

06

КЦ-342

Г. 8

В. 4

**Световое
и минеральное
питание растений**

Г. 8 В. 4

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ЦЕЛИНОГРАДСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ИНСТИТУТ

06
КЦ-342

ТРУДЫ

ТОМ 8

ВЫПУСК 4

Световое и минеральное
питание растений

Целиноград—1972

06 + 633/635:581.1

Редакционная коллегия

Профессор М. А. ГЕНДЕЛЬМАН (отв. редактор), доцент В. Д. КОСТИН (зам. отв. редактора), доцент Г. Т. КУЛЕМЗИН (отв. секретарь), доцент В. С. СМЫШЛЯЕВ, профессор В. Ф. МАТУСЕВИЧ, доцент Е. Д. ТИХОМИРОВА, доцент В. Т. НАГОРНЫЙ, доцент О. Б. КИСЕЛЬ, доцент К. Г. ВИБЕ, доцент М. Д. СПЕКТОР, доцент В. А. КУДРЯВЦЕВ, доцент И. Я. ПОЛОВИЦКИЙ, доцент М. М. КЛЕЕВ, доцент Л. С. РОКТАНЭН, доцент А. Р. ПАЛИЙ, доцент Н. Б. БОК.

235028

Республиканская научная
сельскохозяйственная
БИБЛИОТЕКА

ПРЕДИСЛОВИЕ

Световому и минеральному питанию в сочетании с благоприятными условиями водоснабжения растений принадлежит, как известно, решающая роль в создании урожая и повышении его качества. Эти физиологические функции зеленых растений издавна привлекали к себе внимание исследователей, и в настоящее время их экспериментальное изучение продолжается со все возрастающей интенсивностью.

Отличительной особенностью публикуемых в настоящем сборнике материалов является то, что большинство из них получено в весьма своеобразных почвенно-климатических условиях Северного Казахстана, где в прошлом подобных исследований почти не проводилось и, следовательно, практика применения удобрений не имела необходимой теоретической основы.

Этот пробел в известной мере восполняется в статьях В. Н. Стебаковой, В. И. Рылушкина, В. А. Фомина, З. П. Карамшук и В. Н. Фоминой, посвященных изучению питательного режима почв в связи с их биологической активностью и влияния соломы на почвенную микрофлору и урожай яровой пшеницы.

В сборник включена также статья И. И. Канивца и В. Ф. Бленда, посвященная изучению пектиновых веществ в плодах яблок и возможности использования их для профилактики токсикоза радиоактивных изотопов. Статья представляет определенный интерес для последующих исследований в Северном Казахстане.

Включены в сборник также работы физиологического характера, которые в большинстве своем являются продолжением и развитием опубликованных ранее исследований (см. Труды Целиноградского СХИ, т. 2, вып. 3 и т. 5, вып. 4). Они направлены на выяснение онтогенетических особенностей растений в использовании ими элементов питания и световых условий и разработку на этой основе наиболее рациональных приемов применения удобрений с целью повышения не только величины, но и качества урожая сельскохозяйственных культур.

Предлагаемый сборник отражает результаты научно-исследовательской работы двух кафедр Целиноградского сельскохозяйственного института: агрохимии и физиологии растений. Научное редактирование статей, посвященных вопросам питательного режима почв и микробиологическим процессам, осуществлялось зав. кафедрой агрохимии профессором И. И. Канивцом.

Работы по физиологии минерального и светового питания выполнялись под руководством зав. кафедрой физиологии растений доцента В. А. Кудрявцева.

УДК 633.11.58.035
В. А. КУДРЯВЦЕВ,
кандидат с.-х. наук

РОЛЬ ИНТЕНСИВНОСТИ СВЕТА В РАЗВИТИИ ПШЕНИЦЫ

Выяснению роли интенсивности света в развитии яровой пшеницы посвящено много исследований [1, 4, 9, 16, 19], однако полученный в них экспериментальный материал носит неполный и даже несколько противоречивый характер. Прежде всего это относится к вопросам об участии данного фактора в осуществлении отдельных этапов органогенеза и его влиянии на морфологические показатели развития—число листьев на побеге и структуру соцветия. В настоящей работе ставилась задача дополнительного изучения указанных вопросов, а также делается попытка обобщения полученных по ним результатов.

Опыты проводились с сортом Саратовская 29 в почвенных вегетационных сосудах на фоне полного минерального удобрения с соблюдением общепринятой методики выращивания и полива растений. Изменение светового режима—длины дня и интенсивности освещения—осуществлялось в первой серии опытов с момента появления полных всходов до начала образования колосковых бугорков; во второй серии—от возникновения первых колосковых бугорков до перехода к внутренней дифференцировке цветочных органов (появление археспориальной ткани в пыльниках). Каждый из этих периодов соответствует согласно нашей схеме [5]) отдельным этапам органогенеза. Сокращение длины дня достигалось путем удлинения ночного периода за счет вечерних и утренних часов. Для снижения естественной освещенности применялись марлевые камеры, северная

сторона которых оставалась открытой, благодаря чему температурный режим и влажность воздуха при затенении растений существенно не изменялись. Опыты проводились в четырехкратной повторности при 10 учетных растениях в каждом сосуде.

1. Влияние световых условий на переход побега ко II этапу органогенеза

Первый опыт для выяснения указанного вопроса был поставлен на открытой вегетационной площадке в летнее время при оптимальном для Северного Казахстана сроке посева. Из представленных в таблице 1 данных можно видеть, что на фоне естественного длинного дня четырехкратное снижение освещенности почти не задерживало начала образования колосковых бугорков и практически не изменяло числа листьев на побеге.

Т а б л и ц а 1

Влияние длины дня и интенсивности освещения на скорость и морфогенетические показатели развития главных побегов

Варианты опыта		Число дней от всходов до начала образования колосковых бугорков	Число листьев на побеге		Общее количество колосков в колосе	
длина дня, часы	освещенность, %		M±m	T	M±m	T
17	100	16	7,6±0,1	1,4	15,9±0,16	4,7
	25	17	7,4±0,1		17,3±0,26	
11	100	23	8,5±0,1	5,0	16,1±0,16	5,3
	25	25	9,0±0,0		17,7±0,30	

Однако небольшое торможение фотопериодической индукции, очевидно, в данном случае все же имело место. На это указывает увеличение количества колосков в колосе, что обычно наблюдается у хлебных злаков при задержке их развития коротким днем [2, 13].

Несколько сильнее проявилось задерживающее влияние ослабленного освещения на переход побега ко II

этапу органогенеза в условиях сокращенной длины дня. В этом случае оно сопровождалось хотя и небольшим, но вполне достоверным возрастанием числа листьев на побеге. Заметное увеличение этого показателя, а также более резкая задержка появления первых колосковых бугорков наблюдались и в другом нашем опыте, который проводился в осенний период в теплице на фоне 14-часового дня. Он включал всего два варианта. В первом, помимо естественной радиации, растения дополнительно освещались лампами ДРЛ (500w), при этом суммарная освещенность в дневные часы составляла 18—25 тыс. люкс. Во втором варианте «ослабленное» освещение поддерживалось в пределах 3—6 тыс. люкс, для чего сосуды с растениями были помещены в марлевую камеру, которая в темные часы суток и в пасмурную погоду освещалась белыми люминесцентными лампами. Различие в световом режиме создавалось в период от полных всходов до образования колосковых бугорков, после чего растения второго варианта были также переведены на «интенсивное» освещение. Из приведенных в таблице 2 данных можно видеть, что в рассматриваемом опыте обнаружилось и несколько неожиданное, на первый взгляд, явление — уменьшение под влиянием света малой мощности общего числа колосков в колосе, хотя на фоне задержанного развития их количество, как указывалось выше, обычно возрастает.

Т а б л и ц а 2

Влияние интенсивности освещения на скорость и морфогенетические показатели развития главных побегов

Освещение	Число дней до начала образования колосковых бугорков	Число листьев		Число колосков	
		$M \pm m$	T	$M \pm m$	T
Интенсивное	21	$8,2 \pm 0,1$	8,0	$16,0 \pm 0,01$	23,0
Ослабленное	31	$9,0 \pm 0,0$		$11,4 \pm 0,20$	

Для того, чтобы стали понятными ближайшие причины столь противоположного действия ослабленного освещения на этот показатель, следует прежде всего обратиться к некоторым особенностям морфогенеза соцветия колосовых злаков.

Наблюдения, результаты которых были кратко изложены ранее [5], а также соответствующие литературные данные [12, 13 и др.] свидетельствуют, что в индуктивных условиях конус нарастания названной группы растений сильно вытягивается и на нем, помимо зачатков настоящих листьев, образуется большое количество не развивающихся в дальнейшем листовых валиков. Поскольку первые колосковые бугорки закладываются в пазухах валиков, то задержка с переключением морфогенетических процессов на путь генеративного развития, увеличивающая количество последних, способствует тем самым образованию более крупных колосьев. Однако конечное число колосков в них во многом зависит также от деятельности апикальной меристемы и после возникновения зачатка соцветия. Согласно ряду исследований [17, 19] пребывание пшеницы и ячменя на ослабленном освещении в ювенильный период снижает скорость формообразовательных процессов в конусе нарастания и подавляет в дальнейшем новообразование колосковых бугорков в верхней части колоса. Принимая во внимание эти данные, а также отмеченные особенности формирования первых колосковых бугорков, следует допустить, что уменьшение освещенности растений оказывает двоякое влияние на изменение интересующего нас морфогенетического показателя. С одной стороны, ослабляя фотопериодическую индукцию перехода побега к следующему этапу, данное воздействие удлиняет ряд его вегетативных образований, к числу которых относятся не только листья, но и листовые валики, и таким путем ведет к возрастанию количества колосков. С другой — ослабленное освещение вызывает, очевидно, и преждевременное прекращение их закладки в апексе соцветия. Конечный же результат — число колосков в колосе — определяется, следовательно, соотношением между этими двумя противоположными сторонами действия изучаемого фактора на ход формообразования.

Исходя из сказанного можно предполагать, что в осеннем опыте угнетение новообразования колосковых бугорков светом низкой интенсивности перекрывало то увеличение их количества, которое могло быть достигнуто за счет образования большего числа валиков на конусе нарастания в результате торможения индуктивных процессов.

Если принять такое допущение, то полученные нами данные не будут казаться уже столь противоречивыми и на их основе можно, видимо, прийти к заключению об участии интенсивности света в индукции перехода пшеницы ко II этапу органогенеза. Вместе с тем совершенно очевидно, что индуктивная роль данного фактора у исследуемого сорта при обычных условиях его произрастания относительно невелика и становится более заметной лишь при сокращении светового дня.

Это хорошо объясняет результаты прошлых исследований [1, 4, 9, 16], в которых выяснилось, что затенение растений в ранние фазы развития очень мало сказывается на сроках выколашивания и цветения ряда распространенных сортов яровой пшеницы, в том числе и Саратовской 29. Аналогичные данные были получены нами ранее и по ячменю [3]. В то же время некоторые сорта этих культур, как свидетельствуют исследования зарубежных авторов [17, 18, 19], значительно сильнее реагируют на снижение освещенности в ювенильный период, и при этом у них происходит заметное увеличение количества листьев даже в условиях 16-часового дня. Таким образом, отмеченная в начале статьи противоречивость имеющихся в литературе данных по рассматриваемому вопросу во многих случаях, очевидно, связана с сортовыми различиями в исторической приспособленности растений отзываться на возрастание мощности светового потока ускорением перехода побега на путь генеративного развития. Кроме того, следует учитывать, что реакция растений на изменение интенсивности света, помимо фотопериодического режима, во многом зависит также от его спектрального состава. Наиболее активную роль в морфогенезе хлебных злаков играют длинноволновые лучи. По мере увеличения их доли и напряженности индуктивное действие интенсивности освещения усиливается [18, 19].

2. Влияние длины и интенсивности света на переход побега к III этапу органогенеза

Прежде чем перейти к изложению полученных по этому разделу результатов, мы вынуждены вначале кратко остановиться на некоторых исходных принципах теоретического и методического характера, положенных в основу проведенных исследований.

По имеющимся данным [10, 11, 13, 14], яровая пшеница реагирует на изменение длины дня скоростью развития не только до возникновения зачатка соцветия (т. е. во время осуществления I этапа органогенеза), но и в течение определенного периода после этого переломного момента. Почти полная потеря фотопериодической чувствительности (при условии предварительного выращивания растений на длинном дне) установлена у нее в фазу образования пыльниковых бугорков [7]. Исходя из этих данных, можно полагать, что длинный день индуцирует у этой культуры переход побега не только ко II, но также и к III этапу органогенеза.

В пользу такой интерпретации упомянутых фактов очень убедительно говорит то обстоятельство, что длительное пребывание пшеницы на коротком дне сопровождается увеличением числа цветков в колосках и образованием ветвистых колосьев, а также израстанием цветочных органов или ненормальным возрастанием их количества в отдельных цветках [2, 8, 13, 14].

С нашей точки зрения, все эти разнообразные на первый взгляд отклонения в морфогенезе соцветий являются результатом многократного повторения и, следовательно, увеличения общего числа тех элементарных морфогенетических актов, которые свойственны предыдущему (т. е. II) этапу органогенеза. Иначе говоря, при задержке в неиндуктивных условиях перехода к очередной программе формообразования, включающей появление и развитие археспориальной ткани, а также другие процессы внутренней дифференцировки цветочных органов, морфогенез побега продолжает идти по уже действующей программе. Поскольку основным содержанием последней является новообразование тех первичных бугорков, из которых затем формируются колоски, цветки и зачатки цветочных органов [5], то удлинение

рока ее использования неизбежно приводит к возрастанию количества всех названных структур. Из сказанного вытекает весьма важное в методическом отношении заключение: такое возрастание числа тех или иных структурных элементов соцветия, вполне сопоставимое увеличением количества листьев на побеге в предшествующий период развития, может служить морфогенетическим показателем торможения индукции перехода к III этапу органогенеза. В этой связи в наших опытах по выяснению роли интенсивности света в данном переключении формообразовательных процессов значительное внимание уделялось морфологическому анализу колосьев.*

Другим внешним проявлением задержки начала III этапа в результате ослабления соответствующих индуктивных процессов является почти полная приостановка дальнейшего роста зачаточного колоса. Его длина у пшеницы Саратовская 29, если внутренняя дифференцировка цветочных органов не может начаться, в течение длительного времени остается в пределах 3—5 мм. На основании этих наблюдений во всех тех случаях, когда зачаток соцветия становился больше 5—6 мм и продолжал увеличиваться дальше, условно принималось, что переход к очередному этапу уже совершился. Конечно, более надежным свидетельством последнего следует считать обнаружение в пыльниках первых признаков образования археспориальной ткани, что, однако, из-за сложности цитологических исследований не всегда осуществимо в ходе проведения опытов.

К сожалению, в тех немногих работах [1, 4, 9, 16], в которых изучалось влияние напряженности света у пшеницы в период после возникновения зачатка соцветия, указанные критерии торможения индукции совершенно не использовались, и авторы ограничивались лишь регистрацией сроков наступления фенологических фаз. Из полученных при этом данных вытекало, что

* Большое участие в выполнении этой трудоемкой работы принимали наши сотрудники Р. М. Альжанова и В. П. Пастухова. Автор пользуется возможностью выразить им за оказанную помощь свою искреннюю признательность.

снижение освещенности на фоне естественного дня в период осуществления II этапа органогенеза или в течение более длительного срока очень мало сказывается на темпах развития растений. С таким заключением частично согласуются и результаты нашего первого летнего опыта, если их оценивать по времени перехода к III этапу и срокам выколашивания. Правда, это относится только к условиям длинного дня. При сокращении последнего до 11 часов затенение вызывало, как показывают приведенные в таблице 3 цифры, уже значительную задержку развития пшеницы.

Т а б л и ц а 3

Влияние длины дня и интенсивности света в течение II этапа органогенеза на темпы развития главных побегов пшеницы

Варианты		Продолжительность в днях	
длина дня, часы	освещенность, %	II этапа	периода от образования колосковых бугорков до выколашивания
17	100	12	22
	25	15	27
11	100	23	43
	25	34	61

Однако и в первом случае, когда растения затенялись при естественном фотопериоде и длительность II этапа увеличивалась весьма незначительно, очевидно, имело место вполне ощутимое ослабление индуктивных процессов. На это указывают представленные в таблице 4 результаты подсчета числа цветков в отдельных колосках на 10-й день после перевода опытных растений на разный режим освещения. Из них видно, что снижение освещенности в данных условиях сопровождалось заметной активацией формообразовательных процессов в пределах II этапа органогенеза.

Поскольку при этом фотосинтетическая деятельность растений, как свидетельствуют соответствующие цифры, резко ослаблялась, то возрастание числа цветков в колосках могло быть следствием лишь торможения индукции перехода к следующему этапу.

Т а б л и ц а 4

**Влияние длины и интенсивности света
на число цветков в колосках
и накопление сухого вещества пшеницей**

Варианты		Число цветков в колосках (в порядке расположения последних от основания колоса)			Накопление сухого вещества за 10 дней (в г на 1 растение)
длина дня, часы	освещенность, %	II	VIII	XV	
17	100	4,2	5,8	4,2	0,91
	25	5,0	6,0	5,8	0,32
11	100	4,4	6,0	4,6	0,67
	25	4,8	6,0	5,0	0,23

Несколько неожиданным было то, что затенение растений на фоне 11-часового дня сопровождалось уже меньшим увеличением количества цветков. Причина такого несоответствия между степенью задержки перехода к III этапу и интенсивностью образования цветочных зачатков выяснилась в ходе дальнейших наблюдений за развитием зачаточного колоса и в особенности при морфологическом анализе зрелых колосьев. Оказалось, что если слабое и непродолжительное торможение индукции в условиях естественной длины дня увеличивало лишь число цветков в колосках, как это подтверждается и итоговыми цифрами таблицы 5, то значительно большая задержка с очередным переключением морфогенетических процессов в условиях 11-часового фотопериода сопровождалась, кроме того, и явлениями израстания отдельных колосков и цветков. Последнее могло несколько ограничивать новообразование цветочных зачатков в остальной части колоса. Причем на полном свету израстание в большинстве колосьев короткодневных растений происходило только в 1—2 нижних колосках. Последние (или отдельные цветки в них) превращались при этом в небольшие зачаточные соцветия, которые вскоре прекращали рост и отмирали, что, по-видимому, было связано с возобновлением дальнейшего развития цветков во всех остальных колосках.

Т а б л и ц а
Влияние интенсивности света в течение II этапа органогенеза на структуру колоса (при естественной длине дня)

Освещенность, %	Количество колосков	Число цветков		
		всего		в расчете на 1 колосков
		M±m	T	
100	17,2	72,0±1,1		4,2
25	15,8	80,3±0,7	6,4	5,1

При более сильном и длительном торможении индуктивных процессов под действием ослабленного освещения на фоне сокращенной длины дня отмирали вновь возникших боковых соцветий, как правило, происходило, и они в большинстве своем превращались в разветвления основного колоса (рис. 1). Кроме того сам процесс израстания цветков в этом случае носил более массовый характер. Он наблюдался не только в самых нижних колосках, но и частично в выше расположенных. На отдельных изросших колосьях данного варианта были обнаружены укороченные листовые побеги, имевшие слабо развитые соцветия. Они возникали в результате израстания пестиков в вегетативные почки, которые после образования нескольких листьев формировали зачаток колоса. Подобные явления неоднократно отмечались у злаков и другими авторами [15]. Они свидетельствуют, что длительная задержка с переходом к завершающим этапам развития генеративных органов может сопровождаться не только активацией идущих в данный период морфогенетических процессов в соцветиях, но и возвратом отдельных структур последних к самым начальным этапам формообразования, которые ведут к возникновению на растении новых побегов.

В целом же изложенные результаты указывают на весьма важную регуляторную роль интенсивности света в осуществлении перехода пшеницы к III этапу ор

ганогенеза. Наиболее сильно она проявлялась в условиях сокращенной длины дня, но этот фактор не утрачивал полностью своего индуктивного влияния и на фоне благоприятного фотопериода. Последнее хорошо подтвердилось и в другом нашем опыте, проведенном во второй половине лета (всходы появились 11 июля). Правда, естественная длина дня в этом случае была несколько меньшей (около 15 часов), но совершенно достаточной для нормального осуществления индуктивных процессов в условиях полного освещения, о чем можно судить по примерно одинаковой длительности II этапа у незатененных растений в обоих опытах.

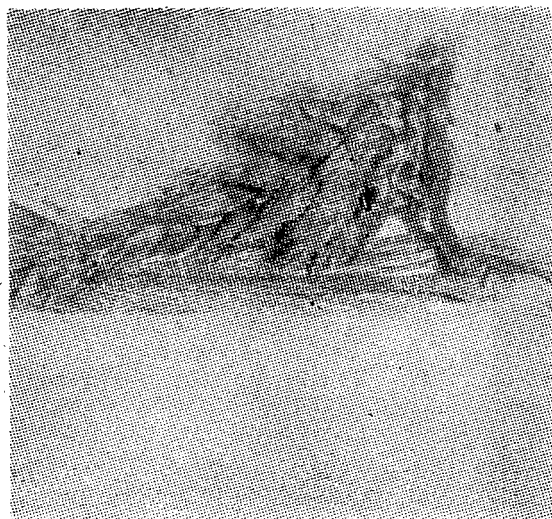


Рис. 1. Ветвящийся колос пшеницы, подвергавшийся затенению на фоне 11-часового дня в период осуществления II этапа органогенеза.

Однако в отношении влияния напряженности света на морфогенез соцветия при искусственно сокращенном фотопериоде результат второго опыта оказался заметно отличимым от первого. Это отличие проявилось прежде всего в том, что затенение не вызывало достаточно выраженного и массового израстания колосьев, как это наблюдалось в первом опыте. Под влия-

нием ослабленного освещения происходило лишь сравнительно небольшое увеличение среднего числа цветков в колосках при совершенно недостоверных различиях в их общем количестве в колосе, что видно из таблицы 6.

Т а б л и ц а 6

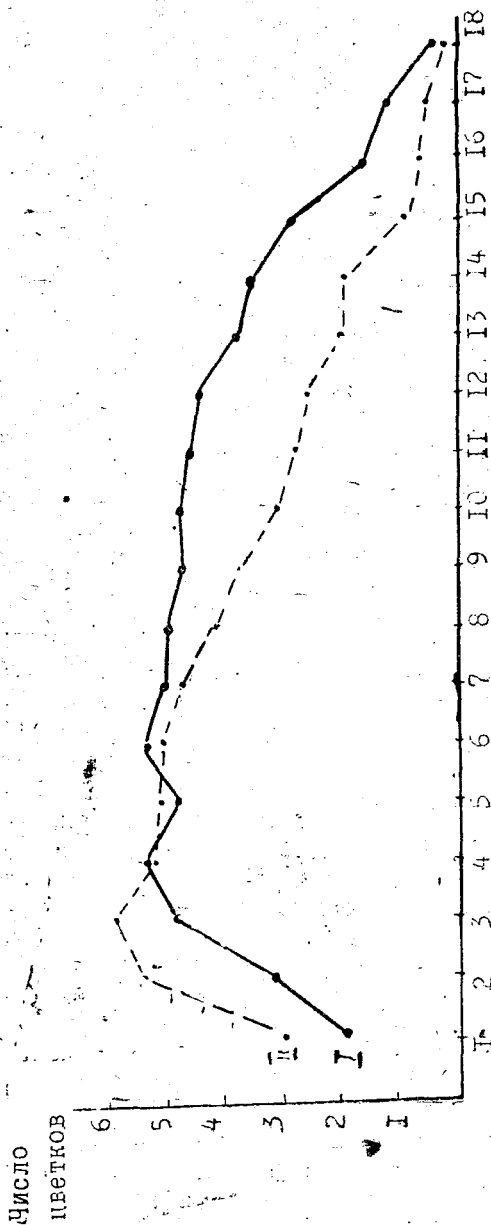
**Влияние световых условий в период осуществления
II этапа органогенеза на темпы развития и структуру
колоса пшеницы**

Варианты		Продолжительность в днях			Структура колоса				
					общее количество колосков	число цветков		число зерен	
						всего	в расчете на 1 колосок		
длина дня, часы	освещенность, %	II этапа	периода от образования колосковых буторок до выжолошивания		M ± m	T			
15	100	11	30	15,3	63,6 ± 2,2	4,4	4,2	27,1	
	25	14	35	16,1	79,9 ± 3,0		5,0	32,3	
12 ч. 30 мин.	100	20	44	14,5	72,0 ± 0,7	0,5	4,8	25,9	
	25	26	51	14,3	73,0 ± 1,9		5,1	24,1	

Конечно, столь малый морфогенетический эффект от снижения освещенности в рассматриваемом случае частично можно объяснить тем обстоятельством, что во втором опыте длина сокращенного фотопериода была больше (12 ч. 30 мин. вместо 11 часов в первом опыте), а соответственно и задержка в развитии растений под влиянием их затенения в изучаемый период органогенеза оказалась почти в 2 раза менее продолжительной. Но учитывая, что еще более слабое торможение перехода к III этапу в условиях естественной длины дня сопровождалось в обоих наших опытах вполне реальным приростом числа цветков как в колосках, так и в колосе, сделанное объяснение нельзя признать достаточным. В этой связи, естественно, возникла мысль, не сталкиваемся ли мы здесь вновь с двойственностью влияния ослабленного освещения на ход морфогенетических процессов, о чем уже подробно го-

ворилось в первой части настоящего сообщения. Поскольку, однако, прямого подтверждения этому рассмотренные выше данные не давали и возникший вопрос оставался невыясненным, мы вынуждены были провести еще один небольшой эксперимент с тем же сортом пшеницы, создавая при этом более резкие различия в уровне освещенности растений. Опыт проходил осенью в теплице на фоне 14-часового дня. В период осуществления II этапа органогенеза в нем поддерживались такие же 2 разных по интенсивности света режима освещения, какие создавались в осеннем опыте при изучении перехода побега на путь генеративного развития (см. краткое изложение методики второго опыта в первой части статьи при рассмотрении таблицы 2).

Как и следовало ожидать, угнетающая сторона действия сниженной освещенности проявилась в этом опыте значительно сильнее, чем в двух предыдущих, и поэтому, несмотря на длительную задержку начала III этапа, у растений на ослабленном свете среднее число цветков в колосках не только не возросло, но даже немного снизилось. Однако усредненные цифры таблицы 7 не раскрывают еще в полной мере двойственности влияния ослабленного освещения на ход формирования в колосе. Значительно лучше она выявляется на основании представленных на рисунке 2 данных о количестве цветков в каждом отдельном колоске в порядке их расположения на колосовом стержне. При таком более детальном анализе результатов опыта становится очевидным, что каждая из двух противоположных сторон действия сниженной освещенности весьма неодинаково проявлялась в пределах соцветия пшеницы. Угнетение формообразовательных процессов в наибольшей степени происходило в его морфологически верхней части и постепенно ослабевало к основанию. В этом, очевидно, находят свое отражение общие закономерности распределения пластических веществ в колосе и неодинаковая жизнеспособность его различных зон. Активация же морфогенетических процессов в результате задержки с переходом к следующему этапу органогенеза сильнее всего происходила в нижних ко-



Жолоски в порядке их расположения от основания колоса»

Рис. 2. Влияние интенсивности света в период осуществления II этапа органогенеза на число цветков в различных колосках колоса пшеницы. I — при интенсивном освещении; II — на ослабленном свету.

досках, о чем свидетельствует не только увеличение числа цветков в них, но также отмеченные у 60% растений этого варианта признаки израстания. Последнее, как и в других аналогичных случаях, наблюдалось лишь в нижних колосках.

Т а б л и ц а 7

**Влияние интенсивности освещения
в период осуществления II этапа органогенеза
на темпы развития и структуру колоса пшеницы**

Варианты освещения	Продолжительность в днях			Общее количество колосков в колосе	Число цветков	
	II этапа	всего периода от образования ко- лосковых буточков до выколашивания			всего в колосе	в расчете на I колосок
Интенсивное	16	36	16,1	66,1	4,1	
Ослабленное	30	52	14,2	55,1	3,9	

Таким образом, благодаря физиологической неоднородности соцветия и отдельному учету числа цветков в колосках, в этом опыте удалось в значительной мере отделить участие изучаемого фактора в регуляции перехода побега к III этапу от его непосредственного и менее специфического (очевидно, в основном трофического) влияния на интенсивность самих формообразовательных процессов в колосе и жизнеспособность возникающих в нем структур.

Заключение

Значение интенсивности света для развития растений определяется прежде всего ее влиянием на фотосинтез, который является субстратной и энергетической основой формообразовательных процессов. В этой связи скорость осуществления последних при уменьшении освещенности во всех случаях, естественно, снижается, что может приводить к задержке наступления

очередных фаз онтогенеза и удлинению всего периода вегетаций. Однако из рассмотренного экспериментального материала вытекает, что помимо такого, чисто трофического влияния данного фактора на длительность отдельных этапов формообразования, он играет в морфогенезе яровой пшеницы и более специфичную регуляторную роль. Она в основном сводится, судя по результатам проведенных опытов, к участию напряженности света в фотопериодической индукции, которая необходима растениям этой культуры вначале для переключения побегов на путь генеративного развития, а затем и для перехода к III этапу органогенеза.

Из полученных данных следует также, что индуктивная сторона действия интенсивности освещения сильнее проявляется на фоне сокращенной длины дня, но в то же время не утрачивает полностью своего регуляторного влияния и в условиях вполне благоприятного фотопериода, что в особенности четко выявилось при переходе побега к III этапу. Кроме того, в наших опытах по существу отсутствовала прямая зависимость между фотопериодической чувствительностью растений и степенью задержки их развития под влиянием сниженной освещенности. На это, в частности, указывает тот факт, что короткий день сильнее тормозил переход пшеницы ко II этапу, а затенение в заметной большей мере сказывалось на следующем переключении морфогенетических процессов. Принимая во внимание эти данные, трудно допустить, что участие интенсивности света в фотопериодической индукции у пшеницы носит исключительно автоматический характер и сводится лишь к изменению критического фотопериода. Видимо, помимо такого эффекта, у растений могут быть и дополнительные приспособления к усилению или ослаблению индуктивных процессов под влиянием различной освещенности.

Что касается последнего переключения на пути генеративного развития побега пшеницы (т. е. перехода к IV этапу органогенеза), то, по имеющимся данным [1, 7, 10], оно не требует фотопериодической индукции и не тормозится ослабленным освещением в предшествующий период, как это имеет место в отношении двух предыдущих качественных сдвигов в ходе формообразования. Вместе с тем, согласно ряду исследований

[3, 4, 9 и др.], снижение освещенности или непродолжительное воздействие темнотой в начале IV этапа (в течение нескольких дней после мейозиса) ингибирует развитие пыльцы, вызывая этим полную или частичную стерильность соцветий ячменя, пшеницы и некоторых других культур. Поскольку данное явление не является прямым следствием недостаточного снабжения генеративных органов пластическими веществами [1, 6] и носит довольно специфический характер, то его также можно рассматривать как одно из проявлений регуляторной роли интенсивности света в морфогенезе растений.

Однако в отличие от рассмотренных выше примеров ингибирующее действие недостатка света на развитие мужских элементов цветов совершенно не задерживает начала цветения и, таким образом, не ведет к изменению срока плодоношения растений во времени. По-видимому, возникающая при этом стерильность значительной части соцветия представляет собой приспособление самоопыляющихся видов к некоторому ограничению их продуктивности в неблагоприятных для формирования и налива семян условиях освещения, о чем более подробно было сказано в одной из предыдущих наших работ [6].

Литература

1. Альжанова Р. М. Отзывчивость яровой пшеницы на изменение интенсивности света и уровня азотного питания в отдельные этапы органогенеза. Канд. диссертация, 1970.

2. Заблуда Г. В. Формирование вегетативных и генеративных органов пшеницы и ржи при замедленном темпе их развития. Докл. АН СССР, 26, № 9, 1940.

3. Кудрявцев В. А. Отношение ячменя к интенсивности освещения после окончания световой стадии. Докл. АН СССР, 60, № 5, 1948.

4. Кудрявцев В. А. Значение интенсивности света в процессах формирования генеративных органов ячменя и некоторых других растений. Научн. зап. Ворошиловградского СХИ, т. 4, вып. 1, 1956.

5. Кудрявцев В. А. Этапы органогенеза хлебных злаков. Материалы X научной конференции Целиноградского СХИ, часть I, 1969.

6. Кудрявцев В. А. и Альжанова Р. М. Влияние интенсивности света и режима минерального питания на обеспеченность генеративных органов пшеницы пластическими веществами. Труды Целиноградского СХИ, т. 7, вып. 2 (в печати).

7. **Маренков А. Я.** Определение конца световой стадии по ростовой реакции зачаточного колоса. Зап. Ленингр. СХИ, т. 90. вып. 5, 1965.
8. **Морозова З. Л.** Изменение структуры колоса яровой пшеницы в условиях короткого дня. В сб.: «Экспериментальный морфогенез», Изд-во МГУ, 1963.
9. **Новиков В. А. и Филиппов А. В.** Критический период в онтогенезе к интенсивности света у яровой пшеницы. Докл. АН СССР, 72, № 2, 1950.
10. **Олейникова Т. В.** Формирование генеративных органов в связи со стадийным развитием растений. Докл. Всесоюзного совещания по физиологии растений, вып. 1, 1946.
11. **Олейникова Т. В.** Влияние длины дня и температуры на формирование зачаточного колоса у хлебных злаков. В сб.: «Морфогенез растений», т. 1, Изд-во МГУ, 1961.
12. **Ростовцева З. Л.** Возникновение многоплодий у однолетних культурных злаков. «Селекция и семеноводство», 1951, № 10.
13. **Сайдлова Ф.** Морфогенез колоса пшеницы при задержке развития укороченным днем. В сб.: «Морфогенез растений», т. 2, Изд-во МГУ, 1961.
14. **Тер-Аванесян Д. В. и Нигматуллин Ф. Г.** Изменение морфологических признаков у яровых пшениц в зависимости от световых условий. С.-х. биология, т. 3, № 6, 1968.
15. **Федоров А. К.** Биология многолетних трав. М., 1968.
16. **Шульгин А. К. и Подольный В. З.** Влияние интенсивности радиации на развитие и рост растений в зависимости от продолжительности фотопериода и температуры. Докл. АН СССР, 158, № 6, 1964.
17. **Aspinall D., Paleg L.** Effects of daylength and light intensity of growth barley. I. Growth and development of apex with a fluorescent light Source. „Botan. Gaz“, V. 124, N 6, 1963.
18. **Paleg L., Aspinall D.** Effects of daylength and light intensity of growth barley II. Influence of incandenscent light an apical development „Botan. Gaz“, V. 125, N 3, 1964.
19. **Friend D.** The promotion of floral initiation of wheat by far red radiation. „Physiol. plantarum“. V. 17, N. 4, 1964.

УДК 581.133.

Р. М. АЛЬЖАНОВА,
кандидат биологических наук

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ОСВЕЩЕНИЯ

В предыдущих исследованиях [2] было выявлено отрицательное влияние недостаточной освещенности на

земных органов яровой пшеницы на метаболическую деятельность корневой системы. Однако наблюдавшееся снижение синтезирующей активности корней не сопровождалось обеднением тканей наземных органов свободными аминокислотами [1]. Напротив, листья, стебли и колос яровой пшеницы при затенении ее в период перед цветением содержали значительно больше аминокислот по сравнению с контрольными растениями.

Для более полного выяснения вопроса о характере влияния интенсивности света на показатели азотного обмена потребовалось проведение дополнительных исследований, в которых режим освещения изменялся бы в различные этапы органогенеза.

Опыт проводился методом почвенной вегетационной культуры с пшеницей Саратовская 29. В каждый сосуд, вмещающий 8 кг почвы, вносились азотно-фосфорные удобрения из расчета по 1 г действующего вещества.

Опыт состоял из трех серий: часть растений выращивалась весь период вегетации на полном естественном освещении; вторая часть сосудов в течение II этапа органогенеза (по схеме В. А. Кудрявцева, 1969) подвергалась четырехкратному затенению в марлевых камерах; третья партия сосудов переносилась в марлевые камеры на период прохождения растениями IV этапа органогенеза.

Интенсивность освещения измерялась с помощью фотинтегратора ФИ-1. В естественных условиях интенсивность света в 13 часов дня колебалась в пределах от 40 до 65 тыс. люкс, в камере она снижалась до 25% от полной. Продолжительность затенения составляла 10 дней.

В начале, середине и в конце периода воздействия ослабленным освещением брались пробы растительного материала и пасоки для анализа на содержание в них азотистых веществ. Суммарное количество аминного азота в пасоке определялось по методу Харлинга и Мак-Лина [10], нитратов по Грандваль-Ляжу [3], качественное и количественное содержание свободных аминокислот во взятом материале—методом хроматографии на бумаге [6, 9].

Анализ тканей молодых листьев (на II этапе—листья пятого, на IV—седьмого ярусов) на содержание сво-

бодных аминокислот показал (табл. 1), что их набор на сравниваемых этапах органогенеза был почти одинаков. В том и другом случаях в наибольшем количестве содержатся такие аминокислоты, как глутаминовая, аланин, аргинин и др. Однако имеются существенные онтогенетические различия в количественном соотношении как отдельных аминокислот, так и их сумм. С возрастом общее содержание свободных аминокислот в листьях уменьшается, что может быть связано с рядом причин: интенсивным оттоком их из листьев и использованием в ростовых процессах [8], изменением в составе продуктов фотосинтеза к периоду цветения [4, 7], а также с ослаблением синтетической деятельности корневой системы [5].

Т а б л и ц а 1
Влияние условий освещения в отдельные этапы
органогенеза на содержание в листьях аминокислот
(мгМ на 1 г сухого вещества)

Аминокислоты	II этап органогенеза		IV этап органогенеза	
	при освещенности, %			
	100	25	100	25
Лизин	Следы	Следы	Следы	Следы
Гистидин	0,24	»	»	»
Аспарагин	0,67	0,08	0,17	0,28
Аргинин	1,38	1,33	0,42	0,35
Глутамин	1,73	1,00	0,19	0,53
Аспарагиновая кислота	2,44	2,17	0,58	1,58
Серин	1,07	0,82	0,31	0,30
Глицин	0,00	0,83	0,00	0,29
Глутаминовая кислота	7,56	6,14	1,21	1,80
Треонин	1,04	1,02	0,72	0,68
Аланин	6,80	7,16	2,12	4,43
γ-аминомасляная кислота	1,30	0,82	0,71	1,71
Лейцин	1,95	0,82	0,00	0,31
Сумма	26,18	22,19	6,43	12,26
То же в %	100,0	84,7	100,0	190,7

Примечание. В таблице приведены данные, полученные на последний (9-й) день затенения. Однако эти различия начали проявляться уже в начале затенения.

В связи с указанными выше возрастными различиями в накоплении аминокислот неодинаково было и влияние различной интенсивности света на их содержание в отдельные этапы органогенеза.

Затенение в период формирования колосковых бурков на главном побеге снижало сумму свободных аминокислот за счет меньшего содержания лейцина, серина и аспарагиновой кислоты. Но больше всего ослабленное освещение сказалось на содержании в листьях аргинина, аспарагина и глутамина, т. е. соединений, богатых азотом. Последнее приводит к предположению, что содержание азотистых веществ в наземных органах в этот период находится в большой зависимости от усвоения минерального азота в корневой системе. Несмотря на довольно заметное количество нитратного азота в пасеке затененных растений (табл. 2), превращения этой формы азота в листьях, по-видимому, не происходит. Основным местом синтеза аминокислот во II этап органогенеза является корневая система, метаболическая деятельность которой резко ослабляется при недостатке света в этот период.

Т а б л и ц а 2

Интенсивность подачи нитратов и аминокислот в наземные органы (мкг на 1 растение в час)

Форма азота	Освещенность, %	Интенсивность подачи азота, мкг					
		во II этап органогенеза			в IV этап органогенеза		
		Дни затенения					
		3-й	6-й	9-й	4-й	7-й	9-й
N—H ₂	100	2,5	10,0	11,9	7,2	7,9	4,5
	25	2,0	5,5	6,7	5,0	6,0	1,8
N—NO ₃	100	11,6	12,5	14,6	6,7	5,0	10,9
	25	11,9	10,5	15,8	8,7	5,3	7,9

Если снижение освещенности в начале развития пшеницы привело к некоторому уменьшению в листьях суммы аминокислот, то действие ослабленного освещения в

более поздний период было совершенно противоположным. Так, недостаток света на IV этапе органогенеза привел к значительному увеличению содержания названных соединений в листьях. Последнее не было, как это видно из данных таблицы 2, результатом усиления подачи аминокислот из корневой системы. Напротив, количество подаваемого с пасокой аминного азота при затенении пшеницы в этот период снизилось на 9-й день воздействия в 2,5 раза.

Увеличение суммарного количества свободных аминокислот в листьях происходило за счет аланина, аспарагиновой, глутаминовой и γ -аминомасляной кислот, т. е. тех соединений, которые могут образоваться фотосинтетическим путем [4, 7]. На основании полученных данных можно предположить, что наиболее вероятной причиной увеличения содержания аминокислот в листьях под влиянием ослабленного освещения в IV этап является изменение направленности фотосинтеза в сторону большего образования неуглеводных продуктов. Это могло способствовать и интенсивное поступление нитратов с пасокой (см. табл. 2), которое значительно меньше за счет от условий освещения. Как указывают немногочисленные литературные данные [5], на поздних фазах развития пшеницы нитраты становятся основным источником азотного питания.

Заключение

Изложенные выше результаты исследования указывают, что в зависимости от возраста растений снижение освещенности может оказывать совершенно противоположное влияние на содержание свободных аминокислот в листьях. Это может быть связано с онтогенетическими различиями в путях усвоения пшеницей минерального азота. Очевидно, в начальные этапы органогенеза главную роль в синтезе аминокислот играет корневая система. Поэтому уменьшение освещенности растений в данный период снижает содержание свободных аминокислот не только в корнях и пасоке, как это было показано в предыдущих исследованиях [2], но и в листьях.

В период осуществления IV этапа недостаточное освещение наземных органов приводило к накоплению в листьях значительного количества свободных аминокислот. Увеличение в этих органах суммы аминокислот при

исходило вследствие большего содержания аминокислот, образующихся фотосинтетическим путем. Последнее косвенно указывает на возрастание роли листьев в усвоении минерального азота пшеницей в период перед цветением, что особенно четко проявляется на фоне ослабленного освещения.

Литература

1. Альжанова Р. М. Реакция пшеницы на снижение интенсивности света в критический период. Труды ЦСХИ, т. 5, вып. 4, 1968.
2. Альжанова Р. М., Кудрявцев В. А. Влияние освещенности наземных органов на метаболическую деятельность корней пшеницы. ДАН СССР, т. 183, № 4, 1968.
3. Баславская С. С. и Трубецкова М. А. Практикум по физиологии растений, Изд. МГУ, 1964.
4. Воскресенская Н. П. Фотосинтез и спектральный состав, Изд. «Наука», 1965.
5. Головатый В. Г. Использование яровой пшеницей минеральных форм азота. Автореферат канд. дисс., 1968.
6. Ермакова Е. А. Метод количественного определения аминокислот. «Биохимия», т. 22, вып. 5, 1957.
7. Ничипорович А. А. Неуглеводные продукты фотосинтеза. Труды V Международного биохим. конгр., Изд. АН СССР, т. 6, 1962.
8. Петин Н. С. Физиология орошаемой пшеницы. Изд. АН СССР, 1959.
9. Хайс И. М. и Мацек К. Хроматография на бумаге, Изд. ИЛ, 1962.
10. Сб. «Аналитические методы белковой химии» (метод Хардинга и Мак-Лина). Изд. ИЛ, 1963.
11. Кудрявцев В. А. Этапы органогенеза хлебных злаков. Материалы X научной конференции Целиноградского СХИ, ч. 1, 1969.

УДК 581.132+581.133

Р. В. ГАНТИМУРОВА,
ассистент
В. И. ЗОТИКОВ,
ученый агроном

К ВОПРОСУ ОБ УЧАСТИИ РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНОВ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЯ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Выяснению роли фотосинтетической деятельности колоса в формировании урожая зерна пшеницы посвящено

большое количество исследований [4, 7, 8, 9 и др.], однако полученные в них экспериментальные данные недостаточны для полного и конкретного решения этого вопроса применительно к отдельным сортам и различным условиям их возделывания. В этой связи в настоящей работе ставилась задача изучить влияние различных уровней азотно-фосфорного питания на относительное участие различных органов яровой пшеницы в формировании зерна.

Опыт проводился с двумя сортами яровой пшеницы Саратовская 29 и Лютеценс 16.56-1. Растения выращивались в вегетационных сосудах, набитых темно-каштановой почвой, при 60% влажности от ее полной влагоемкости, на двух фонах питания. В первой серии опыта перед посевом в сосуды вносили по 0,5 г P_2O_5 и по 0,3 г N, во второй—по 0,1 г действующего начала азотных и фосфорных удобрений.

Долю участия отдельных органов в наливе зерна изучали методом затемнения колосьев или вегетативных органов с помощью бумажных чехлов в период от цветения пшеницы до конца вегетации. Содержание белка в зерне определяли по количеству азота, умноженному на коэффициент 5,7, азот—по Кудеярову. Повторность в опыте семикратная.

Урожайные данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что при исключении фотосинтеза вегетативных органов наблюдалось большее снижение веса зерна, чем при затемнении колоса. В этом отношении результаты нашего опыта несколько отличаются от данных других авторов [3, 6, 7, 4.], что, вероятно, связано с различиями в методике проведения опытов и физиологическими особенностями изучаемых сортов. В частности, в нашем опыте проводилось полное затемнение вегетативных органов, за исключением колоса, а в других исследованиях производили удаление или затемнение лишь листьев. Естественно, что в последнем случае фотосинтез вегетативных органов полностью не исключался.

Т а б л и ц а 1

**Урожай зерна пшеницы
при различных условиях выращивания**

Варианты опыта	Вес зерна с 1 растения (в г)		Снижение веса зерна (в % к контролю)	
	I	II	I	II
Саратовская 29				
Естественное освещение (контроль)	1,15±0,03	1,46±0,02	—	—
Затемнение вегетатив- ных органов	0,96±0,03	1,17±0,03	16,5	20,0
Затемнение колоса	0,42±0,01	0,39±0,02	63,3	73,3
Лютеценс 16/56-1				
Естественное освещение (контроль)	1,21±0,02	1,58±0,05	—	—
Затемнение вегетатив- ных органов	0,53±0,01	0,45±0,02	56,2	71,6
Затемнение колоса	0,93±0,01	1,25±0,02	23,2	21,0

Примечание. Здесь и в таблице 2:1 — низкий фон минерального питания, II — высокий фон минерального питания.

Из приведенных данных вытекает также, что усиление азотно-фосфорного питания пшеницы в первую половину вегетации и достигнутое благодаря этому увеличение вегетативных органов заметно повышало роль последних в формировании урожая. Если на низком фоне минерального питания вес зерна снизился на 63%, то на высоком фоне питания на 73%. Эти цифры свидетельствуют о решающей роли текущего фотосинтеза листьев в накоплении питательных веществ в зерне. Резкое снижение урожая зерна за счет исключения фотосинтеза надземной части в условиях лучшей обеспеченности растений азотом и фосфором, по-видимому, можно объяснить тем, что при оптимальных условиях питания у растений до затемнения сформировалась более мощная вегетативная

масса, которая в период затемнения расходовала больше питательных веществ на дыхание.

Необходимо отметить некоторые сортовые различия в реакции пшеницы на затемнение вегетативных органов. На низком фоне питания пшеница Саратовская 29 сильнее реагировала на лишение света вегетативных органов, чем Лютесценс 16/56-1. Однако, как показывают наши данные, на фоне повышенных доз удобрений эти различия в значительной степени сглаживались.

Результаты опыта показывают, что исключение фотосинтеза колоса приводит к несколько меньшему снижению урожая, чем затемнение вегетативных органов. Вес зерна уменьшался на 16—20%. При этом фотосинтетическая активность колоса у сравниваемых сортов неодинакова: она несколько больше у Лютесценс 16/56-1.

Заметное влияние на продуктивность растений при затемнении колоса оказало изменение уровня минерального питания. Так, у пшеницы Саратовская 29 повышенные дозы удобрений несколько усилили отрицательное

Т а б л и ц а 2

Содержание белка в зерне яровых пшениц

Варианты опыта	Содержание белка в % на сухое вещество		Содержание белка в мг на растение	
	I	II	I	II
Саратовская 29				
Естественное освещение (контроль)	14,6	16,9	167,9	246,5
Затемнение вегетативных органов	20,3	21,0	85,2	81,9
Затемнение колоса	18,0	20,8	172,8	243,3
Лютесценс 16/56-1				
Естественное освещение (контроль)	11,6	15,1	140,3	238,5
Затемнение вегетативных органов	18,5	22,6	98,0	101,7
Затемнение колоса	14,0	14,7	130,2	183,7

яние исключения собственного фотосинтеза колоса зерно снизилось на низком фоне минерального питания на 16%, и на высоком фоне питания на 20%, тогда как у Лютеценс 16/56-1 доля колоса в создании урожая несколько уменьшилась).

Как выяснилось в результате аналитических исследований, представленных в таблице 2, исключение фотосинтеза отдельных органов пшеницы приводило не только к снижению урожая зерна, но и существенно влияло на его качество. Прежде всего затемнение как колоса, так и вегетативной части растений сопровождалось заметным увеличением относительного содержания белка, очевидно, связано с «разбавлением» азота углеводами, в частности крахмалом у незатемненных растений. Однако в расчете на 1 растение общее количество белка значительно снижается или остается на уровне с контролем. Такая же закономерность была отмечена в работах А. Н. Павлова, Н. С. Петина [6] и др. Особенно сильно снижалось содержание белка в переломе на колос при затемнении вегетативных органов. Последнее может быть связано с тем, что затемнение листьев и стебля, очевидно, отрицательно сказывается на метаболической деятельности корней, в частности на включении минерального азота в состав аминокислот. С другой стороны, в литературе имеются данные [2 и 3], свидетельствующие о том, что пшеница на поздних этапах своего развития питается в значительной мере нитратной формой азота, которая поступает из корневой системы в надземные органы в неизменном виде и ассимилируется в последних «фотохимическим» путем [1]. Вполне естественно, что затемнение полностью исключает подобный путь усвоения азота пшеницей. По-видимому, «фотохимический» путь включения нитратного азота играет в снабжении колоса тем большую роль, чем больше вегетативная масса пшеницы. Действительно, если на низком фоне минерального питания вариант—затемнение вегетативных органов) абсолютное количество белка снижалось в 2 раза, то на высоком фоне— в 3 раза. Причем, выявились и сортовые различия по этому показателю (см. табл. 2).

Таким образом, полученные в опыте данные свидетельствуют о ведущей роли вегетативных органов растений пшеницы в снабжении зерна азотом. Исключение же фотосинтеза колоса в меньшей степени влияло на содержание белка в зерне. Между тем некоторое снижение абсолютного количества белка в зерне на слабоудобренном фоне и еще больше на высоком фоне минерального питания может свидетельствовать в пользу того, что при значительном развитии фотосинтетической поверхности колоса последний также может играть ощутимую роль в снабжении зерна азотистыми веществами.

Известный интерес представляют данные по абсолютному количеству белка, накопленного на аналогичных вариантах у разных сортов. Затемнение колоса у Саратовской 29 не оказало значительного влияния на количество белка, содержащегося в зерне. Иная картина наблюдалась у сорта Лютесценс 16/56-1. Исключение фотосинтеза колоса у этого сорта при внесении ограниченной дозы удобрений снижало содержание белка на 6%, а на высоком фоне питания на 22%.

В целом полученные в опыте данные позволяют сделать вывод, что доля участия колоса и вегетативных органов в формировании урожая в значительной степени определяется сортовыми особенностями пшеницы и уровнем минерального питания.

Литература

1. **Воскресенская Н. П.** Фотосинтез и спектральный состав. М., 1953.
2. **Головатый В. Г.** Использование яровой пшеницей минеральных форм азота. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук., 1968.
3. **Кравцова Б. Е.** Исследование роли листьев отдельных ярусов в формировании органов плодоношения у яровой пшеницы. ДАН СССР, т. 115, № 4, 1957.
4. **Мовчан В. К.** Морфо-биологические особенности яровой пшеницы в степной зоне Сев. Казахстана. Автореферат канд. дисс., 1969.
5. **Мосолов И. В.** Влияние стеблевых листьев пшеницы на урожай и белковость зерна в зависимости от сорта. ДАН СССР, т. 88, № 1, 1953.
6. **Петин С. И. и Павлов А. Н.** О роли отдельных органов в наливе зерна пшеницы. ДАН СССР, т. 117, № 1, 1957.

7. Полимбетова Ф. А. и Мамонов В. К. Влияние отдельных органов на налив зерна пшеницы. Труды института бот. АН КазССР, 16, 1963.

8. Buttrose M. S. Physiology of cereal grain. II. Photosynthesis in the wheat ear during grain development. „Austral J. Biol. Sci.” v. 15 Nr. 4, 1962.

9. Kriedemann P. The photosynthetic activity of the wheat ear „Ann. Bot.”, 30, Nr. 119, 1966.

УДК 581.133

В. Г. ГОЛОВАТЫЙ,
кандидат биологических наук

К. Т. ВЕРШИННИНА,
кандидат биологических наук

Н. С. ЮЩЕНКО,
ученый агроном

ВЛИЯНИЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПО ПЕРИОДАМ РАЗВИТИЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

В ранее проведенных опытах [2] выяснилось, что пшеница на ранних фазах развития сильнее поглощала аммонийную форму азота, а во вторую половину вегетации более интенсивно в растения поступали нитраты. Менее ясным, однако, оставался вопрос об эффективности разных источников минерального азота в зависимости от онтогенетического состояния растений.

В целях более полного выяснения данного вопроса был заложен специальный опыт с применением методики правийной культуры. В качестве питательного раствора использовалась видоизмененная смесь Кюпа. Частая смена раствора в сочетании с регулярной промывкой гравия водой давала возможность поддерживать создаваемые в опыте различия в формах азотного питания и почти полностью исключить процессы нитрификации на поверхности гравия.

В первом варианте пшеница получала азот в виде аммония от фазы начала появления третьего листа (конец гетеротрофного периода) до образования пыльниковых бугорков, в дальнейшем — до начала цветения питалась нитратами ($\text{NH}_4 \rightarrow \text{NO}_3$).

Во втором варианте применялась обратная последовательность—в первые этапы (от появления третьего листа до образования пыльниковых бугорков) растения получали нитратный азот, а затем до начала цветения—аммоний.

После цветения оба варианта переводились на смесь Кнопа, лишенную азота. Это давало возможность полнее выявить различия в эффективности источников азота в указанные периоды развития, поскольку общее количество этого элемента, накопленного в первую половину вегетации, могло при такой методике сильнее сказаться на наливе зерна.

Пробы для учета накопленного сухого вещества брались в два срока: в момент заложения пыльниковых бугорков и в начале цветения.

Данные о накоплении пшеницей сухого вещества при дифференцированном азотном питании приведены в таблице 1. Из цифр этой таблицы следует, что в начальный период вегетации растения первого варианта накапливали на аммонийном источнике азота большую сухую массу, чем во втором варианте—при питании нитратами. Следует отметить, что восстановленная форма азота стимулировала также прирост боковых побегов. Близкие данные были получены и в других опытах [3, 5].

Во второй период, соответствующий III и IV этапам органогенеза по схеме В. А. Кудрявцева [4], более интенсивное накопление сухого вещества наблюдалось на нитратном источнике азота. Таким образом, за время от всходов до конца цветения растения первого варианта, получившие в начале своего развития аммонийную форму азота, а затем нитратную, имели заметно больший вес сухой массы, чем при обратной последовательности.

Преимущество первого варианта отчетливо проявилось и в структуре урожая, данные о которой приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что вполне достоверные различия в семенной продуктивности растений были связаны в основном с неодинаковым сбором зерна с боковых побегов. Еще сильнее сказались условия различного питания на весе вегетативной массы растений.

Накопление сухого вещества пшеницей (г на 1 растение)

Периоды развития растений	Варианты опыта	Источники азота	Главный стебель	Вокровые листья	Корневая система	Растение в целом	%
От появления всходов	1	NH ₄	0,35	0,24	0,18	0,77	100
до образования пыльниковых буторков	2	NO ₃	0,21	0,19	0,13	0,53	69
От образования пыльниковых буторков до цветения	1	NO ₃	1,22	0,77	0,47	2,46	100
	2	NH ₄	1,05	0,45	0,35	1,85	75
От всходов до цветения	1	NH ₄ —NO ₃	1,57	1,01	0,65	3,23	100
	2	NO ₃ —NH ₄	1,26	0,64	0,48	2,38	73

НИЯ

Т а б л и ц а 2

Структура урожая пшеницы
(в пересчете на 1 растение)

Варианты опыта	Продуктивное кушение		Главный побег			Боковые побеги		Общий вес зерна, г		Вес соломы	
	общее число колосков	число зерен	число зерен	вес зерна, г	число зерен	вес зерна, г	M ± m	в %	в г	в %	
I	2,5	17,0	33,6	1,32	35,5	1,21	2,59 ± 0,09	100	2,31	100	
IV	2,3	15,2	37,7	1,35	24,5	0,75	2,10 ± 0,11	83	1,52	66	

Общая озерненность

В связи с проведенными исследованиями возникло предположение, что одной из причин неодинакового отношения пшеницы к окисленному азоту в онтогенезе растений является различная способность листьев к фотохимическому восстановлению нитратов на разных этапах органогенеза. Известный интерес представляло также изучение влияния образовавшихся фотосинтетическим путем аминокислот [4] на продуктивность и качество урожая пшеницы.

В целях более полного исследования данных вопросов был заложен опыт в почвенных вегетационных сосудах. Для изучения эффективности поступления азота через листья часть растений опрыскивали раствором нитратов на ранних фазах развития (заложение пыльниковых бугорков), другая часть растений обрабатывалась окисленной формой азота после цветения. Все опыты проводились по фосфорному фону, в качестве контроля служили растения, не получившие азота.

О степени усвоения нитратного азота судили по содержанию в листьях аминокислот, определяемых хроматографическим методом. Кроме того, в фиксированном материале определяли содержание нитратов и количество белка в зерне.

Результаты исследований, приведенные в таблице 3, показали, что опрыскивание растений нитратами на ранних фазах несколько снизило количество аминокислот в листьях по сравнению с контролем. Последнее наряду с высоким содержанием нитратов в этом органе может свидетельствовать о том, что пшеница в период заложения пыльниковых бугорков ещё не выработала достаточно мощную систему переработки окисленного азота фотосинтетическим путем. Иная картина наблюдается при внекорневой подкормке нитратами пшеницы после цветения: в листьях резко увеличивалась (более чем в 2 раза) концентрация аминокислот.

Следует отметить онтогенетические особенности в относительном накоплении отдельных аминокислот пшеницей при подкормке окисленным азотом через листья. В период заложения пыльниковых бугорков эта операция способствовала сосредоточению аминного азота главным

Содержание аминокислот в листьях пшеницы

Т а б л и ц а 3

Аминокислоты	Заложение пыльниковых буторков				После цветения			
	контроль		опрыскивание NaNO ₃		контроль		опрыскивание NaNO ₃	
	Мг/М на 1 г сухого вещества	%	Мг/М на 1 г сухого вещества	%	Мг/М на 1 г сухого вещества	%	Мг/М на 1 г сухого вещества	%
Лизин	1,59	4,8	1,50	7,0	0,38	2,7	0,25	0,8
Гистидин	0,75	2,3	0,42	2,0	Следы	Следы	0,45	1,4
Аргинин	Нет	Нет	Нет	Нет	0,36	2,6	0,29	0,9
Глутамин + аспарагиновая кислота	0,43	1,3	0,71	3,4	0,43	3,1	3,40	10,6
Серин	3,70	11,3	2,11	10,4	1,43	9,5	4,69	14,7
Глицин	1,39	4,2	1,14	5,4	Следы	—	Следы	—
Глутаминовая кислота	3,47	10,6	6,43	30,6	2,55	18,2	4,46	14,0
Треонин	0,82	2,5	1,02	4,9	Следы	—	1,14	3,5
Аланин	4,52	13,8	1,77	8,4	4,20	30,0	9,96	31,2
Тирозин	1,02	3,2	0,83	4,0	Следы	—	2,30	7,2
γ-аминомасляная кислота	4,05	12,4	0,94	4,4	1,00	7,1	1,31	4,2
Валин	4,02	12,3	1,12	5,3	1,12	8,0	0,75	2,5
Фенилаланин	1,72	5,3	0,70	3,3	Нет	Нет	Нет	Нет
Лейцин	3,83	11,7	0,89	4,2	Нет	Нет	Нет	Нет
Пролин	1,41	4,3	1,41	6,7	2,64	18,8	2,84	8,9
Сумма	32,71	100	20,99	100	14,02	100	31,84	100
В процентах	100	—	64,1	—	100	—	227	—

образом в глутаминовой кислоте (31%) и серина (10%), на завершающих этапах развития пшеницы наибольшее количество его было в аланине (31%), глутаминовой кислоте (14%) и серине (14%). Это может свидетельствовать о различных путях усвоения окисленного азота листьями на разных фазах развития растений.

Онтогенетические особенности усвоения окисленного азота оказали заметное влияние на продуктивность растений (табл. 4). Из приведенных в этой таблице данных следует, что опрыскивание пшеницы нитратами на ранних фазах способствовало увеличению урожая на 38 %. Внекорневая подкормка окисленным азотом после цветения не оказала существенного воздействия на семенную продуктивность растений.

Т а б л и ц а 4

Урожай семян пшеницы

Варианты опыта	В г на 1 растение (M±m)	В % к контролю
Контроль	0,83±0,03	—
Опрыскивание NaNO ₃ (ранние фазы)	1,15±0,03	183
Контроль	0,87±0,02	—
Опрыскивание NaNO ₃ (после цветения)	0,88±0,02	101

Прямо противоположная картина наблюдалась в отношении влияния разновременных опрыскиваний азотом на содержание белка в зерне, результаты определения которого даны в таблице 5.

Если ранние подкормки нитратами не оказали существенного влияния на количество белка в зерне пшеницы, то поздние подкормки увеличивали его общее количество. Это произошло, очевидно, вследствие того, что азот, полученный растениями в период заложения пыльниковых бугорков, использовался в основном на формирование вегетативной массы, в частности листьев и боковых побегов. Последнее создавало благоприятные условия для формирования более высокого урожая. Подкормка же после цветения, когда основные

ростовые процессы закончились, могла сказаться лишь на величине запасного белка в семенах.

Т а б л и ц а 5

Содержание белка в зерне

Варианты опыта	В % на сухое вещество	В % к контролю
Контроль	13,00	—
Опрыскивание NaNO_3 (ранние фазы)	12,77	98
Контроль	12,23	—
Опрыскивание NaNO_3 (после цветения)	14,82	121

Таким образом, из приведенных данных следует, что степень и характер использования нитратного азота листьями пшеницы в значительной степени определяется онтогенетическим состоянием растения.

Выводы

1. Питание растений в начальные фазы аммонием, а затем нитратами оказало большее влияние на накопление сухого вещества и семенную продуктивность, чем обратная последовательность применения различных источников азотного питания.

2. Эффективность включения нитратного азота в аминокислоты листьев в онтогенезе растений пшеницы в значительной степени связана с интенсивностью их фотохимического усвоения, которое сильнее выражено на поздних этапах органогенеза растений.

Литература

1. **Авдовин И. С.** Подкормка сельскохозяйственных растений. Сельхозгиз, 1954.

2. **Головатый В. Г.** Влияние температуры корневой системы на поглощение пшеницей разных форм азота. Изв. АН КазССР (сер. биол.), 1957, № 5.

3. **Головатый В. Г.** Использование яровой пшеницей минеральных форм азота. Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук, г. Алма-Ата, 1968.

4. **Воскресенская Н. П.** Фотосинтез и спектральный состав света. Изд. «Наука», 1965.

5. **Кудрявцев В. А.** Этапы органогенеза хлебных злаков. Материалы X научной конференции Целиноградского СХИ, ч. 1, 1969.

6. **Кудрявцев В. А., Пастухова В. М. и Головатый В. Г.** Некоторые особенности азотного питания яровой пшеницы в связи со сроками ее посева в Северном Казахстане. Труды Целиноградского СХИ, т. 5, вып. 4, 1968.

7. **Коровин А. А.** Эффективность удобрений в условиях Севера в связи с пониженными температурами. Тр. Соликамской с.-х. опытной станции, т. 2, 1953.

УДК 635.64:631.811

Ж. Л. РОКТАНЭН,
кандидат биологических наук

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ УГЛЕВОДНОГО ОБМЕНА ТОМАТОВ

В ранее проведенных исследованиях [3, 6] было выявлено, что временный перевод томатов с момента образования тетрад материнских клеток пыльцы в бутонах первой кисти (т. е. с начала IV этапа органогенеза по схеме Кудрявцева [3, 4]) на питательный раствор с половинной нормой азота и увеличенными дозировками фосфора и калия, положительно сказываясь на продуктивности растений, заметно уменьшал содержание сахаров в мезофилле листьев, но в то же время увеличивал их количество в листовых черешках и в тканях бутонов. На основании этих данных вполне естественно было сделать заключение, что такой режим питания способствовал ускорению оттока углеводов в репродуктивные органы, тогда как одностороннее усиление азотного питания оказывало в этом отношении противоположное влияние и приводило к увеличению содержания сахаров в листьях. Последнее представлялось несколько неопи-

данным явлением, поскольку повышенные дозы азота обычно уменьшают количество углеводов в растениях [2, 7].

В этой связи в настоящей работе ставилась задача более подробно проследить за изменением всех фракций подвижных и легко мобилизуемых углеводов в листьях под влиянием различного уровня снабжения томатов азотом в указанный период их развития, а также попытаться выяснить, не сказывается ли режим питания на активности инвертазы, как фермента, играющего очень существенную роль в перемещении сахарозы из ассимилирующей ткани в проводящую систему [5].

Исследования проводились с раннеспелым сортом томатов Первенец 190 методом гравийной культуры. В опыте использовался раствор Ю. А. Дюкарева, Э. А. Алиева, Б. В. Латенко [1]. В период от образования тетрад материнских клеток пыльцы в наиболее развитых бутонках первой кисти до начала цветения (в течение 10 дней) растения находились на различном режиме минерального питания. Контроль получал неизменный раствор, в первом варианте давалась половинная доза азота и двойная доза фосфора и калия ($N_{0,5}, P_2K_2$), во втором — четверть дозы азота и нормальная доза фосфора и калия ($N_{0,25}PK$), в третьем — двойная норма азота при нормальной дозе фосфора и калия (N_2PK). Повторность опыта двенадцатикратная.

В течение периода пребывания растений на измененных питательных растворах трехкратно брались пробы растительного материала для анализов. В фиксированном и высушенном растительном материале определяли содержание крахмала по методике Н. И. Ястрембович и Ф. Л. Калинина [9]. Количество сахаров после их разделения на нисходящей хроматограмме определяли фенольным методом [8]. При этом элюцию глюкозы и фруктозы проводили совместно.

Одновременно с взятием проб на углеводы в те же сроки изучали активность инвертазы в ассимиляционной ткани листьев. Для этого навески свежего растительного материала растирали в фарфоровых ступках с раствором фосфатного буфера (рН 4,6) в соотношении 1:7. Из каждой пробы 2 одинаковые порции полученной взвеси сразу же переносили в центрифужные пробирки и одну

Содержание углеводов в мезофилле листа томатов
(в % на сухое вещество)

Варианты опыта	24/VII				28/VII				31/VII			
	Ллюкоза + фруктоза	Сахароза	Крахмал	Ллюкоза + фруктоза	Сахароза	Крахмал	Ллюкоза + фруктоза	Сахароза	Крахмал	Ллюкоза + фруктоза	Сахароза	Крахмал
Нормальный раствор	1,40	0,50	0,59	1,63	1,00	0,70	1,71	1,24	0,82	1,71	1,24	0,82
N _{0,15} P ₂ K ₂	1,32	0,36	0,78	1,50	0,97	0,86	1,63	1,13	1,38	1,63	1,13	1,38
N _{0,25} PK	0,92	0,26	0,98	1,01	0,62	1,16	1,27	0,90	1,70	1,27	0,90	1,70
N ₂ PK	1,10	0,96	0,47	1,48	1,24	0,52	1,59	1,41	0,79	1,59	1,41	0,79

из них кипятили. Внеся в ту и другую по 2 мл 3% раствора сахарозы, их помещали в термостат. После 5-часовой инкубации при температуре 35°C инактивировали фермент кипячением и проводили центрифугирование. Центрифугат количественно наносили на хроматограммы и определяли в нем содержание сахарозы и моносахаров. По разности между контрольной порцией гомогенизата (с разрушенным ферментом) и опытной рассчитывали активность инвертазы. Все аналитические определения проводили в двукратной повторности!

Из представленных в таблице 1 цифр можно видеть, что в наибольшей степени изменение режима минерального питания сказалось на содержании сахарозы, количество которой в мезофилле находилось почти в прямой зависимости от дозы азота в питательном растворе.

Изменения в содержании сахарозы в тканях листьев очень хорошо коррелировали с уровнем снабжения сахарами развивающихся бутонов (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Содержание воднорастворимых углеводов в тканях бутонов
(в % на сухое вещество)

Варианты опыта	24/VII	28/VII	31/VII
Нормальный раствор	6,55	7,57	9,30
N _{0,5} P ₂ K ₂	7,00	8,00	10,00
N _{0,25} PK	7,40	8,56	10,65
N ₂ PK	5,00	6,37	8,60

Двойная доза азота, заметно увеличивая количество сахарозы в мезофилле, соответственно уменьшала содержание сахаров в тканях бутонов, в то время как сниженные нормы азота, оказывали противоположное действие: увеличивали содержание воднорастворимых углеводов в тканях формирующихся бутонов.

Исходя из представлений А. Л. Курсанова [5] о метаболическом характере оттока углеводов из ассимилирующей ткани в ситовидные клетки проводящих пучков, можно было предположить, что увеличение содержания сахарозы в мезофилле под влиянием повышенных доз азота является следствием торможения ее гидролитиче-

ского распада. Это предположение подтверждается полученными нами данными при изучении активности инвертазы (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Активность инвертазы в ассимиляционной ткани листьев
(в мг сахарозы на 1 г сырого вещества за 1 час)

Варианты опыта	24/VII	28/VII	31/VII
Нормальный раствор	3,16	3,33	4,08
№ _{0,5} Р ₂ К ₂	3,58	3,74	4,49
№ _{0,25} РК	3,79	3,99	4,74
№ ₂ РК	0,66	0,74	0,99

Как видно из таблицы 3, снижение нормы азота несколько усиливало деятельность этого фермента, а двойная доза очень резко ее подавляла.

Можно было ожидать, что торможение гидролиза сахарозы на фоне усиленного азотного питания должно сопровождаться уменьшением количества простых сахаров. Однако, как свидетельствуют данные таблицы 1, в нашем опыте этого не наблюдалось. Изменение содержания моноз (глюкозы и фруктозы) под влиянием различий в режиме питания носило менее закономерный характер. По-видимому, это связано с тем, что условия питания могли сказываться также на интенсивности вовлечения моносахаров в различные метаболические процессы непосредственно в тканях листьев. Кроме того, необходимо учитывать и те изменения в содержании глюкозы в ассимиляционной ткани, которые могут быть очень тесно связаны с синтезом и превращением крахмала, количество которого с увеличением дозы азота закономерно падало. Подобная же зависимость содержания крахмала в листьях от режима питания наблюдалась и во всех прошлых опытах [3, 6]. Можно предположить, что и в данном случае уровень снабжения растений азотом и его количество в растительных тканях существенно сказываются на деятельности отдельных ферментов, участвующих в превращениях этого полисахарида в ассимилирующих клетках. Однако для более определенного решения этого вопроса потребуются дальнейшие исследования.

Литература

1. Алиев З. А., Дюкарев Ю. А. и Латенко Б. В. Выращивание овощей в теплицах без почвы. Киев, 1964.
2. Владимиров А. В. Физиологические основы применения азотистых и калийных удобрений. М., Сельхозгиз, 1948.
3. Кудрявцев В. А., Роктанэн Ж. Л. Влияние режима минерального питания на формирование генеративных органов и некоторые показатели обмена веществ томатов в условиях различной освещенности. Ж. «Агрехимия», 1965, № 6.
4. Кудрявцев В. А. Этапы органогенеза хлебных злаков. Материалы X научной конференции по вопросам сельскохозяйственного производства, ч. 1, Целиноград, 1969.
5. Курсанов А. Л., Соколова С. В. и Туркина М. В. Гексокиназа проводящих тканей сахарной свеклы. Локализация, свойства и ее возможная связь с транспортом гексоз через растительные мембраны. Физиология растений, т. 16, вып. 5, 1969.
6. Роктанэн Ж. Л. Влияние различных уровней азотного и фосфорно-калийного питания на некоторые показатели углеводного обмена в листьях томатов. Труды Целиноградского СХИ, т. 5, вып. 4, 1968.
7. Ратнер Е. И. О влиянии азота на развитие растений и о зависимости действия стимуляторов роста от условий минерального питания. Труды ин-та физиол. раст. им. К. А. Тимирязева, т. 8, вып. 2, 1954.
8. Шведская З. М. и Попова Н. И. Количественное определение сахаров в растительном материале с помощью фенола. В сб.: «Морфогенез растений». Изд. МГУ, т. 2, 1961.
9. Ястрембович Н. И. и Калинин Ф. Л. Определение углеводов и растворимых соединений азота в одной навеске растительного материала. В сб.: «Рост и продуктивность растений». Изд. АН УССР, Киев, 1962.

УДК 664.292:632.118.3:634.11

И. И. КАНИВЕЦ,

доктор с.-х. наук

В. Ф. БЛЕНДА,

аспирант

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЛОДОВ ЯБЛОНЬ РАЗНЫХ СОРТОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ТОКСИКОЗА РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ

В связи со все увеличивающимся применением радиоактивных изотопов в науке, технике и народном хозяйстве [1], а также вследствие испытания атомных и водородных бомб и аварий ядерных сооружений уровень «бытовой» радиоактивности намного увеличился [2], что приводит к загрязнению радиоактивными изотопами поч-

вы, водохранилищ, продуктов питания [3]. И как следствие этого увеличилось поступление радиоактивных изотопов в организм человека.

Радиоактивные изотопы, попадая в организм человека в небольших количествах, вызывают значительные патологические изменения органов и тканей [4]. Опасность их увеличивается отсутствием заметного действия, когда они попадают в организм в небольших количествах.

Для организма человека наиболее опасны изотопы с большим периодом полураспада: цезий (Cs^{137}), стронций (Sr^{90}), иттрий (Y^{91}), церий (Ce^{144}), цирконий (Zr^{95}), рутений (Ru^{106}).

Другие радиоактивные изотопы тоже опасны для человека, но в меньшей мере, так как имеют малый период полураспада [3].

- Отложение радиоактивных изотопов в костях создает потенциальную опасность для здоровья человека. Они могут вызвать хроническое отравление, следствием которого может быть остеомиелит, некроз, остогенная саркома, разрушение костных клеток, образование костных опухолей и другие [5].

Терапия токсикоза, вызванного попаданием в организм радиоактивных изотопов, включает применение средств, которые ускоряют выведение опасных изотопов из организма.

Одним из веществ, которые уменьшают всасывание радиоактивных изотопов в стенках желудочно-кишечного тракта и этим ускоряют их выведение из организма, является пектин [6].

Пектин в своей основе имеет остатки галактуроновой кислоты, карбоксильные группы которой свободны и могут образовать соединения с металлами. Не усваиваясь, пектин выводит радиоактивные изотопы из организма [5, 9]. Пектин уменьшает всасывание желудочно-кишечным трактом радиоактивных изотопов стронция (Sr^{90}) [6,7], железа (Fe^{59}) [6], кобальта (Co^{60}). Кроме того, пектиновые вещества могут использоваться для профилактики при возможных токсикозах, вызванных тяжелыми металлами.

Плоды яблонь имеют относительно большое содержание пектиновых веществ. Лабораторией биологически активных веществ Уральского лесотехнического института

установлено, что 2—3 мг яблочного пектина могут связать около 1 мг стронция, а 1 г мякоти яблок с однопроцентным содержанием пектина связывает 0,3—0,5 мг стронция и до 10 мкг кобальта, т. е. установлен факт возможного использования плодов яблонь для профилактики токсикоза, вызванного радиоактивными изотопами [7].

Чтобы использовать плоды яблонь для профилактико-лечебных целей при возможных токсикозах, вызванных радиоактивными изотопами и тяжелыми металлами, мы решили дать характеристику основным сортам яблок в разных экологических зонах УССР на содержание пектиновых веществ (в Полесской зоне на серой лесной почве, в лесостепной зоне на серой лесной и черноземной почвах, в степной зоне на темно-каштановой почве).

Биохимический состав плодов яблонь, в частности, содержание пектиновых веществ, зависит от многих факторов. Чтобы выделить среди других факторов влияние сорта и зоны, мы брали на анализ плоды яблонь на контрольных (неудобренных) вариантах в Полесской зоне на опытах лаборатории зимостойкости в опытном хозяйстве Украинского научно-исследовательского института садоводства «Новоселки», в лесостепной зоне на опытах лаборатории почвоведения Укрсадинститута на Млеевской опытной станции садоводства им. Симиренко и в колхозе им. Ленина Городыщенского района Черкасской области, в степной зоне на опытах Мелитопольской станции садоводства. Возраст деревьев 10—15 лет.

Плоды яблонь отбирали средней величины для данного сорта в данной зоне, в средней части кроны. (Анализ плодов яблонь проводили подеревно. Как минимум брали 4 дерева).

Сравнивали плоды яблонь разных сортов в разных экологических зонах на содержание пектиновых веществ в фазе потребительской зрелости, которая для летних и осенних сортов определялась побурением семян, а для зимних сортов при помощи органолептической оценки, по изменению основной окраски и консистенции мякоти плода. Сохраняли плоды яблонь в производственных условиях без искусственного охлаждения в опытном хозяйстве Укрсадинститута «Новоселки». Содержание пектиновых веществ определяли колориметрическим карбо-

зольным методом [8]. Результаты анализа представлены в таблице.

Пектиновые вещества разных сортов яблонь
(в ‰ на сырой вес)

Сорт	Полесная зона, серая лесная почва	Лесостепная зона		Степная зона, темно-каштановая почва
		серая лесная почва	чернозем типичный	
Мельба	—	—	1,53	—
Антоновка	—	2,60	2,50	—
Пепин шафранный	—	—	2,50	—
Мекинтош	1,60	1,53	1,44	—
Пармен зимний золотой	2,48	2,38	1,90	1,29
Ренет Симиренко	—	2,18	2,04	2,00
Джонатан	—	—	2,15	—

Из таблицы видно, что плоды яблонь всех исследованных сортов могут использоваться в профилактике токсикоза радиоактивных изотопов и тяжелых металлов. Но где есть угроза токсикоза радиоактивных изотопов и тяжелых металлов, в первую очередь должны использоваться плоды яблонь сортов Антоновка, Пепин шафранный, Джонатан и Ренет Симиренко.

Выводы

1. Для ослабления действия «бытовой» радиоактивности и снижения заболевания при поступлении радиоактивных изотопов в организм человека следует внедрять профилактические средства выведения опасных изотопов из организма.

2. Учитывая, что пектиновые вещества уменьшают всасывание радиоактивных изотопов в стенках желудочно-кишечного тракта и этим ускоряют их выведение из организма, большое значение приобретает использование в этих целях разных сортов яблонь.

3. Из исследованных семи сортов яблонь, выведенных в разных экологических условиях, наиболее перспективными для использования в профилактике токсико-

за радиоактивных изотопов и тяжелых металлов являются плоды Антоновки, Пепина шафранного, Джонатана и Ренета Симмиренко.

Литература

1. **Белабуха В. С. и Фрадкин Г. Е.** Накопление радиоактивных элементов в организме и их выведение. М., Медгиз, 1958.
2. **Вигоров Л. И.** Биоактивные вещества плодово-ягодных растений и основные задачи их исследования. Труды второго Всесоюзного семинара по биологически активным веществам плодов и ягод. Свердловск, 1964, стр. 8.
3. **Балабуха В. С., Разбитна Л. М., Разумовский Н. О. и Тихонова Л. И.** Проблема выведения из организма долгоживущих радиоактивных изотопов. М., Госатомиздат, 1962.
4. **Курлендская Э. Б.** К токсикологии Zn-65. В сб.: «Материалы по токсикологии радиоактивных веществ». Изд. «Медицина», Ленинградское отделение, стр. 3, 1965.
5. **Коэн Д., Аксельрод Дж. и Гамильтон Дж.** Отложение радиоактивных металлов в костях как потенциальная опасность для здоровья. В сб.: «Токсикология радиоактивных изотопов», М., изд. «Иностранная литература», стр. 85, 1954.
6. **Рубановская А. А.** Влияние CaNa ДЦТУ, CaNa ЭДТА и пектина на распределение и выведение из организма. В сб.: «Материалы по токсикологии радиоактивных веществ». М., Медгиз, стр. 160, 1962.
7. **Вигоров Л. И.** Лучезащитные вещества плодов яблок. В сб.: «Труды третьего Всесоюзного семинара по биологическим веществам плодов и ягод». Свердловск, стр. 348, 1958.
8. **Арасимович В. В., Балитаго С. В. и Пономарева Н. Г.** Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектолических ферментов. Кишинев, стр. 18, 1970.
9. **Сапожникова Е. В.** Пектиновые вещества плодов. М., Изд. «Наука», 1965.

УДК 631.46:631.8

В. Н. СТЕБАКОВА,
кандидат с.-х. наук

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ЦЕЛИНОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В последнее время придается большое значение изучению биологической активности почвы, как фактора ее плодородия. Важнейшим показателем биологической активности считают интенсивность почвенного «дыха-

ния», определяемую по количеству выделенной почвой углекислоты [10, 12, 9]. В то же время во многих работах биологическая активность почвы характеризуется показателем активности ферментов [1, 3, 10, 7, 14, 5]. Так, С. М. Маштаков с сотрудниками [10] установили зависимость между активностью ферментов, численностью микроорганизмов и выделением CO_2 почвой.

Однако различные группы ферментов катализируют различные биохимические реакции и поэтому влияют на образование и накопление различных веществ в почве, в том числе и питательных веществ.

Установлено, что при внесении удобрений, т. е. при повышении почвенного плодородия, повышается интенсивность «дыхания» почвы, активность протеаз и инвертаз, а также гидролаз [5, 8]. Активность фосфата обычно выше на бедных фосфором почвах и снижается при внесении фосфорных удобрений [6, 9].

В предлагаемой статье сделана попытка сопоставить некоторые показатели биологической активности почв с относительным уровнем их плодородия, определяемым величиной урожая в вегетационном опыте, и влияние удобрений на эти показатели.

Изучалась интенсивность «дыхания», разложение целлюлозы и активность фосфатазы на различных почвах Целиноградской области, агрохимическая характеристика которых приведена в таблице 1. Исследования проводились в лабораторных и отчасти полевых опытах.

Вегетационный опыт проводился в сосудах на 4 кг воздушно-сухой почвы в четырехкратной повторности.

Интенсивность выделения CO_2 определялась по методике Маштакова и др. [10]. В марлевые мешочки помещали 10 г капиллярно-увлажненной почвы и выдерживали 15 часов в закрытых колбах над раствором 0,1 н NaOH . Остаток щелочи оттитровывали соляной кислотой. Интенсивность «дыхания» определялась в мг CO_2 на 10 г почвы за 15 часов, фосфатазная активность по А. Ш. Галстяну [5] путем учета фенолфталеина, освобожденного при разложении фенолфталеина фосфата

Т а б л и ц а 1.

Агрохимическая характеристика почв

№ раз-	Гори- зонт	Глубина образца в см	Почва	г/г гумуса	РН водный	Е мг-экв. на 100 г	Na мг-экв	Na %	Сумма Солей мг-экв на 100 г	Фракция мм >0,10
1	A ₁	0—22	Темно-каштановая нор-	3,36	7,3	22,4	0,41	1,84	0,99	41,7
	B ₁	22—43	мальная	2,13	7,9	22,2	0,18	0,80	1,55	47,1
2	A ₁	0—5	Солонец лугово-степной	3,20	7,5	20,8	1,35	6,6	3,71	36,0
	B ₁	5—23	мелький	2,61	8,2	22,4	4,91	21,9	7,01	47,0
3	A ₁	0—16	Темно-каштановая нор-	4,04	6,7	27,8	0,09	0,40	0,74	48,4
	B ₁	16—32	мальная	2,61	7,4	22,9	0,18	0,80	1,85	51,7
5	A ₁	0—20	Темно-каштановая со-	4,02	7,0	22,3	0,37	1,7	0,67	42,1
	B ₁	20—33	лонцеватая	2,31	7,4	21,5	0,61	8,4	2,82	49,2
6	A ₁	0—10	Солонец лугово-степной	1,61	8,2	14,3	0,12	0,9	1,22	26,2
	B ₁	10—30	малонатриевый	1,43	8,6	19,1	0,93	5,4	1,79	36,4

натрия, а целлюлозоразлагающая активность по разложению полосок фильтровальной бумаги [12] в лабораторных условиях и полосок ткани [2] в полевом опыте.

Степень разложения полосок фильтровальной бумаги для проведения математической обработки оценена условно в баллах:

1. Начало разложения (изменение окраски, появление колоний)		6
2. Разложилась $\frac{1}{5}$ полоски		12
3.	$\frac{1}{4}$	15
4.	$\frac{1}{3}$	20
5.	$\frac{1}{2}$	30
6.	$\frac{2}{3}$	40
7.	$\frac{3}{4}$	45
8.	вся полоска	60

Степень разложения ткани определена в % к исходному весу.

Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2

Уровень биологической активности и его связь с величиной урожая на различных почвах

№ разреза, горизонт	Почва	CO ₂ в мг на 10 г почвы за 15 часов	Фосфатная активность, мг фенолфталеин на 1 г почвы за 1 час	Целлюлозоразлагающая активность за 10 дней в баллах	Урожай в г на сосуд
1	A ₁ Темно-каштановая	5,28	1,80	15	4,40
	B ₁	2,42	0,15	12	1,20
2	A ₁ Солонец	9,02	1,50	40	7,80
	B ₁ мелкий	4,62	0,07	12	2,70
3	A ₁ Темно-каштановая	6,16	0,78	15	4,35
	B ₁	5,72	0,41	15	4,30
5	A ₁ Темно-каштановая	7,92	0,79	20	6,70
	B ₁ солонцеватая	4,62	0,19	15	3,00
6	A ₁ Солонец мелкий	5,72	0,94	15	4,60
	B ₁ малонатриевый	4,18	0,09	6	2,70

Коэффициент корреляции с урожаем
 $t_{\text{CO}_2} = 3,4$
 $t_{\text{фосф}} = 2,3$

$r = +0,90$
 $\pm 0,15$
 $t_r = 6,0$

$r = +0,68$
 $\pm 0,25$
 $t_r = 2,72$

$r = +0,74$
 $\pm 0,24$
 $t_r = 3,08$

Математическая обработка показала высокую степень корреляции между выделением CO_2 из почвы и величиной урожая в вегетационном опыте.

Получена также положительная корреляция фосфатазной и целлюлозоразлагающей активности с величиной урожая, хотя критерий существенности коэффициента корреляции для этих показателей значительно ниже.

Противоречащая литературным данным положительная корреляция фосфатазной активности с плодородием почв, возможно, объясняется сравнительно высоким содержанием азота во всех почвах, в связи с чем величина урожая в большей степени зависела от обеспеченности почв фосфором. Попытка уточнить этот вопрос не дала результатов, так как в настоящее время по существу нет метода определения содержания доступного фосфора в солонцевых почвах. Методы Мачигина и Труога не отражают обеспеченности фосфором этих почв [11]. Не коррелировала фосфатазная активность и с прибавками урожая от внесения фосфорных удобрений в вегетационном опыте ($r=0,47$). Очевидно, в этом случае увеличение урожая лимитировалось недостатком азота при внесении фосфорных удобрений [13].

Изучалось также влияние удобрений на элементы биологической активности почв в лабораторном опыте. Методика опыта: 50 г воздушно-сухой почвы помещали в чашку Петри и прибавляли растворы солей при постоянном помешивании, увлажняли до капиллярной влагоемкости и компостировали в течение 10 дней при температуре 30° , а затем высушивали в тени, растирали, пропускали через сито 1 мм и брали навески для определения ферментативной активности. Питательные вещества внесли по 25 мг N в виде NH_4NO_3 и 5 мг фосфора в виде $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ по схеме М. Крамер и Г. Ердеи [6]. Результаты исследований представлены на рисунке.

Внесение азотных удобрений повышало, а внесение фосфорных на фоне азота снижало активность фосфатазы лишь в верхних горизонтах А с относительно высокой активностью этого фермента. При низкой фосфатазной активности неудобренных почв в горизонтах B_1 внесение минеральных удобрений не вызвало заметных ее изменений. На активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов внесение азота в большинстве случаев не влия-

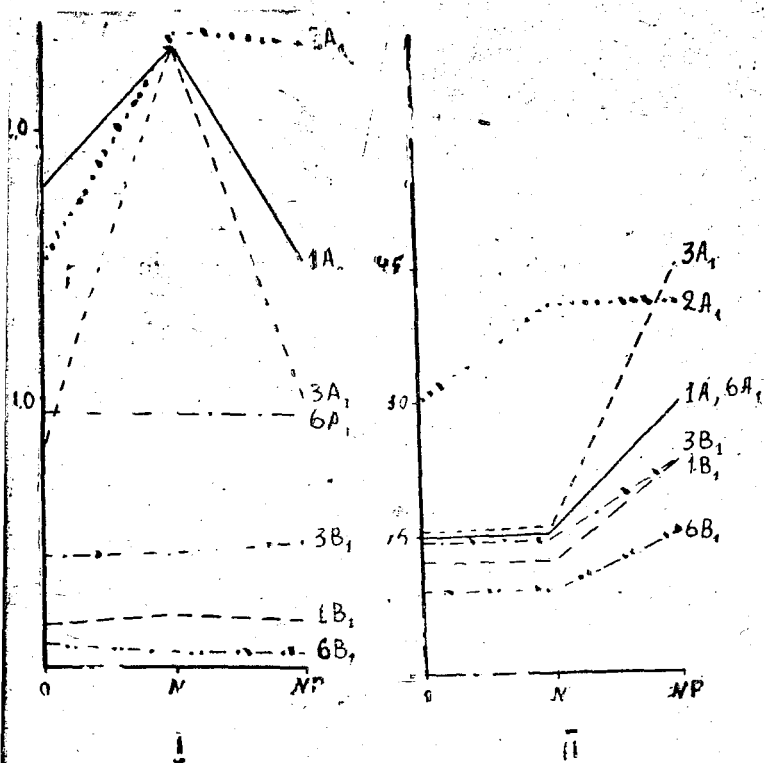


Рис. Влияние удобрений на биологическую активность почв: I—активность фосфатазы в мг фенолфталеина; II—целлюлозоразлагающая активность в баллах.

лю. Это может свидетельствовать о хорошей обеспеченности почв азотом. Внесение фосфорных удобрений на всех почвах повысило целлюлозоразлагающую активность, что также подтверждает низкую обеспеченность почв этим элементом. Удобрения повышали также целлюлозоразлагающую активность в горизонтах A_1 всех почв в значительно большей степени, чем в B_1 . Это указывает на бедность горизонтов B_1 микроорганизмами, на неблагоприятные условия для их развития (низкое содержание перегноя, худшие физические свойства и др.).

Использованный нами метод определения целлюлозоразлагающей активности не является строго количест-

венным, оценка степени разложения фильтровальной бумаги производится на глаз. И хотя изучение процесса разложения в динамике и путем сравнения различных вариантов позволяет, по нашим наблюдениям, оценить степень разложения с точностью до $\frac{1}{3}$ исходного количества целлюлозы, для более определенных выводов необходим более точный метод исследования. Полученные нами результаты указывают на перспективность определения целлюлозоразлагающей активности для оценки плодородия почвы и эффективности удобрений. Этот вывод отчасти подтверждается и полевыми исследованиями. Определение целлюлозоразлагающей активности почв проводилось нами в 1970 г. в полевом опыте по мелиорации солонцов. Ткань закладывалась на глубину 0—30 см, ширина полоски 10 см. Результаты представлены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Интенсивность разложения ткани в полевом опыте

Вариант	Остаток ткани через 1 месяц (6/VI—6/VII)		Остаток ткани через 2 месяца (6/VI—6/VIII)	
	вес в г	% к исходному	вес в г	% к исходному
Контроль	4,870	93,2	3,510	70,2
Гипс	4,575	87,6	3,450	69,0
Соломистая мульча	4,579	87,7	3,370	67,4
Навоз	4,697	90,0	3,340	66,8

Повторность определения четырех- и восьмикратная. Таким образом, улучшение почвенных условий привело к увеличению целлюлозоразлагающей активности почвы.

Выводы

1. В вегетационном опыте получена высокая корреляция между интенсивностью выделения почвой CO_2 и величиной урожая.

2. Положительная корреляция наблюдалась в этом же опыте между фосфатазой и целлюлозоразлагающей активностью и величиной урожая, но с невысоким крите-

рием существенности ($t=2,72$ и $3,08$ при $t_{0,95}=3,4$ и $0,95=2,3$).

3. Азотные удобрения повышали активность фосфатазы в верхних горизонтах большинства почв и не влияли на разложение целлюлозы. Фосфорные удобрения на фоне азотных снижали активность фосфатазы и усиливали разложение целлюлозы.

4. Фосфатазная активность почв резко снижалась в горизонтах В₁ и не изменялась при внесении удобрений.

5. Увеличение целлюлозоразлагающей активности при внесении фосфорных удобрений в горизонтах А₁ всех почв более значительно, чем в горизонтах В₁.

6. Следует обратить внимание на изучение целлюлозоразлагающей активности как возможного показателя почвенного плодородия и эффективности внесенных удобрений с использованием более точных количественных методов.

Литература

1. Васюк Л. Ф. Ферменты, как показатель биологической активности биорганоминерального комплекса различных почв. «Тезисы докладов Всесоюзной конференции по с.-х. микробиологии». Л., 1963.

2. Востров Н. С. и Петрова А. Н. Определение биологической активности почвы, «Микробиология», 30, 4, 1961.

3. Галстян А. Ш. Об активности ферментов и интенсивности дыхания почвы. ДАН СССР, т. 127, № 5, 1959.

4. Галстян А. Ш. и Арутюнян Э. А. К определению активности фосфатазы почвы, «Биол. журнал Армении», 1966, 19, 3.

5. Галстян А. Ш. К оценке степени плодородия почвы ферментативными реакциями. В кн.: «Микроорганизмы в сельском хозяйстве». М., 1963.

6. Крамер М., Ерден Г. Применение метода определения активности фосфатазы в агрохимических исследованиях. «Почвоведение», № 9, 1959.

7. Купревич В. Ф. Биологическая активность почв и методы ее определения, ДАН СССР, т. 79, № 5, 1951.

8. Леонтьев А. К. Изменение активности ферментов в почве при внесении удобрений. В сб.: «Почвы, удобрения и защита растений в Центрально-Черноземной зоне». Воронеж, 1969.

9. Макаров Б. Н. и Мацкевич В. Б. О терминах «дыхание почвы» и «биологическая активность почвы». Ж. «Почвоведение», № 6, 1958.

10. Маштаков С. М., Кулаковская Т. И. и Гольдина С. М. Активность ферментов и интенсивность дыхания как показатели биологической активности почвы. ДАН СССР, т. 98, № 1, 1954.

11. Стебакова В. Н. О методике определения подвижных

фосфатов на солонцовых почвах. Материалы X научной конференции по вопросам сельскохозяйственного производства, ч. I, Целиноград, 1969.

12. Федоров М. В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии, М., 1951.

13. Черненко В. Г. Содержание азота в темно-каштановой почве Целиноградской области и влияние азотных удобрений на урожай яровой пшеницы. Тезисы докладов на VIII научной конференции. «Физиология растений и агрохимия». Целиноград, 1967.

УДК 631.416.2

В. И. РЫЛУШКИН,

ст. преподаватель

СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ ФОСФАТОВ В ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ ОПЫТНОГО ПОЛЯ ЦЕЛИНОГРАДСКОГО СЕЛЬХОЗИНСТИТУТА

Изучение условий фосфорного питания растений, а также поглощения и превращения фосфат-ионов удобрений в значительной степени затруднено отсутствием данных о соединениях фосфора в почвах Северного Казахстана.

Начиная с 1965 г. нами проводятся исследования содержания и форм фосфатов в темно-каштановых почвах опытного поля ЦСХИ.

Почвы имеют следующую агрохимическую характеристику: рН солевой вытяжки—6,9; сумма поглощенных оснований — 24,5 мг-экв. на 100 г почвы; содержание гумуса — 3,2%. Вскипание от соляной кислоты с глубины 38 сантиметров.

Общее содержание фосфора (определяли по Гинзбург) в темно-каштановой почве составляет в поверхностных горизонтах 0,09—0,13%, уменьшаясь вниз по профилю.

Фосфаты, связанные с органическим веществом почвы, составляют примерно одну треть общего фосфора. Количество их в почве изменяется в соответствии с содержанием гумуса.

Для изучения состава фосфатов был применен сокращенный вариант метода Чанга и Джексона. Им извлекается из почвы более половины минеральных фосфатов (табл. 1).

Таблица 1
Содержание фосфатов в темно-каштановой почве опытного поля ЦСХИ

№ разреза углубе	Горизонт и глубина взятия образца, см	Гумус по Тюрину %	Валовый фосфор по Линдбургу, %	Фракции фосфатов по Чангу и Джексону в мг на 100 г почвы				Сумма прочно- связанных, в мг	Отношение Al, Fe-P к Ca-P	Фосфор органи- ческий в % от валового
				Al-P и Ca-P кислые	Fe-P	Ca-P основные	Сумма			
№ 1 пашня	Ап 0-20	3,01	0,11	7,9	7,2	21,6	36,7	40,3	0,7	30,6
	В ₁ 20-28	2,07	0,09	4,4	7,0	23,7	35,1	26,3	0,5	30,4
	В ₂ 30-40	1,40	0,08	3,6	5,4	30,5	39,5	19,9	0,3	28,2
	С 80-95	0,54	0,08	0,8	0,6	46,5	47,9	25,8	0,03	7,9
№ 4 целина	А 0-15	3,29	0,11	6,1	5,2	22,0	33,3		0,5	
	В ₁ 20-30	2,29	0,10	4,7	4,1	24,3	33,1		0,4	
	В ₂ 40-50	1,13	0,10	1,3	0,3	34,5	36,1		0,05	
	С 120-130	0,15	0,08	2,1	Нет	46,0	48,1		0,05	

Основной формой соединений являются фосфаты кальция. Наибольшее их количество в карбонатных горизонтах и в почвообразующей породе. Фосфаты алюминия и железа составляют меньшую величину, и распределение их в почве иное, чем фосфатов кальция. Вниз по профилю содержание фосфатов полуторных окислов уменьшается, и в карбонатных горизонтах они определяются в незначительном количестве. Отношение их к фосфатам кальция в горизонте А равно 0,5—0,7 и в горизонте В₂—0,05—0,3.

Наибольшее количество труднорастворимых фосфатов содержится в верхних слоях почвы.

Таким образом, данные химических анализов почвенных образцов из генетических горизонтов показали, что наиболее глубоким превращениям подвергались фосфаты верхних горизонтов почвы, и на пашне в большей степени, чем на целине.

По распределению фракций фосфатов по генетическим горизонтам наши почвы близки к аналогичным в других районах степной зоны СССР (В. Д. Кисель и Г. М. Кривоносова, 1966 и др.), а также степных районов США (Westin, Buntleu, 1966).

На фосфатный режим значительное влияние оказывают вносимые удобрения (табл. 2).

Как видно из таблицы 2, действие азотных удобрений (аммиачной селитры (Naa) и сульфата аммония (Na)) зависит от их вида.

Внесение фосфорных удобрений обогащает почву растворимыми фосфатами. После трехмесячного компостирования водорастворимых фосфатов (слабый раствор ортофосфорной кислоты) с почвой они полностью обнаруживаются в первых четырех вытяжках по Чангу и Джексону. Причем значительное количество из них остается в водорастворимой и рыхлосвязанной форме.

Дополнительное внесение мела оказало значительное влияние как на изменение фосфатного режима почвы удобренного варианта, так и на поглощение фосфат-ионов из удобрений (см табл. 2). Так, если в некарбонатной почве они связывались преимущественно в соединения с полуторными окислами, то в карбонатной — с кальцием.

Таблица 2

Влияние удобрений на фосфатный режим почвы (в мг на 100 г почвы)

Варианты опыта	Подвижные фосфаты по Франческону	Фракции фосфатов по Чапгу и Джексону					Фосфор органических соединений, %
		рыхлающиеся и водорастворимые	Al-P и Ca-P кислые	Fe-P	Ca-P основные	сумма	
Почва + вода	0,16	Нет	3,7	8,4	26,8	38,9	36,0
Почва + Naa	0,20	Нет	3,2	8,6	22,2	34,0	34,0
Почва + Na	0,12	0,1	3,7	7,2	28,5	39,4	31,6
Почва + P	—	9,1	18,2	16,2	25,3	68,8	—
Почва + CaCO ₃	—	0,2	3,1	2,8	26,1	32,2	—
Почва + C + P	—	5,8	10,2	2,9	40,6	59,5	—
НСР _{0,05}			1,5	1,2	5,2		

Длительное применение безотвальной обработки вызывает некоторые изменения фосфатного режима и плодородия в пахотном горизонте почвы (табл. 3 и 4). В слое 0—10 см по сравнению со слоем 10—20 см увеличивается содержание фосфатов полуторных окислов.

Т а б л и ц а 3

Влияние безотвальной обработки почвы на изменение фосфатного режима в мг на 100 г почвы
(Средние данные за 1968 и 1969 гг.)

Слой почвы, см	Фракции фосфатов по Чангу и Джексоу				Отношение Al, Fe-P к Ca-P
	Al-P и Ca-P кислые	Fe-P	Ca-P основные	сумма	
1. Отвальная обработка почвы (контроль)					
0—10	5,5	8,6	25,1	39,2	0,6
10—20	5,8	9,0	23,9	38,7	0,6
2. Безотвальная обработка почвы (опыт)¹					
0—10	6,2	9,2	23,3	38,7	0,7
10—20	4,9	7,8	26,2	39,0	0,5

¹ Опытное поле до 1965 г. обрабатывалось отвальными орудиями.

Вегетационный опыт, проведенный на почве из контрольного и опытного участков, показал, что на безотвально обработанных полях плодородие верхнего слоя по отношению к нижнему увеличилось (см. табл. 4). Такое же явление наблюдали в своих исследованиях О. В. Сдобникова и В. С. Гусак (1969).

Таким образом, длительное применение безотвальной обработки не только изменило фосфатный режим в верхнем и нижнем слоях пахотного горизонта почвы, но и создало предпосылки разной обеспеченности горизонтов корнеобитаемого слоя элементами питания, что не всегда соответствует биологическим требованиям выращиваемых культур.

Нами изучалось также содержание доступных фосфатов путем сравнения выноса P_2O_5 урожаем яровой

Таблица 4

**Влияние безотвальной обработки на изменение плодородия
верхнего и нижнего слоев пахотного горизонта почвы
(г на сосуд)**

Слой почвы, см	Урожай в сосудах		Изменение урожая по отношению к слою 0—10 см контроля	
	общий	зерна		
			общего	зерна
1. Отвальная обработка почвы (контроль)				
0—10	24,5	10,9	—	—
10—20	20,0	8,9	—4,5	—2,0
2. Безотвальная обработка почвы (опыт)				
0—10	30,5	13,5	+6,0	+2,6
10—20	17,5	7,2	—7,0	—3,7

Примечание. Точность опыта (Р)—3,8%; НСР_{0,05}—1,6 г (рассчитано по зерну).

Таблица 5

**Коррелятивная связь между показаниями различных методов
химического анализа почв на содержание подвижных фосфатов
и биологическим выносом P₂O₅ урожаем яровой пшеницы
в условиях вегетационного опыта**

Показатели	Биологический вынос P ₂ O ₅	Фракции фосфатов по Чангу- Джексоу			
		рыхлосвязанные и водорастворимые	Al-P и Ca-P кислые	Fe-P	Ca-P основные
Коэффициенты корреляции для методов:					
а) Мачигина (r ₁)	0,91	0,60	0,43	Нет	0,10
б) Франценсона (r ₂)	0,94	—0,45	0,70	0,86	0,15
Ошибки коэффициен- тов корреляции:					
а) m _{r1})	±0,13	±0,20	±0,38		
б) m _{r2})	±0,09	±0,25	±0,20	±0,14	±0,29

пшеницы (в условиях вегетационного опыта) с количеством подвижных фосфатов, а также фракций минеральных соединений фосфора в почве (табл. 5). Установлена тесная коррелятивная связь между биологическим выносом P_2O_5 растениями и содержанием подвижных фосфатов, определяемых методами Мачигина и Францесона. Коэффициенты корреляции превышают 0,90. Подвижные фосфаты коррелируют с водорастворимыми фосфатами (для метода Мачигина $r=0,60$), алюминий-фосфатами (для метода Мачигина $r=0,43$, Францесона $r=0,70$), железо-фосфатами (для метода Францесона $r=0,86$).

На основе сказанного можно сделать вывод, что в питании растений главную роль играют водорастворимые и рыхлосвязанные фосфаты, кислые кальций-фосфаты и соединения фосфат-ионов с полуторными окислами.

Выводы

1. Наши исследования подтвердили основное теоретическое положение химии почвы о том, что в почвах с нейтральной реакцией и насыщенных основаниями минеральные фосфаты представлены в большей части солями кальция.

2. На фосфатный режим оказывают влияние вносимые минеральные удобрения и система обработки почв.

3. Фосфорная кислота удобрений поглощается почвой и превращается в соединения, соответствующие данному типу почвы. Растения питаются в темно-каштановых почвах водорастворимыми, рыхлосвязанными и кислыми фосфатами кальция и фосфатами полуторных окислов.

Литература

1. Кисель В. Г. и Кривоносова Г. М. Режим фосфатов в южных и темно-каштановых почвах Украины в условиях орошения (сообщение 1). Тр. НИГМИ, вып. 63, Л., Гидрометеопиздат, 1966.

2. Сдобникова О. В. и Гусақ В. С. Изучение фосфатного режима южных карбонатных черноземов Северного Казахстана с использованием радиоактивного фосфора P^{32} . Агрехимия, 1969, № 8.

3. Westin F. C., Buntleu G. I. Soil phosphorus in South Dakota. II Comparisons of two availability tests with inorganic phosphorus fraction among soil series. „Soil Sci. Soc. America Proc.“, 1966, 30, N 2.

ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОЛОМЫ ПОД УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В Северном Казахстане и других районах СССР не вся солома используется в животноводстве. Большая часть ее сжигается перед обработкой. Этим допускаются значительные потери органического вещества, так необходимого старопахотным почвам и подвергающимся ветровой и водной эрозии. Для этих почв солома, содержащая большой процент углерода, может служить органическим удобрением и защитным материалом, снижающим отрицательное влияние воды и ветра.

Опыты с использованием соломы под зерновые культуры, проводимые раньше, часто не давали желаемого эффекта потому, что солома вносилась под отвальную вспашку, и урожай первой культуры при этом снижался. Наоборот, при поверхностном внесении соломы урожай зерновых в большинстве случаев повышался [1, 2, 3 и 4].

В своей работе мы ставили цель изучить действие различных доз соломы на влажность и питательный режим темно-каштановых почв в засушливых условиях Целиноградской области.

Осенью 1967 г. под вторую культуру после пара был заложен полевой опыт по схеме: без соломы (контроль), солома урожая (около 1,0 т/га), 2,5, 5,0 и 10,0 т/га. Осенью 1968 г. по этой же схеме был заложен опыт под третью культуру после пара.

Площадь делянки 1500 м². Повторность четырехкратная. Культура яровая пшеница, сорт Харьковская 46. Обработка в опытах по рекомендациям ВНИИЗХ.

Почва на опытном участке темно-каштановая, средне-суглинистая с содержанием в пахотном слое гумуса 3,5 %, валового фосфора 0,20%, общего азота 0,13%, рН солевая 6,9.

Перед закладкой опыта в слое 0—20 см содержание нитратного азота было 12,7, подвижного фосфора (по

Мачигину) 12,5—13,4, обменного калия (углеаммонийная вытяжка) 325 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы.

В опыте изучались динамика влажности методом высушивания до постоянного веса при 105°C, динамика нитратного азота колориметрическим методом с дисульфогеноловой кислотой, подвижного фосфора в углеаммонийной вытяжке по Мачигину и обменного калия—на пламенном фотометре в вытяжке по Мачигину.

В условиях засушливого климата и жаркого вегетационного периода все мероприятия при возделывании зерновых культур направлены на накопление и сохранение влаги в почве. Этой же цели призван служить и отбеливающий экран из соломы при поверхностном ее внесении, который сокращает интенсивное испарение влаги из почвы.

Как показывают наблюдения, обеспеченность растений влагой зависит от количества выпавших осадков, их распределения в течение года и способности мульчирующего слоя из соломы более длительно сохранять в почве накопившуюся влагу (табл. 1).

За 1968 с.-х год (с сентября 1967 по август 1968) выпало 268,5 мм осадков, за вегетационный период (май—август)—130,5. За 1969 год соответственно 294,2 и 190,1 мм, т. е. почти на 60 мм больше, чем за этот же период 1968 г. Поэтому и содержание продуктивной влаги в опыте за вегетационный период 1969 г. было выше, чем в 1968 году.

Распределение осадков в эти годы также было неравномерным: во второй половине вегетационного периода 1969 г. (июль—август) осадков выпало на 58,7 мм больше, чем за этот же период 1968 г. Такое распределение осадков по месяцам отразилось на содержании продуктивной влаги в почве и урожайности яровой пшеницы.

При внесении соломы в количестве 5,0 и 10,0 т/га содержание продуктивной влаги в слое 0—50 см было значительно выше, чем в контроле, а солома в количестве 1,0 и 2,5 т/га в меньшей степени способствовала сохранению влаги.

При более продолжительной летней засухе в 1968 г., когда содержание влаги в почве очень низкое (8—9 мм), наблюдалось выравнивание влаги по фонам.

Таблица 1

Динамика продуктивной влаги (в мм) в слое 0—50 см

Варианты	1968 г.					1969 г.					Среднее за вегетационный период
	23/IV	16/V	21/VI	25/VII	Среднее за вегетационный период	26/IV	16/V	21/VI	24/VII	Среднее за вегетационный период	
	Без соломы (контроль)	56,1	49,3	27,7	9,2	28,7	69,3	50,0	40,1	36,5	
Солома урожая (около 1,0 т/га)	61,4	50,3	27,8	9,8	29,3	66,4	53,2	40,2	31,8	42,0	
2,5 т/га	58,0	56,3	29,1	8,4	31,3	68,7	52,3	41,5	35,7	43,1	
5,0 т/га	63,9	60,2	40,2	8,7	36,3	72,8	58,7	42,4	51,4	50,8	
10,0 т/га	68,3	62,3	41,6	8,2	37,3	87,1	61,3	49,7	50,4	53,8	

Таблица 2

Динамика нитратного азота при внесении соломы
(в мг/кг абсолютно сухой почвы)

Дозы мутьчи, т/га	Горизонт, см	Вторая культура 1968 г.				Третья культура 1969 г.					
		11/V	25/VI	25/VII	12/IX	26/V	27/VI	24/VII	4/IX		
		среднее за период				среднее за период					
Без соломы (контроль)	0-10	15,3	15,2	8,7	4,7	11,0	6,8	4,8	2,0	Следы	3,5
	10-20	10,1	11,1	6,8	10,0	9,5	9,7	4,2	3,4	«—»	4,3
	20-40	5,3	11,5	10,5	12,1	9,8	8,6	5,0	3,0	«—»	4,1
	0-40	10,2	12,6	8,7	8,9	10,1	8,4	4,5	2,8	«—»	4,2
Солома урожа	0-10	14,1	12,3	9,5	5,7	10,4	8,8	4,0	1,8	Следы	3,6
	10-20	8,9	10,5	5,5	10,8	8,9	6,0	4,6	2,8	«—»	3,2
	20-40	6,3	10,9	5,6	14,3	9,3	7,6	4,6	1,6	«—»	3,5
	0-40	9,8	11,2	6,9	10,3	9,6	7,5	4,4	1,8	«—»	3,6
2,5	0-10	13,3	6,6	7,8	5,9	8,4	7,8	4,2	2,6	Следы	3,6
	10-20	7,0	6,3	4,4	9,6	6,8	9,4	5,2	4,2	«—»	4,7
	20-40	7,1	10,0	4,1	13,8	9,0	8,6	5,2	4,9	«—»	4,7
	0-40	9,1	7,6	5,4	9,8	8,0	8,6	4,9	3,9	«—»	4,3
5,0	0-10	12,8	5,8	8,3	7,1	8,5	8,0	3,4	1,8	Следы	3,3
	10-20	8,9	7,8	4,0	11,4	8,0	10,0	4,6	1,6	«—»	4,0
	20-40	6,6	8,2	4,7	10,3	7,4	5,6	4,4	1,8	«—»	2,9
	0-40	9,4	7,3	5,7	9,6	8,0	7,9	4,1	1,7	«—»	3,4
10,0	0-10	8,2	4,6	8,7	10,3	7,9	9,0	3,2	1,8	Следы	3,5
	10-20	8,2	4,3	3,5	7,7	5,9	10,0	3,0	1,4	«—»	3,6
	20-40	7,7	5,6	4,3	7,9	6,4	10,0	3,2	3,0	«—»	4,0
	0-40	8,0	4,8	5,5	8,3	6,6	9,7	3,1	2,1	«—»	4,0

Проведенные исследования по динамике нитратного азота показали, что на изменения в содержании его во времени влияют прежде всего гидротермические условия (табл. 2).

Как в 1968 г., так и в 1969 г. наибольшее количество нитратов в слое 0—40 содержится в начале вегетации (май, июнь); к середине снижается, а к концу вегетации снова незначительно увеличивается. Исключением является конец вегетационного периода 1969 г., когда наблюдалось вымывание нитратов обильно прошедшими в июле дождями.

На содержание нитратов влияла и солома. С увеличением количества соломы прослеживается тенденция к снижению нитратов. Более ярко эта закономерность наблюдалась в 1968 г. Здесь, видимо, происходит закрепление части азота микроорганизмами, активность которых на вариантах с соломой повышается, и часть азота идет на построение дополнительного урожая, который был получен на вариантах с соломой.

Динамика подвижного фосфора выражена слабо. Содержание фосфора в течение наблюдаемого периода изменяется в пределах одной градации (табл. 3).

Во все сроки определений в содержании подвижного фосфора в слое 0—10 см наблюдается тенденция к увеличению его на фонах с большими дозами соломы. Видимо, подвижность фосфорной кислоты увеличивается под влиянием биологической активности и лучшего водного режима на вариантах с соломой.

Содержание обменного калия во все сроки определений по всем горизонтам оставалось практически неизменным (табл. 4).

По горизонтам наблюдается постепенное снижение калия.

Более благоприятный режим влажности на соломистых фонах способствовал улучшению условий питания и повышению урожая. В среднем за 2 года урожай яровой пшеницы по фону 5,0 и 10 т соломы на 1 га был выше контроля (11,7 ц с 1 га) соответственно на 14,5 и 29,0 процента.

Т а б л и ц а 4

Содержание обменного калия (в мг/кг абсолютно сухой почвы)

Доза соломы в т/га	Слой, см	Годы исследований	
		1968	1969
Без соломы (контроль)	0—10	340	305
	10—20	285	270
	20—40	180	190
Солома урожая (около 1 т/га)	0—10	340	305
	10—20	290	280
	20—40	200	200
Солома 2,5	0—10	320	325
	10—20	270	300
	20—40	210	200
Солома 5,0	0—10	355	320
	10—20	280	295
	20—40	180	195
Солома 10,0	0—10	320	315
	10—20	280	295
	20—40	180	205

Выводы

1. Внесение соломы при поверхностной обработке темно-каштановых почв благоприятно сказывается на сохранении почвенной влаги.

2. С увеличением количества соломы наблюдается тенденция к снижению нитратов.

3. На фонах с соломой в количестве 2,5; 5,0 и 10 т/га наблюдается повышение содержания подвижного фосфора в слоях 0—10 и 10—20 сантиметров.

4. Содержание обменного калия при внесении соломы остается неизменным.

Литература

1. Быков И. И., Редкин Н. Е. Влияние мульчирования на некоторые физико-химические свойства почвы. Сборник работ сектора агротехники. Вып. 2, М., Изд. ВИТИМ, 1935.

2. Джекс Д. и др. Мульчирование, М., изд. «Иностранная литература», 1958.

3. Добряков Н. Ф. Удобрение и мульчирование полевых культур. Свердловск, 1941.

4. Колесник П. Л. Мульчирование яровых соломой. «Хата лаборатория», № 2, 1937.

УДК 631.871:631.462

З. П. КАРАМШУК,

кандидат биологических наук
В. А. ФОМИН, В. Н. ФОМИНА,

аспиранты

М. В. АФАНАСЬЕВ,

кандидат с.-х. наук

ВЛИЯНИЕ СОЛОМЫ НА МИКРОФЛОРУ И УРОЖАЙ ПШЕНИЦЫ НА ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ ЦЕЛИНОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблема использования соломы в качестве органического удобрения в последнее время все больше привлекает к себе внимание исследователей в области агротехники и почвенной микробиологии.

Солома, оставленная после уборки зерновых, при почвозащитной обработке в Северном Казахстане играет важную роль и как предупредительная мера в борьбе с ветровой эрозией, и как фактор улучшения плодородия почвы. В связи с этим возникает необходимость изучения процессов разложения в почве соломы как органического удобрения. Большое значение имеет выяснение роли микроорганизмов в процессах минерализации соломы и влияния их на урожай пшеницы.

Вопросу распада органических веществ в почве посвящены работы П. В. Тюрина [9]; М. М. Кононовой [3]. Исследованиями ряда авторов [6, 2, 4, 7] установлено, что в начальный период при разложении соломы в почве происходит интенсивное развитие плесневых грибов и неспороносных бактерий. В конце процесса разложения соломы возрастает количество актиномицетов. Исследования процессов разложения соломы в разных почвах Таджикистана проведены А. Ф. Захарченко [1]; Горного Алтая—Н. Н. Наплековой [6]; Южного Казахстана—З. Ф. Тепляковой [8].

Целью нашей работы явилось определение интенсивности разложения соломы как удобрения и выяснение в этом процессе роли микроорганизмов в темно-каштановой почве. Исследования по этому вопросу проведены в опытах, заложенных кафедрой агрохимии в учебно-опытном хозяйстве Целиноградского сельскохозяйственного института. Почва опытного участка темно-каштановая, среднесуглинистая, с содержанием гумуса в пахотном слое 3,5%. В опыте изуча-

лось одно-, двух- и трехгодичное внесение соломы на не-удобренных фонах и фонах совместного внесения соломы и азотно-фосфорного удобрения. Азот и фосфор вносились в дозе 60 кг действующего вещества на 1 га. Дозы соломы были следующие: оставшаяся после уборки зерновых (около 1 т/га) и вносимая дополнительно в дозах 5 и 10 т-га. В 1970 г. (начало августа) проведены анализы микробиологический, на содержание азота и фосфора, CO_2 , интенсивность распада целлюлозы, влажность почвы. Выделение основных групп микроорганизмов проведено по методике, принятой почвенной лабораторией Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной микробиологии. Определение нитратного азота проведено по Грандваль-Ляжу; аммиачного азота с реактивом Несслера; фосфора по Мачигину. Интенсивность распада целлюлозы проводили методом раскладывания фильтров на поверхности почвы в чашках Петри с последующей экспозицией их в течение 2 месяцев. Следует отметить, что время анализов совпало с засушливым периодом, когда влажность в пахотном слое почвы не превышала 10—12%. Однако на фонах, где вносилась дополнительно только солома, влажность в пахотном слое почвы (май—июнь) была выше на 3—4 процента.

В таблице 1 помещены данные о численности бактерий, использующих для своего развития азот в органической (МПА) и минеральной формах (КАА). Значительные изменения в содержании аммонифицирующих бактерий (МПА) происходили только в поверхностном слое почвы 0—10 см. Показатели численности этих бактерий в слое 10—20 см на различных вариантах опыта довольно близки между собой. Объясняется это, видимо, различиями в накоплении и расходовании энергетического материала.

Наиболее существенные различия по численности бактерий на МПА в верхнем слое почвы 0—10 см получены при внесении соломы в течение трех лет на одно и то же поле. При этом наибольшая активизация в развитии аммонифицирующих бактерий наблюдалась при внесении в почву 10 т/га. Количество бактерий на МПА здесь доходило до 58 млн. на 1 г почвы, а в контрольном варианте их было 8 млн. на 1 г почвы.

Таблица 1
 Влияние соломы и минеральных удобрений на численность багтерий в почве (в млн. на 1 г почвы)

Варианты	Сколько лет вносила солома	Без удобрений															
		МПА				КАА				МПА				КАА			
		0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см				
Контроль (без соломы)	1	8,1	7,3	7,5	8,8	7,6	11,0	9,2	5,4	7,6	11,0	9,2	5,4	7,6	11,0	9,2	5,4
	2	4,2	7,4	7,3	5,2	2,8	5,8	10,0	9,0	2,8	5,8	10,0	9,0	2,8	5,8	10,0	9,0
	3	6,0	10,0	8,6	14,0	11,0	3,2	35,1	9,4	11,0	3,2	35,1	9,4	11,0	3,2	35,1	9,4
Солома 5 т/га	1	16,6	6,5	102,1	21,0	18,2	7,6	38,0	34,0	11,0	7,7	13,0	15,0	11,0	7,7	13,0	15,0
	2	6,2	3,1	24,0	8,4	11,0	9,3	43,0	13,0	11,0	9,3	43,0	13,0	11,0	9,3	43,0	13,0
	3	11,0	5,0	62,0	34,0	13,0	10,0	38,0	19,0	13,0	10,0	38,0	19,0	13,0	10,0	38,0	19,0
Солома 10 т/га	1	30,0	7,0	86,0	14,0	25,7	10,0	102,0	11,0	11,0	12,0	102,0	11,0	11,0	12,0	102,0	11,0
	2	6,0	6,3	121,5	14,0	11,0	4,4	6,0	6,0	11,0	4,4	6,0	6,0	11,0	4,4	6,0	6,0
	3	11,0	2,7	130,0	20,0	4,4	11,0	69,0	5,9	11,0	4,4	11,0	69,0	5,9	11,0	4,4	11,0
		58,1	7,0	142,7	14,0	11,0	11,0	69,0	5,9	11,0	4,4	11,0	69,0	5,9	11,0	4,4	11,0

Увеличение количества аммонификаторов (хотя и меньшее) произошло и при двухгодичном внесении соломы в почву. Одноразовое внесение соломы в почву в дозах 1,5 и 10 т/га на увеличение численности аммонифицирующих бактерий не сказалось.

Можно предположить, что для активного развития аммонифицирующих бактерий в первый год оставления соломы в почве недостаточно каких-то исходных органических соединений. Накопление мобильных веществ белковой природы при двух- и особенно при трехгодичном внесении соломы на одно и то же поле активизирует размножение аммонифицирующих бактерий. Азотно-фосфорные удобрения в данном случае проявили свое действие довольно слабо. Они активизировали жизнедеятельность аммонификаторов только в почве, где вносились 1 и 5 т/га соломы в течение 3 лет. Но в почве, где солома была оставлена в количестве 10 т/га, данное явление уже не наблюдалось, здесь произошло даже снижение их количества. Если сравнить числовые показатели бактерий на МПА на удобренных и удобренных фонах, то видно, что удобрения почти не изменили эти показатели.

Индексом интенсивности процессов глубокой минерализации органического вещества и наличия в почве минеральных форм азота может быть численность бактерий на крахмалоаммиачной среде (КАА). Во всех исследуемых почвенных образцах (кроме контрольных) эти бактерии представлены довольно значительно. По изменению численности этой группы микроорганизмов на различных опытных вариантах получены такие же данные, что и по группе аммонифицирующих бактерий.

Показателем мобилизационных процессов в почве могут служить целлюлозоразрушающие микробы (табл. 2). Численность и активность этих микробов в значительной степени зависит от количества внесенной в почву соломы и от наличия в ней минеральных удобрений.

Разница в интенсивности разложения соломы по вариантам наблюдалась в основном только в поверхностном слое почвы 0—10 см. Каких-либо существенных изменений в численности целлюлозоразрушающих бактерий и грибов в слое почвы 10—20 см не было. В аэробном разрушении соломы принимали участие

главным образом бактерии и грибы и очень незначительно — актиномицеты. Последние были выделены только в почве, в которую не вносилась солома (контроль). Здесь количество актиномицетов составило 49 тыс. на 1 г почвы, но при этом полностью отсутствовали целлюлозоразрушающие бактерии. Оставление соломы в поле после уборки урожая пшеницы в течение 2—3 лет способствовало появлению бактериальной флоры, разлагающей клетчатку. Дополнительные внесения соломы 5—10 т/га вызывали уже активизацию в размножении целлюлозоразрушающих бактерий из рода *Sporocutophaga* и *Sorangium* до 1,0—1,5 млн. на 1 г почвы. Разрушение клетчатки бактериями из рода *Sporocutophaga* осуществлялось довольно интенсивно. Энергия разложения целлюлозы возрастала при более длительном внесении соломы в почву в дозе 5—10 т/га. В этой почве за 2 месяца экспозиции клетчатка разрушилась почти на 80—90 %, в то время как на контроле эти процессы протекали очень слабо. Активность целлюлозоразрушающих бактерий можно оценить и по интенсивности продуцирования почвой CO₂ (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

**Влияние соломы на интенсивность выделения
CO₂ почвой (мг в час на 1 м²)**

Варианты	Сколько лет вносилась солома			
	0	1	2	3
Контроль (без соломы)	5,3	—	—	—
Солома урожая	—	7,5	17,0	20,4
Солома 5 т/га	—	11,8	20,8	32,7
Солома 10 т/га	—	19,6	37,1	50,9

Наблюдается возрастание выделения CO₂ от повышения доз соломы и от увеличения периода времени оставления ее в почве. Интенсивное разрушение соломы согласуется с резким увеличением численности микроорганизмов.

В первый год оставления, солома в количестве 1,5—10 т/га на поверхности способствует интенсивному размножению целлюлозоразрушающих грибов. Их количество достигает 176 тыс. на 1 г почвы, в то время как на контроле только 22 тыс. Сокращение целлюлозо-

разрушающих бактерий на этих вариантах компенсируется за счет одновременного увеличения грибной флоры (*Chaetomium*, *Verticillium*, *Botrytis*, *Trichotecium* и часто грибом с чернокрашненным стерильным мицелием).

Очевидно, такая смена в размножении целлюлозоразрушающих грибов бактериями зависит от наличия определенных органических соединений и от появления в среде новых продуктов, созданных микробами. В первый год оставления соломы в поле разрушение клетчатки осуществляется в основном грибами. В момент ослабления их развития ко второму и третьему году внесения соломы в почву усиливается уже активность целлюлозоразрушающих бактерий. Это подтверждается работами Н. А. Красильникова [2], Е. Н. Мишустина (4), которые сделали заключение на основании данных, полученных в лабораторных условиях.

Внесение в почву азотно-фосфорного удобрения на численности целлюлозоразрушающих грибов не отразилось. Но изменилось количество целлюлозоразрушающих бактерий. Численность их достигала до 30 млн. на 1 г в той почве, где были внесены большие дозы соломы — 10 т/га (на контрольном варианте до 53 тыс.). Увеличение численности и активности целлюлозоразрушающих бактерий наблюдалось и в почве, где были внесены меньшие дозы соломы — 1 и 5 т на гектар.

В силу интенсификации микробиологических процессов и усиления минерализации органического вещества в почве, где солома вносилась в течение 3 лет, изменяется и содержание питательных веществ. Более четко это проявилось в содержании подвижного фосфора (табл. 4). Дозы соломы 5 и 10 т/га в почву в течение 3 лет повышали количество P_2O_5 до 32 мг/кг почвы, тогда как в контрольной почве его было 21 мг. При этом тенденция к повышению содержания фосфора проявляется в первый и во второй годы внесения соломы в почву, но эти данные менее четкие. Солома уродкая, оставленная в поле, как в первый, так и на третий год на содержание фосфора не повлияла.

Совместное внесение в почву соломы с азотно-фосфорным удобрением способствовало уменьшению содер-

жания фосфора при более длительном разрушении соломы. Возможно, происходило биологическое поглощение готовых форм фосфора усиленно развивающейся микрофлорой. Не исключено, что совершался переход растворимых форм фосфора из удобрений в поглощающий комплекс почвы.

Таблица 4

**Влияние соломы и минеральных удобрений
на содержание подвижного фосфора в почве, 1970 г.**
(в мг на 1 кг почвы)

Варианты	Сколько лет вносились солома	Без удобрений		NP	
		0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см
Контроль (без соломы)	—	21,8	11,2	95,2	14,0
Солома урожая	1	21,2	14,6	55,8	14,1
	2	21,9	10,1	56,4	12,6
	3	22,7	10,1	95,3	14,9
Солома 5 т/га	1	25,6	15,2	95,1	14,7
	2	24,8	14,6	51,8	19,1
	3	28,9	13,8	70,4	14,2
Солома 10 т/га	1	24,9	13,5	75,0	13,6
	2	26,6	12,8	40,6	17,3
	3	31,8	13,1	—	15,2

Естественно, что количество фосфора в почве, где вносились удобрения, возросло до 40—95 мг на 1 кг почвы. По стандарту обеспеченности фосфором такая почва является высокообеспеченной, поэтому нет необходимости вносить в почву совместно с соломой фосфор ежегодно.

Содержание нитратного и аммиачного азота снижалось при длительном внесении соломы на удобренной почве (табл. 5). Можно предположить, что большая часть азота являлась энергетическим материалом для микроорганизмов, интенсивность и энергия развития которых отмечались ранее, а часть азота способствовала усилению корневого питания растений пшеницы. Все это в какой-то степени улучшало рост и развитие пшеницы и увеличивало ее урожай. Данные урожая пшеницы получены в полевых опытах В. А. Фомина (1969 г.). При одногодичном внесении соломы в почву в дозах 5 и

Таблица 5
Влияние соломы и минеральных удобрений на содержание аммиачного и нитратного азота
 в почве, 1976 г. (в мг на 1 кг почвы)

Варианты	Скотьёк лет вноса ма				Без удобрений				NP			
	NH ₄		NO ₃		NH ₄		NO ₃		NH ₄		NO ₃	
	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см	0-10 см	10-20 см
Контроль (без соломы)	7,4	6,3	4,0	2,4	4,0	2,4	11,5	3,8	10,7	2,8	10,7	2,8
Солома урожая	7,2	Следы	5,6	Следы	5,6	Следы	20,9	Следы	15,8	2,0	15,8	2,0
	7,4	6,0	3,8	—»—	3,8	—»—	14,1	4,5	12,6	2,0	12,6	2,0
Солома 5 т/га	8,0	7,6	5,7	2,5	5,7	2,5	18,1	3,8	12,7	3,9	12,7	3,9
	8,3	Следы	6,4	2,0	6,4	2,0	25,1	Следы	14,4	2,0	14,4	2,0
	7,2	2,2	4,3	2,6	4,3	2,6	13,6	—»—	12,4	3,2	12,4	3,2
Солома 10 т/га	4,2	11,7	2,0	4,2	2,0	4,2	13,8	12,4	4,5	4,8	4,5	4,8
	7,4	Следы	5,0	Следы	5,0	Следы	20,9	Следы	18,4	Следы	18,4	Следы
	7,3	—»—	4,6	4,0	4,6	4,0	Следы	—»—	14,2	2,6	14,2	2,6
	12,4	4,7	4,8	Следы	4,8	Следы	6,9	4,0	10,2	Следы	10,2	Следы

10 т/га получен урожай 15,3—17,2 ц с 1 га, а на контроле и на варианте, где оставлена солома урожая,—13,0—13,2 ц с 1 га. Азотно-фосфорные удобрения повысили урожай пшеницы соответственно на 4,3—6,0 ц/га в сравнении с контролем и на 2,4—2,7 ц/га в сравнении с вариантами, где солома вносилась в дозах 5 и 10 т на гектар.

При двухгодичном внесении соломы в почву в дозах 5 и 10 т/га урожай пшеницы был соответственно 17,2 и 18,1 ц с 1 га. На контроле и на варианте, где оставлена солома урожая, получено 13,3—13,5 ц с 1 га. По действию азотно-фосфорных удобрений на урожай пшеницы выявлена аналогичная закономерность. Отмеченные закономерности в урожаях пшеницы проявились и в 1970 г., когда в полевых опытах изучалось действие одно-, двух- и трехгодичного внесения соломы на урожай пшеницы. Но поскольку этот год был засушливым, действия минеральных удобрений на урожай не было.

На основании проведенного исследования можно сделать выводы:

1. Поверхностное внесение соломы в системе почвозащитной обработки почвы, как важный источник органического вещества, способствует активизации микробиологической деятельности, накоплению подвижных форм фосфора, повышает урожай пшеницы. Значительнее эти процессы были выражены при оставлении в поле высоких доз соломы — 5 и 10 т/га в течение 3 лет на одном и том же поле.

2. Азотно-фосфорные удобрения не оказывают существенного влияния на процессы аммонификации и более глубокой минерализации органического вещества, но в значительной степени усиливают процессы разрушения соломы целлюлозоразрушающими бактериями из рода *Sporocutophaga* и *Sorangium*.

Литература

1. Захарченко А. Ф. Разложение целлюлозы в зональных почвах Таджикистана. Почвоведение. 1961. № 2.
2. Красильников Н. А. и Никитина А. И. Влияние разлагающихся корней на состав микрофлоры в почве. Почвоведение, 1945, № 2.
3. Коновалова М. М. Проблемы почвенного гумуса и современные задачи его изучения. Изд-во АН СССР, 1951.

4. Мишустин Е. Н. и Тимофеева А. Г. Смена микрофлоры при процессе разложения органических остатков в связи с развитием в почве. Микробиология, XIII, вып. 6, 1944.

5. Маштаков С. М., Кулаковская Т. Н. и Гольдина С. М. Активность ферментов, интенсивность дыхания, как показатель биологической активности почвы. Докл. АН СССР, 98, № 1, 1954.

6. Наплекова Н. Н. Разложение целлюлозы микробами в почвах Горного Алтая. Новосибирск, «Наука», 1968.

7. Рыбалкина А. В. и Кононенко Е. В. Микрофлора разлагающихся растительных остатков. Почвоведение, 1959, № 5.

8. Теплякова З. Ф. Целлюлозоразрушающие грибы почв Казахстана. Издво АН КазССР, сер. почв, вып. 5, 76, 1949.

9. Тюрин И. В. Органическое вещество почвы и его роль в почвообразовании и плодородии. М.—Л. Сельхозгиз, 1937.

РЕФЕРАТЫ

УДК 633.11.58.035

Роль интенсивности света в развитии пшеницы. В. А. Кудрявцев. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 5.

В вегетативных опытах с яровым сортом пшеницы Саратовская 29 изучалось влияние сниженной освещенности в различные этапы органогенеза на темпы и морфогенетические показатели развития побега. На основании полученных и некоторых литературных данных делается заключение, что, помимо чисто трофического значения интенсивности света для нормального осуществления всех формообразовательных процессов, этот фактор участвует в фотопериодической индукции, которая необходима пшенице вначале для переключения побега на путь генеративного развития, а затем для перехода к внутренней дифференцировке цветочных органов, включая возникновение археспориальной ткани. Поскольку индуктивное действие интенсивного освещения проявлялось не только на фоне сокращенной, но и при вполне благоприятной длине дня, то высказывается мнение, что участие данного фактора в индукции, видимо, не может быть сведено полностью к изменению под его влиянием лишь критического фотопериода. В статье рассматриваются и некоторые другие явления, связанные с регуляторной ролью напряженности света в морфогенезе пшеницы.

Табл. — 7, илл. — 2, библиогр. — 19 назв.

УДК 581.133

Онтогенетические особенности азотного питания яровой пшеницы при различных условиях освещения. Р. М. Альжанова. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 22.

В работе рассматривался вопрос о характере влияния интенсивности света на показатели азотного обмена в листьях яровой пшеницы в отдельные этапы органогенеза.

Выяснилось, что снижение освещенности может оказывать в зависимости от возраста совершенно противоположное влияние на содержание свободных аминокислот в листьях. Последнее связывается с онтогенетическими различиями в путях усвоения пшеницей минерального азота: на ранних этапах развития главную роль в синтезе аминокислот играет корневая система, а в период перед цветением (IV этап), по всей вероятности, преобладает фотосинтетическая ассимиляция минерального азота.

Применявшееся в исследованиях ослабленное освещение позволило более четко выявить указанные выше онтогенетические особенности азотного питания яровой пшеницы.

Табл. — 2, библиография — 11 назв.

УДК 581.132+581.133

К вопросу об участии различных органов в формировании урожая зерна у яровой пшеницы. Р. В. Гантимурова и В. И. Зотиков: Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 28.

В вегетативном опыте с двумя сортами пшеницы изучалась роль отдельных органов в формировании урожая и его качества в зависимости от условий азотно-фосфорного питания.

Результаты опыта свидетельствуют, что исключение фотосинтеза вегетативных органов приводило к значительному снижению веса зерна с растения. Изменялся и химический состав зерна. Заметно уменьшалось содержание белка. Улучшение условий минерального питания повышало роль вегетативных органов в формировании урожая.

Затемнение колоса в меньшей степени оказало отрицательное влияние на урожай пшеницы. Снижение веса зерна в этом случае составляло 16—20%. Фотосинтетическая активность колоса у сравниваемых сортов неодинакова, она несколько выше у пшеницы Лютеценс 15/56-1. Неодинакова роль колоса и в снабжении зерна азотистыми веществами. Она изменялась в довольно широких пределах в зависимости от условий питания.

Табл. — 2, библиография — 9 назв.

УДК 581.133

Влияние дифференцированного по периодам развития азотного питания на продуктивность пшеницы. В. Г. Головатый, К. Т. Вершинина, Н. С. Ющенко. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 33.

В работе рассматривается вопрос об эффективности аммонийного и нитратного азота в зависимости от периода подкормки ими пшеницы. Опыт проводился методом гравийной культуры. Выяснилось, что питание растений в начальные фазы аммонием, а затем нитратами оказало большее влияние на накопление сухого вещества и семенную продуктивность, чем при обратной последовательности изменения в формах питания различными источниками азота.

Эффективность включения нитратного азота в аминокислоты листьев в онтогенезе растений пшеницы в значительной степени связана с интенсивностью их фотохимического усвоения, которое сильнее выражено на поздних этапах органогенеза растений.

Табл. — 5, библ. — 7 назв.

УДК 635.64:631.811

Влияние режима минерального питания на некоторые показатели углеводного обмена томатов. Ж. Л. Роктанэн. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 41.

В вегетационном опыте, проведенном методом гравийной культуры, изучалось влияние уровня снабжения томатов азотом в период перед цветением на содержание в листьях различных фракций углеводов, а также изменение при этом активности инвертазы. В проведенных исследованиях выяснилось, что усиление азотного питания растений в указанный период их развития заметно увеличивает количество сахарозы в мезофилле и резко подавляет деятельность фермента инвертазы. Последнее, видимо, и является основной причиной торможения оттока углеводов из ассимиляционной ткани листа в репродуктивные органы под влиянием повышенных доз азота.

Табл. — 3, библ. — 9 назв.

УДК 664.292:632.118.3:634.11

Пектиновые вещества плодов яблонь разных сортов и возможность их использования для профилактики токсикоза радиоактивных изотопов. И. И. Канивец и В. Ф. Бленда. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 46.

Исследовано 7 районированных сортов яблонь, выращенных в разных экологических условиях, на содержание пектиновых веществ и использование этого показателя для профилактики токсикоза радиоактивных изотопов и тяжелых металлов.

Там, где имеется угроза токсикоза радиоактивных изотопов и тяжелых металлов, в целях профилактики наиболее перспективным по содержанию пектиновых веществ и уменьшению всасывания радиоактивных изотопов в стенках желудочно-кишечного тракта и выведению их из организма является использование плодов яблонь сортов Антоновка, Пепин шафранный, Джонатан и Ренет Симиренко.

Табл. — 1, библ. — 9 назв.

УДК 631.46:631.8

Биологическая активность некоторых почв Целиноградской области и влияние на нее минеральных удобрений. В. Н. Стебакова. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 50.

Сделана попытка сопоставить некоторые показатели биологической активности (интенсивность выделения CO_2 , фосфатазная и целлюлозоразлагающая активность) с относительным уровнем их плодородия, определяемым величиной урожая в вегетационном опыте, и влияние удобрений на эти показатели. Получена высокая корреляция величины урожая с «интенсивностью дыхания» и целлюлозоразлагающей активностью.

Азотные удобрения увеличивали активность фосфатазы и не влияли на разложение целлюлозы.

Фосфорные удобрения на фоне азотных снижали активность фосфатазы и повышали целлюлозоразлагающую активность.

На почвах с низкой биологической активностью влияние удобрений было слабым или отсутствовало.

Табл. — 3, илл. — 1, библ. — 13 назв.

УДК 631.416.2

Содержание и формы фосфатов в темно-каштановой почве опытного поля Целиноградского сельхозинститута. В. И. Рылушкин. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 58.

В работе приводятся результаты исследований содержания и форм фосфатов в почве, а также влияние удобрений и безотвальной обработки на изменение фосфатного режима почв.

Установлено, что валовой фосфор более чем на одну треть представлен органическими фосфатами. Основной формой минеральных фосфатов являются соединения с кальцием. В надкарбонатном слое содержатся фосфаты полуторных окислов. На фосфатный режим влияют вне-имые удобрения и обработка почвы. Длительное применение безотвальной обработки приводит к дифференциации пахотного слоя почвы. Растение питается фосфором из водорастворимых, рыхлосвязанных фосфатов, кислых альций-фосфатов, фосфатов полуторных окислов.

Табл.—5, библи.—3 назв.

УДК 631.423.3:631.871

Питательный режим темно-каштановых почв при использовании соломы под урожай яровой пшеницы. В. А. Фомин, М. В. Афанасьев. Труды ЦСХИ, т. 8, вып. 4, 1970 г., стр. 65.

В работе приводятся результаты двухгодичных исследований по питательному режиму в зависимости от различных доз соломистой мульчи при плоскорезной обработке почвы. Солома, дополнительно внесенная в качестве мульчи, сохраняет влагу, повышает содержание подвижного фосфора в пахотном слое и увеличивает урожай пшеницы.

Табл. — 4, библи. — 4 назв.

УДК 631.871:631.462

Влияние соломы на микрофлору и урожай пшеницы на темно-каштановой почве Целиноградской области. З. П. Карамшук, В. А. Фомин, В. Н. Фомина, М. В. Афанасьев. Труды ЦСХИ, т. 8, выпуск, 4, 1970 г., стр. 72.

Проведенными исследованиями установлено, что в темно-каштановой почве разложение соломы идет с одинаковой скоростью и зависит от дозы внесения ее и минеральных удобрений.

Внесение соломы в почву активизирует жизнедеятельность почвенной микрофлоры, повышает содержание фосфора и урожай пшеницы. Значительнее эти процессы выражены при оставлении в поле высоких доз соломы (5 и 10 т/га) в течение 3 лет. Азотно-фосфорные удобрения усиливают процессы разложения соломы целлюлозоразрушающими бактериями из рода *Sporocytophaga* и *Sorangium*.

Табл. — 5, библи. — 9 назв.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
В. А. Кудрявцев. Роль интенсивности света в развитии пшеницы	5
Р. М. Альжанова. Онтогенетические особенности азотного питания яровой пшеницы при различных условиях освещения	22
Р. В. Гантимурова, В. И. Зотиков. К вопросу об участии различных органов в формировании урожая яровой пшеницы	27
В. Г. Головатый, К. Т. Вершинина, Н. С. Ющенко. Влияние дифференцированного по периодам развития азотного питания на продуктивность пшеницы	33
Ж. Л. Роктанэн. Влияние режима минерального питания на некоторые показатели углеводного обмена томатов	41
И. И. Канивец, В. Ф. Бленда. Пектиновые вещества плодов яблонь разных сортов и возможность их использования для профилактики токсикоза радиоактивных изотопов	46
В. Н. Стебакова. Биологическая активность некоторых почв Целиноградской области и влияние на нее минеральных удобрений	50
В. И. Рылушкин. Содержание и формы фосфатов в темно-каштановой почве опытного поля Целиноградского сельхозинститута	58
В. А. Фомин, М. В. Афанасьев. Питательный режим темно-каштановых почв при использовании соломы под урожай яровой пшеницы	65
З. П. Карамшук, В. А. Фомин, В. Н. Фомина, М. В. Афанасьев. Влияние соломы на микрофлору и урожай пшеницы на темно-каштановой почве Целиноградской области	72
Рефераты	83
	91

**Целиноградский сельскохозяйственный
институт**

**СВЕТОВОЕ И МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ
РАСТЕНИЙ**

ТРУДЫ, Т. 8, ВЫП. 4

Ответственный за выпуск В. А. Кудрявцев

Редактор В. Д. Репетова

Технический редактор Л. Н. Скопин.

Корректор Н. В. Богушевич

Сдано в набор 12-VII-71 г. Подписано к
печати 6-7-72 г. Формат 84x108 1/16.
Объем 5,75 п. л. Тираж 1000 экз. УН 01076
Цена 40 коп. Заказ № 3462.

Целиноградский полиграфкомбинат, 1972 г.