 35, 37
 — —, пробка 19, 35
 — — проводящие 17, 24
 Транспирационный коэффициент 62
 Транспирация 19, 20, 37, 48, 52, 56, 61—64, 132
 Трахеиды 24, 34, 46—48, 52, 102

Треста 402
Трифолиата (подвой) 455
Тургор 10, 11, 19, 21, 53, 383
Туйника 18, 42
Тычники 74, 76, 77, 83, 86
Тычиночная нить 74

Удобрения минеральные 295, 296, 305
— азотные 206, 305—311
— калийные 206, 313—316
— органические 321—327
— сложные 316—317
— фосфорные 206, 311—313
Узел кущения 65
— на стебле 40
Усики 29, 42
Устьица 18, 19, 52, 61, 62

Фация 181
Феллоген (пробковый камбий) 19, 20, 33—35
Феллодерма 20
Ферменты 11, 55, 56, 58, 136, 149, 297, 299, 301
Физиологически активные вещества 37
— —, алкалоиды 10, 28, 60, 366
— —, аминокислоты 11, 55, 60, 84, 147, 149, 297, 303, 335
Физическая спелость почвы 164
Фитин 298, 299
Фитоценоз *см.* Растительные сообщества
Флоэма *см.* Луб (флоэма)
Формула цветка 76
Фосфор *см.* Элементы минерального питания растений
Фосфорилирование 57
— окислительное 59, 60
— нециклическое 55
— циклическое 54, 55
Фосфоробактерии 326, 327
Фотосинтез 5, 12, 20, 38, 53—57, 97, 100, 104, 212, 213, 239, 299
Фототропизм 29
Фрезерование 259, 264
Фульваты 153, 154
Фульвокислоты 148, 150, 152—155, 184
Фунгициды 93, 216

Хвошевидные 104—105
Хемотропизм 29
Хлорелла 97
Хлоренхима 20, 21
Хлорофилл 12, 38, 52—54, 56, 96, 98, 104, 137, 297, 299, 300—303
— активированный 54
— инактивированный 54
Хлоропласты 12, 20, 22, 43, 52, 54—56, 104, 300
Холодостойкость 64
Хромопласты 12
Хромосомы 13—17, 71, 72
— дочерние 14
Хроматиды 14, 17
Хроматофоры 97, 98

Цветковые (или покрытосеменные) 110—119
Цветок 30, 74—76
Целлюлоза 9, 10, 19, 22, 97
Ценозы 133
Центральный цилиндр 18, 21, 33, 42, 45, 46
Центромера 14, 17
Центросома 15
Цикл Кребса 89, 60
Цитокинез 14, 17
Цитоплазма 10, 11, 13, 17, 20, 25, 55, 59, 64, 90, 97, 98

Чеканка 377
Черенки 66
Чечевички 20
Число Аттерберга 162

Шлейфованне 269

Щелвание 292
Щелочность почвенного раствора 177

Экзодерма 33
Экологическая система 121
Экология растений 120
Элементы минерального питания растений 37, 127
— —, азот 37, 127, 135—138, 148, 297, 300, 306, 309, 310
— —, алюминий 37, 304
— —, железо 37, 300, 301
— —, йод 303, 304
— —, калий 37, 298, 299, 313—316
— —, кальций 37, 295
— —, кобальт 319
— —, кремний 304
— —, магний 37, 295, 299, 300, 319
— —, медь 302, 318
— —, натрий 304, 318
— —, сера 37, 300
— —, фосфор 37, 311
Эндодерма 33, 45
Эндоплазматическая сеть 10
Эндосперм 84, 85, 108, 335
— триплоидный 84
Энтомофилия 83
Эпитема 18, 19, 33
Эпидермис (эпидерма) 18, 19, 45, 51
Эрозия почвы ветровая 132, 142, 207, 225, 259, 263, 293
— водная 132, 142, 206, 207, 222, 259, 292
Этанол 60
Эфемеры 197, 240

Яйцеклетка 72—74, 76, 84
Ядро 12, 14—17, 20, 25, 90—94, 97
— семечки 84, 85
— центральной клетки 84
Ядрышко 13
Ярусность 120

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
ЧАСТЬ ПЕРВАЯ	
Ботаника	
Глава 1. Цитология и гистология (учение о клетке и тканях)	7
1.1. Краткие сведения из истории учения о клетке	—
1.2. Формы организации живой материи (цитология)	8
1.3. Структурные элементы клетки	—
1.4. Деление ядра и клетки	14
1.5. Классификация тканей (гистология)	17
1.6. Система образовательных (меристематических) тканей	—
1.7. Система покровных (пограничных) тканей	18
1.8. Система основных (паренхимных) тканей	20
1.9. Система механических (арматурных) тканей	21
1.10. Система проводящих и выделительных тканей	24
Глава 2. Вегетативные органы растений и их основные функции (органография)	29
2.1. Корень	30
2.1.1. Классификация корней и корневых систем	—
2.1.2. Строение корня (морфология и анатомия)	32
2.1.3. Роль корней в питании растений	35
2.1.4. Особые функции корня	37
2.2. Стебель и побег	38
2.2.1. Анатомическое строение стебля	42
2.2.2. Движение веществ по стеблю	47
2.3. Лист	48
2.3.1. Классификация листьев	49
2.3.2. Строение листа	51
2.4. Фотосинтез	53
2.4.1. Факторы, влияющие на фотосинтез	56
2.5. Дыхание растений	57
2.5.1. Факторы, влияющие на дыхание растений	60
2.6. Транспирация	61
2.7. Устойчивость растений к неблагоприятным условиям внешней среды	62
Глава 3. Размножение растений	66
3.1. Вегетативное размножение растений	—
3.2. Собственно бесполое размножение	68
3.3. Половое размножение	71
3.4. Цветок и его строение	74
3.5. Обоеполость, однополость, однодомность, двудомность	76
3.6. Соцветия, их классификация	77
3.7. Опыление и оплодотворение у покрытосеменных растений	82
3.8. Семя	84
3.9. Плод	85
Глава 4. Систематика и география растений	88
4.1. Основные систематические единицы	—
4.2. Низшие растения	89
4.2.1. Отдел вирусы	—
4.2.2. Отдел бактерии	—

4.2.3. Отдел слизевники	90
4.2.4. Отдел грибы	91
4.2.5. Отдел водоросли	96
4.2.6. Отдел лишайники	100
4.3. Высшие, или листостебельные растения	101
4.3.1. Отдел мохообразные	—
4.3.2. Отдел псилофитообразные	103
4.3.3. Отдел плауновидные	—
4.3.4. Отдел хвощевидные	104
4.3.5. Отдел папоротниковидные	105
4.3.6. Отдел сосновые, или голосеменные	107
4.3.7. Отдел цветковые, или покрытосеменные	110
4.4. Понятие об экологии растений	120
4.5. Растительные сообщества как часть ландшафта	—
4.6. Растительные зоны СССР	121

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

Почвоведение

Глава 5. Почва и ее происхождение	124
5.1. Понятие о почве как природном теле	—
5.2. Выветривание горных пород и его типы	125
5.3. Общая схема почвообразовательного процесса	127
5.4. Факторы почвообразования	131
5.4.1. Климат	—
5.4.2. Биологический фактор	133
5.4.3. Материнские, или почвообразующие породы	139
5.4.4. Рельеф	141
5.4.5. Возраст почв	142
5.4.6. Влияние хозяйственной деятельности человека на почвообразование	142
5.5. Морфологические признаки почвы	143
Глава 6. Физико-механические признаки почв	147
6.1. Органическая часть почвы	—
6.2. Образование гумуса	148
6.3. Условия образования гумуса в почве	150
6.4. Состав гумуса и его свойства	152
6.5. Значение гумуса	154
6.6. Механический состав почвы	155
6.7. Физические и физико-механические свойства почвы	160
6.8. Структура почвы и пути ее регулирования	164
6.9. Водно-воздушные свойства почв	168
6.10. Тепловые свойства почвы	171
6.11. Химия почв	174
6.11.1. Почвенные коллоиды, их строение и свойства	—
6.11.2. Почвенный раствор, его состав и свойства	176
6.11.3. Поглотительная способность почв и ее виды	179
Глава 7. Основные типы почв СССР и их производственное значение	180
7.1. Понятие о классификации и закономерностях распределения почв	—
7.2. Почвы арктической и тундровой зон	182
7.3. Почвы таежно-лесной зоны	184
7.4. Болотные почвы	187
7.5. Серые лесные почвы лесостепной зоны	190
7.6. Черноземы лесостепной и степной зон	192
7.7. Каштановые и бурые почвы зоны сухих и полупустынных степей	195

7.8. Сероземные почвы предгорной пустынно-степной зоны . . .	196
7.9. Почвы влажных и сухих субтропиков	198
7.10. Почвы речных пойм	200
7.11. Солончаки, солончи и солоди	202
7.12. Сельскохозяйственное использование почв	205
7.13. Бонитировка почв	209

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

Общее земледелие

Глава 8. Основы земледелия	211
8.1. Земледелие как наука	—
8.2. Научные основы земледелия	212
8.2.1. Факторы жизни растений	—
8.2.2. Законы земледелия	213
8.3. Развитие систем земледелия и их классификация	216
8.4. Современные системы земледелия в основных зонах страны	220
8.5. Научные основы чередования культур	226
8.6. Предшественники основных полевых культур	228
8.7. Севообороты	231
8.8. Классификация севооборотов	233
8.9. Введение и освоение севооборотов	235
Глава 9. Сорные растения и меры борьбы с ними	237
9.1. Вред, причиняемый сорными растениями	—
9.2. Биологические особенности сорных растений	238
9.3. Классификация сорных растений	—
9.4. Учет засоренности полей	248
9.5. Агротехнические меры борьбы с сорняками	250
9.6. Биологические меры борьбы с сорняками	253
9.7. Химические меры борьбы с сорняками	254
Глава 10. Научные основы обработки почвы	258
10.1. Задачи обработки почвы	—
10.2. Технологические процессы при обработке почвы	259
10.3. Способы основной обработки почвы	261
10.4. Приемы поверхностной обработки почвы	265
10.5. Оценка качества обработки почвы	272
Глава 11. Система обработки почвы	276
11.1. Обработка почвы под озимые культуры	—
11.1.1. Обработка чистых паров	277
11.1.2. Обработка занятых паров	278
11.1.3. Обработка почвы после непаровых предшественников	279
11.1.4. Послепосевная обработка почвы	281
11.2. Обработка почвы под яровые культуры	—
11.3. Предпосевная обработка почвы	285
11.4. Послепосевная обработка почвы	288
11.5. Обработка орошаемых земель	291
11.6. Обработка почв, подверженных эрозии	292

ЧАСТЬ ЧЕТВЕРТАЯ

Агрохимия

Глава 12. Удобрения и рациональное их использование. Химическая мелиорация почв	295
12.1. Значение удобрений	—

12.2. Роль отдельных элементов минерального питания в жизни растений	297
12.3. Минеральные удобрения	305
12.4. Азотные удобрения	—
12.5. Фосфорные удобрения	311
12.6. Калийные удобрения	313
12.7. Сложные удобрения	316
12.8. Микроудобрения	317
12.9. Известкование и гипсование почв	319
12.10. Органические удобрения	321
12.11. Условия рационального использования удобрений	327
12.12. Сроки и способы внесения удобрений	328
12.13. Система удобрений в различных севооборотах	329

ЧАСТЬ ПЯТАЯ

Растениеводство

Глава 13. Зерновые хлебные культуры	333
13.1. Краткая характеристика зерновых хлебных культур	—
13.2. Пшеница	338
13.3. Рожь	344
13.4. Ячмень	347
13.5. Овес	348
13.6. Кукуруза	350
13.7. Просо	353
13.8. Сорго	355
13.9. Рис	356
13.10. Гречиха	358
Глава 14. Зерновые бобовые культуры	360
14.1. Краткая характеристика зерновых бобовых культур	—
14.2. Горох	361
14.3. Соя	363
14.4. Кормовые бобы	364
14.5. Другие бобовые	365
Глава 15. Клубнеплоды и корнеплоды	367
15.1. Картофель	—
15.2. Сахарная свекла	371
Глава 16. Масличные и прядильные культуры	378
16.1. Подсолнечник	—
16.2. Клещевина	383
16.3. Сафлор	386
16.4. Кунжут	387
16.5. Арахис (земляной орех)	389
16.6. Горчица	391
16.7. Рапс	393
16.8. Рыжик	395
16.9. Хлопчатник	396
16.10. Лен	400
16.11. Конопля	403
Глава 17. Кормовые травы	403
17.1. Многолетние бобовые травы	—
17.1.1. Клевер	404
17.1.2. Люцерна	407
17.1.3. Эспарцет	409

17.1.4. Донник	410
17.2. Многолетние мятликовые (злаковые) травы	411
17.2.1. Тимофеевка луговая	—
17.2.2. Овсяница луговая	412
17.2.3. Ежа сборная	413
17.2.4. Костер безостый	—
17.2.5. Житняк	414
17.2.6. Райграс высокий	—
17.3. Однолетние травы	415
17.3.1. Вика яровая	—
17.3.2. Вика озимая	417
17.3.3. Однолетние клевера	—
17.3.4. Суданская трава	418
17.3.5. Могар	419
17.3.6. Плевел многоцветковый	420
17.3.7. Капустные (крестоцветные)	—
17.4. Уборка трав и заготовка кормов	—
Глава 18. Семена и подготовка их к посеву	423
18.1. Современная система семеноводства	—
18.2. Показатели посевных качеств семян	426
18.3. Государственный стандарт на посевные качества семян, сортовой и семенной контроль	427
18.4. Подготовка семян к посеву и хранению	429
18.5. Способы, нормы и сроки посева	430
 ЧАСТЬ ШЕСТАЯ	
 Овощеводство и плодоводство	
Глава 19. Овощные и бахчевые культуры	436
19.1. Капуста	—
19.2. Лук	438
19.3. Томаты	439
19.4. Огурец	441
19.5. Свекла столовая	442
19.6. Бахчевые культуры	443
Глава 20. Плодоводство	444
20.1. Классификация плодовых культур	—
20.2. Семечковые	446
20.3. Косточковые (сливовые)	448
20.4. Орехоплодные	450
20.5. Субтропические и тропические культуры	452
20.6. Ягодные культуры	457
20.7. Плодовый сад	460
20.7.1. Карликовые и формовые плодовые культуры	—
20.7.2. Плодовый питомник и плодовый сад	462
20.7.3. Закладка плодового сада	465
20.7.4. Уход за молодым садом	468
20.7.5. Уход за плодоносящим садом	470
20.8. Виноград	474
20.8.1. Посадка и уход за молодым плодоносящим виноградником	475
Предметный указатель	478