

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГОУ ВПО «Вологодская государственная молочнохозяйственная  
академия им. Н.В. Верещагина»

**И.С. Полянская**

# НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ S-ЭЛЕМЕНТОВ

Влияние элементов на здоровье

Учебное пособие

Вологда – Молочное

2011

УДК 540(07)

ББК 24.1я73

**П545**

*Рецензенты:*

доцент кафедры общей и прикладной химии  
Вологодской государственной молочнохозяйственной академии  
имени Н.В. Верещагина  
канд. техн. наук **А.Л. Новокшанова**,  
доцент кафедры химии  
Вологодского государственного педагогического университета  
канд. хим. наук **Д.В. Ходарев**

**Полянская И.С.**

**П545** Нутрициологическая химия s-элементов. Влияние элементов на здоровье./ И.С. Полянская. - Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 139 с.

**ISBN 978-5-98076-131-**

В учебном пособии излагаются современные основы нутрициологической химии элементов – теоретического и прикладного раздела естествознания о химических соединениях элементов (химических веществах) пищи, воды, окружающего пространства и их превращениях, влияющих на сохранение здоровья человеком/животными.

Учебное пособие предназначено для обеспечения компетентностного подхода и проектной деятельности в химическом образовании при подготовке бакалавров по направлениям: 260200 – Продукты питания животного происхождения; 151000 – Технологические машины и оборудование, 221700 – Стандартизация и метрология.

Может быть использовано при подготовке бакалавров, магистров, специалистов других технологических и сельскохозяйственных направлений, технологами, научными работниками сельского хозяйства и пищевых отраслей промышленности, преподавателями высшей школы, аспирантами, соискателями и любознательными людьми.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Вологодской государственной молочнохозяйственной академии имени Н.В. Верещагина.

УДК 540(07)

ББК 24.1я73

**ISBN 978-5-98076-131-**

© Полянская И.С., 2011

© ИЦ ВГМХА, 2011

## От автора

Программы курсов всех направлений, профилей и специальностей «Химия» и «Неорганическая химия» содержат раздел «Химия элементов». Поэтому все рекомендуемые учебники и учебные пособия, а для технологических направлений это:

- Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия.– М: Высшая школа, 1988;

- Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия.– М: Химия, 2000;

- Гельфман М.И., Юстратов В.П. Неорганическая химия.– СПб.: Лань, 2009

и другие содержат раздел «Химия элементов».

Во всех указанных изданиях не проработан современный компетентностный подход проектной деятельности [94, 217] студентов. «Проект», от лат. «projectus», что означает «выброшенный вперед» или «бросающий то, чего еще нет», требует учебных пособий иного качества, а именно:

- помогающих включению всех субъектов в поисковую, исследовательскую деятельность;

- допускающих свободный выбор образовательной области, тематики проекта, траектории деятельности;

- усиливающих межпредметные связи;

- способствующих соединению академических знаний с прагматическими через личный интерес к определенным проблемам и «выращиванию» компетенций на каждом этапе проектирования.

Напомним, что к компетенциям относят не только профессиональные знания и умения, характеризующие квалификацию, но и такие качества, как инициатива, способность работать в группе, отбирать и использовать информацию, оценивать и т.д.

Учебное пособие «Нутрициологическая химия s-элементов. Влияние элементов на здоровье» является дополнительным по

дисциплинам «Химия» и «Неорганическая химия», составлено в соответствии с требованиями федерального компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки бакалавров по направлениям: 260200 – Продукты питания животного происхождения, профилю «Технология молока и молочных продуктов»; 151000 – Технологические машины и оборудование, профилю 151001 «Машины и аппараты пищевых производств». Изучение «Нутрициологической химии элементов» может быть вынесено и в отдельный курс по выбору.

«Нутрициологическая химия s-элементов» должна изучаться студентами в заключение курса неорганической химии (или химии). В свою очередь материал, излагаемый в нутрициологической химии s-элементов, служит основой для изучения коллоидной, физической, биологической химии, химии и физики молока, технологии молока, технохимического контроля и микробиологии молока и молочных продуктов.

Для активных методов обучения (проектной деятельности, проведения дискуссий и презентаций, организации мастер-классов и т.п.) учебное пособие «Нутрициологическая химия s-элементов» в конце каждой главы содержит примерные исследовательские темы.

Термины глоссария, приведенного в конце учебного пособия, выделены в тексте подчеркнутым курсивом.

Учебное пособие может быть использовано технологами, научными работниками сельского хозяйства и пищевых отраслей промышленности, преподавателями высшей школы, аспирантами, соискателями, студентами технологических и сельскохозяйственных направлений, а также каждому человеку, желающему приобрести систематизированные знания о влиянии конкретных элементов на здоровье.

## ВВЕДЕНИЕ

Недостаток в питании биоэлементов приводит к заболеваниям, в частности: натрия к несварению пищи, калия и магния – к сердечно-сосудистым заболеваниям, кальция – нарушениям опорно-двигательного аппарата и т.д. Процесс попадания большинства элементов в организм происходит по пути: осадки, удобрения, почва – растения, минеральные подкормки для скота – оборудование и средства для производства и хранения пищевых продуктов – питьевая вода и пища. Наряду с физической культурой, определяющим влиянием на здоровье является питание человека и уровень контактирования с ксенобиотиками, в том числе тяжелыми металлами. Причем при высоком содержании биоэлементов – антагонистов ксенобиотикам последний, третий фактор имеет меньшие отрицательные последствия.

Управление процессом попадания биоэлементов в продукты питания – это сложная задача, решаемая несколькими науками. *Химия* (общая или неорганическая) – предмет, при изучении которого студенты должны впервые столкнуться с необходимостью решения нормализации элементного статуса собственного организма (все студенты); почвы и растений (агрономические специальности); корма и подкормок (будущие зооинженеры и ветеринары); пищевых продуктов (инженеры и технологи пищевых производств).

Кроме образовательной цели, сформировать у студентов навыки поддержания биоэлементного баланса здоровья человека, основанные на личном интересе быть практически здоровым; для будущих технологов в профессиональной деятельности важна элементная оптимизация технологических свойств молока. А основными минеральными веществами молока являются элементы: калий, натрий, кальций и магний, т.е. s-элементы. Поэтому указанным элементам в учебном пособии уделяется первостепенное внимание.

# ГЛАВА 1 НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И НУТРИЦИОЛОГИЯ

## 1.1 Лингвистическое обоснование названия науки «Нутрициологическая химия элементов»

Чтобы понять, что же такое «нутрициологическая химия элементов» и так ли она необходима вам лично и человечеству вообще, теоретический подход предполагает для начала разобраться в составляющих фразеологическое сочетание «нутрициологическая химия элементов» терминах: «химия»; «элементы»; «нутрициологи(я/ческая)».

### 1.1.1 Химия: происхождение и место среди других наук

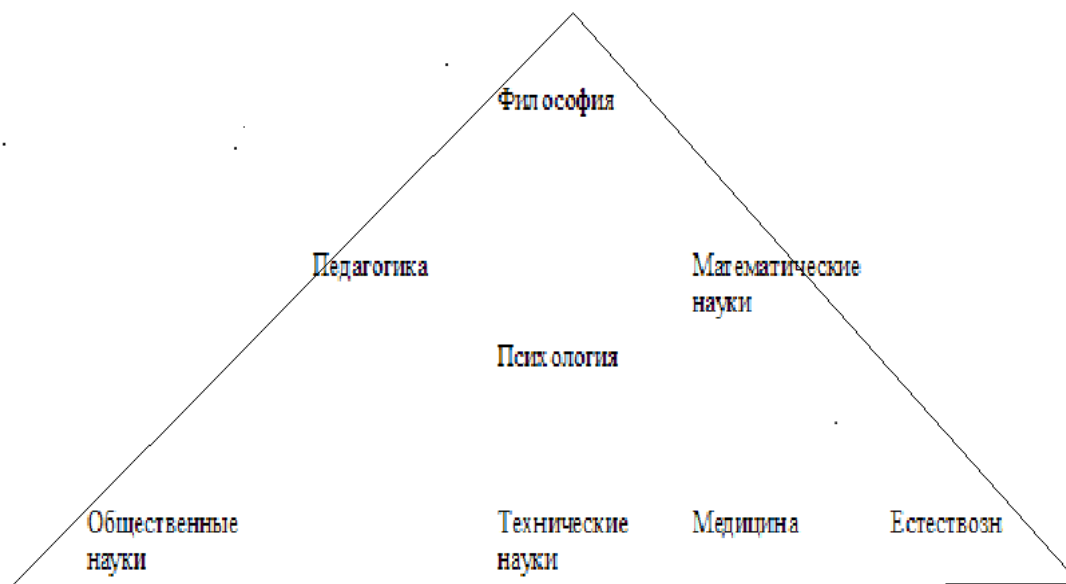
Существует много литературы о происхождении «химии» как науки и версиях ее названия с лингвистической точки зрения, причем мнения в этой разнообразной литературе не являются противоречивыми. Наша задача сужается до стилистического оправдания названия «нутрициологическая химия элементов».

Земная кора и минералы, вода и атмосфера, живой мир – все это химические вещества в индивидуальном виде или в виде ассоциатов.

Известно около 15 млн. индивидуальных химических соединений, что в сотни тысяч раз превосходит число физических (атомных) веществ. Химическое соединение (молекулярное и немоллекулярное) – главный объект химии [83; 90; 204; 222]. Глобальная зависимость фундаментальных начал химии от физики и колоссальная практическая значимость химических превращений привели к тому, что химию нередко рассматривают как прикладную к физике науку. Но именно неудовлетворенность подобной ситуацией должна привести к раскрытию существа химии [19; 254], восстановлению самостоятельности химии с последующей разумной интеграцией ее с другими науками.

Существует деление наук на технические, гуманитарные и естественные. Но наиболее правильной и полной считается классификация наук академика, доктора педагогических наук Бориса Михайловича Кедрова [85]. Согласно ей углы треугольника отведены под философию – прародительницу всех наук, обществен-

ные науки и естествознание. Между полюсами философии и естествознания расположены математические науки, между естествознанием и общественными науками – технические науки и медицина, а между общественными науками и философией – педагогика. Психология занимает центральное место в центре наук и расположена в центре треугольника.



Р и с. 1.1. Взаимосвязь наук по Б.М. Кедрову

Помимо химии к области естествознания относят такие основные науки, как физика, астрономия, биология, геология и большое число пограничных наук на стыке между основными. Академик РАН В.М. Бузник, раскрывая уникальную роль химии в нашей жизни, обнаружил более 70 химических дисциплин [30].

Науки принято делить также на, преимущественно, фундаментальные и прикладные. Относительно химии невозможно сказать в большей степени она фундаментальная или прикладная [273]. В то время как работы в области прикладной химии служат для непосредственного решения производственно-технологических задач, теоретическая химия создает необходимые предпосылки для успеха в прикладной химии.

Основных версий происхождения термина «*химия*» три. В Египте научились выплавлять и использовать серебро, олово, свинец и ртуть в 3 тыс. лет до н.э. Поэтому именно с Египтом связывают образование названия науки «химия» [5, 88]. Древнегреческий алхимик Зосима (III–IV в. н.э.) считал, что само назва-

ние науки «химия» произошло от древнеегипетского слова «химиа» – искусство плавить металлы. А знаменитый французский химик Бертло (1827–1902) – от древнеегипетского слова *chemi* (хемы): так называли людей, населявших «черные земли» (Египет), т.е. наука людей Египта. По следующей существующей версии название произошло от египетского слова «превращение».

Эта третья версия и интересует нас в терминоведении определения «*нутрициологическая химия элементов*».

### ***1.1.2 Происхождение «элементов»***

Науки рождались и развивались параллельно рождению ремесел и производств. Древние ученые-философы пытались узнать, каким образом осуществляются различные превращения, из чего и как произошли все вещества. Ответы на эти вопросы излагались в учении об элементах, которое было развито древнегреческими философами.

Ярчайшей фигурой Древней Греции и всего античного мира был Аристотель (384–322 гг. до н.э.) – талантливейший ученик знаменитого философа Платона (427–347 гг. до н.э.). Аристотель называл четыре основных стихии, которые позднее древнеримский поэт и философ Тит Лукреций Кар (99–55 гг. до н.э.) назвал *элементами* от латинского *elementum* – первоначальные. Под стихиями Аристотель понимал «предельные части», на которые разлагаются все тела [88].

Алхимики использовали в своих трудах по трансмутации металлов алхимические элементы серу, ртуть и др. Эти элементы не имеют ничего общего с реальными элементами того же названия.

Решающая роль в становлении теории элементов принадлежит английскому ученому Роберту Бойлю. В 1661 г. он опубликовал книгу «Химик-скептик», в которой выступил против представлений античных философов и алхимиков, уточнив представления о составе веществ.

М.В. Ломоносов в своей книге «Элементы математической химии» (1741 г.) называл молекулы «корпускулами», а атомы – «элементами».



По-гречески «атомос» – неделимый. Термин «*атом*» употреблялся еще в V веке до нашей эры древнегреческий философ Демокрит, однако как термин, так и атомная теория строения веществ не получили тогда своего всеобщего признания. Это произошло лишь, спустя 2 тысячи лет, после обоснования в 1803 г. английским химиком и физиком Джоном Дальтоном с помощью термина «атом» ряд новых для того времени открытий.

Современные формулировки таковы.

Атом – наименьшая, химически неделимая частица вещества.

*Химический элемент* – вид атомов с одинаковым зарядом ядер. Таким образом, например, к одному и тому же элементу водороду относят протий, дейтерий и тритий – как атомы с одинаковым зарядом ядер.

Поскольку в настоящее время превращения атомов изучают другие разделы естествознания, в частности, химическая физика и ядерная физика, химия рассматривает вещества только до элементного уровня.

Таким образом, химия – фундаментальный и прикладной раздел естествознания о химических соединениях элементов (химических веществах) и их превращениях [222].

### ***1.1.3 Происхождение «нутрициологии» и ее связь с другими науками***

Нутрициология (греч. «нутрицио» – питание) – наука о питании, включающая в себя изучение пищевых веществ и компонентов, содержащихся в продуктах питания, законы влияния пищи и правил ее приготовления и приема на здоровье человека [289, 293]. Термин *нутрициология* хорошо известен в странах Запада и США (подробнее в гл. 1.3.2). В России были попытки «привить» его широкой массе, например, д-ром техн. наук, профессором И.М. Скурихиным [89].

Кратко: «нутрициологическая» – связанная с питанием.

Нутрициологическая химия элементов – теоретический и прикладной раздел естествознания о химических соединениях элементов (химических веществах) пищи, воды, окружающего

пространства и их превращениях, влияющих на сохранение здоровья человеком/животными.

То же определение, но без слова «превращения», означает «нутрициологию элементов», которую в меньшей степени интересуют химические формулы и реакции, чем биологическая роль элементов.

*Нутрициология элементов* – теоретический и прикладной раздел естествознания о биологической роли элементов пищи, воды, окружающего пространства и их влиянии на сохранение здоровья человеком.

Возможно, как одна из первичных ступеней, имеет право существовать и такая наука. Только из нее мы не сможем узнать, например, что ртуть в тысячи раз токсичнее сульфида ртути, а элементарный селен – продукт нанотехнологии – примерно в два раза безопаснее селенита натрия [33, 99].

На вопрос о том, почему предмет изучения этих наук наряду с элементами пищи и питьевой воды составляют элементы окружающего пространства, отвечает следующая констатация фактов:

- с каждым годом возрастает уровень потребления биологически активных добавок БАДов (особенно за рубежом), которые нельзя относить к пище или воде;

- поступающие в организм элементы из лекарственных и гомеопатических средств способны существенно корректировать нутриционный статус организма;

- содержание элементов в пище во многом определяется геологическими, экологическими и агротехническими условиями.

В общем, минеральные элементы, наряду с витаминами, входя в состав ферментов, определяют течение практически всех метаболических реакций в организме. Минеральные вещества играют не меньшую физиологическую роль, чем белки, жиры, углеводы и витамины. Дефицит минеральных элементов влияет на основные биохимические процессы в организме. Если удалить биоэлементы из корма животных, они погибают значительно быстрее, чем при полном голодании. Они необходимы для нормальной деятельности всех систем организма, синтеза жизненно важных соединений, обменных процессов: 1) кроветворения, 2) пищеварения, 3) нейтрализации неблагоприятных для организма метаболитов, 4) как пластический материал для костной

ткани. Они принимают участие в водно-солевом обмене и поддержании кислотно-щелочного баланса [131]. Доказано влияние многих элементов на биохимические и микробиологические процессы при производстве продуктов питания [52, 53], в том числе *функциональных*.

Фундаментальной основой естественнонаучной химии стала гуманитарная философия, а для раздела химии нутрициологической химии элементов исторически фундаментом служит иатрохимия.

## 1.2 Иатрохимия Парацельса – колыбель нутрициологии

Кто познаёт причины болезней  
в нарушении металлопроцессов,  
тот познаёт одновременно понятие  
и существо болезни.

*Парацельс*

Начало сложному и многовековому процессу изучения состава веществ, изучения влияния их на здоровье человека положила *иатрохимия* (от греч. «иатрос» – врач) – врачебная (медицинская) химия, наука о приготовлении лекарств.

XIV–XVII века в истории человеческого общества известны как эпоха Возрождения. Создавалось светлое, радостное искусство, бурно развивалась промышленность, росли города, увеличивалось их население. А это нередко приводило к скученности, к вспышкам эпидемий болезней (чумы, холеры и др.). Перед человечеством встала задача найти способы борьбы с болезнями. Основателем иатрохимии считается швейцарский врач Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм (1493–1541), называвший себя Парацельсом (по-латыни превосходящий Цельса – знаменитого энциклопедиста и врача Древнего Рима) [49].

Известно более 100 сочинений Парацельса. Опираясь на представления алхимиков, что металлы состоят из трех основных начал – элементов ртути, серы и соли, Парацельс считал эти *элементы* основой всех окружающих вещей, в том числе и организ-

ма человека. В применении к процессам, происходящим в организме, Парацельс изменил названия алхимических начал. Так, вместо ртути (или «немелличности») он вводит понятие «дух»; вместо серы (или «горючести») – понятие «душа»; вместо соли («твердости») – понятие «тело».

По мнению Парацельса при нарушении благоприятного для здоровья соотношения этих элементов в организме человек заболевает. Например, избыток соли вызывает водянку и расстройство пищеварения, серы – чуму и лихорадку и т.д. Лечить болезни он предлагал лекарствами, помогающими организму восстанавливать разрушенные химические процессы. Исходя из этого, Парацельс ввел в медицинскую практику многие вещества, которые ранее почти не употребляли – препараты сурьмы, свинца, меди, железа, ртути и др. [6]. Но, очевидно, если подобранные концентрации элементов являются лекарствами для больных, то возможно приблизиться к такой гармонии поступления этих *элементов* в организм здорового человека, чтобы ему приходилось меньше болеть.

«Мы должны улучшать все вещи, больше искать, больше учиться, чем мы получаем от школьного образования, и пусть так будет до конца мира [49]» – с этими напутственными словами Парацельса мы и отправимся протаптывать тропинку науки нутрициологии.

## **1.3 Взаимосвязь нутрициологии с современными науками**

### ***1.3.1 Диетология и нутрициология***

Науки о питании больного (*диетология*) и здорового человека (*нутрициология*) обе восходят к *иатрохимии*. В старинных рукописях имеются указания на то, что уже до нашей эры египтяне, греки, евреи, римляне, арабские народности применяли различные пищевые продукты для лечения и предупреждения болезней. В IV веке до н.э. Гиппократ в «Диетике» писал: «Наши пищевые вещества должны быть лечебным средством, а наши лечебные вещества должны быть пищевыми веществами».

Научные основы питания заложены в конце XVIII – начале XIX вв., после работ Антуана Лавуазье (1743–1794) – одного из ос-

новоположников современной химии, развития физиологии и химии питания, изучения физиологических норм и значения питательных веществ. В учение о питании внесли вклад немецкие ученые: Юстус Либих, Макс Рубнер, русские: Е.О. Мухин, И.И. Вечь, И.П. Павлов, И.Е. Дядьковский, М.Я. Мудров, А.П. Доброславин, В.Ф. Эрисман, Н.И. Лунин, А.М. Уголев, В.И. Вернадский, А.П. Виноградов, М.Н. Шатерников, А.А. Покровский и многие другие.

Выяснение участия химических *элементов* в сохранении здоровья началось примерно 150 лет назад. Большая заслуга в этом принадлежит русским ученым Д.Н. Зайковскому, С.С. Боткину, П.Н. Булатову, диссертации которых посвящались изучению влияния на организм меди, рубидия, цезия и никеля.

В конце XIX и в XX веке, в условиях ускоренного роста информационного материала и с развитием *теорий адекватного* (Уголев А.М.) [252], *элементного* (Уинитц и др.) и *сбалансированного* (Покровский А.А.) [135] *питания*, появились как специализации (профилизации) врачей-диетологов, так и наметилось формирование отдельной науки о питании здоровых людей – нутрициологии [56].

Важнейшими постулатами теории сбалансированного питания были:

- пища состоит из нескольких компонентов, различных по физиологическому значению, – нутриентов, балластных веществ (от которых она может быть очищена) и вредных, токсичных соединений;

- идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ соответствует их расходу.

Именно на теории адекватного питания базировались агротехнические разработки, которые сводились к улучшению свойств потребляемой пищи за счет уменьшения доли балластных веществ. Однако к настоящему времени стало очевидно, что рафинированные продукты служат причиной многих заболеваний [56] (табл. 1.2.).

Идея элементного питания заключалась в том, что потребляемую пищу заменяли набором всех необходимых пищевых веществ (глюкозы, аминокислот, жирных кислот, витаминов, солей и т.д.). Ряд таких диет разработал один из руководителей американской программы элементного питания профессор Уинитц

Таблица 1.2 – Синдромы, связываемые преимущественно с нарушениями питания

Избыточное питание	
Рафинированным крахмалом и сахарами	Белками
Заболевания сердечно-сосудистой системы Хронический бронхит Заболевания желудочно-кишечного тракта (язвы, гастрит и др.) Аппендицит, холецистит, желчнокаменная и почечная болезни, диабет Токсикоз беременности Депрессия Рассеянный склероз Пародонтоз	Заболевания сердечно-сосудистой системы (инфаркт, гипертония, атеросклероз, тромбофлебит, варикозное расширение вен и др.) Сахарный диабет Гиперхолестеринемия Токсикоз беременности
Профилактика	
Уменьшение потребления легкоусвояемых и рафинированных углеводов	Уменьшение потребления белков

(Winitz). Элементные диеты иногда целесообразны при некоторых заболеваниях и при определенных условиях (стресс, спортивные соревнования, специальные условия работы и т.п.).

Вместе с тем исследования показали [55], что в ходе эволюции человек лучше приспособился не к мономерным, а к полимерным рационам, т.е. к той пище, которую он потреблял многие тысячи лет.

Кризис теорий адекватного и полного элементного питания и новые открытия в области пищеварения привели к формулировке новой *теории сбалансированного питания*. Охарактеризуем некоторые постулаты и следствия из нее:

- питание обеспечивает энергетические и пластические потребности организма;
- балластные вещества, или пищевые волокна, являются эволюционно важным компонентом пищи.

В отсутствие балластных веществ бактериальная флора желудочно-кишечного тракта вырабатывает значительно больше токсических веществ, менее эффективно выполняет защитную функцию. Так, потребление человеком, в частности, цельнозернового хлеба приводит к снижению холестерина, которое сопоставимо с результатом холестериновыводящих препаратов.

Дальнейшие представления о здоровом питании, чаще всего называемого *рациональным*, дополнены данными В.А. Тутельяна и сотрудников [249, 250, 251], А.Ю. Барановским [15], Б.Л. Смоленским [228] и др., при этом весомая часть работ ориентирована на здоровых людей [235, 233, 102, 45, 56 и др.]. Кратко основные принципы рационального питания, основанного на теориях адекватного и сбалансированного питания, формулируют так: умеренность, разнообразие и режим.

По мнению В.А. Тутельяна, под термином «*практически здоровый человек*» следует понимать как состояние организма, когда все параметры находятся в пределах нормы, так и наличие резервных возможностей, обеспечивающих адаптивные реакции [55]. Здоровый человек не ходит к врачу-диетологу за советом как ему питаться. Необходимо предоставить возможность каждому желающему знать основы науки о здоровом питании – *нутрициологии*, быть нутрициологом для себя, своей семьи. Поэтому сегодня диетология (клинический уровень) и нутрициология (на технологическом уровне) – науки, которые должны быть разведены.

Таблица 1.3 – Сопоставление диетологии и нутрициологии

<i>Диетология</i> (клиническая)	<i>Нутрициология</i> (технологическая)
Объект	
Диетическое или лечебное питание – питание при острых и хронических заболеваниях на всех этапах, от обострения до ремиссии включительно	Здоровое или рациональное питание – питание, удовлетворяющее физиологические потребности человека в энергии и пищевых веществах, и обеспечивающее поддержание здоровья, хорошего самочувствия, высокой работоспособности
Предмет науки включает	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценку состояния всех звеньев пищеварительного конвейера организма больного человека, детальная характеристика его метаболических процессов.</li> <li>- Диагностику нутриционного статуса пациента.</li> <li>- Назначение лечебного питания.</li> <li>- Обеспечение контроля эффективности проведения лечебного питания</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Создание здоровых (функциональных, профилактических) продуктов питания с повышенной пищевой ценностью на основе оптимизации пищевых веществ, пищевых добавок и биологически активных минорных компонентов.</li> <li>- Обеспечение профилактического питания – направленного на профилактику различных заболеваний, а также предотвращение неблагоприятных факторов внешней среды, устойчивость к действию инфекций, токсинов и др.</li> </ul>

Окончание таблицы 1.3

<u>Диетология</u> (клиническая)	<u>Нутрициология</u> (технологическая)
Методы науки:	
Различные анализы крови, сыворотки крови, плазмы, мочи и другие методы диагностических исследований заболеваний	Спектральные, электрохимические, хроматографические, ферментативные и др. методы анализа пищевых продуктов
Основные средства:	
<u>Оценка адекватности питания.</u> Оптимизация незаменимых нутриентов. Индивидуализацию назначения питания (нутриционной коррекции) путём подбора лекарств, диет, БАДов	Оптимизация незаменимых <u>нутриентов</u> , посредством создания функциональных продуктов питания для конкретной группы лиц (дети, подростки, спортсмены, беременные, кормящие матери, пожилые люди и т.д.). <u>Оценка адекватности питания</u>
Основные компетенции (дисциплины):	
Диагностика метаболических расстройств Клиническая биохимия Физиология пищеварения и обмена веществ Патофизиология Гигиена питания Эпидемиология Трофология Диетология и др.	Функциональная нутрициология Химия пищи Безопасность пищевой продукции Нутрициология элементов <u>Оценка адекватности питания</u> Биохимия продуктов Процессы и аппараты пищевых производств Технологическая нутрициология и др.
Взаимосвязь наук:	
<u>Оценка адекватности питания.</u> Оптимизация незаменимых нутриентов	

Таким образом, диетология и нутрициология – науки, имеющие свой объект, предмет, методы, а, следовательно, и круг изучаемых дисциплин будущими специалистами диетологами и нутрициологами (табл. 1.3).

Если говорить коротко, то изучением оптимального уровня всех важных нутриентов для больных и здоровых людей и оценкой адекватности питания занимается в первую очередь диетология, а нутрициология, основываясь на данных клинической диетологии, занимается обеспечением сбалансированного питания для здоровых людей.

Поскольку в большинстве стран мира науку о лечебном питании называют не диетологией, а клинической нутрициологией,



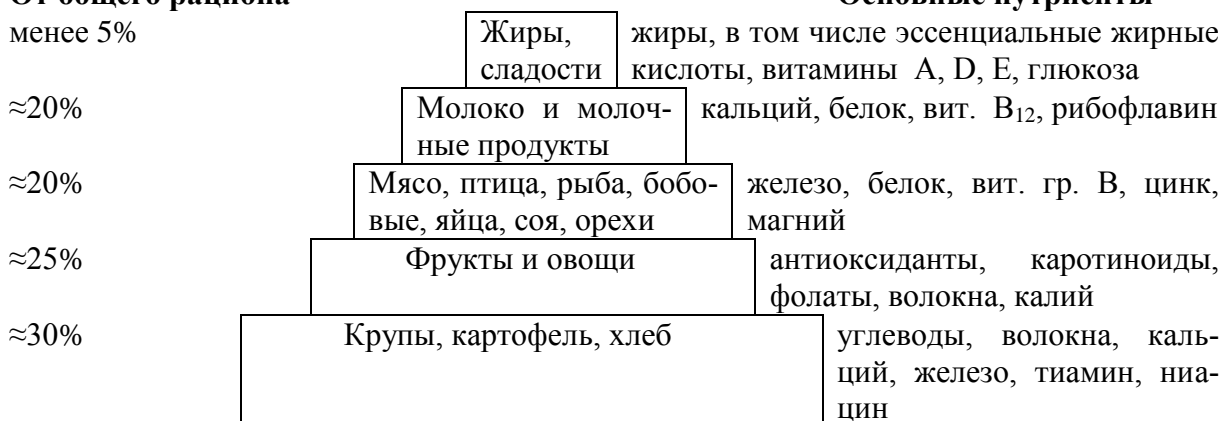
а специалиста в области лечебного питания – не диетологом, а нутрициологом, то нутрициологию, как науку о здоровом питании для всех (чтобы не путать ее с клинической), важно обозначить разграничивающим эпитетом. Среди таких определений могут быть: элементарная, общая, практическая, функциональная или технологическая.

По толкованию определений и их логической взаимосвязи и основ психологии обучения (повторение не менее 3-х раз) нам представляется следующая последовательность изучения науки о здоровом питании [142]:

**1) Элементарная** (элементарный – простейший, такой, который должен быть известен каждому) **нутрициология**, включая пирамиду сбалансированного питания (рис. 1.3.) должна появиться в начальной школе, в курсе, близком сегодняшнему «Мир вокруг нас» в главе о здоровье.

От общего рациона  
менее 5%

**Основные нутриенты**



Р и с. 1.3. Пирамида сбалансированного питания

Если школьник несколько раз нарисует, более или менее упрощенную, подобную пирамиду и попробует составить в соответствии с ней свой дневной рацион, то будет большая вероятность того, что он не станет питаться однообразно, к примеру, весь день одними чипсами. Конечно, при этом важно иметь представление о пирамиде и родителям.

**2) Общая** (общий, т.е. для всех) **нутрициология** – общие представления об основных нутриентах (правая часть рис. 1.3.) и их основных необходимых соотношениях – в средней школе, возможно как глава в предмете «Химия» или «Биология». Глав-

ным в общей нутрициологии считают соотношение жиры: белки: углеводы близкое к 1:1:4.

**3) Практическая** (практический – относящийся к области жизненного опыта, реальных потребностей) **нутрициология** – как профориентационный факультатив в средней школе, предмет бакалавриата сельскохозяйственных и технологических направлений.

Наука об оптимальном уровне потребления нутриентов, которых известно около 600, и с каждым годом открывают новые, с практическими основами оценки адекватности питания.

**4) Функциональная** – наука о пищевых веществах и компонентах, содержащихся в продуктах питания, их метаболизме и функциональном действии на организм – как уровень бакалавриата.

Выше указывалось, что предмет функциональной нутрициологии близок к изучаемой технологами пищевых производств различных специальностей «Химии пищи». Функциональная нутрициология (и/или «Химия пищи») углубляет знания о трех «китах» – группах нутриентов, из которых состоят продукты питания:

1. Пищевые вещества: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества и др. (напомним, их около 600).

2. Пищевые добавки и ароматизаторы (натуральные, идентичные натуральным и синтетические).

Их включение в состав пищевых продуктов направлено на улучшение или сохранение органолептических свойств продуктов, придания им требующейся консистенции, цвета, вкуса и др.

Известно более 500 различных пищевых добавок, безопасность которых для человека подтверждена исследованиями, показавшими отсутствие мутагенных, канцерогенных и иных неблагоприятных факторов.

Часть из них обладает функциональным влиянием на организм. Например, добавки пребиотиков способствуют росту полезных для кишечника микроорганизмов-пробиотиков.

3. Биологически активные минорные нутриенты пищи включают флавоноиды, изофлавоны, фитостерины, фироэстрогены, нуклеотиды и др.

К их числу относятся, например:

- тирамин, содержащийся в сырах, рыбе, и др. продуктах, который оказывает возбуждающее и депрессорное действие на организм,

- алкалоиды кофеин и теобромин (в чае, кофе, шоколаде, кока-коле и др.);

- биофлавоноиды, обладающие высокой антиоксидантной активностью;

- гистамин (в клубнике, апельсинах, креветках и др.) – медиатор аллергических реакций;

- тиаминаза (в сырой рыбе), разрушающая витамин В<sub>1</sub>.

**5) Технологическая нутрициология** (представляющая собой совокупность производственных методов и процессов, щадяще воздействующих на нативные функциональные свойства продуктов, а также научное описание способов производства оптимизированных функциональных продуктов) – как предмет специалитета (магистратуры) в различных пищевых и сельскохозяйственных вузах, а возможно, как профилирующий предмет новой специальности которая в будущем появится – «инженер-нутрициолог».

Взаимосвязь и взаимообогащение диетологии и нутрициологии проявляются на двух полях деятельности:

- при оценке адекватности питания;

- в области оптимизации незаменимых нутриентов в функциональных и диетических продуктах питания.

Функциональными пищевыми продуктами называют такие, которые способны укреплять здоровье, влиять на функции организма, оказывать профилактическое действие. По возможности, его следует отличать от другого термина – продукты диетического питания – предназначенные для лечебного и профилактического питания (Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов»).

Диетические продукты нецелесообразно использовать в питании здорового человека.

Применяются преимущественно с целью лечения заболеваний [55]. Однако всегда можно будет найти продукт, который с успехом можно отнести и к функциональным, и к диетическим.

### **1.3.2 Наука о питании и нутрициологическая химия элементов**

Всеобщая наука о питании имеет три основных направления (см. рис. 1.4):

1. Технологическая нутрициология – производство продуктов питания с использованием технологических приемов и средств, направленных на сохранение и преумножение лечебно-профилактических свойств пищи.

2. Функциональная нутрициология – наука о пищевых веществах и компонентах, содержащихся в продуктах питания, о их метаболизме и функциональном действии на организм. Включает в себя большинство вопросов, рассматриваемых в «Химии пищи» и «Безопасности пищевой продукции» (или «Экологии пищи»).

3. Диетология и гигиена питания – научная разработка проблем лечебного питания, соответственно современным взглядам медицины.

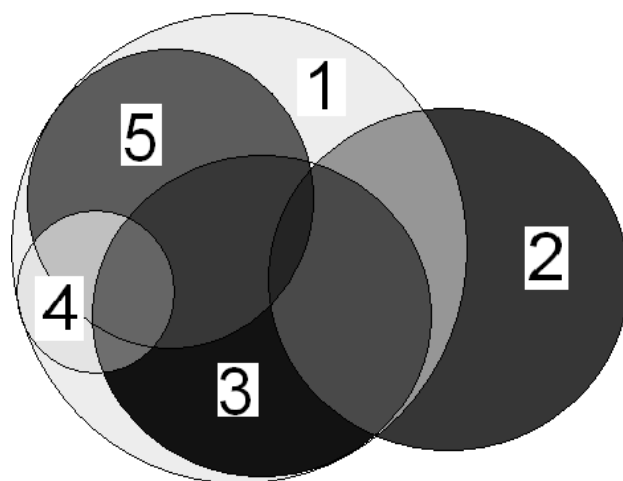
При этом на стыке первого и второго направлений к настоящему времени сформировалось новое четвертое направление науки о питании: «Производство функциональных продуктов питания». А на стыке второго и третьего разделов – пятое направление: «Организация здорового питания», практически осуществляющая специальные пищевые рационы.

«Нутрициологическая химия элементов», в свою очередь, является составной частью «Функциональной нутрициологии» (или «Химии пищи») и рассматривает химические соединения элементов, содержащиеся в продуктах питания, их метаболизм и функциональное действие на организм.

Каждую науку определяют, прежде всего, ее объект и предмет.

Объектом, или автономным элементом реальности, порождающим проблемную ситуацию, для нутрициологической химии элементов являются элементы, поступающие в организм человека (и животных) с веществами (нутриентами) пищи и воды и окружающего пространства.

Предмет науки, или главный аспект, «срез» объекта – предлагаем определить как процессы попадания того или иного элемента в организм, влияющие на здоровье.



Р и с. 1.4. Взаимоотношение различных частей науки о питании: 1 – технологическая нутрициология; 2 – гигиена питания и диетология; 3 – организация здорового питания и производство функциональных продуктов питания; 4 – безопасность пищевой продукции; 5 – химия пищи

Нутрициологическая химия элементов рассматривает элементы с пяти взаимосвязанных сторон:

1) где в окружающем пространстве находятся элементы? Их применение (промышленность, сельское хозяйство, медицина и др.) Распространение в природе и продуктах питания; 2) сколько элементов необходимо? Проявления дефицита и избытка; 3) как оптимизировать адекватный уровень поступления? Синергисты и антагонисты усвоения; 5) анализ нутриционного статуса в организме, определение элементов в водах, продуктах, пищевых добавках.

Для более тонкой детализации взаимосвязей различных существующих наук, и предполагаемых специалистами «наук будущего» можно составить Цветок Бачинского [28] нутрициологической химии элементов. В самой сердцевине будет теоретическая (общая, неорганическая) химия, в большом круге – технологическая нутрициология, а в шестнадцати лепестках – смежные науки (рис. 1.5.):

- 1) Химия пищи.
- 2) Безопасность пищевой продукции.
- 3) Диетология и гигиена питания.
- 4) Организация здорового питания (см. рис. 1.4.).
- 5) Эпидемиология питания [249, 250] – новое для России направление, которое предложил развивать директор Института

питания РАМН, г. Москва, академик В.А. Тутельян, включающее комплексные исследования химического состава, пищевой ценности продуктов; разработку принципов обогащения продуктов микронутриентами.

6) *Биохимия* как наука о качественном и количественном содержании и преобразовании в жизненных процессах соединений, образующих живую материю в одном из направлений своих исследований рассматривает функциональную активность комплексов неорганических ионов с органическими лигандами. Этот раздел биохимии называется бионеорганическая химия.

7) *Физическая и коллоидная химия* [263]. При углубленном изучении химических процессов с использованием физических подходов требуется помощь физической химии, а при рассмотрении коллоидного состояния веществ (с диаметром частиц дисперсной фазы  $10^{-9} - 10^{-6}$  м) – коллоидной химии.

8) *Микробиология, генная инженерия, молекулярная биология и нанотехнологии*.

Повышение качества пищевых продуктов, вырабатываемых с помощью ферментации полезными микроорганизмами, связано с интенсификацией микробиологических процессов. С одной стороны, для нормального развития микроорганизмам нужны катионы и анионы многих элементов, с другой стороны использование генной инженерии для получения культур с заданными свойствами, например протеолитической активностью, открывает дополнительный путь увеличения пищевой ценности продуктов (подробнее гл. 2.7).

9) *Процессы и аппараты пищевых производств*. Рассматривают физические и биохимические процессы и пути их осуществления в конкретных технико-экономических условиях. В наш рацион прочно вошли продукты и полуфабрикаты промышленного производства, а они, как правило, более бедны элементами, чем нативные продукты. Например, при получении белой муки мелкого помола из цельной пшеницы исчезает 68% цинка, 83% марганца, 55% меди и 8% железа.

Уровень сохранения биологических свойств элементов в промышленных продуктах во многом зависит от применяемых на производстве процессов и аппаратов.

10) *Технология* функциональных и других продуктов питания (гл. 3).

11) *Биогеохимическая экология*. Элементный анализ жителей каждого отдельно взятого региона имеет существенную специфику по избытку или нехватке каких-то элементов, что является предметом указанной науки. Автомагистрали и производственные выбросы тоже сильно нарушают кругооборот элементов в природе и отражаются на составе человеческого организма: ведь мы с вами – часть пути, который проходят минеральные элементы в своём круговороте [221; 224].

12) *Землепользование*. Культура земледелия, в том числе «мода» на использование тех или иных удобрений, меняет состав почвы. В частности, в ней уменьшается содержание важных элементов [224]. С начала XX века содержание железа в американских яблоках сократилось почти на 90%, кальция – на 48%, магния – на 83%.

13) *Гомеопатия и кристаллотерапия*. «Попробуйте испытывать лекарство (гомеопатическое) на здоровом» – говорил Ганеман [77]. Принцип «Подобное лечат подобным» относится не только к гомеопатическим средствам, но и к кристаллам, и к пище. Многие современные врачи-гомеопаты, часто уже не вспоминающие указанный принцип, всё же считают, что гомеопатия – средство для практически здорового человека поддерживать своё здоровье [135]. В гомеопатии используются маленькие разведения веществ (часто 1 : 10, т.е. примерно одна молекула на литр растворителя).

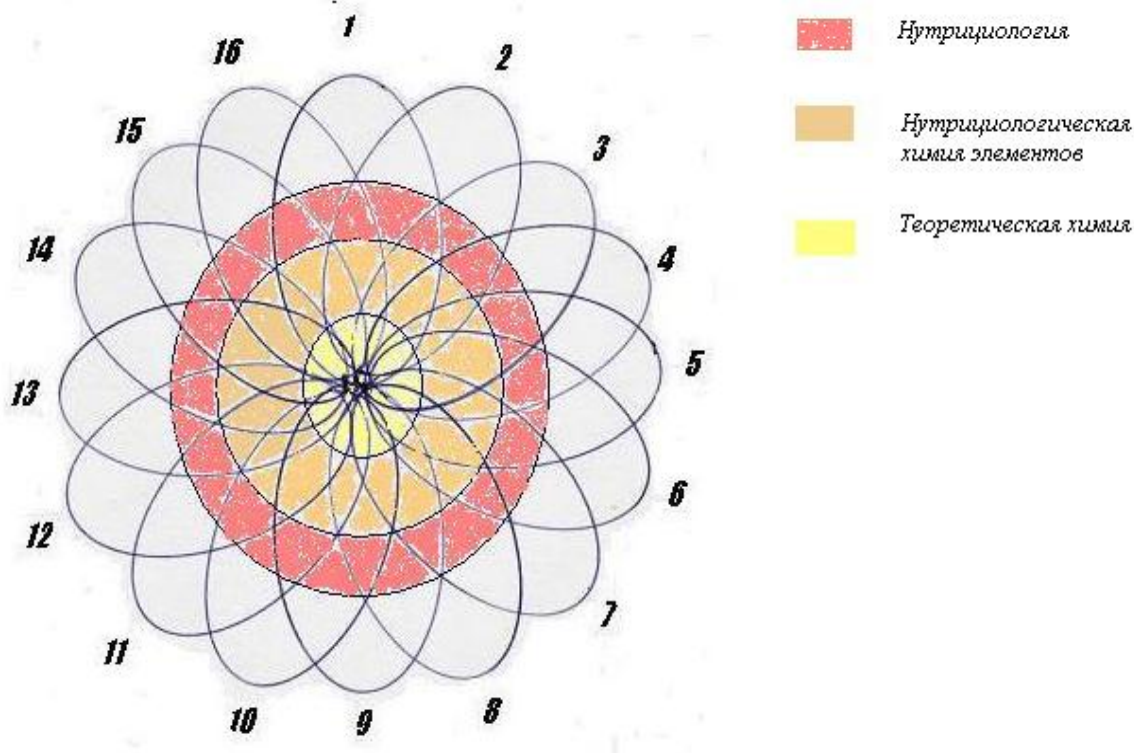
14) *Медицинская элементология* [224]. В 2001 г. основано Российское общество медицинской элементологии (РОСМЭМ) в Оренбургском государственном университете. С 2001 г. выходит периодический журнал «Микроэлементы в медицине», с 2004 г. «Биоэлементология», а в Германии международный журнал «Trace Elements in Medicine and Biology».

15) *Магнитология и гелиобиология*. Сегодня является фактом, что химические и биохимические реакции протекают по-разному, в зависимости от солнечной активности и движения Земли [34]. Центр изучения закономерностей ее движения находится в Крыму – в Таврическом университете им. В.И. Вернадского. Каждые

два года там проводятся соответствующие конференции (подробнее гл. 4).

16) *Аналитическая химия, биохимические и физико-химические методы анализа* (гл. 1.4.1.5) и другие науки.

В изучении химических элементов пищи технологом пищевых производств, в частности, разрабатывающим новые обогащенные функциональными ингредиентами продукты питания, принадлежит одна из ведущих ролей. Ведь обогащение пищевых продуктов – это серьезное вмешательство в традиционно сложившуюся структуру питания человека. Осуществлять его можно только с учетом научно обоснованных технологической и функциональной нутрициологией и проверенных медицинской диетологической практикой принципов.



Р и с. 1.5. Модель взаимосвязи нутрициологической химии элементов с другими науками

И традиционные, естественные продукты подчас обладают не меньшими биологическими функциями, о которых необходимо в полной мере знать, в стремлении их сохранения, добросовестным производителям продуктов питания. Поскольку в настоящее время в России нет специальности «Технолог-нутрициолог», знания «Технологической нутрициологии» и «Нутрициологической хи-



мии элементов» должны стать обязательным багажом технологов и инженеров-пищевиков.

Любые рациональные научные исследования базируются на предыдущих достижениях и ошибках, гипотезах и фактах, т.е. на истории своего развития [231]. Формирование «нутрициологической химии элементов» в недрах иатрохимии и диетологии создало такое положение, что современный анализ работ проводится в основном с позиции медицины. Тем самым большой пласт влияния элементов на технологии производства продуктов здорового питания остался мало исследован.

Следствием этого стал своеобразная профессиональная разобщённость, в частности: физики и химики читают студентам-технологам только соответствующие теоретические предметы, а технологам пищевых производств, зачастую не хватает теорий для решения практически важных физико-химических проблем.

Главным условием развития теоретической и прикладной «Нутрициологической химии элементов», по-видимому, как и любой интеграционной науки, является преодоление междисциплинарного барьера, разобщённости исследователей смежных наук.

### ***Выводы к главе 1***

1. Важность биогенных элементов для здорового функционирования многих систем человека, а также их значительное влияние на технологии продуктов питания делает необходимым изучать науку о элементах пищи будущими технологами пищевых производств.

2. Нутрициологическая химия элементов должна рассматриваться, с одной стороны, как часть химии, с другой – нутрициологии. В то же время это самостоятельная наука.

3. Объектом нутрициологической химии элементов являются элементы, поступающие в организм с веществами (нутриентами) пищи, воды и окружающего пространства.

Предмет науки – это процессы попадания того или иного элемента в пищу, влияние элемента на здоровье человека (и животных).

4. Лингвистически «нутрициологическую химию элементов» можно перевести с греческого как науку о превращениях «chemi» первоначал «elementum» пищи «nutrisi».

5. Иатрохимия (от греч. «иатрос» – врач) – врачебная (медицинская) химия, наука о приготовлении лекарств, может по праву считаться прародительницейнутрициологической химии элементов, а такженутрициологии и диетологии.

6. Кризис теорий сбалансированного и полного элементного питания и новые открытия в области пищеварения привели к формулировке новой теории адекватного питания. В общем виде она указывает на необходимость обеспечения организма энергетическими и пластическими и всеми эволюционно важными компонентами пищи.

7. Диетология (клинический уровень), инутрициология (на технологическом уровне) – науки, имеющие свой объект, предмет, методы, а, следовательно, и круг изучаемых дисциплин будущими специалистами диетологами инутрициологами.

8. С накоплением большего фактического материала о физиологическом и технологическом действии изотопов элементов наука может преобразиться в «нутрициологическую химию атомов».

9. Изучением оптимального уровня всех важных нутриентов для больных и здоровых людей и оценкой адекватности питания занимается в первую очередь, диетология, анутрициология, основываясь на данных клинической диетологии, занимается обеспечением сбалансированного питания для здоровых людей.

10. В оптимальном вариантенутрициология, как наука о здоровом питании для всех имеет 5 ступеней:

1) **элементарнаянутрициология** – в начальной школе, в курсе, близком к сегодняшнему «Мир вокруг нас» в главе о здоровье;

2) **общаянутрициология** – в средней школе, возможно как глава в предмете «Химия» или «Биология»;

3) **практическаянутрициология** – как профориентационный факультатив в средней школе, предмет в профессиональных училищах;

4) **функциональная** – как уровень бакалавриата;

5) **технологическая нутрициология** – как предмет специалитета (магистратуры) в различных пищевых и сельскохозяйственных вузах, а возможно, как профилирующий предмет новой специальности которая в будущем появится – «инженер-нутрициолог».

Как новые образовательные стандарты различных уровней справятся с задачей постепенного подъема компетенций в нутрициологии – покажет время.

11. «Нутрициологическая химия элементов» может рассматриваться как раздел общей нутрициологии.

#### *Вопросы и задания для самоконтроля по главе 1*

1. Каково местоположение химии среди других наук?
2. Химия в большей степени фундаментальная или прикладная наука?
3. Какие вы знаете три версии происхождения слова «химия»?
4. Каково происхождение слов «элемент» и «атом»?
5. Обоснуйте разницу между элементом и атомом.
6. Что такое «нутрициология», «нутрициология элементов», «нутрициологическая химия элементов»?
7. Какие 5 основных физиологических роли минеральных веществ в организме человека и животных вы можете перечислить?
8. Кто считается основателем иатрохимии?
9. Что Гиппократ говорил о лечебных продуктах в IV веке до н.э.?
10. В чем заключаются теории адекватного, элементного, сбалансированного питания? Какие они имели недостатки?
11. Каковы главные постулаты современной теории рационального питания.
12. Нарисуйте пирамиду сбалансированного питания.
13. Сколько нутриентов известно? Перечислите основные нутриенты.
14. В чем отличие функциональных и диетических продуктов питания?
15. Что такое минорные нутриенты пищи?
16. Сформулируйте объект и предмет нутрициологической химии элементов.

#### **Примерные исследовательские темы по главе 1**

1. Раскрытие практической взаимосвязи химии с другой/ими наукой/ами.
2. Исследование пирамиды питания объекта (конкретного человека, среднестатистического студента, семьи и т.п.).
3. Оценка соответствия питания конкретного объекта нормам общей нутрициологии.

4. Реализация рационального питания в конкретных условиях.
5. Оценка безопасности пищевых добавок и ароматизаторов.
6. Новые открытия минорных нутриентов пищи.
7. Взаимосвязь нутрициологической химии элементов и эпидемиологии питания.
8. Создание/реставрирование учебного видеофильма «Элементарная нутрициология» или «Общая нутрициология».

## ГЛАВА 2 НУТРИЦИОННЫЕ S-ЭЛЕМЕНТЫ

Наши лекарства должны быть пищевыми веществами, а наши пищевые вещества – лекарствами.

*Парацельс*

### **2.1 Периодическая система, элементные классификации и место в них s-элементов**

Первого марта 1869 года Д.И. Менделеев обнаружил периодический закон и «естественную», так он первоначально ее называл, таблицу элементов. Формулировка периодического закона гласила: «Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими веществ, находятся в периодической зависимости от их атомного веса».

В момент представления первого варианта таблицы отсутствовали сведения о внутреннем строении атома, и было открыто только 67 элементов. Лишь спустя примерно 50 лет, в двадцатых годах прошлого столетия после революционных открытий строения атома, открытия новых элементов периодический закон приобрел современное звучание. В трактовке закона понятие «атомный вес» элемента было заменено словами «атомный» (или «порядковый») номер, что отвечает числу протонов в ядре атома, и соответственно, числу электронов у нейтрального атома.

Сегодня в научной и учебной литературе часто можно встретить устаревшую форму, так называемую короткую периодическую таблицу. Современная форма периодической таблицы была принята по решению ИЮПАК (Международный союз теоретической и прикладной химии) 1989 года. В отличие от российского, зарубежное образование приняло к исполнению решение о вве-

дении современной периодической таблицы незамедлительно. Современная периодическая система состоит из 18 групп, обозначенных арабскими (вместо римских) цифрами, и не содержит подгрупп, рядов и семейств побочных элементов [218]. S-элементы в современной периодической системе расположены в 1 и 2 группах и являются металлами.

Автор считает, что все *s*-элементы необходимо рассматривать как нутриционные (оказывающие влияние на здоровье), включая те, эссенциальность (необходимость поступления с пищей для которых) пока не доказана. Ведь, с одной стороны, пределы обнаружения многих элементов существующими методами анализа пока еще недостаточны для того, чтобы подтвердить гениальные предвидения великого русского ученого В.И. Вернадского, о том, что любой элемент Периодической системы может быть обнаружен в организме человека и, возможно, имеет свое биологическое значение.

С другой стороны, низкий уровень экологичности многих современных промышленных технологий возводит в ранг токсикантов ряд элементов, для которых уже доказано необходимое функциональное значение.

Таким образом, нутриционные *s*-элементы – это щелочные (литий, натрий, калий, рубидий, цезий, франций) и щелочноземельные (бериллий, магний, кальций, стронций, барий, радий) металлы, а также водород.

Каково место щелочных и щелочноземельных металлов в элементной классификации? Еще в конце XIX века выдающийся русский ученый академик В.И. Вернадский впервые классифицировал химические элементы внутренней среды организма на макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Макроэлементы – минеральные вещества, содержание которых в организме довольно значительно – от  $10^{-2}\%$  и выше. Микроэлементов –  $10^{-3} - 10^{-4}\%$ , а элементы, которые встречаются в организме от  $10^{-5}\%$  и меньше – ультрамикроэлементы.

Позже выделили группу основных или биогенных элементов, состоящую из углерода, водорода, кислорода, азота, фосфора и серы [223], необходимых без исключения абсолютно всем живым организмам. По другой классификации 12 элементов, на 99% формирующих элементный состав организма отнесли к струк-

турным: углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, кальций, магний, натрий, калий, хлор и фтор.

Элементы неравномерно распределены между живым существом, от вида к виду существует большие отличия в потребности к различным элементам. Для человека микроэлементом называют элемент, потребность в котором находится в пределах от нескольких десятков микрограммов до 1–2 мг в сутки; макроэлементом – от сотен миллиграммов до нескольких граммов. Однако важно отметить, что использование приставки микро- в такой классификации не соответствует ее истинному значению ( $10^{-6}$  г), в частности для микроэлемента меди средняя суточная потребность составляет 2 мг, марганца – 7 мг и т.д.

Более правильное использование приставок в названии биологически важных химических элементов отражено в правой части табл. 2.1.

Таблица 2.1 – Классификации минеральных элементов

Принятая в настоящее время		Рекомендуемая, с учетом действительных обозначений латинских приставок [Полянская, 2005]	
Микроэлементы	10 мкг – 2 мг	Наноэлементы	1–999 нг
Элементы, занимающие промежуточное положение между микро- и макроэлементами	10–20 мг	Микроэлементы	1–999 мкг
Макроэлементы	100 мг – 10 г	Миллиэлементы	1–999 мг
		Макроэлементы	1 и более г

Однако зачастую для различных категорий людей рекомендуемая суточная потребность различается, и для разных людей элемент попадает в различные градации. Так, рекомендуемые нормы потребления кальция для детей первого года жизни 400–600 мг (микроэлемент); 7–10 лет – 1100 мг (макроэлемент).

Наиболее совершенной классификацией минеральных элементов пищи человека нам представляется принятие за признак разделения содержание элемента в женском молоке [138] с учетом истинного значения латинских десятичных приставок. Содержания элементов в молоке женщин, живущих в разных районах мира, различается мало, в силу гомеостатических механизмов. По этому признаку калий (4,1–5,5 мг%), натрий (9–13 мг%), кальций (22–29 мг%) и магний (2,9–3,8 мг%) являются миллиэлементами, барий (10–30 мкг%) и стронций ( $\approx 30$  мкг%) – микроэлементами. Франций и радий, по-видимому, наноэлементы. Возможно и использование данных по нормальному содержанию элементов в крови человека.

По другой классификации элементы делят на жизненно необходимые или эссенциальные (Ca, Mg, K, Na, P, S, Cl, Fe, Zn, Mn, Mo, I, Se, Cu, Co), условно-необходимые (F, Si, Ti, V, Cr, Ni, As, Br, Cd, Sr) и элементы малоизученного действия (Li, Bi, B, Sc, Al, Ga, Ge, Pb, Zr, Ag, Sn, Sb, Cs, Ba, Hg, Re, Th, U и др.).

Классификация является подвижной, элемент после открытия медицинской элементологией данных о важном участии в метаболических процессах поднимается на ступеньку выше. К тяжелым металлам относят более 40 химических элементов, обладающих в свободном виде свойствами металлов и имеющих атомную массу свыше 50 единиц [221]. Из s-элементов это стронций и барий.

Чтобы ответить на вопрос, какие элементы в большей степени накапливаются в организме, мы рассчитали коэффициент накопления элемента в организме взрослого человека  $K_H$ :

$$K_H = \frac{\omega_{\text{чел}}}{\omega_{\text{лит}}};$$

где  $\omega_{\text{чел}}$  – массовая доля элемента в организме взрослого человека, %,

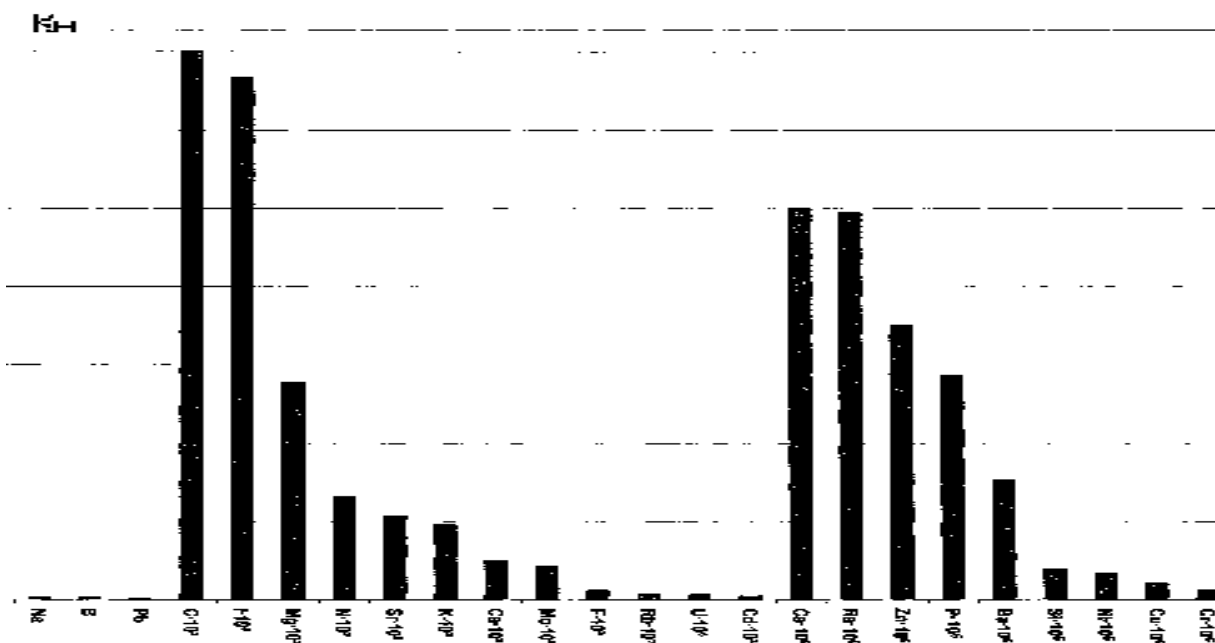
$\omega_{\text{лит}}$  – массовая доля элемента в литосфере Земли, % [41].

Из столбиковой диаграммы коэффициента накопления (рис. 2.1) видно, что из S-элементов в первую очередь в организме

человека накапливаются водород и натрий, а меньше всего – бериллий и барий (их примерно в миллион раз меньше, чем в литосфере).

По этому признаку человека можно назвать гидрогениумфилом («гидрогениум» – водород) и натриумфилом.

Таким образом, s-элементы относятся к металлам (кроме водорода), попадающим в различные градации любых классификаций. Стронций и барий – тяжелые металлы. Калий, натрий, кальций и магний являются миллиэлементами; стронций, барий, литий, рубидий, цезий – микроэлементами; франций и радий – наноэлементы, при использовании классификации с учетом истинного значения латинских десятичных приставок. К наиболее накапливаемым s-элементам относятся водород и натрий.



Р и с. 2.1. Коэффициент накопления элемента в организме взрослого человека,  $K_n$

## 2.2 Общие свойства элементов I группы

Элементы I группы периодической системы (кроме водорода): литий, натрий, калий, рубидий, цезий и франций – объединяют под общим названием щелочные металлы, т.к. их гидроксиды – сильные, хорошо растворимые основания – щелочи. Водород – самый простой по строению, самый легкий и после гелия – самый маленький из всех атомов исключителен по свойствам. В



периодической системе его обычно помещают одновременно в I и VII группу. Среди свойств элементов важными для объяснения их нутрициологической ценности могут быть радиус иона электроотрицательность, а также произведение растворимости конкретных химических веществ, термодинамические характеристики и др. [99] (табл. 2.1).

Натрий и цезий являются изотопно-чистыми элементами, у лития и рубидия по два изотопа ( ${}^6_3\text{Li} - 7,42\%$ ;  ${}^7_3\text{Li} - 92,58\%$ ), калий имеет три изотопа ( ${}^{39}_{19}\text{K} - 93,08\%$ ;  ${}^{40}_{19}\text{K} - 0,011\%$ ;  ${}^{41}_{19}\text{K} - 6,91\%$ ). Нуклид калия с массовым числом 40 радиоактивен.

Химическая связь в бинарных и сложных соединениях щелочных металлов имеет преимущественно ионный характер. Увеличение степени ионности связи при переходе от соединений лития к соединениям цезия вследствие увеличения поляризующей способности катиона влияет на увеличение их растворимости. Наибольшее число нерастворимых или малорастворимых соединений образует литий ( $\text{LiF}$ ,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  и др.) [42].

Таблица 2.1 – Свойства элементов I группы

Свойства	H	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr
Радиус иона, пм	24	78	98	133	149	165	180
Энергия ионизации, эВ	13,60	5,39	5,14	4,34	4,18	3,89	3,98
Электроотрицательность	2,10	0,97	1,01	0,91	0,89	0,86	0,86
Стандартный электродный потенциал, В	0	-3,05	-2,71	-2,92	-2,92	-2,92	-
Массовая доля в литосфере, %	$1,4 \cdot 10^{-1}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	2,4	2,1	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	?
Массовая доля в гидросфере, %	10,8	$1,8 \cdot 10^{-5}$	1,1	$4 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$	?
Содержание в организме взрослого человека, г	7000	0,2	98	140	0,32	$1,5 \cdot 10^{-3}$	?
Массовая доля в организме взрослого человека, %	10	$2,9 \cdot 10^{-2}$	0,1	0,2	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$	?

Поляризующая способность катиона, т.е. влияние на деформацию электронного облака аниона, зависит, в свою очередь, от плотности заряда на катионе  $\rho$  (табл. 2.2). Ион  $\text{Li}^+$ , как ион с наименьшим радиусом, характеризуется также самой высокой

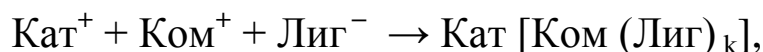
энергией гидратации, поэтому многие его соли кристаллизуются в виде гидратов (напр.  $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiClO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{LiSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ).

Достаточно часто кристаллогидраты дают соли натрия (гипосульфит  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , сода кристаллическая  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , глауберова соль  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) и редко – калия (алюмокалиевые квасцы  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) [99]. Другие щелочные металлы гидратов не образуют.

Таблица 2.2 – Поляризирующая способность катионов щелочных металлов

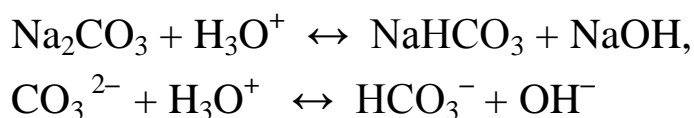
Ион	Плотность заряда $\rho$
$\text{Li}^+$	16,7
$\text{Na}^+$	10,5
$\text{K}^+$	7,5
$\text{Rb}^+$	6,8
$\text{Cs}^+$	5,9

Комплексообразование для ионов щелочных металлов нехарактерно, но они могут быть связаны в комплекс подходящими комплексообразователем  $\text{Ком}^+$  и лигандом с образованием ионной связи:



например,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CNS})_6]$ . В водных растворах первичная диссоциация комплексных соединений происходит с разрывом ионной связи, поэтому в биологических средах ионы щелочных металлов находятся в основном в виде гидратированных ионов.

Соли щелочных металлов со слабыми кислотами в растворах так же гидролизуются с образованием щелочной реакции среды, что обуславливает их кислотно-регулирующую роль.



Лечение некоторых психических заболеваний основано на частичной замене ионов калия и натрия на ионы *лития*. Кроме психиатрической практики, иногда применяют при лечении иммунодефицитных состояний.

Наличие лития в организме человека показал еще в 1905 г. Герман методом количественного спектрального анализа золы. По его и данным более поздних исследователей (Лундегорду, Бергстрану и др.) в печени содержится примерно 4 мг на 1 кг; в крови 19 мг на 1 л. Таким образом, литий – миллиэлемент. Принимает участие в регуляции высшей нервной деятельности, оказывающий также влияние на иммунитет и водно-солевой обмен.

Повышенная концентрация в волосах отмечается при нарушении выделительной функции почек, передозировке препаратов лития, у работников и лиц, проживающих вблизи предприятий по производству элементов питания, компонентов для АЭС, и самих АЭС. Явления литиевой недостаточности у здоровых людей не известны. Описано токсическое влияние лития для людей при попытке заменить поваренную соль пищевого рациона на хлорид лития, когда им показано ограничение поваренной соли в пище. Токсическое влияние лития проявляется при употреблении человеком с пищей 4–5 г хлорида лития в день. Наступают общая слабость, сонливость, головокружение, замедление сердечной деятельности, дрожь, болевая чувствительность кожи, потеря аппетита, отвращение к пище. Таким образом, литий токсически влияет на центральную нервную систему и почки.

*Рубидий* – распространенный элемент, содержание в литосфере  $1,5 \cdot 10^{-2}\%$ . Это больше, чем у меди, олова, цинка или свинца. Но у него нет собственных минералов, сопутствует другим щелочным металлам, поэтому называется рассеянным. Если подержать в руках ампулу с рубидием, он превращается в полужидкую массу, ведь температура плавления металла  $39^{\circ}\text{C}$ . Название металла происходит от латинского «красный», т.к. металл дает только для него характерные линии в темно-красной области спектра. Соли рубидия растворены в воде морей, океанов и озер ( $\approx 100$  мкг/л). Значит, в мировом океане среднее содержание рубидия в сотни раз меньше, чем в земной коре. Обнаружено повышенное его содержание в одесских лиманах (670 мкг/л), в Каспийском море (5700 мкг/л), в некоторых минеральных источниках Бразилии. Рубидий найден в морских водорослях, в чае, кофе, в сахарном тростнике, в табаке. Мировое производство этого металла всего несколько килограммов в год. Рубидиевые препараты иногда применяются в медицине как снотворные и болеутоляю-

щие средства. Его соединения используются в аналитической химии как специфические реактивы на марганец, цирконий, золото, палладий и серебро [147] и как катализатор в некоторых органических синтезах.

*Цезий* – самый мягкий из металлов (как воск). В земной коре его в несколько сот раз меньше, чем рубидия. Как и рубидий – это рассеянный элемент. Применяется в радиотехнике и как катализатор. Цезиевые часы – самые точные в мире. При нагревании цезий легко испускает электроны. Ученые полагают, что в будущем станет возможным приводить в движение космические аппараты путем выстреливания электронов топливом, содержащим цезий [6]. Радиоактивный изотоп – цезий-137 способен накапливаться в съедобных грибах. О биологической роли цезия известно следующее: под влиянием солей цезия (а так же рубидия) значительно повышается насыщенность артериальной крови кислородом, а напряжение кислорода в коре головного мозга и в некоторых участках подкорковых образований значительно увеличивается [240].

*Франций*, который до своего открытия называли экацезий, должен был бы встречаться в виде растворимых солей, которые по своей растворимости должны превосходить соли остальных щелочных металлов, поскольку при переходе от лития к цезию растворимость солей возрастает [147]. Обнаружить на Земле элемент, мировые запасы которого не достигают килограмма, оказалось весьма сложно. Это сделала француженка Маргарита Пере в 1939 г. Это радиоактивный элемент с периодом полураспада 22 мин.

*Водород* – элемент, из которого более чем наполовину состоит Солнце. В земной коре из каждых 100 атомов 17 – это атомы водорода. Несмотря на относительно небольшое содержание водорода в живом веществе (в частности в белках 6–8%, тогда как углерода – 50–54% [262]) имеет высокую нутрициологическую ценность. В природе элемент существует в виде трех изотопов: протия, дейтерия и трития ( $^1_1\text{H}$  или H;  $^2_1\text{H}$  или D;  $^3_1\text{H}$  или T). Тритий радиоактивен (период полураспада 12, 26 года). В естественной смеси изотопов преобладает протий (отношение H:D:T составляет  $1 : 1,46 \cdot 10^{-5} : 4,00 \cdot 10^{-15}$ ). У любого элемента Периодической системы есть аналоги. У протия – нет, ведь только у него

ядро – элементарная частица протон и только он один способен лишиться всех электронов. Ион водорода – «голый», положительно заряженный протон, поэтому легче всего может притягиваться к оболочкам других атомов, образуя водородную связь. Именно благодаря водородным связям происходит точное копирование молекул ДНК, специфичность действия многих лекарственных препаратов, ответственны они за вкусовые ощущения, и за способность наших мышц сокращаться. Водород используется для гидрогенизации растительных жиров. Невозможно переоценить значение оксида водорода – воду (подробно в гл. 4.3.1). Имеются данные о специфичном биологическом действии тяжелого изотопа водорода – дейтерия [114]. В результате обменных процессов с космосом содержание дейтерия на нашей планете, а значит, в воде и пище увеличивается. Это биологическое воздействие иммунологического характера.

## 2.3 Натрий и калий

### 2.3.1 Нутрициологическая функция *K* и *Na*

*Обеспечение нормального водно-электролитного функционирования клеток – главная нутрициологическая функция натрия и калия.*

В комплексе натрий (снаружи клеток) и калий (внутри клеток) создают необходимый для нормальной деятельности клеток мембранный потенциал в силу разности своих концентраций внутри и снаружи клеток более чем в 15 раз. Для осуществления такого неравномерного распределения этих элементов требуется затрата энергии, т.к. перенос ионов через мембрану происходит против градиента их концентраций. Это реализуется с помощью калий-натриевого насоса, который за счет энергии гидролиза одной молекулы АТФ выводит три катиона натрия из клетки, а два катиона калия посылает внутрь клетки. Вследствие дисбаланса электрических зарядов внутренняя поверхность мембраны заряжается отрицательно, а внешняя – положительно.

*Возникновение электрического потенциала на клеточной мембране, в свою очередь определяет возможность возникновения и проведения нервного импульса и других важных физиологических процессов в клетке.*

Калий имеет существенное значение в поддержании автоматизма сокращения сердечной мышцы [290], способствуя ее расслаблению между сокращениями сердца. Калий также выполняет кофакторную функцию, активизируя ферменты, в частности пируваткиназу – ключевой момент метаболизма углеводов [86]. Кроме влияния на процессы образования углеводов, ионы калия активизируют синтез ряда белка на рибосомах и процессы гидратации/дегидратации углекислого газа [227].

Кроме электромембранной клеточной функции, ионы играют воднорегулирующую функцию: избыточное потребление натрия вызывает задержку жидкости в организме, а калия, напротив, способствуют ее выведению. 15 г поваренной соли задерживают в организме до двух литров жидкости.

Натрий играет важную роль при абсорбции в кишечнике не только воды, но и аминокислот, глюкозы, а также при их реабсорбции в почках. С натрием связаны также функции регуляции объема крови и артериального давления. Существенное влияние этих ионов на центральную нервную систему: избыток натрия в клетках коры головного мозга вызывает депрессию, избыток калия – возбуждение.

Благодаря устойчивости внешней структуры и низкой плотности положительного заряда на поверхности катионов натрия и калия их свободные атомные орбитали внешнего уровня не могут эффективно взаимодействовать с неподеленными парами электронов молекул воды, из-за чего они удерживаются в гидратной оболочке катиона только электростатически. Поэтому катионы натрия и калия не подвергаются гидролизу в водной среде и практически не проявляют склонность к комплексообразованию [227]. Основное отличие в функциональных свойствах этих катионов связано с различием в плотности положительного заряда у их поверхности: у катиона натрия она выше (большой заряд и малый радиус), поэтому его электростатическое поле сильно удерживает молекулы воды. Это явление называют положительной гидратацией, характеризующейся сравнительно большим временем жизни ( $\tau_{cp}$ ) молекул воды в толстой структурированной гидратной оболочке иона. У катиона калия малая поверхность плотности заряда, и поэтому тонкий плотный структурированный слой и толстый рыхлый деструктурированный [227] слой и отри-

цательная гидратация ( $\tau_{\text{ср}} < 10^{-9}$  с). Этим объясняется, почему катионы калия являются преимущественно компонентами внутриклеточных, а натрия – межклеточных жидкостей и почему посредством калиево-натриевого «насоса» поддерживается оптимальное содержание жидкости в организме [290].

*Таким образом, совместную нутрициологическую функцию натрия и калия можно свести к двум основным значениям:*

- *поддержание водно-электролитного баланса;*
- *активация ряда ферментов.*

*При этом их биологическое значение проявляется во влиянии на:*

- *центральную нервную систему;*
- *артериальное давление крови;*
- *сократимость мышц, в том числе сердечных.*

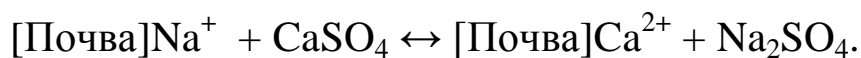
### **2.3.2 Элементы К и Na вокруг нас.**

#### ***Применение. Содержание в воде и продуктах питания***

Натрий и калий – очень распространенные элементы. Чуть более 2,5% земной коры приходится на натрий, и чуть меньше 2,5% на калий. «Калий» происходит от арабского «алкали» – зола, «натрий» – от «натрон» – сода.

Натрий образует 222 минерала, среди них: галит (хлорид натрия), натриевая или чилийская селитра (нитрат натрия), глауберова соль (десятиводный сульфат натрия), бура (десятиводный тетраборат натрия), аметист, жадий, лунный камень, лазурит. Среди нескольких сотен калийсодержащих минералов: калиевая селитра (или просто селитра, нитрат калия), ортоглаз (двойная соль кремниевой кислоты,  $K_2Al_2Si_6O_{16}$  или  $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ), поташ (карбонат калия), сильвинит ( $mKCl \cdot nNaCl$ ), каинит ( $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ ), нефрит, лазурит и др. В нашей стране находятся самые богатые в мире месторождения калийных удобрений в районе Соликамска. Несмотря на широкое распространение этих элементов в соединениях, в чистом виде эти металлы получить достаточно трудно, т.к. они очень активны. Получают их, в основном, электролизом. Соли легко растворяются и уносятся в море, в почвах их мало, почвы обедняются. Из-за того, что ионы калия легко поглощаются коллоидными частицами почвы, содер-

жание этого элемента в морской воде в 50 раз меньше, чем натрия [147]. Растения чаще страдают от избытка натрия и недостатка калия. Засоленные почвы (содержащие много натрия), улучшают гипсованием:



В дальнейшем растворимые соли натрия вымываются из почвы осадками. Калий в растениях в основном находится в молодых растущих клетках, клеточном соке, и способствует быстрому накоплению углеводов. В качестве калийных удобрений используют калий хлористый (хлорид калия и натрия) и калий сернокислый (сульфат калия), печную золу, цементную пыль, органические удобрения, сложные и сложно-смешанные удобрения.

На концентрацию натрия в воде конкретного региона, помимо гидрогеологических условий, вида промышленности, влияет и время года. Концентрация его в питьевой воде обычно не превышает 50 мг/дм<sup>3</sup>; в речных водах колеблется от 0,6 до 300 мг/дм<sup>3</sup> и даже более 1000 мг/дм<sup>3</sup> в местностях с засоленными почвами (для калия не более 20 мг/дм<sup>3</sup>), в подземных – может достигать нескольких граммов и десятков граммов в 1 дм<sup>3</sup> на больших глубинах (для калия – аналогично). Уровни натрия выше 50 мг/дм<sup>3</sup> вплоть до 200 мг/дм<sup>3</sup> могут быть также получены в результате водоподготовки, особенно в процессе натрий-катионитного умягчения [290].

Человеческий организм на 0,35% состоит из элементов калия и на 0,15% из натрия.

Главный пищевой источник натрия – поваренная соль, вводимая в продукты в процессе промышленного производства пищи и при приготовлении пищи дома, досаливании ее при употреблении. К продуктам, содержащим много поваренной соли, относятся (в мг/100 г): соленые, копченые, маринованные, консервированные изделия (500–10000), колбасные изделия (400–1000), сыры (≈1000). Вместе с тем натрий содержится во многих других продуктах: мясе, рыбе (≈1000), хлебе (≈1000), крупах, овощах (≈1000).

Важно подчеркнуть, что в *овощах и фруктах существенно выше содержание калия, чем натрия*. Калия (в мг/100 г) в картофеле 550–600, изюме 860, какао 2400, шоколаде 535. Для воспол-



нения источников калия рекомендуют есть курагу (более 2000 мг/100 г) или изюм ( $\approx 1000$  мг/100 г).

Суточное потребление натрия с питьевой водой даже при повышенных концентрациях в 15–30 раз ниже, чем с пищей, и не может вызывать существенный дополнительный эффект [290]. СанПиН 10-124 99 ограничивает содержание натрия в питьевой воде величиной ПДК 200 мг/дм<sup>3</sup>; по калию ограничения не вводятся.

При обогащении продуктов калием в России разрешено использование соединений: адипат калия E357, бензоат калия E212, ацетаты калия E261, аскорбат калия E303, алюмосиликат калия E555, альгинат калия E402, 5-гуанилат калия E628, 5-инозинат калия E632, изоаскорбат калия E317, гидрокарбонаты калия E501, лактат калия E326, малаты калия E351, нитрат калия E252, нитрит калия E249, пиросульфит калия, E224, полифосфат калия E452, пропионат калия E283, сахаринат калия E954, силикат калия E560, К-олеат E470a, сорбат калия E202, сульфаты калия E515, сульфиты калия E225, тартраты калия E336, ферроцианид калия E536, формиат калия E237, фосфаты калия E340, fumarаты калия E366, хлорид калия E508.

Не все указанные соли одинаково безопасны, некоторые имеют допустимые количественные ограничения [219].

Как источники гомеопатических элементов возможно использование следующих минералов:

- *нефрит* (он же жад, или жадеит) – моноклинный силикат алюминия, часто с добавлением кальция и железа;

- *лазурит* (изометрический силикат натрия с включением кальция, алюминия и серы);

- *лунный камень* – калиевый силикат алюминия, иногда с добавками натрия.

*Глауберова соль* приводит к повышению осмотического давления в кишечнике, всасыванию воды и усилению перистальтики, поэтому применяется в качестве слабительного средства. *Бура* применяется наружно как антисептическое средство. *Хлорид натрия (поваренная соль)* в медицине применяется для ингаляций, ванн. Его 0,9% (1,15 М) раствор называется «физиологическим» и применяется в медицине для внутривенных вливаний, на

пищевых предприятиях – в микробиологических лабораториях для приготовления разведений микроорганизмов. Гипертонический раствор – для очищения ран. В домашних условиях используют довольно концентрированный раствор ( $\approx 10\%$  – столовая ложка соли на стакан воды) для полосканий.

*Гидрокарбонат натрия (пищевая сода)* – буферная соль – поддерживает кислотно-щелочное равновесие в жидких средах организма. Гидрокарбонат натрия вследствие гидролиза проявляет слабощелочные свойства и применяется при повышенной кислотности желудочного сока, изжоге и других заболеваниях. Наружно применяется при ожогах, для полосканий, промываний, ингаляций при насморке, конъюнктивитах, стоматитах, ларингитах и т.д.

Обычное *стекло*, в основном, состоит из силиката натрия.

*Калиевая селитра* применяется при производстве пороха. *Натриевая селитра* для этого не подходит, потому, что легко впитывает влагу из воздуха, а сырой порох для стрельбы не годится. Нитрат калия формируется в разлагающихся выделениях животных, поэтому до появления современной химии специальные государственные служащие регулярно осматривали конюшни и погреба в поисках кристаллов, обеспечивающих обороноспособность армии [6].

*Гидроксид натрия (едкий натр)* является самым дешевым и доступным из сильных оснований, поэтому широко применяется в промышленности, в частности как моющее средство (каустическая сода). Большие объемы гидроксида натрия применяются для преобразования древесины в вискозу или бумагу. Гидроксид калия (едкое кали) используется в качестве электролита в щелочных аккумуляторах. *Пероксид натрия  $Na_2O_2$*  и *надпероксид калия  $KO_2$*  используют в замкнутых пространствах, например, подводных лодках, для регенерации воздуха. Если воздух пропустить через перекись натрия, углекислый газ в нем заменяется на кислород.

Ядовитые *цианистый калий и натрий* используется для извлечения золота и серебра из руд, для получения многих органических веществ. В промышленных масштабах цианиды получают при взаимодействии аммиака, кокса и чистых металлов при температуре около  $800^\circ\text{C}$ . *Хлорат калия (бертолетова соль)* – в спи-

чечном производстве и пиротехнике. Гексацианоферрат (II) калия (желтая кровяная соль) – как протрава при крашении тканей. Хромпик – оранжевые кристаллы дихромата калия используют в производстве красителей и в составе хромовой смеси, которую применяют для мытья стеклянной посуды во всех лабораториях.

В человеческом организме содержится примерно 70 г натрия и 250 г калия, при этом концентрация ионов калия внутри клетки примерно в 35 раз выше, чем вне ее, а концентрация ионов натрия во внеклеточной жидкости в 15 раз больше, чем внутри клетки.

### ***2.3.3 Нутрициологическая потребность в К и Na. Проявления дефицита и избытка. Синергисты и антагонисты усвоения***

С пищей в сутки, в среднем, поступает натрия 8–12 г, а калия 2–6 г.

Точная физиологическая потребность взрослых и детей в натрии не установлена – она колеблется в широких пределах в зависимости от интенсивности потоотделения, потерь натрия с мочой и др. факторов. Раньше ее определяли в 4–6 г в сутки (10–15 г соли). Сейчас считается, что потребление 3–5 г соли ежедневно является физиологически адекватным, большее количество употребляемой соли является не физиологической потребностью организма, а традицией и привычкой. Поэтому *не рекомендуется вообще вводить соль в продукты прикорма промышленного выпуска* (овощные, мясные, мясорастительные, рыбные, рыбо- и растительные консервы). Исходя из тех же соображений, не следует приучать детей более старшего возраста к частому использованию в питании закусочных консервов, деликатесных рыбо- и других продуктов, содержащих много соли [250].

Потребность в калии для взрослого человека установлена в количестве 2,5–5 г в сутки. Потребность в калии может повышаться у лиц с избытком натрия в рационе. В результате длительного избытка в рационе натрия развивается артериальная гипертония, нарушаются функции почек. Калий помогает противодействовать заболеваниям, связанным с избытком натрия (его антагонист): водянке (задержки жидкости в организме) и высокому

кровенному давлению. *Длительная гипокалемия может серьезно нарушить здоровье, в частности вызвать сердечные аритмии.*

Повышенный уровень калия при длительном приеме его препаратов также может вызвать нарушение сердечной деятельности, а также затрудненное дыхание.

### ***2.3.4 Оптимизация усвоения K и Na***

*При поступлении с питанием калия и натрия в молярном соотношении 1:1 (например, 3,9 г K и 2,3 г Na) поддерживается оптимальный баланс этих электролитов [86].*

В будущем, возможно, будут открыты и другие соотношения и факторы, способствующие оптимизации поступления этих элементов для здоровья человека (и животных) с водой и пищей (кормом).

### ***2.3.5 Анализ нутриционного статуса в организме, определение K и Na в водах, продуктах, пищевых добавках***

Биомаркером обеспеченности калием является уровень калия в крови: норма 3,5–5,0 ммоль/л; в сыворотке 78,5–112 ммоль/л. В сыворотке крови натрия в норме 135–145 ммоль/л.

Пониженное содержание натрия в волосах обычно встречается при хронических заболеваниях почек и кишечника.

Повышенное – при нарушении выделительной функции почек, сахарном диабете, склонности к гипертонии, отекам.

Качественно присутствие калия и натрия можно доказать:

- сжиганием в пламени горелки (фиолетовый и желтый цвет, соответственно);

- микрокристаллоскопической реакцией получения кристаллов  $K_2Pb[(Cu(NO_2)_6)]$  и гексагидроксостибата (V) натрия  $Na[Sb(OH)_6]$  [31].

Концентрацию поваренной соли в растворе можно определить методом аргентометрического титрования [31]. Катионы калия и натрия можно количественно определить ионометрически, пламенно-фотометрически, радиометрически и др. методами физико-химического анализа.

Разработан нутрициологический тест «Гипотоник или гипертоник» [241], ознакомиться с которым важно даже людям, здоровье которых пока не внушает особой тревоги.

## 2.4 Общие свойства элементов II группы

Все элементы II группы: бериллий, магний, кальций, стронций, барий и радий – металлы. Наибольшие отличия в свойствах от остальных металлов группы проявляет бериллий (табл. 2.4.). Для него характерно образование соединений с ковалентными связями, тогда как другие элементы образуют соединения с преобладанием ионного характера связи [82].

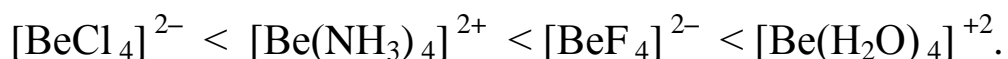
Таблица 2.4 – Свойства элементов II группы [99]

Свойства	Be	Mg	Ca	Ba	Ra
Радиус иона, пм	34	78	106	143	152
Энергия ионизации I, эВ	9,32	7,65	6,11	5,21	5,28
Энергия ионизации II, эВ	18,21	15,04	11,87	10,00	10,15
Электроотрицательность	1,47	1,23	1,04	0,97	0,97
Стандартный электродный потенциал, В	-1,847	-2,370	-2,864	-2,905	-2,916
Массовая доля в литосфере, %	$2,8 \cdot 10^{-4}$	2,33	2,4	$9,0 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$
Массовая доля в гидросфере, %	$5,6 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-1}$	1,1	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$3,0 \cdot 10^{-8}$
Содержание в организме взрослого человека, г	$3,6 \cdot 10^{-5}$	19	98	0,32	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Массовая доля в организме взрослого человека, %	$5,1 \cdot 10^{-8}$	$2,7 \cdot 10^{-2}$	0,1	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-6}$

Магний также отличается по химическим свойствам от остальных элементов (подробнее в п. 2.4.2), но эти отличия значительно меньше, чем отличия бериллия.

Кальций, стронций и барий часто объединяют под общим названием щелочноземельные металлы.

Хотя для металлов II группы тенденция к комплексообразованию выражена сильнее, чем у щелочных металлов, только для амфотерного бериллия известны многочисленные комплексные соединения, для которых устойчивость увеличивается следующим образом:



*Бериллий* долгое время назывался глюцинием от греческого слова «сладкий».

С давних времен известен драгоценный камень берилл. Его непрозрачные синие и зеленые образцы – полудрагоценные камни. Прозрачные синие (аквамарин) и зеленые (изумруд) – драгоценные разновидности. Бериллий – алюмосиликат бериллия с гексагональной кристаллической решеткой  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SO}_3)_6$ . Все соединения бериллия токсичны. Бериллиевая вода в сверхмалых концентрациях в кристаллотерапии используется как тонизирующий напиток для усиления ясности рассудка [277].

*Стронций* – незаменимый компонент пиротехнических составов, окрашивающий фейерверки в красивый карминово-красный цвет. Чаще всего используют нитрат, оксалат или карбонат стронция. Добывают стронций чаще всего из кальциевых минералов. Широко используются стронциевые эмали и глазури для посуды. Стронций, как аналог кальция, активно участвует в обмене веществ и вместе с кальцием откладывается в костной ткани. Однако соединения стронция более хрупки, чем кальция. Повышенное содержание стронция в костях чревато переломами. Установлен фактор «дискриминации стронция в пользу кальция». Он выражается в том, что при одновременном присутствии кальция и стронция в пище организм предпочитает кальций. В молоке и сыре содержание стронция в 5–10 раз меньше, чем в траве, идущей на корм скоту.

*Барий* в земной коре содержится преимущественно в виде барита (сульфата бария). Среднее общее содержание бария у здоровых людей равно 7,8 мкг%, в моче – 0,04. Оно снижается при ишемической болезни сердца, заболеваниях органов пищеварения, что, считается, доказывает участие бария в патологических

процессах у этих больных. Известно, что ионы бария увеличивают активность рибонуклеазы [240]. Несмотря на то, что других данных о биологической роли бария нет [164], более того некоторые его соединения используются в качестве ядов (карбонат бария – крысиный) [6] по предписанию врача люди иногда употребляют соединения бария в больших количествах. Объяснение заключается в следующем: нерастворимые соединения, в частности сульфат бария, не усваиваются организмом, свободно проходя через желудочно-кишечный тракт, не причиняя никакого вреда. Сульфат бария хорошо задерживает рентгеновские лучи, поэтому перед рентгеном желудка врач кормит им пациента.

*Радий* – радиоактивный элемент, открытый в 1898 г. супругами Кюри, по химической активности превосходящий все щелочноземельные металлы. Имеет достаточно стабильный изотоп радий-226 с периодом полураспада 1600 лет. В мире работает несколько радиевых институтов с лабораториями биологических исследований и радиотерапии (Париж, Варшава, Вена, С.-Петербург).

Избыточное накопление радиоактивных элементов в тканях, в том числе с водой и пищей, может привести к развитию лучевой болезни и другим осложнениям. В то же время доказано, что растения, например, при недостаточности радиоактивных элементов дряхлеют, становятся болезненными [240].

## 2.5 Кальций

### 2.5.1 Нутрициологическая функция Са

*Универсальный строительный материал* – так может быть сформулирована *главная нутрициологическая функция кальция*.

Кажется, как пополнить свой организм этим элементом каждый знает предостаточно (молочные продукты, минеральные воды или минеральные добавки, в конце концов, кусочек белого школьного мела и яичная скорлупа).

И все-таки, будем считать, что это не так, до тех пор, пока человечество не в состоянии справиться с остеопорозом своих костей в возрасте мудрости.

Кроме главной структурной функции кальций влияет на:

- проницаемость клеточных мембран, обеспечивая оптимальную передачу нервных импульсов, сокращение скелетной и гладкой мускулатур, деятельность сердечной мышцы (нейромышечная функция);

- функцию эндокринных желез (гормональная). Из всех элементов лишь кальций регулирует гормональный баланс, влияет на гормон паращитовидной железы и тирокальцитонин. Первый переводит в кровь кальций, содержащийся в костях, если в крови есть его недостаток, а второй – контролирует обратный процесс, если он идет слишком интенсивно;

- свертывание крови, через зависимые от кальция ферменты (при кровотечении необходимо повышенное количество кальция);

- уровень образования молока у кормящих женщин;

- поддерживает тонус сосудов за счет влияния на гладкие мышцы, расположенные в стенках сосудов.

- являясь антагонистом натрия, который задерживает воду в организме, кальций способствует выведению (вместе с водой) солей тяжелых металлов и радионуклидов, оказывает противовоспалительное, противоаллергическое и противотоксическое действия (противоядие). Выводя из организма шлаки и токсичные вещества в виде нейтральных солей, кальций содействует снижению утомляемости, снимает усталость, создает бодрое настроение.

### ***2.5.2 Элемент Са вокруг нас. Применение. Содержание в воде и продуктах питания***

Кальций занимает пятое место по распространению в природе (содержание в земной коре 2,96%). Несмотря на широкое распространение, даже химики и то не все видели металлический кальций, т.к. он очень активен.

Природных минералов кальция – 385: известняки, мел, мрамор, кальцит, жемчуг, исландский шпат, сталактит, сталагмит, кораллы, перламутр, (карбонаты кальция); гипс, алебастр, селенит (сульфаты кальция), доломит (карбонат магния и кальция); флюорит (фторид кальция) и др. Многие из них появились благодаря деятельности живых организмов (мел, известняк, жемчуг, коралл, перламутр).



Наиболее распространенная в России порода – *известняки* (название элемента и происходит от латинского «кальцекс» – известь). Известняки состоят из разнообразных остатков органической жизни: раковины, корненожки, полипы, лишайники, морские лилии, ежи, улитки, – все это перемешано между собой в общей массе. Иногда известняки погружались в глубины Земли, где высокие температуры и давление уплотняли и перекристаллизовывали их, создавая горную породу мрамор, используемую скульпторами и как облицовочный материал.

В чистом виде известняки белого или светло-желтого цвета, но примеси придают им более темную окраску. Известняки незаменимы в производстве цемента, карбида кальция, соды, всех видов извести (гашеной, негашеной, хлорной) и многих других веществ. Известняками (щебенкой) укрепляют дороги и в виде порошка уменьшают кислотность почв. В сахарной промышленности известняк используют для очистки свекловичного сока. Наиболее чистый карбонат кальция образует прозрачные кристаллы исландского шпата, широко применяемого в оптике.

*Мел* (его называют еще писчий мел) – не только зубной порошок и школьные мелки. Его используют в качестве наполнителя в бумажной и резиновой промышленности, при ремонте зданий для побелки.

*Доломит* – важный огнеупорный материал и сырье для производства цемента. *Гипс* для скрепления камней использовали со времен египетских пирамид. Природный гипс для приобретения способности твердеть на воздухе подвергают предварительному обжигу. При этом гипс теряет три четверти связанной с ним влаги и получается алебастр (или жженный гипс). В сосудах из алебаstra хранили лекарства, мази, благовония, используют его до настоящего времени в строительстве.

Помимо вяжущих свойств у жженого гипса есть еще одно полезное свойство. Затвердевая, он присоединяет потерянную при обжиге воду, увеличивается в объеме, позволяя получать слепки.

*Флюорит* – плавиковый шпат, соединение кальция и фтора – «рудный цветок» поделочный камень. Из него делают бусы, вазы, подсвечники, пепельницы, шкатулки.

В гомеопатии используют *жемчуг* (карбонат кальция) – живой драгоценный камень. Он вырастает внутри моллюска, если в него попадает песчинка. [43, 70].

Почва – еще один важнейший источник кальция на планете, и кажется, что при таких огромных запасах кальция на всех его хватит, и все активно потребляют его: растения, особенно лиственные деревья; животные, человек. Однако из распаханной земли вымывается огромное количество кальция, которое невозможно восполнить. В лесах кальций возвращается в почву с опавшей листвой, но это не более трети от всего кальция, потребляемого растениями. Почвы беднеют год от года, можно сказать, Земля больна остеопорозом – из ее коры невозможно теряться кальций. Равновесие почвы в отношении кальция существует лишь в тропическом поясе. Там растения активно накапливают кальций в виде биологических минералов: растительный жемчуг в стволах бамбука, в кокосах (выпадает из насыщенного кальцием кокосового молока).

Кроме названных природных соединений важным является применение *хлорида кальция* (гексагидрата). Получаемый при нагревании последнего, безводный хлорид кальция сильно гигроскопичен, поэтому хорош для сушки жидкостей и газов. В природе хлорид встречается намного реже, чем карбонат и сульфат кальция. Поэтому его получают (как побочный продукт при производстве соды).

Если раствором хлорида кальция (вместо воды) смочить какую-либо поверхность (например, дороги) она будет сырой значительно дольше, т.к. раствор поглощает влагу воздуха. Растворы хлорида кальция используют из-за низкой температуры замерзания и в холодильных системах и против обледенения. Точка плавления смеси 58,8% гексагидрата кальция и 41,2% снега – минус 55°С.

Растворы хлорида кальция (чаще внутривенно) применяют для снятия спазмов сердечно-сосудистой системы, улучшения свертываемости крови, борьбы с отеками, воспалениями, аллергией.

Древняя медицина применяла и камни из внутренних костей животных, богатые минералами кальция и легче усваиваемые, чем из пищи. К таким лечебным камням относят буйволиный ка-

мень, безоаров камень, индрогоровую кость, медвежий камень, носорожий рог, белужий камень, кабаный камень, оленин камень, жабий камень, улиткин камень и др. И это не вымысел [70]. Китай и Вьетнам покупают в ЮАР камни из желчных путей диких буйволов и жирафов для приготовления стимулирующих лекарств, популярных за рубежом (в основном экспортируют во Францию).

*Безоаров камень*, самый известный из подобных камней, обнаруживался в желудке или кишечнике безоарова козла. Камень, по описанию, имел синевато-серый цвет, был мягким и на вкус очень горьким. Он считался универсальным противоядием при отравлениях и упоминался уже Аристотелем. Великий ученый считал этот минерал «испытанным средством» и был уверен в его целебном могуществе, при условии, что отравленному надо было вовремя вложить этот камень в рот. А в последующие эпохи рекомендовалось растереть камень и запить порошок водой.

Позднее целебные свойства безоара стали считать суеверием, и Наполеон, получив от персидского шаха в подарок безоар, бросил его в огонь, сказав, что он не верит в сказки. Однако в 60-е годы XIX столетия американский химик исследовал камень и обнаружил, что в нем содержится гидрофосфат кальция, обменивающий свой фосфат на арсенат [89].

Как известно, Наполеон умер от отравления мышьяком. Так что, выбросив безоаров камень, он сам сократил срок своей жизни. В настоящее время людям, работающим во вредных условиях вместо безоарова камня, выдают молоко.

Мел, или писчий мел, как его называют, применялся в виде порошка для подкормки животных и при плохом росте у детей: до 1/2 чайной ложки мела в растворе воды давали пить в течение дня.

Яичная скорлупа применяется дачниками как удобрение. Прием такой золы внутрь не менее полезен, чем таблетированные препараты кальция [70]. Современные врачи обычно залитую лимонным (или гранатовым) соком молотую яичную скорлупу называют кальциумитом.

Гидроксид кальция (гашеная известь) используется в качестве дезинфицирующего средства. Кроме того, в форме известковой воды (насыщенного водного раствора) применяется в меди-

щине внутрь и снаружи в качестве противовоспалительного, вяжущего и дезинфицирующего препарата.

Хлорид кальция применяют как успокаивающее при лечении неврозов.

Карбонат кальция применяется внутрь не только как кальциевый препарат, но и для адсорбции, нейтрализации кислот. Идет также на изготовление зубного порошка.

*Современные фармакопейные, в том числе гомеопатические препараты кальция, БАДы содержат неорганические (чаще карбонаты и фосфаты), или органические (чаще лактат и глюконат) соли кальция, часто естественного происхождения (мел, мрамор, кальцит, кальциумит) и рекомендуются для периодического употребления практически здоровым людям.*

Лучшими пищевыми источниками биодоступного кальция считаются (в мг/100 г): сыр и творог (120–1000), обогащенные кальцием молочные продукты ( $\approx 300$ ); молоко и молочные продукты ( $\approx 120$ ), минеральные воды со средней минерализацией ( $\approx 100$ ), рыба, а особенно кости консервированной рыбы ( $\approx 100$ – $700$ ), овощи с низким содержанием щавелевой кислоты, например, капуста, репа, сельдерей, салат, лук-порей, петрушка (30–245).

Кальций из щавеля, шпината усваивается плохо из-за большого содержания в них щавелевой кислоты; из моркови, свеклы – из-за клетчатки; из зерновых – из-за фитина.

Кости нашего организма на 40% состоят из кальция, причем до 98,9% кальция содержится в костях и суставах организма. 0,51% кальция из общего кальция присутствующего в организме находится в зубах и 0,51% – в мягких тканях.

В качестве функциональной добавки к пище чаще используют один из препаратов: кальция глюконат, лактат, хлорид, карбонат или фосфаты кальция.

Наиболее легко кальций усваивается организмом из молочных продуктов (за исключением сливочного масла), при этом наиболее функционально активный кальций содержится в козьем и кобыльем молоке.

Тем не менее, чтобы получить необходимые 800 или тем более 1200 мг кальция за счет молочных продуктов, надо выпивать 0,65–1 л молока или съесть 650–800 г творога ежедневно.

Содержание кальция в хлебе, крупах, мясе, рыбе и овощах невелико и не может удовлетворить потребность организма в этом элементе при обычных уровнях потребления.

Таблица 2.3 – Содержание Са в продуктах, мг/100 г

Продукты	Содержание кальция, мг/100 г	Кол-во продукта, содержащее суточную норму кальция (800–1200 мг)
Сыры:		
твердые	120	650–1000 г
мягкие	900–1000	90–120 г
плавленые	750	100–160 г
Творог	450–750	100–260 г
Хлеб	120–150	650–800 г
Рыба	20–40	2,0–6,0 кг
Мясо, птица	20–50	1,5–6,0 кг
Картофель	10–20	4,0–12,0 кг
Овощи, ягоды, фрукты	10	8,0–12,0 кг
Фасоль, горох	20–50	1,5–6,0 кг
Соя	100–150	0,5–1,2 кг
	300	250–350 г

Низкая жесткость воды, характерная для поверхностных водоисточников Мурманской, Архангельской, Псковской, Новгородской, Вологодской и других областей, Республики Коми, Карелии делает лучшие минеральные воды (5–7 ммоль/л солей) малодоступными для жителей этих регионов.

Обогащать продукты и воду можно хорошо растворимыми солями кальция: хлоридом E507, глицерофосфатом E383, лактатом E327, глутаматом E623, глюконатом E778, аскорбатом E303, изоаскорбатом E318, цитратом E333, рибонуклеотидом E634, пропионатом E282, тартратом E354, карбонатами E170, формиатом E238, цитратом E333, кальциевой солью цикламоной кислоты E952 ( $\approx$  в 40 раз слаще сахарозы) и др.

В отдельных случаях предпочтительно обогащение средне (мало) растворимыми солями, например: сульфатом E516, лактилатом E482, гидроксидом кальция E526, смесью фосфатов E542 и

Е341 или плохо (не) растворимыми в воде: алюмосиликатом Е556, ацетатом Е263, фумаратом Е367. Из указанных солей всех хуже усваивается хлорид кальция. Имеются сведения, что *лучше всех* (из более неполного списка) *усваивается цитрат кальция*. Специально подобранные под конкретные случаи композиции солей должны быть проверены на отсутствие примесей тяжелых металлов.

### ***2.5.3 Нутрициологическая потребность в Са. Проявления дефицита и избытка***

Адекватный уровень потребления для детей первого года жизни 400–600 мг; для более старших, в зависимости от возраста, 800–1200 мг; для взрослых 800–1000 мг; для беременных и лактирующих женщин 1000–12000 мг кальция в день. Недостаточное поступление кальция с пищей в детском возрасте, снижение его отложения в костной ткани, служит в дальнейшем одним из главных факторов риска возникновения остеопороза. Особенно высока потребность в кальции у подростков в 14–17 лет, беременных и кормящих женщин [166]. Повышенный расход кальция (на 30–50% выше физиологической нормы) наблюдается при отравлениях тяжелыми металлами и другими химическими веществами (ксенобиотиками).

Ученые насчитали *около 300 различных патологических состояний, вызванных дефицитом кальция в организме, среди которых:*

- *рахитические изменения пропорций черепа, искривление позвоночника, костей нижних конечностей;*
- *уплощение костей таза, что в будущем у женщин может стать причиной тяжелых родов;*
- *остеопороз (рассасывание костной ткани), склонность к переломам костей у лиц пожилого возраста;*
- *высокая потливость, раннее облысение, тусклый цвет волос;*
- *склонность кожи к аллергическим сыпям;*
- *нарушение роста зубов, раннее разрушение эмали;*
- *повышенная возбудимость нервной системы, раздражительность, подергивание век;*
- *плохая свертываемость крови, склонность к длительным*

кровотечениям;

- мышечная слабость, затруднения координации движения.

С дефицитом кальция связаны и низкое плодородие почв, болезни животных. Если животные испытывают дефицит кальция: птицы несут мало яиц, у моллюсков тонкие раковины, млекопитающие остаются маленькими во взрослом возрасте. В молоке домашних животных сравнительно мало кальция. Дикие животные пасутся в степях, а там, в сухом климате, кальций накапливается в почвах в виде гипса и содержится в большом количестве в травах. Потому домашним животным дают минеральную подкормку с известняком или мелом в измельченном виде, ими же обогащают почву.

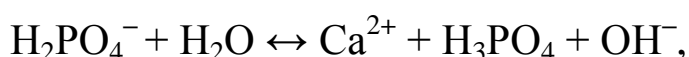
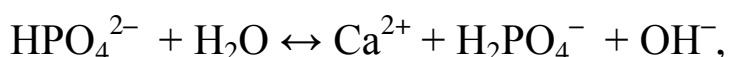
99% кальция в организме находится в костях и зубах, ногтях и волосах преимущественно в виде гидроксилапатита (гидрокси-фосфат кальция  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ), его произведение растворимости  $\text{ПР} = 1,6 \cdot 10^{-58}$ . В поверхностных слоях костей содержится более растворимый фосфат кальция ( $\text{ПР} = 1,0 \cdot 10^{-25}$ ) [99]. С возрастом содержание фосфата кальция уменьшается.

Образование костной соли можно отразить общим уравнением [227]:



У взрослого человека весь кальций кости обновляется каждые 5–10 лет, у растущих детей за 1–2 года.

Роль депо (когда при неблагоприятных условиях кальций выходит во внеклеточное пространство и участвует практически во всех биологических процессах) играет, прежде всего, более растворимый по сравнению с гидроксилапатитом, фосфат кальция:

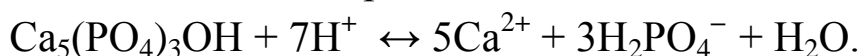


При недостатке фосфата кальция начинает растворяться гидроксилапатит, чему способствует повышение кислотности среды,

концентрации лактатов, цитратов и белков, которые связывают ионы кальция в результате комплексообразования:



а при большей кислотности среды:



Эти же процессы могут протекать с зубами, ведь в полости рта в результате жизнедеятельности микробов образуются пировиноградная, молочная, янтарная кислоты, не только повышающие кислотность среды, но и связывающие катионы кальция в устойчивые комплексные соединения [227].

Таким образом, уровень кальция сыворотки крови тщательно регулируется организмом (примерно 2,5 ммоль/л), чтобы сохранить внеклеточную концентрацию кальция и, таким образом, обеспечить нормальную нейромышечную и гормональную функцию.

Хотя токсичность кальция низкая, и его избыток автоматически удаляется фильтрующей системой организма, высокое поступление витамина D может привести к гиперкальциемии: отложению солей кальция под кожей, в мышцах, железах, сосудах, почках, уменьшая их эластичность. Желчные и мочевые камни – это практически на 90% оксалаты кальция. Верхним допустимым уровнем потребления считается 2500 мг/сут.

#### ***2.5.4 Оптимизация усвоения Ca. Синергисты и антагонисты усвоения***

Из 800–1200 мг кальция, которые ежедневно должен потреблять человек, усваивается лишь 25–50%. Процент усвоения кальция напрямую зависит в первую очередь от трех факторов: секреции желудка, количества доступных желчных кислот и уровня почечной реабсорбции.

Несмотря на то, что растворимость солей кальция увеличивается в кислой среде желудка, растворенные ионы могут повторно связываться в желудочно-кишечном тракте (особенно в тощей и подвздошной кишке, где pH близок к нейтральному) глюкозой, жирными кислотами, фосфатами, фитатами и оксалатами, образуя соли и комплексы.



Самым растворимым, и, следовательно, наиболее усвояемым из них является глюконат, цитрат кальция и комплексы с аминокислотами белков. Фитин, входящий в состав зерновых продуктов; фосфаты, которых особенно много в мясе и рыбе; щавелевая кислота, содержащаяся в больших количествах в щавеле, шпинате, какао и шоколаде – существенно снижают усвоение кальция.

Лактоза, подвергаясь сбраживанию, поддерживает в кишечнике низкий уровень рН, что препятствует образованию нерастворимых солей фосфорной кислоты (данные получены для младенцев) [55]. Возможно, лактоза улучшает усвоение кальция и у взрослых.

Избыток жира способствует возникновению конкуренции за желчные кислоты и образованию нерастворимых кальциевых мыл. Пшеничные отруби с высоким содержанием фитинов препятствуют всасыванию кальция в такой степени, что это использовалось в терапевтических целях при гиперкальциурии. Пищевая клетчатка снижает усвоение кальция настолько, что замена белой муки (22 г пищевых волокон в день) мукой из цельной пшеницы (53 г пищевых волокон в день) при обычном рационе служит причиной отрицательного баланса кальция даже при употреблении его выше нормы [55]. Необходимо распределение по разным приемам пищи продуктов с высоким содержанием кальция и пищевых волокон.

Всасывание кальция улучшается, если они принимаются вместе с пищей, т.к. пища стимулирует желудочную секрецию и моторику, и источники кальция становятся более измельченными и растворимыми, а также при наличии в пище небольшого количества жира, витаминов D, гр. В, фосфора и магния [102]. Сбалансированным, оптимальным для усвоения считается отношение (Са: Р: Mg близкое к: 1,00:0,50:0,20 – для детей до 29 дней; 1,00:0,80:0,12 – первого полугодия жизни; 1,00:0,83:0,12 – второго полугодия; 1,00:1,00:0,19 – с одного до 3 лет; 1,00:1,21:0,25 – с 4 до 6 лет; 1,00:1,50:0,25 – с 7 до 17 лет; 1,00:1,50:0,50 – для взрослых; 1,00:1,50:0,45 – для беременных и кормящих женщин.

Если фосфора недостаточно, наряду с фосфатом кальция в костях откладываются еще более растворимые, следовательно, быстро вымываемые кровотоком из них гидрофосфат (произведе-

дение растворимости  $2,7 \cdot 10^{-7}$ ) и дигидрофосфат (произведение растворимости  $1,0 \cdot 10^{-3}$ ).

Кроме того кальций находится в биологическом антагонизме с ионами алюминия, цинка, свинца, избытком фосфора (Са:Р свыше 1:2), ионами натрия и калия [102, 147].

Между потреблением с пищей избытка фосфора и выведением кальция с мочой установлена обратная связь. Фосфор увеличивает синтез паратгормона (уменьшающего уровень кальция в моче) и оказывает непосредственное влияние на почечный транспорт кальция. Пациенты, получающие полное паренатальное питание из растворов глюкозы и аминокислот имеют большую потерю кальция с мочой и отрицательный баланс кальция, который восстанавливается, назначением оптимального фосфора в растворах.

Большинство продуктов питания далеки от идеального для усвоения соотношения Са:Р в сторону избытка фосфора: свинина 1:21; греча 1:5,5; картофель 1:6; яйца куриные 1:4, хлеб 1:4. Поэтому избыток фосфора в рационе встречается гораздо чаще, чем недостаток. Неблагоприятное соотношение кальция к фосфору в рационе еще более сдвигается в сторону фосфора в связи с широким использованием фосфатсодержащих пищевых добавок, в частности полифосфатов, добавляемых в колбасные изделия в качестве влагоудерживающего средства.

Самый высокий процент усвояемости кальция 58 – младенцами из женского молока. При этом содержание кальция в женском молоке (26–30 мг/100 мл) в 2–4 раза ниже, чем его уровень в коровьем молоке (110–120 мг/100 мл). Соотношение кальция и фосфора в женском молоке равно 1:0,5 (коровьем 1:0,8). Большая часть кальция в женском молоке связана с сывороточными белками, а 10–20% – с мембранами жировых глобул. В отличие от этого, в коровьем молоке 25% кальция представлено в виде цитрата, а остальная часть – в виде суспензии коллоидного фосфата кальция и в мицеллах *казеина* (ККФА, глава 2.5.6.). Низкое содержание кальция в женском молоке не нарушает всасывание железа (имеющее место при избытке кальция в рационе) и ограничивает выведение из организма жирных кислот в виде нерастворимых кальциевых мыл [166]. Из заменителей женского молока усвояемость кальция ниже – примерно 38%.

Натрий и кальций также совместно участвуют в механизмах реабсорбции в почках. Если к диете здоровых женщин, находящихся в постменопаузе, ежедневно на протяжении 10 лет добавлять 3 и 6 г хлорида натрия, то это приводит к подвижности 7,5 и 10%, соответственно, скелетного кальция и является фактором риска остеопороза.

Усвоенные углеводы и белок имеют кальций-уретический эффект и уменьшение почечной реабсорбции, что не компенсируется предварительным увеличением его адсорбции в кишке. На каждые дополнительные 50 г белка рациона теряются с мочой 60 мг кальция. Богатая белками диета у взрослых приводит не только к отрицательному балансу кальция, но и к образованию кальциевых камней (особенно при дефиците витамина В<sub>6</sub> и др.). Кофеин, алкоголь, избыток сахара также увеличивает потерю кальция с мочой. Алюминий, особенно из препаратов, в которых его много (альмагель и др.) не только отрицательно влияет на всасываемость, но и способствует вымыванию кальция из костей.

Усвоение кальция ухудшает, как уже указывалось, избыток магния, цинка и железа, особенно на фоне дефицита витамина С [102].

Таким образом, для эффективного усвоения организмом человека (или животного) кальция пища должна иметь определенный биоэлементный баланс фосфора, магния, натрия, калия, белков, жиров, углеводов, витаминов D, С, гр. В, др. нутриентов и минимальное содержание щавелевой кислоты (оксалатов), фосфатов, фитатов и клетчатки. Указанные выше лучшие источники нутрициологического кальция, для повышения уровня усвояемости:

- могут быть подвержены лишь небольшой коррекции в составе функциональных продуктов;
- потребляться нативными;
- подвержены технологической обработке способами, минимизирующими снижение этого уровня.

Недостаточное потребление усвояемого кальция, характерное для питания 30–40% людей России в современных социально-экономических условиях связано с:

- избыточным содержанием фосфора, фитатов и др. антагонистов кальция в рационах;

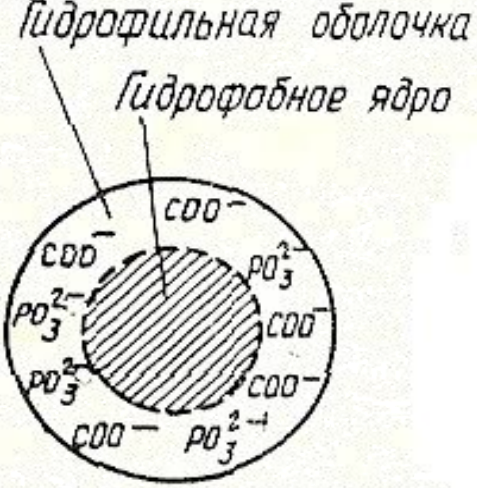
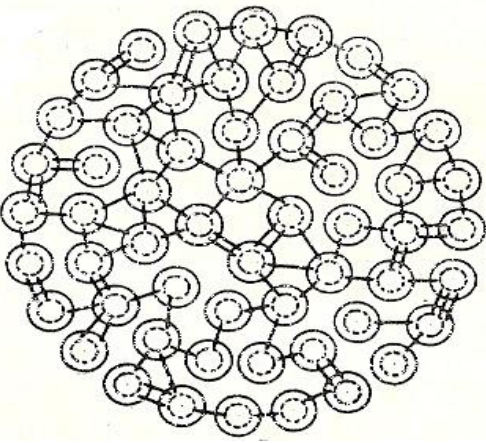
- недостаточным потреблением молока и молочных продуктов.

В среднем, необходимо употреблять 1 литр молока в той или другой форме (кисломолочные продукты, супы, какао) [164].

Существенный вклад в улучшение ситуации могли бы внести расширение рынка функциональных минерализованных вод и продуктов питания (подробнее в гл. 1.5.2), переход на производство газированных напитков без фосфорной кислоты, на технологии производства хлебобулочных изделий с пониженным содержанием фитатов и т.п. и развитие науки о здоровом питании с повышением нутрициологической грамотности населения.

### 2.5.5 Роль кальция в структуре мицеллы казеина молока

Большая часть (примерно 95%) основного белка молока казеина в молоке содержится в виде субмицелл, связанных фосфатом кальция в мицеллы с молярной массой  $10^8$  г/моль.

	
Р и с. 2.2. Строение субмицеллы казеина	Р и с. 2.3. Строение мицеллы казеина

Субмицелла казеина состоит из нескольких фракций различных казеинов, на различиях которых подробно останавливаются авторы всех учебников и учебных пособий по «Химии и физике молока» [50, 243] и будет изучаться вами в соответствующем курсе.

Широк диапазон размеров всегда шаровидных субмицелл казеина 3–300 нм, а средний их размер 15–20 нм. Молярная масса казеиновых субмицелл около 250000 г/моль.

Полагают, что ядро субмицеллы состоит из гидрофобных казеиновых молекул и их частей, а гидрофильная оболочка – из сильно заряженных концевых участков казеинов  $\text{COO}^-$ ,  $\text{PO}_3^{2-}$  и др.

Вокруг казеиновых мицелл образуется «гидратная шуба» из молекул воды, которая дополнительно их стабилизирует.

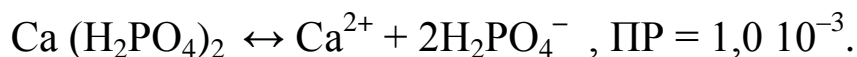
Мицеллы казеина в молоке находятся во взвешенном состоянии в водной фазе, которая содержит:

- растворимый (истинный раствор), в основном  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , – примерно 30% от общего кальция молока, в том числе около 10% ионизированного кальция;

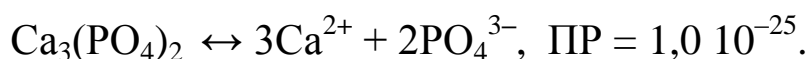
- коллоидный раствор, в основном,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  и фосфатных ассоциатов – в среднем 40% (20–60%).

Мицелярный кальций составляет примерно 30% (20–40%) от общего, в крупных мицеллах его больше.

Между различными состояниями (фракциями) кальция существует взаимообмен кальция. Известно, что за 1 ч в обмене между мицелярным и растворимым кальцием принимает участие 45% атомов кальция [243]:



Коллоидный кальций в обмене участвует значительно слабее:



Повышение температуры, кислотности и содержания ионизированного кальция способствуют увеличению размеров мицелл. При снижении температуры, кислотности, добавлении воды, цитрата натрия и др. солей, вызывающей образование коллоидных соединений кальция мицеллы мельчают (дисперсность увеличивается).

Соотношение указанных трех видов кальция играет также важную роль в стабилизации белков при тепловой обработке молока. Поэтому различные соли кальция (чаще фосфаты и цитраты) часто добавляют в технологических процессах при производстве молочных продуктов.

Ассоциат казеиновых субмицелл и мицелярного казеината кальция часто называют казеинаткальцийфосфатным комплексом ККФК [50], что, по мнению автора, не является корректным.

Понятие комплекс устоялось в химической терминологии как соединение имеющие между комплексообразователем и лигандами донорно-акцепторный тип химической связи.

О химической связи между фосфатом кальция казеина и казеином достоверно ничего не известно, есть лишь предположения, что [50]:

- в этой химической связи участвуют карбоксильные  $\text{COOH}^-$  и фосфорсериновые группы  $\text{PO}_3^{2-}$ ;

- фосфат кальция адсорбирован казеинатами.

Поэтому название ККФК использовать преждевременно, а необходимо говорить о ККФА (казеинаткальцийфосфатном ассоциате), или вообще ограничиваться понятиями мицелла, субмицелла и мицелярный кальций.

Для повышения эффективности свертывания молока сычужным ферментом мицеллы должны быть крупных размеров, т.к. при этом более экономно расходуется фермент, действие которого происходит на поверхности мицелл казеина [163].

При производстве кисломолочных продуктов, чаще всего наоборот, желательны сравнительно небольшие мицеллы, т.к. при этом выше их влагоудерживающая способность, меньше будет происходить отделение сыворотки в готовых продуктах.

### ***2.5.6 Анализ нутриционного статуса в организме, определение элементов в водах, продуктах, пищевых добавках***

Качественно присутствие кальция можно доказать:

- сжиганием в пламени горелки (кирпично-красный цвет);
- реакцией с оксалатом аммония;
- реакцией с серной кислотой или сульфатами щелочных металлов;
- микрокристаллоскопической реакцией получения сульфата кальция [31].

Количественно ионы кальция могут быть определены:

- с помощью ионселективных электродов;

- фотометрически;
- люминисцентным методом с применением соединений (например, флюорексона), которые с солями кальция в растворах дают флюоресцирующие комплексы;

- комплексонометрическим методом с индикатором кислотным хромовым темно-синим. В щелочной среде комплекс вишнево-красный цвет комплекса  $\text{Ind} \cdot \text{Ca}$  при титровании трилоном Б меняется на сине-сиреневую (цвет индикатора).

Разработан «Костный тест» [241], который помогает определить, не теряют ли кости нужный им кальций, не угрожает ли человеку остеопороз.

## 2.6 Магний

### 2.6.1 Нутрициологическая функция элемента

Ион магния оказывает сосудорасширяющее и противосудорожное действие. *Природный спазмальгетик – главная нутрициологическая функция магния.* Основное средство против судорог икроножных мышц. Образуя в клетках комплексы с нуклеиновыми кислотами, магний участвует в передаче нервного импульса, сокращении мышц, метаболизме углеводов.

Над значением магния для человеческого организма задумались, когда установили сходную структуру хлорофилла и гемоглобина, с единственным различием – в состав последнего входит железо, а в состав хлорофилла – магний [102]. Это открытие подтвердило связь эволюции растительного и животного миров, поэтому в настоящее время некоторые ученые связывают возрастающий уровень болезней цивилизации в значительной степени со снижающимся поступлением магния в организм. У жителей районов с более теплым климатом спазмы кровеносных сосудов случаются реже, чем у северян за счет большей доли в рационе фруктов и зеленых овощей. Животные, в рационе которых мало магния «зарабатывают» инфаркт миокарда [147].

*Кроме главной спазмальгетической функции магний:*

- участвует в поддержании нормальной функции нервной системы и мышцы сердца;

- снижает уровень холестерина в крови и тканях;

- стимулирует желчеотделение;
- повышает двигательную активность кишечника, что способствует выведению шлаков и холестерина из организма;
- наряду с кальцием и калием регулирует ионный транспорт через мембраны;
- необходим для активизации ряда ключевых ферментов, участвующих в синтезе белков, жиров, углеводов, АТФ, нуклеиновых кислот;
- регулирует активность ферментативных систем углеводно-фосфорного и энергетического обмена;
- предупреждает образование камней в почках [102];
- контролирует работу митохондрий – главных энергетических станций организма. Он, как невидимый кочегар, пережигает все ненужное и следит за работой электростанции, но стоит ему отлучиться – и работа всего организма сорвана. Отодвигает момент переутомления при умственных и физических нагрузках. При стрессе повышается потребность в энергии и в магнии [86];
- принимает участие в нескольких сотнях других эссенциальных метаболических реакциях [86];
- играет, наряду с кальцием и фосфором, структурную роль в костной ткани.

Ионы магния и кальция по своим характеристикам в большей степени отличаются друг от друга, чем ионы натрия и калия. Ион магния, по сравнению с ионом кальция проявляет большую тенденцию к образованию ковалентных донорно-акцепторных связей с электроотрицательными атомами (N, O) входящими в состав биологических макромолекул (белков, нуклеиновых кислот). Это обуславливает большие ферментативные функции магния, по сравнению с кальцием.

### ***2.6.2 Элемент Mg вокруг нас. Применение.***

#### ***Распространение в природе и продуктах питания***

Магний – элемент широко распространенный в природе, занимает седьмое место по распространению (содержание в земной коре 2,1%).

Название «магнезия» встречается уже в III веке н.э., хотя не всегда называемое вещество имело какое-либо отношение к маг-



нию, т.к. долгое время магнезит (карбонат магния) путали с известняком (карбонатом кальция) и некоторыми солями натрия.

Слово происходит от названия греческого города Магнесии. Открытию магния способствовало изучение состава минеральных вод. В 1695 г. английский врач Крю сообщил, что им выделена из воды эпсомского минерального источника соль, обладающая лечебными свойствами. Ею оказался карбонат магния, получивший название «белая магнезия». Оксид марганца, из которого английский химик Г. Деви впервые получил в XIX в. металлический магний, назывался «черной магнезией». Несмотря на то, что магний химически достаточно активен, в химические лаборатории, благодаря наличию защитной оксидной пленки, он поступает в виде порошка или лент. Полоску магниевой ленты легко поджечь спичкой. При горении магния выделяется большое количество ультрафиолетовых лучей и тепла – чтобы нагреть стакан ледяной воды до кипения, нужно сжечь всего 4 г магния.

В природе в чистом виде не встречается, входит в состав 191 минерала. Основные из них: доломит  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ , магнезит  $MgCO_3$ , карналлит  $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , бишофит  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ . В нашей стране месторождения этих минералов расположены на Урале, в Соликамске, в Донбассе, Московской, Ленинградской и др. областях. При желании магний можно добывать даже из... простого булыжника [147]: в каждом килограмме камня содержится примерно 20 г магния. Правда, магний из дорожного камня был бы слишком дорогим.

*Асбест* – это силикатный марганец (с железом) волокнистый минерал, из него делают одежду для пожарных. Известно, что заводчик Демидов привез Петру I скатерть белого цвета. После трапезы он бросил залитую вином скатерть в камин. Достав из огня, показал царю: на скатерти не было ни единого пятнышка. Каменная ткань описана более 2000 лет назад. Асбест – природный волокнистый материал, легко поддающийся обработке в длинные, тонкие и прочные огнеупорные, химически инертные волокна. В настоящее время с применением асбеста (изолирующих материалов для отделки полов, внутренних перекрытий, вентиляционных каналов и др.) в нашей стране построены миллионы жилых и общественных зданий. У людей профессионально или непрофессионально контактирующих с

асбестом отмечаются случаи рака легких. Особую опасность представляет совместное действие асбеста и курения. Риск заболевания раком легких при таком сочетании возрастает в 100 раз по сравнению с некурящими и не имеющим контакта с асбестом лицами.

Магний входит в состав некоторых драгоценных и полудрагоценных камней: хризолит (перидот, оливин, магниевый силикат железа), змеевик, нефрит.

*Змеевик, или серпентин* – моноклинный основной силикат магния. Считается, что этот камень помогает тем, кто желает проникнуть в тайны Вселенной [43]. Камень для тех, кто желает учиться и узнать свое предназначение. Свое название он ведет от змея, который искусил Еву. Считают, что он помогает от укуса змеи. Способствует укреплению сосудов и суставов.

*Хризолит, или перидот* – желто-зеленый или темный желто-зеленый (оливин) камень, орторомбический силикат железа, содержащий магний. С этим камнем легче изменить жизнь, смену жительства, профессии, изменить свои привычки. Хороший помощник при выводе из эмоциональных и физических перегрузок [277]. Добывают в России, США, Бразилии, Египте. В библейские времена перидот считался духовным учителем, приемником и передатчиком целительной энергии.

*Нефрит* – сложный алюмосиликат  $\text{Ca}_2(\text{Na}, \text{Mg}, \text{Fe})_5(\text{OH})_2(\text{Si}_4\text{O}_{11})_2$  [97]. Минерал имеет такое же название, как и болезнь, вызванная воспалением почек.

При недостатке магния в почве рост и развитие приостанавливаются. Ведь без магния нет хлорофилла – зеленого пигмента растений – первичного приемника солнечной энергии. Функция молекул хлорофилла состоит в поглощении фотонов красной области видимого спектра (около 700 нм) и передаче энергии возбуждения другим частицам, участвующим в цепи реакций накопления растительной массы и кислорода.

В качестве удобрения используют ортофосфат магния-аммония  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , или органические удобрения. Особенно нуждаются в магниевой подкормке культуры с высоким содержанием сахара: сахарная свекла, арбузы, дыни, ягоды.

Свойство магния гореть белым ослепительным пламенем используется в бенгальских огнях, осветительных ракетах, изготов-

лении трассирующих пуль и др. пиротехнике. Широкое применение находят магниевые сплавы: авиация, баки для бензина и масла, корпуса легковых автомобилей, фото и киноаппараты – вот далеко не полный перечень областей их применения. Магний придает сплавам легкость. Детали из магниевых сплавов на 20–30% легче алюминиевых и на 50–70% сталей. Рыхлый порошок карбоната магния используется в качестве дешевой теплоизоляции, в частности в емкостях для хранения жидкого кислорода.

В организме магния (при весе 60 кг) около 42 г. Распределяется он следующим образом: около 60% депонируется в скелете (хотя только 1% магния встроен непосредственно в структуру костной ткани), около 27% – в мышцах, около 1% циркулирует во внутренней среде. Повышенное содержание магния в организме может вызвать наркотическое состояние.

В гомеопатии применяется магнезит, металлический магний, хлорид магния, фосфат магния, хризолит, кизерит, магнезия фосфорика, магнум фосфорика.

*Фосфат магния* (магнезию фосфорика) называют еще гомеопатической но-шпой. Он снимает спазмы в кишечнике внизу живота.

*Оксид магния* (жженая магнезия) используется в медицине как антацид (противоязвенное средство). Применяется в малых дозах (0,25–1,0 г) при изжоге, вызванной повышением кислотности. В больших дозах (3–5 г) применяется как слабительное при отравлении кислотами. Составная часть препаратов «Альмагель», «Гастал» и др. Как пищевая добавка оксид магния (E530) часто выступает в роли наполнителя и текстурообразующего агента [33].

*Магния сульфат* (гептагидрат), или «английская соль», в медицине применяют как спазмолитик, антиаритмическое средство. Оказывает седативное (успокаивающее), снотворное, противосудорожное, желчегонное и слабительное действие.

Много магния в зеленых растениях (салате, петрушке, горохе), т.к. магний – комплексообразователь в молекуле хлорофилла. Хорошим источником магния являются магниевые минеральные воды («Арзни» и др.). Много магния в кураге, урюке, черносливе, бобовых, орехах; среднее содержание его в различных крупах: гречневой (200), овсяной (116), пшене (83 мг/100 г). В капусте,

картофеле и других овощах содержание магния колеблется от 10 до 20 мг/100 г.

### ***2.6.3 Нутрициологическая потребность в Mg. Проявления дефицита и избытка***

Ежедневная потребность в магнии составляет от 40 до 500 мг: для детей 0–4 месяцев – 40; 4–12 мес. – 60; 1–4 лет – 80; 4–7 лет – 120; 7–10 лет – 170; 10–12 лет; 10–13 лет – 230–250; 13–15 лет – 310; 15–19 лет 350–400; взрослых людей – 400; беременных и кормящих матерей – 500. Из них всасывается около 30%.

При недостатке магния нарушается усвоение пищи, задерживается рост, в стенках сосудов откладывается кальций [133]. В крови уставших людей содержится магния меньше, чем в норме у здоровых. Большие потери этого элемента могут происходить при диарее, если в организм при этом вводятся жидкости, не содержащие магний. Когда содержание в сыворотке крови достигает ниже 0,65 ммоль/л (гипомагниемия), у человека наблюдается гипокальцемия (даже при достаточном поступлении кальция из пищи) и гипокалемия с мышечной дрожью, судорогами (спазмами мышц) в области стопы, повышением нервно-мышечной возбудимости, тошнотой и другими состояниями, быстро проходящими при введении магния [86].

При длительно текущем дефиците магния нарушается структура костной ткани, возникают структурные и регуляторные предпосылки для развития остеопороза: кристаллы гидроксиапатита становятся более крупными и хрупкими, нарушается гормональный контроль поддержания нормального уровня кальция в крови. Дефицит магния может усиливать кальцификацию сосудов, миокарда сердца, почек. Опасности поступления чрезмерных количеств магния с рационом не существует. При передозировке препаратов магния может возникнуть угнетение дыхания, устраняемое введением кальция хлорида.

### ***2.6.4 Оптимизация усвоения Mg. Синергисты и антагонисты***

Всасывание магния происходит в основном в двенадцатиперстной кишке и немного в толстом кишечнике. Неорганические

соли практически не всасываются. Поэтому для их усвоения необходимо, чтобы магний поступал сразу, или образовывал по пути до двенадцатиперстной кишки комплексные соединения с аминокислотами, органическими кислотами.

Магний лучше усваивается при соотношении в пище Ca:Mg близком к 1:0,5. Усвоению магния мешают избыток фосфатов, кальция, натрия, жиров (за счет образования труднорастворимых солей высших жирных кислот), повышенное потребление сахара, алкоголя, кофеина. Дефицит белка (менее 30 г/сут.) также снижает усвоение магния. Пищевые волокна снижают биодоступность магния, как и других минеральных элементов. Потере магния способствуют контрацептивы [102], мочегонные, фолиевая кислота (это особенно важно учитывать беременным в связи с повышенной в ней потребностью, часто покрываемой за счет препаратов).

Поскольку обмен магния (как кальция и фосфора) регулируется витамином D, последний способствует повышению его эффективности его действия. Улучшают обмен магния калий, витамины E и B<sub>6</sub>. Для усиления функции снижения холестерина в питании кроме магния должны присутствовать витамин B<sub>6</sub>, холин и инозит.

Важно знать, что в тех случаях, когда человек часто и по любому поводу раздражается, магний, содержащийся в организме, «сгорает».

Риск магниевой недостаточности возникает в первую очередь у беременных и кормящих матерей; у людей, потребляющих жирную пищу, принимающих слабительные и обезвоживающие средства, спортсменов и банщиков с усиленным потоотделением.

### ***2.6.5 Анализ нутриционного статуса в организме, определение элемента в водах, продуктах, пищевых добавках***

Биомаркером обеспеченности магнием является уровень этого электролита в крови, норма которого составляет 0,65–1,05 ммоль/л.

Качественно присутствие магния можно доказать реакцией с хинализарином. Этот реактив при добавлении щелочи окрашивает

ется в фиолетовый цвет, а в присутствии ионов магния – в васильково-синюю, что связано с образованием комплексного соединения.

Существует ряд менее чувствительных реакций, которые подходят при испытании на подлинность пищевых добавок с магнием [149]:

- образование белого мелкокристаллического осадка с фосфатом натрия в присутствии  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- микрокристаллоскопической реакцией получения фосфата магния-аммония [31];
- взаимодействием избытка раствора гидроксида натрия;
- реакцией с 8-оксихинолином в присутствии аммиачного буфера.

Методом количественного определения магния является комплексонометрический. При этом в качестве индикатора лучше всего использовать кислотный хромовый черный специальный (эрихром черный Т). При этом в точке эквивалентности вино-красный цвет комплекса  $\text{Ind} \cdot \text{Mg}$  при титровании трилоном Б меняется на синий (цвет индикатора).

Разработан тест «Хватает ли вам магния?» [241], позволяющий ответить на вопрос, не сказывается ли на самочувствии человека недостаток магния.

## **2.7 S-элементы: микробиология, генная инженерия и нанотехнологии**

Сыр, творог и кисломолочные продукты обладают высокой пищевой и биологической ценностью, часто и функциональной направленностью. При их производстве используют *пробиотики*: лактококки (например, *L. lactis sub. lactis*); молочнокислые палочки (*L. acidophilus*, *L. casei*, *Bifidobacterium*) и др.[255]. Для увеличения лечебно-профилактических свойств продуктов предпочтение отдают микроорганизмам: нормализующим функции кишечной микрофлоры, предотвращающим развитие опухолей, способствующим снижению холестерина в крови, способствующим усилению иммунитета, ослаблению проявлений пищевой аллергии, облегчающим симптомы непереносимости лактозы, оказывающим антимуtagenное и *антиоксидантное* действие.

Одним из способов получения таких микроорганизмов является использование генной инженерии для получения заквасочных культур с заданными свойствами. Микробиологи и генетики России и зарубежья ведут непрерывную работу по селекции заквасочных культур. Проводилось несколько транснациональных проектов по селекции ВАР (1986–1989), BRIDGE (1990–1993), объединяющих исследования 34 лабораторий различных стран.

Кисломолочные и ферментированные продукты высокого качества можно произвести только при условии гарантированного развития в них заквасочной микрофлоры. Одной из причин ее ослабления является бактериофаг [151, 162 и др.]. От 5 до 15% от общего количества продуктов теряют качество из-за лизиса микроорганизмов закваски фагом.

Необходимо проведение систематического мониторинга бактериофагов на производстве и использование фагорезистентных заквасок (в частности, составленных из штаммов, полученных конъюгативной передачей генов фагоустойчивости). Это позволит своевременно заменить заквасочные культуры, если к ним обнаружен бактериофаг в контрольных критических точках с помощью «Фаготеста-ЛК» [12, 130 и др.].

Автор практически провела длительные, продолжавшиеся 3 года (1997–2000) испытания разработанных «Методических рекомендаций по проведению фагового мониторинга», «Фаготеста-ЛК», осуществляя мониторинг на ЗАО «ВМК» [156].

Но, однако, даже после успешного обучения работе с «Фаготестом-ЛК» персонал микробиологической лаборатории, ввиду загруженности и «сложности испытаний», проводит мониторинг не систематично, а лишь по констатации факта фаголизиса.

На предприятии часто не выполняется ряд требований по объективным техническим причинам. Например, требования: «Всегда держать двери заквасочного отделения закрытыми, организовывать воздушную завесу в тамбуре для каждой вновь поступающей в заквасочную порции воздуха», – игнорируются во время пропаривания системы. Причина: заквасочнице «нечем дышать» из-за слабой вытяжной вентиляции (позже была поставлена новая вентиляционная система).

Фаг 1А мор- фотипа В2 из коллекции ВНИИМС, Россия	Фаг 42 мор- фотипа В2 из коллекции ВНИИМС, Россия	Фаг 7 мор- фотипа В1 из коллекции ВНИИМС, Россия	Фаг 55 мор- фотипа В1 из коллекции Джарвис, Ав- стралия	Фаг 8А мор- фотипа В1 из коллекции ВНИИМС, Россия
---	---	--	---	---

Фаг Р008 морфотипа В1 из коллекции Тойбер, Гер- мания (рядом фаг Т4)	Фаг 61А мор- фотипа В1 из коллекции ВНИИМС, Россия	Фаг 1358 морфотипа В1 из коллекции Тойбер, Гер- мания	Фаг R18 мор- фотипа В1 из коллекции ВНИ ИМС, Россия	Фаг 51А мор- фотипа В1 из коллекции ВНИИМС, Россия
---	--	---	---	--

#### Р и с. 2.2. Микрофотографии лактофагов

Испытания показали, что в указанных условиях мониторинг должен быть ежедневным.

С 2001 г. по настоящее время на ЗАО «ВМК», как и многих других молочных и сыродельных заводах, пошли по более простому пути: стали использовать датские закваски фирмы «Христиан-Хансен», называемые «заквасками прямого внесения в ванну» [229].

Их штаммы имеют другой фаготип, поэтому на наших предприятиях к ним в первое время не было бактериофага. Подобные

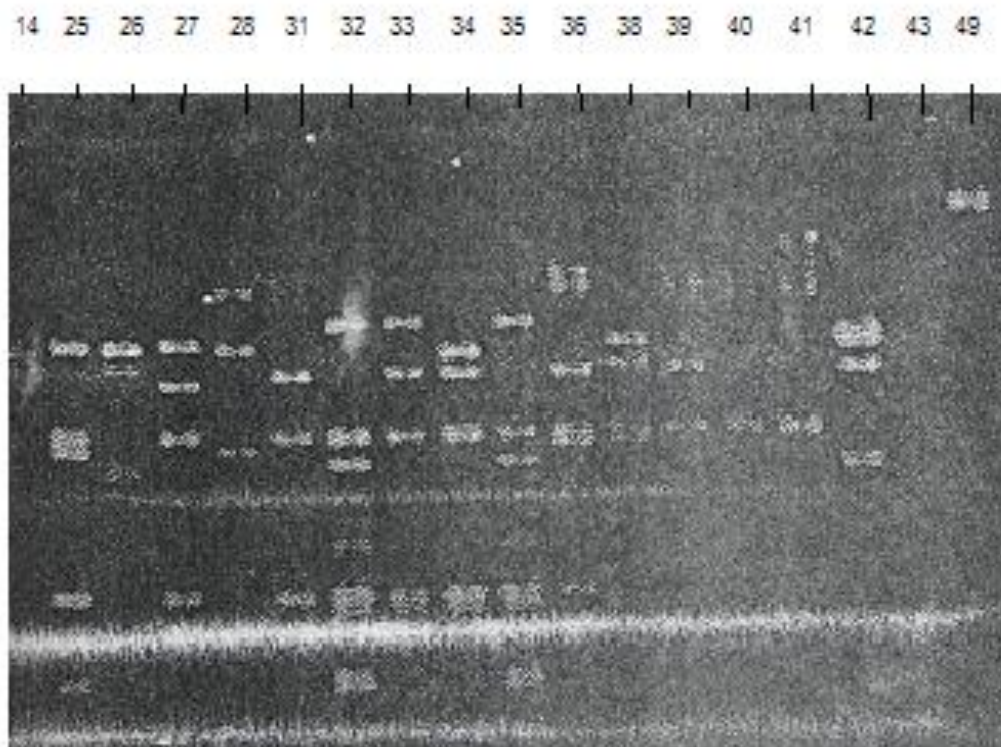


закваски, после активизации вносятся непосредственно в молоко, минуя стадию приготовления материнской и производственной заквасок, тем самым уменьшается опасность заражения их бактериофагом.

Однако наряду с заквасками «непосредственного введения в ванну», используются и традиционные лиофилизированные закваски, а бактериофаг – высокомультиплицирующий вирус [110], поэтому через несколько лет, в зависимости от общефаговой ситуации на предприятии и используемой системы ротации заквасок, к штаммам заграничных заквасок также образуется лизирующий бактериофаг [285]. Косвенными доказательствами этого утверждения являются [154]:

- наличие в зарубежных коллекциях бактериофагов Аккермана и Джарвиса вирионов тех же типов, что и фаги из систематизированной нами отечественной коллекции (рис. 2.2);

- электрофоретическое разделение фрагментов ДНК бактериофагов (рис. 2.3);



Р и с. 2.3. Электрофоретическое разделение EcoR I – фрагментов ДНК фагов (нумерация по Реестру бактериофагов ВНИИМС)

- данные ДНК/ДНК гибридизации, которые выявляют наличие гомологичных участков ДНК отечественных и зарубежных бактериофагов.

Попытка установления плазмидной локализации генов фагоустойчивости для производственных штаммов затруднительна вследствие самопроизвольной рекомбинации плазмид (рис. 2.4) [111; 154].

Хотя штаммы заквасочных лактококков и лактобацилл отличаются большим разнообразием плазмид: от 3 до 106 тыс. пар нуклеотидов, и контролируют все важнейшие технологические функции, часто происходит интеграция плазмид в хромосому, распад крупных плазмид на мелкие, полная ассимиляция (исключение) плазмид и т.п. [284, 286 и др.].



Р и с. 2.4. Плазмидные профили коллекционных культур лактококков:

1. *L/lactis* subsp. *diacetylactis* 613
2. *L/lactis* subsp. *diacetylactis* 352/1
3. *L/lactis* subsp. *diacetylactis* 613/352

В связи со сложившейся ситуацией, рекомендуется вспомнить старое доброе открытие [4], состоящее в том, что в средах с пониженным содержанием s-элементов (в частности, кальция и магния) бактериофаг не развивается. Разумеется, речь не идет о создании малокальциевых кисломолочных продуктов. *Малокальциевые среды можно использовать для активизации заквасочных культур, с целью уменьшения спектра литического действия вирионов фагов, циркулирующих на предприятиях.*

Доказано стимулирующее влияние ионов кальция и магния на адсорбцию фага на клетке-хозяине, и на размножение фага в клетке. Механизм действия этих ионов не установлен. Имеются данные, что эти катионы принимают участие в переходе обратимой фазы адсорбции в необратимую. Наряду с влиянием на адсорбцию катионы имеют большое значение в процессе формирования фага внутри бактериальной клетки.

Не все закваски хорошо растут на бескальциевой среде. По-видимому, бактериофаг более чувствителен к нехватке кальция, чем большинство заквасочных штаммов, поэтому для достижения указанной цели достаточна малокальциевая среда. Причем кальций и магний из нее не обязательно удалять. Можно лишь связать их прочно комплексным соединением.

Сложности привития на предприятиях систематического фагового мониторинга, а кроме ЗАО «ВМК» такая попытка сделана на УОМЗ ВГМХА, заставили автора двигаться в направлении поиска экспресс-анализа, позволяющего быстро оценить фаговую обстановку. Поясню, с помощью «Фаготеста-ЛК» результаты становятся известны на следующие сутки.

В это время получил известность экспресс-анализ здоровья человека с помощью фазоаурометра [54] и других типов СКВИД (сверхпроводящий квантовый интерферометрический датчик) [232]. Имелись сведения о том, что с его помощью успешно диагностировали состояние и более простых биологических систем: крови, мочи, растений, микроорганизмов и др. У автора возникла идея сравнить величину индукции поля молока с различной степенью зараженности бактериофагом, которая вылилась в знакомство с физиком ВоГТУ В.К. Максимовым [104], имеющим большой опыт работы в области практического применения магнитной обработки воды (подробнее в гл. 4). Важно отметить, что бактериофаг заквасок связан не только с нарушением кисломолочного процесса и экономическим ущербом при производстве продуктов.

Известно, что *бактериоцины, которые подавляют развитие гнилостной и патогенной микрофлоры в продукте и нашем организме, являются «дефектными» фагами.* Допускают, что существовал, и, может быть, все еще существует, природный механизм, с использованием которого фаги, активные против разных видов и семейств, могли бы обмениваться удачными «эволюци-

онными находками» [91]. Таким образом, изучение бактериофагов является одной из ступенек в повышении *иммунологической ценности* функциональных пищевых продуктов.

Микробиологический, генно-инженерный подходы, а также метод диспергации (раздробления) *коллоидных частиц*, если в результате них происходит раздробление частиц до размера  $10^{-9}$  м называются *нанотехнологиями*. Среди нанопродуктов, связанных с размером s-элементов, можно назвать кисломолочный продукт компании «Самрина» с быстро усваивающимися наночастицами кальция, который в настоящее время снят с производства из-за низкого спроса на него [239]. Несмотря на «провал» на рынке этого и некоторых других нанопродуктов, нанотехнологии считаются перспективными, т.к. наночастицы, благодаря более развитой поверхности, по сравнению с микрочастицами обладают повышенной пищевой ценностью, а благодаря лучшей способности проникать в клетки часто служат отличным транспортным средством для других веществ, которые добавляют в пищу, чтобы сделать ее более полезной.

## ***Выводы по главе 2***

1. S-элементы относятся к металлам (кроме водорода), попадающим в различные градации любых классификаций. Стронций и барий – тяжелые металлы. Калий, натрий, кальций и магний являются миллиэлементами; стронций, барий, литий, рубидий, цезий – микроэлементами; франций и радий – наноэлементы, при использовании классификации с учетом истинного значения латинских десятичных приставок. К наиболее накапливаемым организмом человека s-элементам относятся водород и натрий.

2. Самое важное значение в обогащении продуктов питания с точки зрения здоровья человека среди s-элементов в настоящее время имеют К, Са и Mg. Среди других элементов в первую очередь необходим контроль и оптимизация содержания нутрициологического рубидия, бериллия, стронция и тяжелого изотопа водорода дейтерия.

3. Изучение бактериофагов является важной прикладной задачей для повышения иммунологической ценности функциональных пищевых продуктов.

### *Вопросы и задания для самоконтроля по главе 2*

1. Каковы нутрициологические функции:
  - К и Na;
  - Ca;
  - Mg;
  - рубидия, бериллия, стронция, остальных s-элементов?
2. Что такое ксенобиотики? Приведите примеры.
3. В чем фактор дискриминации стронция в пользу кальция?
4. Как оптимизировать усвоение кальция из воды и продуктов питания?
5. Что такое ККФК?
6. Каков размер мицелл основного белка молока?
7. Что влияет на размер мицелл казеина? В каких технологических процессах важен размер казеиновых мицелл?
8. Что такое пробиотики?
9. Проанализируйте новые данные (за последние 5 лет), появившиеся об экспресс-анализе здоровья человека по его магнитному полю.

### **Примерные исследовательские темы по главе 2**

1. Кратко- и длиннопериодные варианты периодической таблицы: все за и против.
2. Определение местоположения всех 13 s-элементов по классификациям общепринятой и с учетом латинских приставок.
3. Сравнение коэффициентов накопления s-элементов в организме человека с таковыми же для другого объекта (животного, растения и т.п.).
4. Сравнительная характеристика физико-химических свойств безводной соли (например,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) и ее кристаллогидрата.
5. Раскрытие специфичности физиологического действия дейтерия.
6. Минералы (Na и K или Ca, другого s-элемента), их гомеопатические свойства.
7. Создание/реставрация учебного видеофильма «К и Na (другой s-элемент) вокруг нас».
8. Практический анализ K и Na (другого s-элемента) в водах, пищевых продуктах.
9. Проведение тестирования «Гипотоник или гипертоник» и его статистическая обработка.
10. Раскрытие содержания семи основных функций пробиотиков.
11. Подготовка презентации «Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита».

### ГЛАВА 3 ЦЕННОСТЬ ПРОДУКТА: ПИЩЕВАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ, ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ, НУТРИЦИОННАЯ

*В рекламных проспектах, роликах производителей продукции можно встретить понятия пищевая, питательная, биологическая и энергетическая ценность продукта. Лечебная ценность, не общеупотребительное выражение, говорят: «Лечебный продукт». В науке о здоровом питании и здоровых продуктах питания эти понятия – основа глоссария, позволяющего понимать друг друга разработчикам, производителям и потребителям [138].*

Наиболее просто определиться с последним понятием – энергетическая ценность, поскольку разночтения здесь минимальны.

Энергетическая ценность (или калорийность) пищевого продукта – его способность снабжать организм энергией. В этом смысле человека можно сравнить с любой машиной, совершающей работу, но требующей для этого поступления топлива. Рациональное питание предусматривает примерный баланс поступающей с пищей в организм энергии и расходуемой на обеспечение процессов жизнедеятельности [225].

Пищевая ценность – определяется количеством и соотношением содержащихся в нем нутриентов (химических веществ пищевых продуктов), доброкачественностью и биологической ценностью, усвояемостью, вкусом, запахом и физиологической полезностью, то есть совокупностью всех полезных качеств продукта [59].

Пищевая ценность продукта – заключается в снабжении организма пластическими веществами, к которым, прежде всего, относятся белки, затем минеральные вещества, жиры и еще в меньшей степени – углеводы [225].

В процессе жизнедеятельности в организме человека постоянно разрушаются одни клетки и внутриклеточные структуры и вместо них появляются другие. Строительным материалом для создания новых клеток и внутриклеточных структур являются химические вещества, входящие в состав пищевых продуктов.

Потребность в пластических веществах пищи варьирует в зависимости от возраста: у детей такая потребность повышена (ведь у них они используются не только для замены разрушенных

клеток и внутриклеточных структур, но и для осуществления процессов роста), а у пожилых людей понижена.

Питательная ценность (или питательность по Ожегову) – заключается в содержании необходимых для питания веществ, полезности.

Биологическая ценность продукта заключается в снабжении организма биологически активными веществами, необходимыми для регуляции процессов жизнедеятельности. Ферменты и большинство гормонов – регуляторы химических процессов, протекающих в организме, – синтезируются самим организмом. Однако некоторые коферменты (необходимая составная часть ферментов), без которых ферменты не могут проявлять свою активность, а также некоторые гормоны организм человека может синтезировать только из специальных предшественников, находящихся в пище. Этими предшественниками являются, в частности, минеральные вещества и витамины, присутствующие в продуктах питания.

Сравнительно недавно появились данные о существовании еще одной ценности некоторых продуктов питания – иммунологической или лечебно-профилактической, которая заключается в выработке и повышении иммунитета, как неспецифического, так и специфического. Было установлено, что величина иммунного ответа на инфекцию зависит от качества питания и, особенно, от достаточного содержания в пище калорий, полноценных белков и витаминов. Полноценное питание повышает сопротивляемость организма самым различным инфекциям.

К продуктам, повышающим иммунитет, относят, в частности, такие, которые имеют высокое содержание пробиотиков (в частности, бифидобактерий), что способствует нормализации микрофлоры организма человека, улучшению самочувствия и предотвращению многих заболеваний.

Таким образом, наиболее всеобъемлющим из выше названных является понятие пищевая ценность (то же, что питательная – *устар.*) Пищевая ценность заключается в содержании необходимых для организма веществ, и включает в себя:

- нутриентный состав – количество и качество основных пищевых веществ;

- органолептические свойства – внешний вид, цвет, консистенция, запах, вкус;
- энергетическую ценность – его способность снабжать организм энергией;
- иммунологическую ценность – способность повышать иммунитет;
- перевариваемость – соответствие химического состава продукта ферментным системам организма;
- усвояемость – относительную степень использования отдельных нутриентов организмом;
- приедаемость – скорость выработки отрицательного стереотипа употребления продукта;
- биологическую ценность, которая заключается в снабжении организма биологически активными веществами, необходимыми для регуляции процессов жизнедеятельности. Можно говорить о биологической ценности белков, липидов, витаминов, минеральных элементов и т.п.

Однако «Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов» 1990 г. и последующие официальные документы узаконивают следующие термины:

Биологическая ценность – показатель качества пищевого белка, отражающий степень соответствия его аминокислотного состава потребностям организма в аминокислотах для синтеза белка.

Биологическая эффективность – показатель качества жировых компонентов пищевых продуктов, отражающий содержание в нем полиненасыщенных жирных кислот.

Поэтому, к сожалению, и надеюсь, как временное недоразумение, выражение «биологическая ценность минеральных элементов» употреблять нельзя. Чтобы выпутаться из этой ситуации, предлагается принять следующие определения [145]:

*нутриционная* (греч. «нутрицио» – питание) *ценность элемента/витамина и др. нутриента* – интегрированный показатель его качества в продукте питания, т.е. усвояемости и способности регулировать процессы жизнедеятельности.



*Нутриционная функция элемента – выражает способность осуществить свою биологическую (физиологическую) роль, при поступлении элемента в организм с водой и пищей.*

*Нутриционный элемент – химический элемент, способный влиять на здоровье человека, при поступлении элемента в организм с водой и пищей.*

### **3.1 Развитие концепции функциональных продуктов питания**

На рубеже веков во всем мире получило широкое признание развитие нового направления в пищевой промышленности – *продуктов функционального питания (ПФП)* [245]. В России впервые понятие ПФП было введено акад. РАСХН И.А. Роговым. Точного определения этого понятия «функциональные продукты» до недавнего времени не существовало [159]. Место функционального (позитивного) определяли как среднее между обычным, когда человек ест с целью насытить организм и лечебным питанием, предназначенным для больных людей [24].

Функциональные продукты питания должны иметь вид обычной пищи и потребляться регулярно в составе нормального рациона питания.

При употреблении функциональных продуктов питания «спрятанные» в них функциональные пищевые добавки усваивается организмом в ряде случаев лучше, в частности из-за присоединения элементов к аминокислотам.

Таким образом, важно не только содержание того или иного минерального вещества в функциональных продуктах питания, но и влияние отдельных *нутриентов* друг на друга в процессе их усвоения организмом.

Поэтому функциональные продукты рассматривают как средство активного лечебно-профилактического воздействия на организм, которое повышает сопротивляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды, способствует сохранению физического и психического здоровья, снижает риск развития любой патологии и увеличивает продолжительность жизни [131]. Согласно британскому определению [281, 278] функциональные – специальным образом обработанные продукты, содержащие ингредиенты, способствующие выполнению тех или иных

физиологических функций и являющиеся питательными веществами. По американскому определению – это «продукты, имеющие в своем составе потенциально целебные вещества, включая генетически модифицированные продукты или пищевые ингредиенты, способные обеспечить пользу для здоровья [283]».

Таким образом, определим ПФП как *обладающие повышенной пищевой ценностью вследствие обогащения их биологически активными веществами и предназначенные для профилактики возникновения недостатка в организме нутриентов (минеральных веществ, витаминов, аминокислот др.), способного вызвать нарушение физиологических функций практически здорового человека [138].*

Официальное определение функциональных пищевых продуктов, включающее дополнительное понятие функциональных пищевых ингредиентов, узаконено документом « Термины и определения в области пищевой и перерабатывающей промышленности, торговли и общественного питания», 2007 г.

Для создания функциональных пищевых продуктов с повышенной нутриционной ценностью элементов необходимо учитывать взаимодействия последних. Существует три типа взаимодействия нутриентов: нейтральное; антагонизм (взаимное ослабление полезных свойств) и синергизм (эффект усиления полезных свойств) [287]. Причем при одном соотношении нутриентов может происходить синергизм, а при другом аннигиляция. Так в процессах всасывания из кишечника и формирования костной ткани обмен кальция и фосфора идет параллельно, а в сыворотке крови они антагонистичны. Избыток как фосфора, так и магния приводит к уменьшению содержания кальция в организме [133].

Для исключения аннигиляции и усиления синергизма сбалансированным, оптимальным для усвоения считается отношение Ca:P:Mg близкое к: 1,00:0,50:0,20 – для детей до 29 дней; 1,00:0,80:0,12 – первого полугодия жизни; 1,00:0,83:0,12 – второго полугодия; 1,00:1,00:0,19 – с одного до 3 лет; 1,00:1,21:0,25 – с 4 до 6 лет; 1,00:1,50:0,25-0,29 – с 7 до 17 лет; 1,00:1,50:0,50 – для взрослых; 1,00:1,50:0,45 – для беременных и кормящих женщин [80, 140]. Другие примеры антагонизма и синергизма:

- ионы кальция, цинка и железа (II) являются антагонистами в усвоении по отношению друг к другу;

- витамин D улучшает усвоение, как кальция, так и фосфора;
- медь улучшает усвоение и увеличивает пользу, приносимую железом;
- цинк вместе с серой участвует в процессах роста и обновления кожи и волос;
- цинк необходим для активации фолиевой кислоты из связанной формы (подробнее табл. 3.1).

Лишь в некоторых продуктах питания, созданных природой аннигиляция несколько сглажена, например:

- мясо – богатый источник усвояемого железа и цинка;
- из женского молока ребенок одинаково хорошо усваивает кальций и железо. Это объясняется высокой нутриционной ценностью в нем железа и кальция (подробнее в гл. 2.4).

Вышеизложенное приводит к выводу, что в обогащенном продукте питания вносимый минерал может иметь низкую нутриционную ценность для организма вследствие аннигиляции и/или отсутствия синергизма с другими минералами, витаминами. Так, например, способ производства сухого завтрака экструзионной технологией [121], предусматривающий обогащение продукта солями цинка, марганца и/или кобальта в количестве 10-20, 2–7 и 0,1–0,2 мг на 1 кг зерна или продукта переработки тритикале не обеспечивает содержание в продукте синергистов цинка серы и фолацина на том же уровне от суточной потребности. Продукт содержит в большом количестве (удовлетворяющем более 20% среднесуточной потребности в нем при обычном уровне потребления готового продукта) антагонист цинка – фосфор, что уменьшает пищевую ценность обогащающего продукт цинка. Кроме того, способ не учитывает исходного содержания в продукте вносимых минералов (естественного содержания, потерь при технологической обработке); не распространяется на другие продукты питания, кроме как на продукты из тритикале; и на обогащение продуктов другими эссенциальными минеральными элементами, кроме цинка, марганца и кобальта.

Другой пример неудачного обогащения – существующий способ производства консервов на основе мяса птицы для профилактического питания [122], обеспечивающий содержание железа в продукте на уровне 21–23 мг%. Во-первых, это не обеспечивает содержание минеральных элементов группы железа (синерги-

стов) меди, марганца на том же уровне от суточной потребности в минералах для определенной группы лиц в конкретных условиях. Во-вторых, способ не учитывает исходного содержания в продукте вносимых минералов. В-третьих, он не распространяется на другие продукты питания, кроме как на продукты на основе мяса птицы и на обогащение продуктов другими эссенциальными минеральными элементами, кроме железа и меди.

Представленный заявителем [67] способ получения композиции пищевой приправы, пищевого ингредиента и/или пищевого продукта, содержащий, по меньшей мере, один элемент, выбранный из группы состоящей из магния, кальция и калия не предусматривает учет исходного железа и цинка, высокое естественное содержание которых существенно влияет на снижение добавляемых в продукт кальция и магния. Например, заявитель предлагает обогащение колбасного или фаршевого продукта (которые, как правило, содержат большое количество естественного гемового железа, удовлетворяющего более 20% среднесуточной потребности в нем при обычном уровне потребления готового продукта) до увеличения весового содержания магния – по меньшей мере до 0,016%, кальция – по меньшей мере до 0,050%. К тому же, это не обеспечивает идеального для конкретной группы лиц-потребителей соотношения Ca:P:Mg. Способ не распространяется на обогащение продуктов другими эссенциальными минеральными элементами, кроме магния, кальция и калия.

Предложено решение данной проблемы и получен патент «Способ обогащения минеральными веществами пищевого продукта» [140].

За наиболее близкий к предлагаемому решению взят известный способ обогащения пищевого продукта [123], предусматривающий добавление в продукт минеральных элементов натрия, калия, магния, кальция, железа, марганца, кобальта, никеля, хрома, цинка, меди, селена, витамины А и/или группы D, и/или Е и/или группы В и/или С, а также сквашенную молочную сыворотку, являющуюся поставщиком в организм, в частности, минерального элемента фосфора и ряда аминокислот.

Недостатком данного способа является отсутствие гарантированной сбалансированности соотношения минеральных элементов кальция, фосфора и магния. При добавлении в продукт

указанных концентраций солей кальция и магния не обеспечивается его соотношение с фосфором и магнием, необходимое для лучшего усвоения организмом.

Другими недостатками указанного способа является одновременное использование для обогащения ионов кальция, цинка и железа (II), являющихся антагонистами в усвоении по отношению друг к другу. Третий недостаток указанного способа – внесение минеральных элементов без учета их исходного содержания в продукте (естественного содержания, внесения с технологическими и др. пищевыми добавками, потерями при технологической обработке продуктов).

Таким образом, *необходимо разделение обогащающих минеральных элементов, являющихся антагонистами по отношению друг к другу* (т.е. мешающих необходимому усвоению организмом), по продуктам различных групп (три основные группы). Из известных данных по аннигиляции минеральных элементов и витаминов, представленных в табл. 3.1, следует, *что обогащаемые кальцием, железом и цинком продукты должны принадлежать разным группам. Однако, поскольку цинк не принадлежит к минералам, необходимым для обогащения каждодневных продуктов питания, в третью группу можно выделить все обогащаемые минеральными элементами и биологически активными веществами продукты с низким содержанием кальция и железа, например, обогащенные калием, йодом, селеном, серой, молибденом, тиамином и др.* (см. табл. 3.1).

*Пищевой продукт, обогащенный минеральными элементами группы железа:*

- 1) содержит обогащающее количество солей железа, меди, марганца, кобальта (в составе цианкобаламина);
- 2) может содержать другие обогащающие минеральные вещества, витамины, биологически активные вещества, дефицит которых имеется в конкретных условиях, не проявляющие по отношению к железу и друг другу антагонизм.

*Обогащаемый пищевой продукт группы с низким содержанием кальция и железа:*

- 1) может содержать обогащающие цинк, серу, фолиевую кислоту (фолацин);
- 2) содержит обогащающие минеральные вещества, витамины,

биологически активные вещества, дефицит которых имеется в конкретных условиях, не проявляющие по отношению к друг другу антагонизм.

*Пищевой продукт с низким содержанием минерального элемента (кальция, железа) – содержащий такое количество усвояемого минерального элемента, которое удовлетворяет менее 20% среднесуточной потребности в нем при обычном или рекомендуемом уровне потребления готового продукта.*

При приготовлении обогащенных продуктов питания могут быть использованы индивидуальные соли, их смеси, растворы солей, смешанные растворы с высокой концентрацией. При использовании индивидуальных солей преимущество отдается маркам, содержащим минимум соединений тяжелых металлов: фармакопейная, особой чистоты (о.с.ч.), химически чистый (х.ч.), иногда FCCIV и FNP5. Марки чистый (ч.) и чистый для анализа (ч.д.а.), как правило, содержат большое количество тяжелых металлов, что устанавливается из спецификации конкретной соли.

При обогащении продукта питания возможно добавление стабилизаторов для предотвращения выпадения осадков, например, органические кислоты или их соли, полисахариды (в том числе гидролизованные).

Таблица 3.1 – Сведения об аннигиляции и синергизме

Минеральный элемент или витамин	Сведения об аннигиляции и синергизме нутриентов	В какой группе обогащенных продуктов его содержание предпочтительнее, мг	Примечание
Кальций		I	Лучше усваивается в составе маложирного продукта
Магний		I, II, III	
Фосфор		I	
Калий		I, II, III	Достаточно поступает в организм с подсолёной пищей
Натрий		I, II, III	

Продолжение таблицы 3.1

Минеральный элемент или витамин	Сведения об аннигиляции и синергизме нутриентов	В какой группе обогащенных продуктов его содержание предпочтительнее, мг	Примечание
Сера	Синергизм с цинком	I, II, III	Лучше усваивается в составе серосодержащих аминокислот, белков
Хлор	Отсутствуют	I, II, III	Достаточно поступает в организм с подсолонной пищей, но избыток не вреден
Железо	Аннигиляция с кальцием, фосфатами, щавел. кислотой, фитином, вит. Е; синергизм с медью, марганцем, аск. кислотой, витаминами А, В <sub>9</sub> и В <sub>12</sub>	II	В зерновых продуктах из муки тонкого помола, богатых фосфатами и фитином усваивается хуже
Медь	Проявляет синергизм в отношении железа	II	
Йод	Проявляет синергизм в отношении селена	I, II, III	
Фтор	Отсутствуют	I, II, III	Разница между полезной и вредной дозой мала, что является фактором против активного фторирования продуктов
Хром	Отсутствуют	–	Неорганический хром практически не усваивается
Марганец	Проявляет синергизм в отношении железа	II	

Продолжение таблицы 3.1

Минеральный элемент или витамин	Сведения об аннигиляции и синергизме нутриентов	В какой группе обогащенных продуктов его содержание предпочтительнее, мг	Примечание
Никель	Проявляет синергизм в отношении железа и меди	–	Усваивается только пищевой никель, синтетический канцерогенен
Цинк	Синергизм с фолиевой кислотой, серой. Аннигиляция с кальцием, железом, фосфатами, фитином	III	Цельнозерновые, например кукурузные хлопья, содержат волокна и фосфаты, которые ухудшают всасывание цинка
Селен	Отсутствуют, проявляет синергизм в отношении йода, витамина Е	I, II, III	
Молибден	Необходим для окисления серы, входящей в состав белков	I, II, III	
Кобальт	Отсутствуют	–	Человек нуждается в кобальте только в виде цианкобаламина (вит. В <sub>12</sub> )
Тиамин (В <sub>1</sub> )	Отсутствуют	I, II, III	
Рибофлавин (В <sub>2</sub> )	Отсутствуют, синергизм к В <sub>6</sub>	I, II, III	
Ниацин (РР)	Синергизм к метионину	I, II, III	
Пиридоксин (В <sub>6</sub> )	Синергизм к В <sub>2</sub> , В <sub>9</sub> , В <sub>12</sub> .	I, II, III	
Фолиевая кислота, (В <sub>9</sub> )	Синергизм к В <sub>12</sub>	I, II, III	
Аскорбиновая кислота (С)	Синергизм к железу, аннигиляция в витаминной группе В	I, II, III	
Кальция пантотенат	Отсутствуют	I, II, III	



Окончание таблицы 3.1

Минеральный элемент или витамин	Сведения об аннигиляции и синергизме нутриентов	В какой группе обогащенных продуктов его содержание предпочтительнее, мг	Примечание
Цианкобаламин (В12)	Аннигиляция в В <sub>6</sub> и В <sub>12</sub> , синергизм к В <sub>9</sub> и железу	I, II, III	
Витамины гр.К	Отсутствуют, синергизм к кальцию	I, II, III	
Токоферол (Е)	Ухудшает усвоение организмом кальция и железа, синергизм с селеном	III	
Витамины гр. D	Проявляет синергизм к кальцию, вит. А, С, витаминам гр. В	I, II, III	Вырабатывается в организме под действием солнечного ультрафиолета
Ретинол (вит. А)	Проявляет синергизм к вит. гр D	I, II, III	Может использоваться провитаминная форма - каротин

Вносимое количество обогащающих конкретный продукт биологически активных добавок определяется исходя из:

- *суточной потребности* для конкретной категории лиц с учетом задач по ликвидации недостатка в продукте питания определенных минералов и витаминов конкретного региона проживания в зависимости от времени года. При этом содержание минеральных веществ в обогащенном продукте должно быть достаточным для удовлетворения 30–50% среднесуточной потребности в нем при обычном или рекомендуемом уровне потребления готового продукта (250–300 г хлеба или кондитерского изделия, 1–2 стакана молока, 0,5 л напитка и т.п.).

- *исходного химического состава продукта* на основе его химического анализа или справочных данных;

- *потерь нутриентов при технологической обработке продукта*, высокий уровень потери минерала или витамина – фактор против обогащения им продукта;

Пищевым продуктом может быть молочный или жировой продукт, яйцепродукт, мясной, рыбный продукт или продукт из нерыбных объектов промысла, переработки зерна, на основе сои, кондитерское изделие, продукт переработки овощей, грибов, фруктов, ягод, напитков, вспомогательное пищевое вещество и улучшитель вкуса.

### 3.2 Функциональные продукты кальциевой группы

*Функциональный пищевой продукт, обогащенный минеральными элементами кальциевой группы:*

1) Содержит такое количество обогащающих солей кальция, магния, фосфора, чтобы достигалось сбалансированное для конкретной группы лиц соотношение Ca:P:Mg, что обеспечивает наилучшую биологическую ценность этих элементов:

(Ca:P:Mg)

1,00:0,50:0,20 – для детей до 29 дней,

1,00:0,80:0,12 – первого полугодия жизни,

1,00:0,83:0,12 – второго полугодия,

1,00:1,00:0,19 – с одного до трех лет,

1,00:1,21:0,25 – с 4 до 6 лет,

1,00:1,50:0,25–0,29 – с 7 до 17 лет;

1,00:1,50:0,50 – для взрослых;

1,00:1,50:0,45 – для беременных и кормящих женщин.

2) Может содержать витамины группы D (при недостатке нахождения на солнце) и группы К, бор (при их недостатке его в продуктах в конкретных условиях).

3) Содержит другие обогащающие минеральные вещества, витамины, биологически активные *минорные вещества*, дефицит которых имеется в конкретных условиях, не проявляющие по отношению к кальцию и друг другу аннигиляцию.

Примеры пищевых продуктов, обогащенных минеральными элементами кальциевой группы:

*Пример 1. Хлебобулочное изделие, обогащенное минеральными веществами кальциевой группы, для взрослых людей, для профилактики остеопороза.*

Для обеспечения 30% суточной потребности минеральными элементами кальциевой группы 250 г продукта на 100 кг готового

хлебобулочного изделия, с учетом их исходного содержания и технологических потерь (табл. 3.2), необходимо внести:

лактата кальция – 420 г,

дигидрофосфата калия – 426 г,

сульфата магния – 175 г,

цитрат калия однозамещенный – 500 г,

холекальциферол, витамин D – 0,83 мл препарата аквадетрим (в зимний период).

Таблица 3.2 – Обогащение хлебобулочного изделия физиологически функциональными пищевыми ингредиентами кальциевой группы

Минеральный элемент, витамин	Средняя суточная потребность в минеральном элементе, мг	Необходимое содержание минерального элемента в продукте, мг/кг	Исходное содержание минерального элемента в продукте, мг/100 г	Внесение минерального элемента в продукт, г/100 кг
Кальций	800	960	190	77
Магний	400	480	130	35
Фосфор	1200	1440	650	97
Витамины гр. D	0,25	0,3	0	0,03 (в зимний период)

*Пример 2. Печенье, обогащенное минеральными веществами кальциевой группы для профилактики их недостатка, для возрастной группы 11–17 лет.*

Таблица 3.3 – Обогащение йогурта физиологически функциональными пищевыми ингредиентами кальциевой группы

Минеральный элемент, витамин	Средняя суточная потребность в минеральном элементе, мг	Необходимое содержание минерального элемента в продукте, мг/кг	Исходное содержание минерального элемента в продукте, мг/100 г	Внесение минерального элемента в продукт, г/100 кг
Кальций	1200	3000	760	224
Магний	300	750	640	110
Фосфор	1800	4500	1300	320
Витамины гр. D	0,25	0,3	0	0,03 (в зимний период)

Для обеспечения 50% суточной потребности минеральными элементами кальциевой группы 200 г продукта, с учетом их исходного содержания и технологических потерь (табл. 3.3), на 100 кг готового печенья:

карбоната кальция – 560 г,  
 дигидрофосфата калия – 175 г,  
 дигидрофосфата магния трехзамещенного – 159 г,  
 цитрат калия однозамещенный – 500 г,  
 холекальциферола (витамина D) – 0,83 мл препарата аквадетрим (в зимний период).

*Пример 3. Йогурт, обогащенный минеральными веществами кальциевой группы для беременных женщин, летний период.* Для обеспечения 50% суточной потребности минеральными элементами кальциевой группы 100 г продукта, с учетом их исходного содержания и технологических потерь, на 100 кг готового продукта необходимо внести (табл. 3.4).

Таблица 3.4 – Обогащение печенья физиологически функциональными пищевыми ингредиентами кальциевой группы

Минеральный элемент, витамин	Средняя суточная потребность	Необходимое содержание в продукте	Исходное содержание в 100 г продукта	Внесение в продукт, г/100 кг
Кальций	1000 мг	500 мг/кг	122 мг	378
Магний	450 мг	225 мг/кг	15 мг	210
Фосфор	1500 мг	750 мг/кг	96 мг	654

карбоната кальция – 945 г,  
 дигидрофосфата магния трехзамещенного – 372 г,  
 цитрат калия однозамещенный – 500 г,

*Пример 4. Соль поваренная пищевая обогащенная ионами калия* для подсаливания пищи с соотношением Na:K (по массе), равным 5,00:3,75.

На 100 кг исходного продукта необходимо добавить:

калия аспаргината – 38 г,  
 калия лактата – 459 г,  
 калия хлорида – 267 г.

Таблица 3.5 – Обогащение соли поваренной пищевой ионами калия

Минеральный элемент, витамин	Суточная потребность	Исходное содержание в 100 г поваренной соли	Внесение на 100 кг исходного продукта
Натрий	5000 г	38,71 г	0
Калий	3750 г	0,09 г	29,0 кг

### **Выводы по главе 3**

1. Поскольку выражение «биологическая ценность минеральных элементов» законодательно недопустимо, нами предложен термин нутриционная ценность элемента/витамина и др. нутриента – интегрированный показатель его качества в продукте питания, т.е. усвояемости и способности регулировать процессы жизнедеятельности.

2. В настоящее время важность обогащения ПФП s-элементами доказана для К, Са и Mg.

3. При обогащении минеральными веществами пищевых продуктов, предусматривающий внесение в них минеральных веществ, необходимо соблюдать требования:

1) если продукт имеет низкое содержание железа, то его обогащают биологически активными синергетическими веществами кальциевой группы (солями кальция, фосфора, магния, витамином D) в идеальных для конкретной группы потребителей функционального продукта количествах и соотношениях;

2) если продукт имеет низкое содержание кальция, то его обогащают минеральными веществами группы железа (железом, солями меди, марганца и др.) в идеальных для конкретной группы потребителей функционального продукта количествах;

3) если продукт имеет низкое содержание кальция и железа, то он может быть обогащен биологически активными синергетическими веществами группы цинка (солями цинка, серой, фолатом) и/или неантагонистическими биологически активными веществами недостаток которых имеется у группы лиц, для которых предназначен функциональный продукт (калием, йодом и др.).

3. Содержание обогащающих минеральных веществ в ПФП должно подбираться с учетом суточной потребности для опреде-

ленной группы лиц в конкретных условиях жизнедеятельности, исходного содержания элементов в продуктах (естественного содержания, внесения с технологическими и пищевыми добавками, потерями при технологической обработке продуктов).

### *Вопросы и задания для самоконтроля по главе 3*

1. В чем заключается пищевая ценность продуктов?
2. Сформулируйте официальные определения биологической ценности и биологической эффективности.
3. В чем отличие общенаучного и официального определений биологической ценности?
4. Зачем необходимо понятие нутриционной ценности и в чем оно заключается?
5. Перечислите три возможных типа взаимовлияния нутриентов.
6. Приведите примеры антагонизма и синергизма биоэлементов.
7. Укажите недостатки запатентованного способа:
  - а) производства сухого завтрака, предусматривающего обогащение продукта биоэлементами [121];
  - б) производства консервов на основе мяса и птицы [122];
  - в) получения композиции пищевой приправы [67];
  - г) обогащения продукта минеральными веществами и сквашенной сывороткой [123].
8. Сформулируйте правила разделения обогащающих ПФП элементов-антагонистов.
9. Как определяется количество обогащающих конкретный продукт биологически активных добавок.
10. Каковы должны быть соотношения кальция, магния и фосфора в ПФП кальциевой группы?
11. Приведите примеры обогащения:
  - а) хлебобулочного изделия, обогащенного минеральными веществами кальциевой группы для взрослых людей, для профилактики остеопороза;
  - б) печенья, обогащенного минеральными веществами кальциевой группы для профилактики их недостатка, для возрастной группы 11–17 лет;
  - в) йогурта, обогащенного минеральными веществами кальциевой группы для беременных женщин, летний период;
  - г) соли поваренной пищевой, обогащенной ионами калия для подсаливания пищи с соотношением Na:K (по массе), равном 5,00:3,75.

### **Примерные исследовательские темы по главе 3**

1. Сравните британское, американское и два российских определения ПФП. Укажите их сходства и различия.

2. Произведите патентный поиск. Разделите патенты, в которых предусматривается оптимизация элементного состава на те, в которых нарушено правило разделения элементов-антагонистов и не нарушено.
3. Дополните данные по антагонизму и синергизму новейшими данными биоэлементологии.
4. Найдите недостатки в каком-либо из четырех примеров обогащения продукта (см. вопрос по главе 3 номер 11).
5. Разработайте свой проект производства продукта с элементной оптимизацией.

#### **ГЛАВА 4 МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ, ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ВОДЫ; МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ НА S-ЭЛЕМЕНТЫ**

Существенные различия в магнитных свойствах элементов, в частности, сравнительно низкая магниточувствительность s-элементов, может быть использована в различных ближних и дальних практических целях, например:

- в оптимизации технологических свойств сырья под действием естественных и искусственных магнитов;
- для регулирования метеочувствительности людей с помощью специальных продуктов питания и др.

Таким образом, магнитология является важным звеном конкретной логической цепочки: медицинская элементология → нутрициологическая химия s-элементов → магнитология → технологический уровень нутрициологии → разработка функциональных продуктов питания.

Действие магнитных полей проявляется как в большом (для живых организмов), как в среднем (в полидисперстных биологических средах), так и в малом (для ансамблей частиц) [170, 171]. В случае с отдельными молекулами, радикалами, ионами, триплетными молекулами действуют принципы спиновой химии – *реакция между частицами с одним и тем же спином невозможна. Даже маленькое магнитное поле в этой ситуации способно играть роль переключателя, воздействуя на ориентацию спина и увеличивая эффективность реакции.* Этот механизм может проявляться в процессах переноса электрона по цепи цитохромов и в сопряженных с ними реакциях фосфорилирования, в ферментативных реакциях, в

окислительно-восстановительных реакциях с участием ионов железа и меди и т.д. [176]. В таком случае действие магнитного поля фактически сводится к изменению числа реакционноспособных состояний и соотношения маршрутов реакций [25].

Более сложны механизмы влияния магнитных полей в полидисперсных системах, которыми являются продукты питания, и они могут быть различны в зависимости от характеристики поля. Часто магнитное поле характеризуют величиной магнитной индукции, и измеряют в единицах Тесла (Тл). Для характеристики электромагнитного поля, кроме магнитной индукции, применяют с десяток других величин (частота, длительность импульса, скважность, фаза и др.) [232]. Поэтому существует большое количество разнообразных электромагнитных полей, и только при полном совпадении указанных характеристик и состава биообъекта влияние поля на физико-химические процессы в пищевых технологиях будет одинаковым.

Чувствительность биообъектов к воздействию полю определяется, прежде всего, входящими в их состав парамагнитными (и ферромагнитными) ионами с неспаренными электронами и полярными молекулами. *Парамагнетики выталкиваются в область более сильного поля. На ферромагнетики аналогично действуют очень слабые поля. Полярные молекулы во внешнем поле приобретают дополнительное смещение электронных плотностей относительно ядер и приобретают наведенный разворот диполей* соответственно обратноразряженным полюсам поля. Кроме того, у не имеющих в отсутствие внешнего магнитного поля магнитного момента диамагнетиков во внешнем поле в электронной оболочке атомов индуцируются дополнительные микроскопические круговые токи, электроны в атомах приобретают дополнительные вращательные движения [263]. Изменение спина электрона на противоположный может способствовать сдвигу равновесия в равновесной химической реакции, либо более полному прохождению необратимой реакции.

Вот еще несколько механизмов, которые в зависимости от характеристик электромагнитного поля и состава объекта могут быть в большей или меньшей степени влиятельны [146]:

- смещение прототропного равновесия таутомеров амфолитов (воды, аминокислот): молекула – катион – анион [227];



- усиление/ослабление комплексообразующих свойств аминокислот (особенно цистеина и гистидина), содержащих легкополяризуемые группы [227];

- ориентирующее действие на ароматические остатки аминокислот (например, тирозина, триптофана) и конформация содержащих их белков [176].

Таковы лишь некоторые возможные механизмы основные действия магнитной обработки на биологические системы. К вопросу, как они влияют на нутриционную ценность элементов в воде и пищевых продуктах, нам предстоит поэтапно подойти через рассмотрение общих вопросов по магнитной обработке биологических систем.

#### **4.1 Природные магниты и магнитная обработка биологических систем**

Электромагнитные поля вездесущи. Магнитное поле Земли –  $10^{-5}$  Тл, растений –  $10^{-7}$ – $10^{-5}$  Тл, человека –  $10^{-11}$  –  $10^{-12}$  Тл. [2, 232]. Частными случаями электромагнитных полей являются видимый свет, радиоволны, лучи лазера и т.д.

Земля представляет собой огромный постоянный магнит, энергия которого оказывает существенное воздействие на биологические системы [22]. В 1600 г. увидел свет трактат придворного врача английской королевы Елизаветы I Вильяма Гильберта «О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле».

В живом дереве из корней в крону по сосудам древесины происходит непрерывное движение отрицательного электричества в виде ионов воды с растворенными в ней минеральными веществами [74]. Скорость движения ионов не превышает нескольких сантиметров в час, поэтому падение электрического напряжения между кроной и корнями дерева составляет десятые доли вольта в зависимости от вида дерева и его высоты, а магнитное поле дерева примерно  $10^{-5}$  Тл.

Магнитное поле возникает при протекании крови по сосудам, т.к. в ней растворены ионы солей. Иначе говоря, человек – тоже магнит с малой величиной магнитной индукции. В 1954 году известный американский химик Лайнус Полинг был удостоен Нобелевской премии в области химии за открытие магнитных свойств гемоглобина крови.

В упомянутом трактате Гильберт писал: «Теперь нам следует раскрыть причины и удивительные, хотя и замеченные раньше, но необъясненные действия всего этого» [170].

Существует два основных типа магнитных полей. К первому относится внутренняя природная магнитная энергия (человека, растений и др. биологических систем). Второй тип – внешнее магнитное поле, возникающее от магнитов и электромагнитов; его интенсивность выше, но уже на незначительном расстоянии резко снижается. Приборы, способные фиксировать и измерять магнитное поле биологических систем, появились относительно недавно. Лишь после открытия в 1911 году нидерландским физиком Хейке Камерлинг-Оннесом эффекта сверхпроводимости открылась возможность создания приборов и инструментов, необходимых для измерения биомагнитных сигналов сверхмалой интенсивности. Первая магнитокардиограмма была снята Г.Х. Бауль и Р. Макфийи в 1962 г.

К восьмидесятым годам двадцатого века, с одной стороны, было известно множество фактов положительного влияния магнитов в различных областях деятельности, с другой стороны, был сильным голос скептиков, объявлявших эти работы шарлатанством [232].

Например, было установлено, что магниты уменьшают боли при ушибах, способствуют заживлению ран, срастанию сломанных костей, снятию отеков, снижают артериальное давление. Магнитной водой лечили десятки различных болезней – от кожных до мочекаменной. Но когда одним и тем же методом лечат самые различные заболевания, вызванные различными причинами, появляются сомнения: не вылечиваются ли больные в санаториях только за счет режима, диеты, смены климата и т.п.

Животноводы выяснили, что магнитная вода полезна для молодняка сельскохозяйственных животных – они реже болеют, сокращается их падеж. Скептики же указывали, что данные животноводов сомнительны. Еще не известно, почему теленок здоровый и веселый, может быть, его телятница лишней раз погладила, когда давала омагниченную воду.

Открыта повышенная растворяющая способность омагниченной воды. В.И. Классен, работавший тогда заместителем директора по науке одного из прикладных институтов Министер-

ства химической промышленности, предлагал сократить число проектируемых заводов по производству минеральных удобрений. Ведь омагниченная вода увеличивает их эффективность. В Москве создали координационную лабораторию по магнитологии под председательством В.И. Классена. Тогда к делу подключилась Академия наук. Группе физиков-теоретиков поручили изучить вопрос о природе омагниченной воды [232]. Столкнувшись с теоретическими трудностями, они вынесли свой вердикт: никакой омагниченной воды не может быть. Все работы с омагниченной водой были признаны лженаукой.

20 мая 1980 г. в ЦНТИ из ВМИ (Вологодского молочного института) поступил материал заявки на открытие «Влияния магнитного поля на активность некоторых ферментов, применяемых в сыроделии». А на очередном собрании Академии наук в 1982 г. президент А.П. Александров произнес речь, в которой позволил себе крайне резко выразиться в адрес магнитологии. Кроме того, запретили принимать к рассмотрению диссертации на тему о магнитной обработке водных систем и публикацию статей по этой теме в академических журналах [232]. Позже Академия разрешила публикации, выяснив, что на результаты магнитной обработки влияет множество не всегда учитываемых факторов.

К таким факторам относят:

- точные характеристики параметров магнитного поля, используемого для омагничивания;
- состав и свойства обрабатываемых жидкостей;
- солнечная активность и геомагнитное поле Земли.

В 1990–1999 годах магнитными исследованиями по указанным выше причинам никто из сотрудников ВМИ не занимался. В это время сотрудники кафедры неорганической и аналитической химии занимались «будничной элементной работой». Принципиальным подходом к решению проблем оставалось развитие теоретического фундамента для прикладных задач по повышению качества продуктов питания и совершенствованию пищевых технологий, пищевого статуса населения [187, 188, 189 и др.]. С 1998 года Юрий Георгиевич Сажинов, будучи академиком МАНБ (Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности), редактировал ежегодные сборники научных ста-

тей «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности». В одном из таких сборников он публикует результаты собственных исследований по пищевому статусу населения Вологодской области, отмечает недостаток многих микронутриентов, делает, среди прочих, вывод о необходимости создания функциональных продуктов, которые он *определял как продукты заданного химического состава* [216].

После снятия Академией наук России запрета на исследования электромагнитной обработки различных биологических сред и интерес к ним возродился не только в ВМИ (ВГМХА), но и в Кубанском государственном технологическом университете [31], в Восточно-Сибирском технологическом университете [17]. Круг практического применения внешних магнитных полей широк.

Магнитное поле сверхвысокой частоты (СВЧ) используют для стерилизации биологических объектов [257]. Магнитная индукция СВЧ более чем в 1000 раз превышает магнитное поле Земли. Часто применяют более щадящий режим постоянного или электромагнитного поля промышленной частоты напряженностью порядка  $10^{-2}$  Тл. Взаимосвязь достигаемых при этом эффектов с изменением физико-химических параметров при омагничивании отражена в табл. 4.1.

Каков механизм влияния магнитного поля на биологические системы, в том или ином случае получения практического эффекта, является доминирующим, пока можно лишь предположить исходя из состава этих систем.

## **4.2 Влияние магнитного поля на различные подсистемы молока**

Молоко примерно на 87% состоит из воды. За незатейливой химической формулой  $H_2O$  скрывается вещество с уникальными свойствами. Исследователи, пытавшиеся на протяжении двух с лишним столетий раскрыть секреты воды, часто заходили в тупик. Да и сейчас, в XXI веке вода остается трудным объектом для исследований [18]. Последние данные говорят о том, что *на химически чистую воду магнитные поля не влияют* (глава 4.3.1). В любом случае, исследуя любые водные растворы, необходим контроль – холостой опыт с растворителем, то есть водой.

Таблица 4.1 – Исследования практического эффекта магнитной обработки биологических систем

Эффект омагничивания	Кто проводил исследования
<p><b>1. Вода.</b> Уменьшение накипеобразования. Увеличение рН, произведения растворимости веществ, в частности минеральных удобрений, лекарственных средств. Улучшение качества хлеба при использовании омагниченной воды и др.</p>	<p>Классен В.И. [78, 79], Стукалов П.С., Васильев Е.В., Табенихин Е.Ф., Усатенко С.Т., Морозов В.И., Непримеров Н. и др.</p>
<p><b>2. Вино.</b> Повышение стойкости, качества фильтрации, улучшение микробиологических показателей</p>	<p>Колпанчи А.П., Голикова В.Н. и др., Одесский технологический ин-т пищевой промышленности [274]</p>
<p><b>3. Пиво.</b> Увеличение длительности хранения до 1,9 раз, пеностойкости на 25–29%</p>	<p>Гулый И.С. и др., Киевский технологический институт, Иванов А.А. и др., Одесский технологический ин-т пищевой промышленности</p>
<p><b>4. Яйца.</b> Качеств. и количеств. результаты прединкубационной обработки</p>	<p>Андреев Е.М., Жаланнова М.Е. и др., ЭПО «Автоматизация лег-пром»*, г. Москва [274]</p>
<p><b>5. Сыворожка крови.</b> Увеличение протеолитической активности ферментов мяса и водосвязывающей способности мясных продуктов в процессе созревания</p>	<p>Сарычева Л.А., Борисенко А.А. и др., Ставропольский политехнический институт [274]</p>
<p><b>6. Молоко.</b> Уменьшение образования молочного камня в 2-3 раза. Снижение кислотности на 3–5 °Т, поверхностного натяжения на 10–15%, образование на поверхности жировых шариков дополнительного отрицательного заряда, препятствующего их отстаиванию</p>	<p>Бабин В.В., Герасименко С.А., ВНИИ комплексного использования молочного сырья, Ставрополь; [274]</p>
<p><b>7. Сливки.</b> Увеличение вязкости на 16–18%, удельной электропроводности на 14-16 %</p>	<p>Березко В.А., Зарицкая И.Р., Ленинградский технологический институт холодильной промышленности</p>
<p><b>8. Сливочная смесь мороженого.</b> Сокращение продолжительности процесса кристаллизации на 10-30 % и уменьшение расхода холода во фризере на 14,5%</p>	<p>Чумак Г.И., Овсянник А.В., Мурашов В.С. [274]</p>

## Окончание таблицы 4.1

Эффект омагничивания	Кто проводил исследования
<b>9. Молочнокислые микроорганизмы.</b> Больше накопление свободных аминокислот и летучих жирных кислот, растворимых форм азотистых веществ и карбонильных соединений на 25–38 %, 22–29%, 33–38% и 32–51% соответственно. Увеличение роста и размножения на 75–84%, сокращение времени сквашивания на 23–26%	Бегларян Р.А., Григорян Л.Е., Ереванский зооветеринарный институт [274]. Бовыкина В.С., Вологодский молочный институт ВМИ [26, 27]
<b>10. Ферменты.</b> Изменение молокосвертывающей и протеолитической активности пепсина и сычужного фермента	Сажинов Ю.Г., Бовыкина В.С., Грищенко А.Е. Сажинова Р.И., др., ВМИ, [172, 173, 174 и др.]

\* Наименования организаций соответствуют году проведения конференции [274] – 1989.

Безусловно, существенна роль и значение в различных технологических процессах молочной промышленности солей кальция и магния, кислотно-основного, фосфатного и цитратного равновесий, растворенных газов, эндогенных и экзогенных ферментов, лактозы, белков, липидов. Понимание механизма физико-химических превращений указанных составных частей молока при магнитной обработке – главный шаг для нового прикладного применения магнитного поля. Это понимание может стать основой как для развития новых, так и для модификации традиционных технологий производства пищевых продуктов в свете учета природных магнитных аномалий (солнечные бури и др.). Таким образом, проблема взаимодействия электромагнитного поля с биологическими объектами, в частности с молоком, является одной из актуальных.

Перспективы использования омагничивания такой сложной системы, как молоко, по-видимому, определяются тем, насколько полно удастся изучить сам механизм омагничивания. Различные фазы молока отличаются по магниточувствительности, внутри каждой фазы вещества могут быть также неоднородны по этому признаку. Одна из фаз может частично или полностью обуславливать изменения под действием магнитного поля в другой и т.д.

Поэтому для изучения омагничивания предлагается способ индукции–дедукции с первоначальным разделением системы на более простые составляющие: водно-минеральную, кислотно-основную, окислительно-восстановительную, минерально-газовую, ферментно-минеральную, углеводную, белковую, липидную и т.п. фазы.

### **4.2.1 Магнитная восприимчивость водных растворов солей s-элементов**

Вода является основной средой, а во многих случаях – обязательным участником многочисленных химических реакций и физико-химических процессов (ассимиляция, диссимиляция, осмос, диффузия, транспорт и др.) лежащих в основе пищевых технологий. В пищевой промышленности вода играет и другие функции: используется для охлаждения, мойки сырья и аппаратуры, применяется в качестве основного технологического сырья для приготовления растворов, эмульсий, суспензий (при производстве напитков, соусов, сиропов, рассолов и т.д.). Использование химически и микробиологически загрязненной воды ведет к затруднениям при технологической обработке, быстрой порче продуктов.

Экспериментально доказано, что угол связи атомов кислорода и водорода равен  $105,6^\circ$ . Молекула воды образует тетраэдр с углами связи  $109^\circ 28'$  за счет дополнительных водородных связей. Внутри тетраэдра пустые пространства – полости с эффективным радиусом  $1,4 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$ ). Гипотез и моделей строения воды существует десятки. Рассмотрим получившие наибольшее распространение кратко три модели.

Кластерная модель постулирует существование в воде двух фаз: рыхлой льдоподобной с описанными пустыми полостями тетраэдров и плотной аморфной, в которой молекулы расположены хаотично, пустот нет. При повышении температуры доля льдоподобной фазы сокращается.

Клатратная модель постулирует заполнение полостей льдоподобной фазы одиночными молекулами  $\text{H}_2\text{O}$  из аморфной фазы. По расчетам при  $4^\circ\text{C}$  полости заполнены на 18%, при  $50\text{--}60^\circ\text{C}$  – заполнены уже наполовину, каркас перестает быть рыхлым, его сжимаемость и сжимаемость воды в целом уменьшается. Малые по размеру ионы также легко входят в полости, большие – лишь при достаточно сильных внешних воздействиях, например возникающие при течении жидкости под действием силы тяжести.

Контитуальная модель постулирует наличие в воде непрерывной сетки водородных связей, вследствие чего жидкая вода подобна твердому телу. Но в жидкой воде эти связи частично открыты (до 10%), тогда как во льду – только замкнутые (100%).

В связи с последними данными института физической и электрохимии им. Фрумкина РАН [105], полученными методом молекулярной динамики (когда вычисляются траектории молекул, подобно вычислению движения небесных тел) *вода состоит из двух микрофаз с областью высокой и низкой плотностью водородных связей. Причем они образуют два непрерывных разветвленных кластера, вставленных один в другой, а время жизни водородных связей не превышает 40 пс. Именно столько времени может сохраняться влияние магнитного поля на водородные связи в химически чистой воде.*

В чистой воде водородный показатель должен быть равен 7,0. Именно таким мы вправе его ожидать в дистиллированной воде. Однако в действительности вода реагирует с CO<sub>2</sub>, содержащимся в воздухе:



Наличие угольной кислоты обуславливает слабокислую реакцию дистиллированной воды: pH= 6,5–6,0.

Вода частично растворяет стенки сосуда, в котором она находится. Дистиллированная вода может считаться чистой лишь в самом первом приближении. Гораздо чище дважды дистиллированная вода (бидистиллят), еще чище – трижды дистиллированная (тридистиллят). Дистиллированная 42 раза подряд вода при работе с сосудом, из которого за 10 лет работы перешло в воду максимум возможного, имеет электропроводимость в 100 раз меньше, чем обычная дистиллированная вода. Поэтому магнитная обработка действует на содержащиеся в воде примеси, а на воду – опосредованно через примеси [132].

Таким образом, вода – частный случай полидисперсной (многокомпонентной) системы.

В зависимости от размера частиц все дисперсные растворы подразделяют на:

1. Грубые дисперсии (взвеси, суспензии), у которых частицы имеют размер более 1 мкм (10<sup>-6</sup> м). Это глина, ил и т.п., находящиеся в воде. Их отфильтровывают через песок, угольные фильтры.
2. Коллоидные системы, размер частиц которых от 1 нм (10<sup>-9</sup> м) до 1 мкм. Это молекулы органических гумусовых кислот, бел-



ков (т/ж – золь), жировые капельки (ж/ж – эмульсия), пузырьки газов  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  (г/ж – пена) и др. Характерной особенностью коллоидных частиц является наличие на их поверхности заряда и адсорбированных слоев ионов и защитной гидратной оболочки из молекул растворителя. Очистить воду от коллоидных частиц можно нейтрализацией их поверхности противоионами (например, введением коагулянта глинозема  $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ ) с разрушением гидратной оболочки и последующей коагуляцией (укрупнением) частиц до выпадения их в осадок.

### 3. Истинные растворы, имеющие размер частиц до 1 нм, прежде всего гидратированные ионы.

Содержание ионов кальция и магния в ммоль/л характеризует общую жесткость воды (карбонатную и некарбонатную). Карбонатная (временная, устранимая) жесткость, обусловленная гидрокарбонатами кальция и магния, устраняется кипячением (что обходится дорого для больших объемов воды) или использованием одного из следующих реагентов: гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (известкование), едкого натра  $\text{NaOH}$ , тринарийфосфата  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

Что происходит с водой, как дисперсной средой, протекающей сквозь магнитное поле, точно никто не знает [132]. Физики-теоретики совершенно уверены, что ничего с ней при этом происходить не может, подкрепляя свою убежденность вполне достоверными теориями, из которых следует, что после прекращения действия магнитного поля вода должна мгновенно вернуться в прежнее состояние.

А опыт показывает, что она изменяется. Действие магнитного поля на воду (обязательно быстротекущую) длится малые доли секунды, а «помнит» об этом вода десятки часов.

Кроме эффекта «памяти», для воды установлено еще одно важное для рассмотрения омагничивания свойство: оказывается, на воде достоверно сказываются события, происходящие на Солнце и в космосе.

Был организован и проведен небывалый эксперимент [79, 132]: сотни добровольных исследователей-химиков во всех частях земного шара по единой, заранее разработанной программе одновременно, в один и тот же момент мирового времени снова и снова повторяли один и тот же простой опыт: определяли ско-

рость появления первых следов осадка, образующегося в результате реакции в водном растворе.

Опыт продолжался почти пятнадцать лет, было проведено более трехсот тысяч повторений.

Характер реакции в воде следует ритму солнечной активности (появлению пятен и вспышек на Солнце) и зависит от изменения относительной скорости Земли в ее движении в космическом пространстве.

И если на примере простой и грубой реакции в водном растворе подмечено влияние событий в космосе, то так же велико может быть значение этого влияния на физико-химические реакции, происходящие при технологических процессах производства продуктов питания.

#### ***4.2.2 Влияние омагничивания на белковую систему молока***

Поскольку белки молока находятся в тесной связи с s-элементами, особенно с ионами кальция, магния и протонами, исследование влияния омагничивания на белковую систему молока представляет собой прикладную практическую задачу по увеличению *нутриционной ценности s-элементов и биологической ценности белков* молочных продуктов одновременно.

В Восточно-Сибирском государственном технологическом университете нашли [32], что выход белков независимо от способа коагуляции творожного сгустка, при использовании омагничивания молочной смеси, увеличивается от 13,1 до 48,3%. Соответственно снижается отход белков в сыворотку.

В Вологодской государственной молочнохозяйственной академии [115] при исследованиях влияния магнитной обработки молока на содержание сывороточных белков получен следующий эффект: в опытных образцах оно уменьшилось по сравнению с контрольными почти на 16%.

При этом использовались: постоянное магнитное поле, с магнитной индукцией  $1,76 \pm 10^{-2}$  Тл, диаметр трубки пропускания – 5 мм, скорость максимально возможная через указанный диаметр трубки, количество пропускания – 7 раз.

Однако полученные результаты не были стабильными.

С течением времени, мы обратили внимание на данные о сильном геомагнитном поле в год проведения исследований.

Пики солнечной активности, когда магнитная индукция земного поля может превышать  $10^{-4}$  Тл, имеют примерно 11-летнюю цикличность (1980, 1991, 2002 годы).

Таким образом, 2003 г., как следующий за пиком максимальной солнечной активности, мог иметь резкие геомагнитные колебания, влияющие на нестабильность результатов дополнительно омагничивания молока внешним магнитом.

#### **4.2.3 S-элементы: теоретические основы механизмов влияния магнитных полей и использования практических эффектов**

Часть s-элементов в коровьем молоке образует истинные растворы, имеющие размер ионов до 1 нм (табл. 4.2). Примерно 25% кальция в молоке представлено в виде гидратированных ионов, а остальная часть – в виде суспензии коллоидных фосфатов и цитратов кальция и в виде кальцийказеинатфосфатных ассоциатов.

Таблица 4.2. – Размеры некоторых ионов s-элементов

Частица	Размер, пм ( $10^{-12}$ м)
Ион $\text{Ca}^{2+}$	106
Гидратированный ион $\text{Ca}^{2+}$	420
Ион $\text{Mg}^{2+}$	78
Гидратированный ион $\text{Mg}^{2+}$	440
Ион $\text{Na}^+$	98
Гидратированный ион $\text{Na}^+$	276

При магнитной обработке создаются микровихри из небольших по размеру гидратированных ионов, и попадание их, вследствие турбулентного перемешивания, в частично разрушаемые при этом, меньшие по размеру (140 пм) полости воды. «Память», или восстановление структуры такой воды составляет до нескольких часов. *Наличие в молоке ионов  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и др., не эквивалентных молекулам воды по размерам и величине заряда, приводит к еще большему разрушению структуры воды, уменьшению гидратации диполей, изменению ее растворяющей способности.*

Большинство органических веществ молока (белки, фосфолипиды, олигосахариды, ферменты) имеют полярные группы и обладают гидратной оболочкой. Увеличение или уменьшение гидратации диполей воды вследствие омагничивания у различных веществ индивидуально. При этом образуются «полости» в которые могут вместиться ионы частично потерявшие свою гидратную «шубу».

Смещение прототропного равновесия таутомеров амфолитов, в частности воды и аминокислот, ведет в высвобождению некоторого количества ионов гидроксония. Увеличение щелочности среды, соответственно ведет к менее полному гидролизу солей молока, образованных катионом сильного основания и слабой кислоты (фосфаты и цитраты калия, натрия и кальция) и увеличению их растворяющейся способности. Эффекты улучшения растворения солей при магнитной обработке отмечались многими исследователями [242, 238]. Однако этот эффект на практике применяется, в основном, как попутный при борьбе с накипью [78, 79]. Никто не исследовал его влияния на технологические свойства пищевого сырья, например, термоустойчивость молока.

Известно, что среди анионов в молоке в сравнительно большем количестве находятся фосфат- и цитрат-анионы [243].

Строение фосфат-аниона объясняется  $sp^3$ -гибридизацией, что обуславливает его тетраэдрическую пространственную структуру. Наличие трех неподеленных пар электронов делает  $PO_4^{3-}$  – ион полярным. Присоединяя протон  $PO_4^{3-}$  превращается в тетраэдрический ион  $HPO_3^{2-}$  средней полярности, два протона – в  $H_2PO_4^-$  – самой низкой полярности по сравнению со всеми фосфат-анионами [99].

Часть фосфатных тетраэдров могут быть объединены в полифосфаты слоистой модификации при участии трех мостиковых атомов кислорода  $(PO_5)_{2n}$ .

По-видимому, при некоторой критической величине внешнего электромагнитного поля *полифосфаты могут быть разбиты на полярные фосфатные тетраэдры.*

В результате всех указанных механизмов, происходящих в большей или меньшей степени при разных режимах магнитной обработки происходят: модификация выпадающего «молочного камня» на поверхностях теплообменных аппаратов, изменение

прочности этих отложений, образование большего числа центров кристаллизации при замораживании во фризере молочной смеси и др. эффекты [232], которые можно использовать практически.

#### ***Выводы по главе 4***

1. Механизмы, которые в зависимости от характеристик электромагнитного поля и состава объекта могут быть в большей или меньшей степени влиятельны на нутриционную ценность подвергаемых магнитной обработке продуктов следующие:

- переключение ориентации спина валентных электронов частиц;

- микровихри из небольших по размеру ионов, ферро- и парамагнитных частиц и попаданием их, вследствие турбулентного перемешивания, в полости воды; – смещение прототропного равновесия таутомеров амфолитов (воды, аминокислот): молекула – катион – анион;

- усиление/ослабление комплексообразующих свойств аминокислот (особенно цистеина и гистидина), содержащих легкополяризуемые группы;

- ориентирующее действие на ароматические остатки аминокислот (тирозина, триптофана) и конформация содержащих их белков.

2. Понимание механизма физико-химических превращений составных частей пищевого продукта, в частности, молока при магнитной обработке – главный шаг для нового прикладного применения магнитного поля. Это понимание может стать основой как для развития новых, так и для модификации традиционных технологий производства пищевых продуктов в свете учета природных магнитных аномалий (солнечные бури и др.).

3. Несмотря на зарегистрированный нами и другими исследователями разброс получаемых данных, возможно зависящий от вспышек на солнце, изучение действия слабых магнитных полей перспективно, так как получаемые при этом эффекты могут быть значительными. Необходимо всегда согласовывать время эксперимента с данными геомагнитного состояния.

#### Вопросы и задания для самоконтроля по главе 4

1. Перечислите характеристики и типы магнитных полей.
2. Каково магнитное поле Земли, растений, человека?
3. Что известно о том, когда впервые началось изучение магнитных полей на биообъекты?
4. Какие практические эффекты магнитной обработки были установлены к восьмидесятым годам XX века?
5. Какие факторы при магнитной обработке биообъектов трудно стандартизировать?
6. Изучением влияния магнитных полей на какие объекты занимались в ВМИ (ВГМХА) Ю.Г. Сажин с сотрудниками?
7. Как определял ПФП Ю.Г. Сажин к какому современному определению ПФП это наиболее близко?
8. Какие практические эффекты были представлены различными исследователями на тематической конференции по магнитологии в 1989 г.?
9. Какова геометрия молекулы воды?
10. Опишите кластерную, клатратную и контитуальную модели строения воды.
11. Какова кислотность (водородный показатель) дистиллированной воды и почему?
12. Почему вода – частный случай полидисперсной системы?
13. Какие виды дисперсий вы знаете?
14. Как очищают воду от коллоидных частиц?
15. Расскажите об эксперименте, доказывающем влияние солнечной активности на протекание химических реакций.
16. Что известно о влиянии магнитной обработки молока на выход белков при производстве творога?

#### Примерные исследовательские темы по главе 4

1. Как магнитное поле влияет на вещества диамагнетики и парамагнетики?
2. Дайте как можно более точное и понятное описание: как магнитное поле влияет на объекты в соответствии с принципом спиновой химии.
3. Что в настоящее время известно (какие догадки существуют) о механизмах:
  - микровихрей гидратированных ионов и молекул;
  - смещения прототропного равновесия;
  - других механизмов?
4. Спланируйте и проведите эксперимент, доказывающий влияние солнечной активности на протекание химических реакций.
5. Спланируйте и проведите эксперимент по изучению влияния магнитной обработки молока на выход белков при производстве творога?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нутрициологическая химия элементов, как и нутрициология в целом, переживает тот период становления, когда на основе практического и экспериментального материала происходит обобщение, в результате чего формируются концепции и определяются стратегические направления перспективных исследований. Основные вопросы этих процессов:

1. Ограничение нутрициологической химии элементов рамками иатрохимии и диетологии создало такое положение, что современный анализ работ проводится в основном с позиции медицины. Тем самым большой пласт влияния элементов на сохранение здоровья для здоровых людей остался мало доступным.

2. Для будущих технологов пищевых производств, ветврачей, зоотехников и агрономов нутрициологическая химия элементов, в частности s-элементов, изучаемая в курсе «Химии» или «Неорганической химии» являются компетентностными знаниями, т.е. могут быть применены для решения практических профессиональных задач.

3. Одной из актуальных является проблема взаимодействия электромагнитного поля с биологическими объектами. Перспективы использования омагничивания такой сложной системы, как молоко, по-видимому, определяются тем, насколько полно удастся изучить механизмы омагничивания. Различные фазы молока отличаются по магниточувствительности, внутри каждой фазы вещества могут быть также неоднородными по этому признаку. Одна из фаз может частично или полностью обуславливать изменения под действием магнитного поля в другой и т.д.

4. Одно введение в высшее образование нутрициологической химии элементов не решит проблему здорового питания населения. Выход из сложившейся ситуации есть. Чем меньше возраст, тем легче усваиваются новые идеи, которые потом явятся фундаментом всей системы представлений человека о мире. Поэтому важно, в школьное образование включить элементарную и общую нутрициологии, возможно как часть курсов «Окружающий мир» и «Валеология». Родители должны помочь заложить в детях стремление к здоровому питанию, базовые элементы нутрициологии.

5. Насущной проблемой нутрициологической химии элементов является научная разработка предмета, соответствующая высшему уровню нутрициологии – технологическому. В рамках данного учебного пособия, в сравнительно большей степени, представлены четыре раздела технологической нутрициологии:

- влияние технологических операций на ККФК;
- фагология;
- теория обогащения ПФП биоэлементами;
- влияние магнитных полей на пищевые продукты, воду и моделирующие их объекты.

6. Актуальной задачей последующего развития нутрициологической химии элементов является интеграция существующих знаний и изучение вещественных превращений элементов на пути окружающей среда – сельскохозяйственное сырье – питьевая вода и пищевые продукты (корма) – организм человека (животного) и законов, по которым эти превращения происходят.



## ГЛОССАРИЙ

**Адсорбция** – самопроизвольное поглощение веществ, при котором поглощаемое вещество концентрируется на поверхности раздела фаз, в отличие от абсорбции, когда поглощаемое вещество распределяется по всему объему вещества-поглотителя.

**Антагонисты** - (от греч. *antagonisma* – спор, борьба) – термин, используемый для характеристики биоэлементов в случаях «противоположной направленности» их действия; так некоторые из них вытесняют друг друга из организма.

**Антиоксиданты** – вещества, обратимо реагирующие со свободными радикалами и окислителями и предохраняющие от их воздействия жизненно важные вещества.

**Атом** – наименьшая, химически неделимая частица вещества.

**Биоэлементный баланс** – естественное для организма равновесие в содержании различных биоэлементов.

**Биоэлементный дисбаланс** – нарушение естественного для организма равновесия в содержании различных биоэлементов.

**Биоэлементология** – научно-практическое направление, изучающее состав, содержание, связи и взаимодействие биоэлементов в организме человека. Разделами биоэлементологии являются медицинская элементология, ветеринарная элементология, экологическая элементология.

**Биоэлементы** – (от греч. *bios* – жизнь) – элементы, абсолютно необходимые для жизни; биоэлементы постоянно находятся в организме и играют определяющую роль в процессах жизнедеятельности.

**Валеология** – экспериментальный учебный предмет в некоторых учебных заведениях (*vaeo*– быть здоровым), включающий знания по экологии, физиологии, диетологии и гигиене питания, личной гигиены, санитарии и др.

**Гигиена питания** – раздел гигиены, изучающий проблемы полноценного и рационального питания человека в зависимости от пола, возраста, профессии и характера труда, климатических условий и физической нагрузки и др. Изучается в медицинских учебных заведениях.

**Гидрофильный(ая)** – с греч. «любящий воду» полярные молекулы или их части (группы, радикалы):  $\text{COOH}$ ,  $\text{NH}_2^-$ ,  $\text{OH}^-$ , и др. – сильно взаимодействующие с полярными молекулами воды.

**Гидрофобный(ая)** – неполярные молекулы или их части (группы) слабо взаимодействующие с молекулами воды.

**Диетология** – научная разработка проблем лечебного питания, соответственно современным взглядам медицины. Встречаются другие определе-

ния, углубляющие тот или иной аспект науки. Изучается в медицинских учебных заведениях.

**Дисперсная фаза.** Ее составляют мелкораздробленные частицы, равномерно распределенные в объеме другой однородной фазы (дисперсной среды).

**Здоровье.** Устав Всемирной организации здравоохранения определяет здоровье как состояние полного физического, морального и социального благополучия. Чем крепче здоровье, тем, при прочих равных условиях, острее и глубже восприятие мира. Абсолютно здоровыми считаются менее 10% людей. См. Практически здоровый человек.

**Иатрохимия** (от греч. «иатрос» – врач) – врачебная (медицинская) химия, наука о приготовлении лекарств, развивавшаяся в XIV–XVII вв., являющаяся прародительницей современных наук диетологии, нутрициологии, фармакологии, нутрициологической химии элементов, биоэлементологии и др.

**Изобары** – атомы с различным числом протонов (p) и нейтронов (n), но с одинаковой их суммой.

**Изотопы** – атомы с одинаковым числом нейтронов (n).

**Изотоны** – атомы с одинаковым числом протонов (p).

**Кислотность** (активная, водородный показатель, pH) – количественная характеристика кислотности среды, равная отрицательному десятичному логарифму концентрации свободных ионов водорода в растворе, безразмерная величина.

**Кислотность титруемая** (или общая). Показатель используют чаще всего для оценки качества фруктов, овощей, молока и продуктов их переработки и определяют по объему (мл) 0,1 н раствора NaOH, пошедшего на титрование 100 г (или 100 см<sup>3</sup>) продукта.

**Казеин** – смесь фосфопротеидов, осаждаемых из обезжиренного молока при подкислении до 4,6±4,7, самопроизвольно ассоциирующихся в мицеллы в присутствии кальция.

**Казеинаткальцийфосфатный комплекс ККФК** – ассоциат казеиновых субмицелл и мицелярного казеината кальция.

**Классификация наук Б.М. Кедрова** Согласно ей углы треугольника отведены под философию, общественные науки и естествознание. Между полюсами философии и естествознания расположены математические науки, между естествознанием и общественными науками – технические науки и медицина, а между общественными науками и философией – педагогика. Психология занимает центральное место в центре наук и расположена в центре треугольника.

**Ксенобиотики** – чужеродные для организма соединения (пестициды, препараты бытовой химии, лекарственные средства, тяжелые металлы и т.д.), которые при попадании внутрь могут нанести вред здоровью.

**Коллоидная химия** изучает коллоидные системы (растворы), т.е. размер частиц дисперсной фазы в которых  $10^{-9}$ – $10^{-6}$  м.

**Коллоидные частицы** – частицы дисперсной фазы размером  $10^{-9}$ – $10^{-6}$  м.

**Комплекс** (комплексное соединение) – устойчивые химические соединения сложного состава, в которых имеется хотя бы одна связь, возникающая по донорно-акцепторному механизму.

**Магнитное поле** – пространство вблизи магнита, в котором магнитная сила проявляет свое действие на магнитную стрелку.

**Магнитология** – наука о магнитных полях и их влиянии на окружающие объекты.

**Макроэлементы** – это биоэлементы, которые содержатся в организме взрослого человека в значительных количествах. Все макроэлементы являются эссенциальными биоэлементами.

**Микроэлементы** – элементы, содержание которых в организме меньше 0,1% массы тела. По своему значению для обеспечения жизнедеятельности организма, микроэлементы можно разделить на четыре группы: эссенциальные; условно эссенциальные; потенциально токсичные; токсичные и малоизученные.

**Минорные соединения пищи** – присутствующие в незначительных количествах вещества (не являющиеся витаминами и поставщиками биоэлементов), обеспечивающих регуляцию обменных процессов в организме: флавоноиды, изофлавоноиды, индолы, фенолы, карбоновые кислоты и др. (примерно 20 групп веществ).

**Мицеллы** – ассоциаты из молекул и ионов, возникающие самопроизвольно при критической концентрации мицеллообразования, и образующие новую (коллоидную) систему. См.: коллоидная химия. При образовании мицелл (а они могут быть сферические, стержнеобразные, пластинчатые) молекулы группируются таким образом, чтобы гидрофобные их части имели минимальную площадь контакта с водой, а гидрофильные – в максимальной степени сохранить с ней контакт.

**Нанотехнологии** – технологии производства продукции, отвечающей по меньшей мере двум требованиям: 1) один из размеров частиц основного продукта или содержащейся в нем добавки должен быть в пределах от 1 до 100 нм; 2) нанопродукт должен обладать принципиально новыми потребительскими свойствами или улучшенными характеристиками именно вышеуказанной дисперсности.

**Нутриенты** – белки, жиры, углеводы, витамины, биоэлементы и другие пищевые вещества, которые должны поступать в организм с пищей.

**Нутрициология** (греч. «нутрицио» – питание) – наука о питании, включающая в себя изучение пищевых веществ и компонентов, содержащихся в продуктах питания, законы влияния пищи и правил ее приготовления и приема на здоровье человека. Встречается множество других определений, углубляющих тот или иной аспект науки.

**Нутрициология, объект науки** – здоровое или рациональное питание – питание, удовлетворяющее физиологические потребности человека в энергии и пищевых веществах, и обеспечивающее поддержание здоровья, хорошего самочувствия, высокой работоспособности.

**Нутрициология, предмет науки** - обеспечение профилактического питания – питания направленного на профилактику различных заболеваний, а также предотвращение неблагоприятных факторов внешней среды, устойчивость к действию инфекций, токсинов и др.

**Нутрициологическая химия элементов** – теоретический и прикладной раздел естествознания о химических соединениях элементов (химических веществах) пищи, воды, окружающего пространства и их превращениях, влияющих на сохранение здоровья человеком/животными.

**Нутрициологическая химия элементов, объект науки** – элементы, поступающие в организм человека (и животных) с веществами (нутриентами) пищи и воды и окружающего пространства.

**Нутрициологическая химия элементов, предмет науки** – процессы попадания того или иного элемента в организм, влияющие на здоровье.

**Нутрициологическая химия элементов, разделы:** 1) где в окружающем пространстве находятся элементы? Их применение (промышленность, сельское хозяйство, медицина и др.) Распространение в природе и продуктах питания; 2) сколько элементов необходимо? Проявления дефицита и избытка; 3) как оптимизировать адекватный уровень поступления? Синергисты и антагонисты усвоения; 5) анализ нутриционного статуса в организме, определение элементов в водах, продуктах, пищевых добавках.

**Нутрициология элементов** – теоретический и прикладной раздел естествознания о биологической роли элементов пищи, воды, окружающего пространства и их влиянии на сохранение здоровья человеком.

**Нутриционный статус организма** – выявление биоэлементного баланса или дисбаланса.

**Нутрициология элементарная** (элементарный - простейший, такой, который должен быть известен каждому), включает пирамиду сбалансированного питания.

**Нутрициология практическая** (практический – относящийся к области жизненного опыта, реальных потребностей) – наука об оптимальном уровне потребления нутриентов, которых известно около 600.

**Нутрициология функциональная** (или химия пищи) – наука о пищевых веществах и компонентах, содержащихся в продуктах питания, их метаболизме и функциональном действии на организм

**Нутрициология технологическая** – создание здоровых (функциональных, диетических) продуктов питания с повышенной пищевой ценностью на основе, по возможности, более полного сохранения пищевых веществ и биологически активных минорных компонентов сырья, оптимизации пищевых веществ, пищевых добавок.

**Нутрициология технологическая, объект науки** научное описание способов производства оптимизированных функциональных и лечебно-профилактических свойств пищи.

**Нутрициология технологическая, предмет науки** – совокупность производственных методов и процессов, щадяще воздействующих на нативные функциональные свойства продуктов, технологических приемов и средств, направленных на сохранение и преумножение функциональных и лечебно-профилактических свойств пищи.

**Нутриционная** (греч. «нутрицио» – питание) **ценность элемента/ витамина и др. нутриента** – интегрированный показатель его качества в продукте питания, т.е. усвояемости и способности регулировать процессы жизнедеятельности.

**Нутриционная функция элемента** – выражает способность осуществить свою биологическую (физиологическую) роль, при поступлении элемента в организм с водой и пищей.

**Нутриционный элемент** – химический элемент, способный влиять на здоровье человека, при поступлении элемента в организм с водой и пищей.

**Оценка адекватности питания** – процесс определения (качественный или количественный; тестовый или аналитический) и вывод о норме или отклонении от нее поступления того или иного *нутриента* в организм человека (животного).

**Практически здоровый человек** – состояние организма, когда все параметры находятся в пределах нормы, или имеются резервные возможности, обеспечивающие адаптивные реакции для выздоровления.

**Пробиотики** – живые микроорганизмы, преимущественно молочнокислые, употребление которых с пищей в достаточных количествах оказывает благоприятное влияние на здоровье.

**Продукты диетического** (или лечебно-профилактического) питания – предназначенные для лечебного и профилактического питания

**Продукты функционального** питания называют такие, которые способны укреплять здоровье, влиять на функции организма, оказывать профилактическое действие.

**Теория элементного питания** заключалась в том, что потребляемую пищу заменяли набором всех необходимых пищевых веществ (глюкозы, аминокислот, жирных кислот, витаминов, солей и т.д.). Показала свою несостоятельность, т.к. не учитывала физиологическую роль так называемых балластных веществ.

**Теория сбалансированного питания** считает идеальным питание, при котором поступление пищевых веществ соответствует их расходу. Ее постулаты:

- пища состоит из нескольких компонентов, различных по физиологическому значению, – нутриентов, балластных веществ и вредных, токсичных соединений;

- идеальным является питание, при котором поступление пищевых веществ соответствует их расходу. Близка по содержанию к ней теория адекватного питания.

**Теория рационального питания** – современная концепция основанная на теориях элементного, сбалансированного, адекватного питания и коротко выражающаяся триединством: разнообразие, умеренность и режим.

**Титрование** – смешивание веществ для проведения химической реакции в эквивалентных количествах с помощью бюретки.

**Тяжелые металлы** – цветные металлы с плотностью, большей, чем у железа (свинец, медь, никель, кадмий, кобальт, сурьма, олово, висмут, ртуть).

**Химия** – фундаментальный и прикладной раздел естествознания о химических соединениях элементов (химических веществах) и их превращениях. Встречается множество других определений, углубляющих тот или иной аспект науки.

**Фагология техническая** – раздел прикладной микробиологии, изучающий положительное и отрицательное влияние бактериофагов на технологические свойства промышленных заквасочных штаммов микроорганизмов.

**Функциональный пищевой продукт** – пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами населения, снижающих риск заболеваний, связанных с питанием, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет включения в его состав *физиологически функциональных пищевых ингредиентов*

**Физиологически функциональный пищевой ингредиент** – вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также жи-

вые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающие способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процессы обмена веществ в организме при систематическом употреблении в количествах, составляющих от 10 до 50% суточной физиологической потребности.

**Элемент химический** – вид атомов с одинаковым зарядом ядер.

**Элемент нутриционный.** См. Нутриционный элемент.

**Эссенциальный** нутриент – жизненная необходимость которого доказана.

## **СПИСОК**

### **литературных источников**

1. Авицин А.П. Микроэлементозы человека // Клиническая медицина.– 1987.– № 6. – С. 36.
2. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека.– М.: КМК, 2001.– 83 с.
3. Агаджанян Н.А., Горшков М.М. Влияние Луны на биоритмы: Электромагнитные поля в биосфере. / Т.2 Биологическое происхождение электромагнитных полей.– М., 1984.
4. Адамс М. Бактериофаги.– М.: ИЛ., 1961.– 527 с.
5. Азимов А. Язык науки.– М.: Мир, 1985. – 280 с.
6. Азимов А. Строительный материал вселенной.– М.: Центрполиграф, 2007. – 270 с.
7. Александрович Ю., Гутовски И. Кухня и медицина.– М.: Наука, 1991.– 224 с.
8. Артемов А.А. Изучение корреляционных связей факторов питания с хроническими неинфекционными заболеваниями пищеварительной системы. // Вопросы питания.– 1987, № 1. – С. 20–23.
9. Арутюнян А.В., Дубнина Е.Е., Зыбкина Н.Н. Методы оценки свободно-радикального окисления и антиоксидантной защиты организма.– СПб.: ИКФ Фолиант, 2000. – 250 с.
10. Артюхина Г.П., Игнаткова С.А. Основы медицинских знаний.– М.: Академический проспект, 2004. – 560 с.
11. Ахвердян В.З., Протасова И.С., Перфильев Г.Д., Ожгихина Н.Н. и др. Разработка генетических методов получения фагоустойчивых штаммов лактококков // Тез. докл. «Образование в условиях реформ: опыт, проблемы, научные исследования».– Кемерово, 1997. – С. 75.
12. Ахвердян В.З., Протасова И.С., Перфильев Г.Д. Модификация методики получения фагоустойчивых экс-конъюгантов лактококков // Тез. докл. «Вклад науки развитие маслоделия и сыроделия».– Углич, 1994.– С. 213.
13. Ахвердян В.З., Протасова И.С., Перфильев Г.Д. Получение рекомбинантных фагорезистентных культур лактококков модифицированным методом конъюгативного переноса и изучение их свойств //Тез. докл. «Вклад науки развитие маслоделия и сыроделия».– Углич, 1994.– С. 214.
14. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез. Профилактика. Лечение // Микроэлементы в медицине.– М.: КМК, 2000.– Т.2.– Вып. 1.– С. 1–5.
15. Барановский А.Ю. Советы по питанию россиян.– СПб: Атон, 1998. – 414 с.
16. Барановский А.Ю., Рейхельсон К.Л., Назаренко Л.И. Соевое питание в лечении и профилактике болезней. Пособие для врачей.– СПб.: Сфинкс, 2003. – 96 с.



17. Барышев М.Т. Влияние электромагнитного поля на физико-химические и биологические системы // Хранение и переработка сельхозсырья.– 2001, № 10. – С. 9.
18. Белянин В., Романова Е. Жизнь, молекула воды и золотая пропорция // Наука и жизнь.– 2004, № 10.– С. 9.
19. Березин Б.Д. Ограниченность классических методов преподавания естественных наук в высшей школе // Изв. вузов. – Химия и химическая технология, 1999.– Т.42.– № 2. – С. 139–142.
20. Биологическая роль микроэлементов / Ред. В.В. Ковалевского, И.Е. Воротницкой. – М.: Наука, 1983. – 182 с.
21. Биологически активные добавки в питании человека. (Оценка качества и безопасности, эффективность, характеристика, применение в профилактической и клинической медицине) / В.А. Тутельян, Б.П. Суханов, А.Н. Австриевских и др.– Томск: НТЛ. – 1999.– 96 с.
22. Бирла Г.С. Магнитотерапия.– М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002.– 240 с.
23. Бланк Т.Л., Сажин Ю.Г., Грищенко А.Е., Щеглова М.Н.. Микроэлементный состав молока сгущенного с сахаром. // Тез. докл. «Экологические вопросы в химии».– Вологда, 1992. / В.И. Белов, Ф.Ф. Михайлович. Валеология.– М.: Недра Коммюникейшенс Лтд, 1999. – 664 с.
24. Бугаец Н.А., Баранкина Е.В., Корнева О.А., Франченко Е.С. и др. Функциональные пищевые продукты, их лечебное и профилактическое действие // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология – 2004, 2–3 (279–280).– С. 48–51.
25. Бучаненко А.Л. Магнитные взаимодействия в химических реакциях. – В сб.: Физическая химия. Современные проблемы. / Под. ред. акад. Я.М. Колотыркина.– М.: Химия, 1980. – С. 7.
26. Бовыкина В.С., Сажин Ю.Г. Влияние ионов металлов на свертывающую активность ренина и пепсина // Тез. докл. всесоюзного научно-технического симпозиума, посвященного 150-летию со дня рождения Н.В. Верещагина.– Вологда, 1989.
27. Бовыкина В.С., Сажин Ю.Г. Влияние магнитного поля на развитие некоторых видов микроорганизмов // Тез. докл. «Экологические вопросы в химии».– Вологда, 1992.
28. Богуславский Л.И. Мое открытие экологии.– Химия и жизнь.– 2007, №5.– С. 40–47.
29. Бутюгин А.В. Цепная реакция жизни // Химия и жизнь, 2007.– №3.– С. 22–23.
30. Бузник В.М. Роль химии в устойчивом развитии общества.– Хабаровск: Дальнаука, 1999.
31. Васильева З.Г., Грановская А.А., Таперова А.А. Лабораторные работы по общей и неорганической химии.– Л.: Химия, 1986.– 288 с.
32. Васильева Р.А. Об эффективности воздействия постоянного магнитного поля при переработке молочного сырья. // Научно-технический семинар

- «Экологическая безопасность России» Пенза: Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2000.– с. 15.
33. Верников В.М., Арианова Е.А., Гмошкинский И.В., Хотимченко С.А., Тутельян В.А. Нанотехнологии в пищевых производствах: перспективы и проблемы // Вопросы питания.– 2009, № 2. – С. 4–17.
  34. Владимирский Б.М. Солнечная активность и жизнь // Химия и жизнь – XXI век, 2009, № 1.
  35. Владимирский Б.М. Солнце и социум // Химия и жизнь - XXI век. – 2009, - № 3. – С. 4–7.
  36. Вельховер Е.А., Ромашов Ф.Н., Селюкова В.В. Применение солей в лечебной практике. – М.: УНД им. Лумумбы, 1982.– 44 с.
  37. Вевовцев А.А., Гутов Ю.Н., Поздняковский В.М. Конфеты, обогащенные кальцием. / Пищевая промышленность. - № 11, - 2004. – С. 88.
  38. Витамины и минеральные вещества: Полная энциклопедия / Сост. Емельянова Т.П.– СПб.: ЗАО «Весь», 2000.
  39. Войнар А.И. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека.– М.: Высшая школа, 1960.– 544 с.
  40. Волгарев М.Н., Бондарев Г.И., Батурич А.К. Питание: здоровье и болезнь. – М., 1990.– С. 45.
  41. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник.– М.: Современная школа, 2005.– 608 с.
  42. Врублевский А.И., Барковский Е.В. Химия элементов.– Минск: Юнипресс. – 2002, – 544 с.
  43. Гаврилова А.С. Как укрепить здоровье при помощи камней.– М.: Эксмо, 2008. – 320 с.
  44. Гнеденко Б.А. Научное познание.– М., 1983.
  45. Гурвич М.М. Все о диете.– М.: 2001.
  46. Гурвич М.М. Модные и новомодные диеты. // Наука и жизнь. – 2007, № 6.– С. 70–75.
  47. Голубев В.Н., Чичева-Филатова Л.В., Шленская Т.В. Пищевые и биологически активные добавки.– М.: Академия, 2003.– 208 с.
  48. Голстейн М., Голстейн И. Как мы познаем.– М.: Знание, 1984. – 265 с.
  49. Гоникман Э.И. Гомеопатия пяти элементов. Дао – путь ртути. – Минск: Сантана, 2004. – 256 с.
  50. Горбатова К.К. Химия и физика молока.– СПб.: ГИОРД, 2003.– 288 с.
  51. Грищенко А.Е., Бовыкина В.С., Сажинов Ю.Г. Влияние магнитного поля на протеолитическую активность ренина и пепсина. // Тез. докл. «Современная технология сыроделия и безотходная переработка молока».– Ереван: Айстан, 1989.– С. 129.
  52. Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты /Под ред. С.А. Гудкова. – М.: ДеЛипринт, 2003.

53. Гудков А.В., Перфильев Г.Д., Григоров Н.И., Гудков С.А. Влияние ионов меди на развитие молочнокислых и маслянокислых бактерий в мелких сычужных сырах // Молочн. пром-сть.– 1981, №4.– С. 23–25.
54. Демкин С. Аура – это реальность. // Красный Север, 27 июня 1996, с. 13.
55. Диетология / Под ред. Барановского А.Ю.– СПб: Питер, 2006. – 960 с.
56. Доценко В.А., Островская Е.А. Питание при беременности. – СПб.: Нева, 2004. – 128 с.
57. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 175 с.
58. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. – М.: Мысль, 1983. – 160 с.
59. Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Безопасность пищевой продукции. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.
60. Дубнищева Т.Я. Концепции современного естествознания. – Новосибирск.: ЮКЭА, 1987.– 872 с.
61. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь.– Л.: Гидрометеиздат, 1974.– 175 с.
62. Ермолаев М.Б. Биологическая химия. – М.: Медицина, 1978. – 320 с.
63. Ермаков В.В., Ковалевский В.В. Биологическое значение селена.– М.: Наука, 1974. – 294 с.
64. Железодефицитные состояния / М.М. Щерба, В.Н. Петров, Б.С. Рысс и др. – Л.: Наука, 1975. – 264 с.
65. Жвирблянская А.Ю., Бакушинская О.А. Микробиология и биохимия в пищевой промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 652 с.
66. Зайковский Я.С. Химия и физика молока и молочных продуктов. – М.: Пищепромиздат, 1950. – 370 с.
67. Заявка на изобретение № 99116361, кл. А21D13/08, 1993.
68. Заявка на изобретение № 93043419, кл. А21С9/152, 1993.
69. Заявка на изобретение № 93016629/13, кл. А21D13/08, 1993.
70. Зайцева. Е. Сам себе гомеопат.– СПб.: Питер, 2005.– 136 с.
71. Здоровое питание. Профилактика болезней, связанных с недостаточным или неправильным питанием, в Европе. / Региональные публикации ВОЗ. - Копенгаген: ВОЗ Европейское региональное бюро.– 1990, № 24.– 198 с.
72. Золотов Ю.А. Очерки аналитической химии.– М.: Химия, 1977.– 240 с.
73. Иванова А.В., Шарафутдинова Е.Н. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов методом потенциометрии. // Пищевая промышленность. – 2004, № 4.– С. 73–75.
74. Ивлев А.Н., Барбарович Ю.К., Тетюшев В.М., Бородачев А.В. В чудесном мире пчел. – Л.: Лениздат, 1988. – 254 с.
75. Идз М.Д. Витамины и минеральные вещества. Полный медицинский справочник / Пер. с англ. – СПб.: Комплект, 1996. – 503 с.

76. Инихов Г.С. Биохимия молока и молочных продуктов.– М.: Пищевая промышленность, 1970.– 317 с.
77. Карманный гомеопатический справочник Штауффера.– М.: Астрель, 2008. – 478 с.
78. Классен В.И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия, 1982.– 296 с.
79. Классен В.И. Вода и магнит. – М.: Наука, 1973. – 111 с.
80. Книга о вкусной и здоровой пище. / Под ред. И.М. Скурихина. – М.: АСТ-ПРЕСС СКД, 2004. – 400 с.
81. Книжников В.А. Кальций и фтор. – М.: Атомиздат, 1975. – 254 с.
82. Князев Д.Д., Смартыгин С.Н. Неорганическая химия.– М.: Дрофа, 2005. – 591 с.
83. Коломийцева М.Г., Габович Р.Д. Микроэлементы в медицине.– М.: Медицина, 1970. – 286 с.
84. Коренман Я.И., Лисицкая Р.П. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов. – Воронеж: ВГТА., 2002. – 408 с.
85. Коровин Н.В. Общая химия: Учебник для технических направ. и спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2006. – 557 с.
86. Королев. А.А., Гигиена питания. – М.: Медицина, 2006. – 528 с.
87. Королев А.А. Эколого-гигиенические проблемы разработки и оценки новых профилактических продуктов и оптимизации питания населения / Автореф. дис. д-ра мед.наук. – М., 1997. – 46 с.
88. Конарев Б.Н. Любопытным о химии. Неорганическая химия.– М.: Химия, 1978. – 240 с.
89. Котина Е. «Просто суй им в глотки безоар» // Химия и жизнь, 2007, №6. – С. 57–59.
90. Краткий справочник физико-химических величин.– СПб.: Иван Федоров, 2002. – 320 с.
91. Крылов В.Н. Современные проблемы бактериофагии. // Успехи микробиологии. – 1985, т. 20. – С. 122–153.
92. Кузьмич С.В. Биоцинк «Тяньши»: катализатор обменных процессов в организме. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009.– 121 с.
93. Кудряшова А.А. Влияние питания на здоровье. – Пищевая промышленность.– 2004, № 12. – С. 88–90.
94. Кузнецов В.С. Исследовательско-проектная деятельность как форма учебного сотрудничества в вузе.– 1996. – Режим доступа: <http://www.childpsy.ru>, свободный.
95. Леванова Г.Ф., Шаманова Г.П., Трошкина А.М., Бронягина Н.А. Генетическая характеристика термоустойчивых мутантов *L. Acidophilus*.// Микробиология и эпидемиология. - 1994, № 6. – С.34-35.
96. Левицкий М.М. Язык химиков XX столетия. // Российский химический журнал, 2000, т. XLIV.– № 2. – С. 139–142.
97. Леенсон И.А. Откуда твое имя? // Химия и жизнь, 2003, № 12.– С. 44–47.
98. Леенсон И.А. Откуда твое имя? // Химия и жизнь, 2003, № 9. – С. 54–55.

99. Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. Константы неорганических веществ. Справочник. – М.: Дрофа, 2008.– 685 с.
100. Липпард С.Дж. Тихая революция в химии. // Российский химический журнал, 2001. – Т. XLV.– № 2. – С. 92–93.
101. Лисовский В.А., Зандукели З.Я., Мухин И.М. и др. Экология и питание.– СПб: Лениздат, 1998. – 254 с.
102. Лифляндский В.Г. Новейшая энциклопедия здорового питания.– СПб.: Нева, 2004. – 384 с.
103. Люк Э, Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 256 с.
104. Максимов В.К. Магнитные методы анализа в лаборатории металлургического предприятия. – Мурманск: Мурманское книжное издательство, 1969.– 79 с.
105. Маленков Г.Г. Споры о структуре воды. // Химия и жизнь.– 2007, №3.– С. 50–54.
106. Маркова М. Клиника здорового человека. // В мире науки.– 2005, №12.– 76–79 с.
107. Машковский Д.М. Лекарственные средства, т. 2.– М.: Новая волна, 2003.– 608 с. Медицинская экология/ Под ред. А.А. Королева.– М.: Академия, 2003. – 192 с.
108. Миролубова Р.М., Сажинов Ю.Г. Дефицитные микронутриенты и профилактика экологически обусловленных заболеваний человека. Се-лен. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1998.
109. Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине.– Рига: АН Латвийской ССР, 1956.– 152 с.
110. Молотов С.В., Данилевич В.И., Линд Р.М. и др. // Биотехнология.– 1991, № 2. – С.34.
111. Молотова И.О., Ганина В.И., Молотов С.В., Суходолец В.В. Исследование фагоустойчивости и плазмидных профилей у мутантов производственных штаммов лактококков, дефектных по способности к сбраживанию сахаров. // Биотехнология, 1993, № 3.– С. 9–11.
112. Морфологические показатели влияния селена и витамина Е на течение экспериментального инфаркта миокарда / Л.В. Кактурский, Н.Н. Бескровнова, А.Н. Кудрин и др. // Кардиология.– 1976, № 11.– С. 31–36.
113. Москалев Ю.И. Минеральный обмен. – М.: Медицина, 1995.– 287 с.
114. Мухачев Д.М. Ключи к живой воде. – М.: Наука, 1973.
115. Новокшанова А.Л., Полянская И.С., Чечулива О.В. Содержание сы-вороточных белков в молоке, подвергнутом воздействию магнитного поля. // Тез. докл. «Научное управление качеством образования».– Т. 2.– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2007.– С. 65–68.
116. Ноздрюхина Л.Р. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека.– М.: Наука, 1977. – 183 с.

117. Обработка пищевых продуктов пульсирующим электромагнитным полем высокой интенсивности // Известия вузов. Пищевые технологии.– 2002, № 10.– С. 4.
118. Обогащение продуктов питания минеральными веществами / Н.В. Федичкина, И.В. Кирпичникова. // Хранение и переработка сельхозсырья.– 2003, № 4.– С. 91–93.
119. Охрименко О.В., Охрименко А.В. Биохимия молока и молочных продуктов: методы исследования.– Вологда – Молочное, 2001.– 201 с.
120. Охрименко О.В. Химия пищи.– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2004.– 152 с.
121. Патент RU № 2045204 С1, кл. А23L1/31, 1995.
122. Патент RU № 2197153 С2, кл. А23L1/18, 2003.
123. Патент RU № 2174756, кл. А23С21/00, 2000.
124. Патент RU № 2189753, кл. А23С9/20, 2001.
125. Патент RU № 2156081, кл. А23L1/30, 1999.
126. Патент RU № 2191515 С2, кл. А23С9/152, 2002.
127. Патент RU № 2202213 С2, кл. А23С9/152, 1999.
128. Патент RU № 2191515 С2, кл. А23С9/152, 2002.
129. Перфильев Г.Д., Ожгихина Н.Н., Головков В.П., Протасова И.С. Новые бактериальные концентраты для сыров. // Тез. докл. «Образование в условиях реформ: опыт, проблемы, научные исследования:» – Кемерово, 1997. – С. 21.
130. Перфильев Г.Д., Протасова И.С., Ахвердян В.З., Ожгихина Н.Н. Разработка генетических методов получения фагоустойчивых штаммов лактококков. // Тез. докл. «Образование в условиях реформ: опыт, проблемы, научные исследования». – Кемерово, 1997 г. – С. 75.
131. Петров А.Н., Григоров Ю.Г., Козловская С.Г., Ганина В.И. Геродиетические продукты функционального питания. - М.: Колос-Пресс, 2001. – 96 с.
132. Петроянов-Соколов И.В. Самое необычное вещество в мире. // Химия и жизнь, 2007, №1. – С. 26-29.
133. Пищевая химия/ Под ред. А.П. Нечаева.– СПб.: ГИОГД, 2003.– 640 с.
134. Пищевые продукты и питание / 9-й доклад Объединенного комитета ФАО/ВОЗ по питанию. № 584. – М: Серия технических докладов ВОЗ, 1977.– 39 с.
135. Покровский А.А. Беседы о питании. – М.: Медицина, 1968. – 204 с.
136. Полянская И.С., Друтман М.С. Лейкоцитарная формула молока, заготавливаемого на ЗАО «Вологодский молочный комбинат», как показатель его технологичности. // Тез. докл. «Вузовская наука региону. Первая областная межвузовская научно-техническая конференция».– Вологда – Молочное.: ИЦ ВГМХА, 2000. – С. 49–52.

137. Полянская И.С. Химия пищевых производств: Учебное пособие по развитию креативности химических знаний. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2004. – 145 с.
138. Полянская И.С. Нано-, микро-, мили-, и макроэлементы в функциональных продуктах // Тез. докл. междунар. конференции «Технологии и продукты здорового питания». – М.: МГУПП, 2005. – С. 175–182.
139. Полянская И.С., Топал О.И., Новокшанова А.Л., Лавриков И.В., Голденшлях Н.Н. Приготовление минерализованных и витаминно-минерализованных вод со сбалансированным составом. Заявка на изобретение № 2004105584, кл. C02F1/68, 2004.
140. Полянская И.С., Топал О.И., Чечулина О.В., Жмакина А.Ф. Способ обогащения минеральными веществами пищевого продукта. Патент № 2287302 С2, кл. A23L1/30, 2006.
141. Полянская И.С. Начала нутрициологии элементов // Тез. докл. научно-практич. конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству». – Вологда – Молочное.: ИЦ ВГМХА, 2008.
142. Полянская И.С. Нутрициология и формула сбалансированного питания // Тез. докл. научно-практич. конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству». – Вологда – Молочное.: ИЦ ВГМХА, 2009.
143. Полянская И.С. Нутрициология кальция // Тез. докл. научно-практич. конференции «Аграрная наука – сельскохозяйственному производству». – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА 2009.
144. Полянская И.С. Магнитная обработка биологических систем: теоретические основы // Тез. докл. научно-практич. конференции в рамках III Молочного форума. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009.
145. Полянская И.С. Нутриционная ценность микроэлементов // Тез. докл. научно-практич. конференции в рамках III Молочного форума. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009.
146. Полянская И.С. Влияние геомагнитных излучений на физико-химические технологические процессы // Тез. докл. научно-практич. конференции в рамках III Молочного форума. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009.
147. Популярная библиотечка химических элементов. Кн. 1. – М.: Наука, 1983. – 575 с.
148. Поттер Б.А., Орфали С. Активаторы мозга. / Пер. с англ. М.: Трансперсональный институт, 1997. – 240 с.
149. Практикум по общей химии. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / Под ред. Попкова В.А., Бабкова А.В. – М.: Высшая школа, 2001. – 237 с.
150. Прозоровский В. Диалог с Ганеманом. // Наука и жизнь. – 2007, №3. – С. 78–82.

151. Протасова И.С., Перфильев Г.Д., Гудков А.В., Рогов Г.Н. Фаговый мониторинг в системе интегрального микробиологического контроля в сыроделии. // Тез. докл. «Вклад науки в развитие сыроделия и маслоделия».– Углич, 1994. – С. 202.
152. Протасова И.С., Ахвердян В.З., Перфильев Г.Д. Изучение антибиотикоустойчивости лактококков с целью использования ее в качестве метки в генетической инженерии. // Тез. докл. «Вклад науки в развитие сыроделия и маслоделия».– Углич, 1994. – С. 211.
153. Протасова И.С., Ахвердян В.З., Перфильев Г.Д. Модификация методики получения фагоустойчивых эксконъюгантов лактококков. // Тез. докл. «Вклад науки в развитие сыроделия и маслоделия».– Углич, 1994.– С. 213.
154. Протасова И.С. Повышение качества мелких сычужных сыров посредством углубления научных основ и разработки практических мер предотвращения фаголизиса заквасочной микрофлоры.– Дисс. ... на соиск. к.т.н. – Углич.: ВНИИМС, 1997.– 161 с.
155. Протасова И.С., Друтман М.С. Химическая реакция восстановления хлорной извести для инактивации лактококкофагов в воздухе. // Тез. докл. «Перспективные направления научных исследований молодых ученых».– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 1999.
156. Протасова И.С., Друтман М.С. Исследование причин случаев ингибирования заквасочной микрофлоры на ЗАО «ВМК»// Тез. докл. «Перспективные направления научных исследований молодых ученых».– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 1999.– С. 4–6.
157. Райцес И.С. Нейрофизиологические основы действия микроэлементов.– Л.: Медицина, 1981.– 152 с.
158. Рисман М. Биологически активные пищевые добавки: неизвестное об известном / Пер.с англ.– Б.: Арт-Бизнес-Центр, 1988.– 489 с.
159. Raftiline и Raftilose – ингредиенты для функциональных продуктов питания. // Пищевая промышленность, № 8, 2004.– С. 82–83.
160. Рогов И.А., Алексахина В.А., Нефедова Н.В. и др. Биологически активные вещества и их использование в диетических продуктах питания.– М.: АгроНИИТЭИММП, 1994.– 48 с.
161. Рогов И.А., Антипова Л.В., Шуваева Г.П. Пищевая биотехнология: в 4 кн. Кн. 1. Основы пищевой биотехнологии.– М.: КолосС, 2004.– 440 с.
162. Рогов Н.Г., Перфильев Г.Д., Протасова И.С., Гудко Н.Н. Частота обнаружения фагов лактококков на сыродельных заводах. // Тез. докл. «Вклад науки в развитие сыроделия и маслоделия».– Углич, 1994.– С. 204–205.
163. Рогожин В.В. Биохимия молока и молочных продуктов.– СПб.: ГИОРД, 2006. – 320 с.
164. Роль минеральных веществ в питании человека / Миролубова Р.М., Щеглова М.Н. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2006. – 55 с.



165. Романенко В.Н. Книга для начинающего исследователя-химика. – Л.: Химия, 1987.– 280 с.
166. Руководство по детскому питанию/ Под. ред. В.А. Тутельяна, И.Я. Коня.– М.: Медицинское информационное агентство, 2004. – 662 с.
167. Руководство по питанию. Рекомендуемые величины потребления пищевых веществ. / Gth/ с fyu/ - Vyajhv/ wtynh DJP, 1994.– 88 с.
169. Савельев А.А., Сорокин М.Ю., Шнейдер Л.К. и др. Факторы, влияющие на качество и безопасность сыров // Сыроделие и маслоделие.– 2003.– № 1.
168. Савельева Т.А., Григоров Н.И., Савельев С.А. Роль некоторых микроэлементов в сыроделии // Сыроделие и маслоделие.– 2003.– №2.
169. Савин М.Г. Кувырок магнитного поля. // Химия и жизнь – XXI век.– 2007, № 2.– С. 7–10.
171. Савин М.Г. Магнитное поле – это мы? // Химия и жизнь – XXI век. – 2007, № 2. – С. 10-11.
172. Сажин Ю.Г. Изменение активности сычужного фермента под действием пульсирующего магнитного поля. // Тез. докл. «Научные труды ЛСХИ».– Т. 36.– 1979.
173. Сажин Ю.Г., Бовыкина В.С., Гарш Т.А. Влияние магнитного поля на активность некоторых ферментов, применяемых в сыроделии. / Информационный листок Вологодского ЦНТИ. - 1980, № 150-80.
174. Сажин Ю.Г. Р.И. Сажинова. К вопросу о влиянии магнитного поля на активность реннина и пепсина. // Тез. докл. «Научные труды ЛСХИ»– Т. 410.– 1981.
175. Сажин Ю.Г., Бовыкина В.С., Сажинова Р.И., Грищенко А.Е. Влияние магнитного поля на молокосвертывающую активность пепсина. // Тез. докл. «Научные труды ЛСХИ».– Т. 410.– 1981.
176. Сажин Ю.Г., Бовыкина В.С., Грищенко А.Е., Сажинова Р.И. Исследование влияния магнитной обработки на активность ферментов, применяемых в сыроделии. / Отчет. – Тема 530. – Ш29-80. – Номер Государственной регистрации 01818008541.– Вологда – Молочное, 1982.– 45 с.
177. Сажин Ю.Г., Бовыкина В.С., Сажинова Р.И., Грищенко А.Е. Влияние магнитного поля на протеолитическую активность пепсина и сычужного фермента. // Тез. докл. VI научно-технической конференции «Повышение эффективности производства и качества молочных продуктов».– Вологда – Молочное, 1982.
178. Сажин Ю.Г., Гарш Т.А., Клинский Г.Д.. Минеральные вещества сухой молочной смеси «Малыш». // Тез. докл. «Повышение качества молочных продуктов путем совершенствования технологии и методов оценки продукции: Сборник научных трудов ЛСХИЛ».– 1987.

179. Сажинов Ю.Г., Гарш Т.А., Клинский Г.Д.. Необходимые микроэлементы сухих молочных смесей для детского питания. // Известия вузов. Пищевая технология, № 1, 1988.
180. Сажинов Ю.Г., Щеглова М.Н., Грищенкова А.Е.. К вопросу о сбалансированности минерального состава сухих молочных смесей для детского питания. // Тез. докл. «Актуальные проблемы переработки молока и производства молочных продуктов: Тезисы докладов к Всесоюзному научно-техническому симпозиуму, посвященному 150-летию со дня рождения Н.В. Верещагина».– Вологда, 1989.– С. 155.
181. Сажинов Ю.Г. Влияние режимов обработки на содержание макроэлементов в молоке. // Тез. докл. «Актуальные проблемы переработки молока и производства молочных продуктов. Тезисы докладов к Всесоюзному научно-техническому симпозиуму, посвященному 150-летию со дня рождения Н.В. Верещагина».– Вологда, 1989.– С. 39.
182. Сажинов Ю.Г., Бovyкина В.С., Сажинова Р.И., Грищенкова А.Е. Влияние магнитных полей на активность ферментов, применяемых в сыроделии. // Тез. докл. «Электрофизические методы отработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья».– М., 1989.
183. Сажинов Ю.Г., Острцова Н.Г. Исследование влияния некоторых факторов на микроэлементный состав молока. // Тез. докл. «VII Всесоюзная научно-техническая конференция» / Электрофизические методы отработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья.– М., 1989.
184. Сажинов Ю.Г., Бovyкина В.С. Ионы металлов как эффекторы протеолитических ферментов. // Тез. докл. всесоюзной научно-технической конференции «Современная технология сыроделия и безотходная переработка молока».– Ереван, Айстан, 1989.– С. 204.
185. Сажинов Ю.Г., Бovyкина В.С., Грищенкова А.Е. Влияние магнитного поля на протеолитическую активность ренина и пепсина. // Тез. докл. всесоюзной научно-технической конференции «Современная технология сыроделия и безотходная переработка молока».– Ереван, Айстан, 1989.– С. 129.
186. Сажинов Ю.Г., Грищенкова А.Е., Острцова Н.Г.. Модифицированный комплексонометрический метод определения содержания кальция в молоке. // Тез. докл. XXXIII научной конференции, посвященной 50-летию Свердловского СХИ.– Свердловск, 1990.
187. Сажинов Ю.Г., Щеглова М.Н. Биометаллы в восстановленных молочных смесях для детского питания. // Тез. докл. «Разработка комбинированных продуктов питания (медико-биологические аспекты, технология, аппаратурное оформление, оптимизация)».– Кемерово, 1991.– Раздел 1.– С. 36.
188. Сажинов Ю.Г., Щеглова М.Н., Грищенкова А.Е.. Сравнительная оценка минерального состава некоторых восстановленных молочных

- смесей для детского питания. // Тез. докл. «Совершенствование технологий, повышение качества, стойкость молочных продуктов и физико-химические методы исследования»– Вологда – Молочное, 1991.– С. 33.
189. Сажинов Ю.Г., Бovyкина В.С. Изменение протеолитической активности ренина и пепсина в присутствии ионов металлов. // Тез. докл. «Совершенствование технологий, повышение качества, стойкость молочных продуктов и физико-химические методы исследования».– Вологда – Молочное, 1991.– С. 61.
190. Сажинов Ю.Г. О возможных механизмах стабилизации активности протеолитических ферментов в присутствии ионов металлов. // Тез. докл. «Совершенствование технологий, повышение качества, стойкость молочных продуктов и физико-химические методы исследования».– Вологда – Молочное, 1991.– С. 63.
191. Сажинов Ю.Г., Грищенкова А.Е., Щеглова М.Н. Минеральный состав сухих детских молочных смесей для детского питания. // Тез. докл. «XXXIII научная конференция, посвященная 50-летию Свердловского СХИ».– Свердловск, 1990.– С. 16–17.
192. Сажинов Ю.Г., Котова О.Г. Радионуклиды в молоке и молочных продуктах. // Тез. докл. «Разработка научных основ получения молочных продуктов гарантированного качества».– Вологда – Молочное, 1993.– С. 3–11.
193. Сажинов Ю.Г. Ртуть в молоке и окружающей среде. // Тез. докл. «Разработка научных основ получения молочных продуктов гарантированного качества».– Вологда – Молочное, 1993.– С. 12–17.
194. Сажинов Ю.Г., Щеглова М.Н., Бланк Т.Л., Гарш Т.А.. Микроэлементный состав сгущенного молока с сахаром. // Тез. докл. «Разработка научных основ получения молочных продуктов гарантированного качества».– Вологда – Молочное, 1993.– С. 38–40.
195. Сажинов Ю.Г., Щеглова М.Н., Грищенкова А.Е., Гарш Т.А. Микроэлементный состав компонентов сухих молочных смесей для детского питания. // Тез. докл. «Разработка научных основ получения молочных продуктов гарантированного качества».– Вологда – Молочное, 1993.– С. 41–45.
196. Сажинов Ю.Г., Бovyкина В.С., Сажинова Р.И. О содержании железа в молоке. // Тез. докл. «Разработка научных основ получения молочных продуктов гарантированного качества».– Вологда – Молочное, 1993.– С. 18–20.
197. Сажинов Ю.Г. Элементный состав масла льняного. // Тез. докл. «Совершенствование технологии и улучшения качества пищевых продуктов».– Вологда – Молочное, 1994.– С. 57.
198. Сажинов Ю.Г. Экологические проблемы питьевой воды. // Тез. докл. «Совершенствование технологии и улучшения качества пищевых продуктов».– Вологда – Молочное, 1994.– С. 59.

199. Сажинов Ю.Г., Бовыкина В.С., Грищенкова А.Е., Сажинова Р.И. Влияние магнитного поля на протеолитическую активность ренина и пепсина. // Тез. докл. 24-го Международного молочного конгресса.– Австралия, Мельбурн, 1994.– С. 226.
200. Сажинов Ю.Г., Бовыкина В.С. Влияние магнитного поля на развитие некоторых видов молочнокислых микроорганизмов. // Тез. докл. 24-го Международного молочного конгресса.– Австралия, Мельбурн, 1994.– С. 227.
201. Сажинов Ю.Г. Предмет, задачи, проблемы химической экологии. // Тез. докл. «Научно-методическая конференция ВМИ».– Вологда – Молочное, 1995. - С. 5.
202. Сажинов Ю.Г. Концептуальные проблемы безопасности пищевых продуктов // Тез. докл. "Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности". Вологда, 1996.
203. Сажинов Ю.Г. К вопросу о мониторинге источников питьевой воды. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1996.
204. Сажинов Ю.Г. Протекание химических реакций: общие закономерности: Учебное пособие для студентов технологических специальностей вузов.– Вологда, 1997.– 200 с.
205. Сажинов Ю.Г. Химическая экология и экологическая химия – два подхода к проблемам экологии. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1998.
206. Сажинов Ю.Г. Пищевые добавки и безопасность пищевых продуктов. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1998.
207. Сажинов Ю.Г. Проблема тяжелых металлов в продуктах детского питания. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1998.
208. Сажинов Ю.Г. Комплексоны - антидоты тяжелых металлов в организме человека. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1998.
209. Сажинов Ю.Г. Экологически чистый продукт: фантазии или реальность. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1998.– С. 25.
210. Сажинов Ю.Г., Дороговцев А.П., Маклаков А.В. Безопасность пищевых продуктов и экологизация окружающей среды. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 2000.– С. 36.
211. Сажинов Ю.Г., Бурова Е.А, Рукавишников В.А.. Мониторинг качества продовольственного сырья и продуктов питания – высокоэффективный фактор снижения технологического риска. // Тез. докл. «Вопро-

- сы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 2000.– С. 50.
212. Сажин Ю.Г., Беднаржевский С.С. Проблема продовольственной безопасности России. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 2000.– С. 65.
213. Сажин Ю.Г. Мониторинг качества питьевых вод. // Тез. докл. «Научно-практические основы совершенствования традиционных и разработки новых технологий молочных продуктов».– Вологда – Молочное: ВГМХА, 2001.– С. 222.
214. Сажин Ю.Г. Химия и экология в системе подготовки инженера-технолога молочной промышленности. // Тез. докл. «Научно-практические основы совершенствования традиционных и разработки новых технологий молочных продуктов».– Вологда – Молочное: ВГМХА, 2001.– С. 200–203.
215. Сажин Ю.Г. Химия и экология в вузовской системе экологического образования. Непрерывное экологическое образование: от этапа к этапу.– Часть 3. Опыт экологической подготовки специалистов в системе профессионального образования и повышения квалификации / Научный ред. – проф. А.А. Коробейникова.– Вологда: ВИРО, 2001.– С. 117–120.
216. Сажин Ю.Г. Микронутриенты в структуре питания населения России. // Тез. докл. «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности». – Вологда, 2003. – С. 25–31.
217. Сапегин К.В. Образовательная технология проектной деятельности.– 2011. – Режим доступа: <http://www.depedu.yar.ru>, свободный.
218. Сайфулин Р., Сайфулин А. Современная форма таблицы Менделеева.// Наука и жизнь. – 2004, № 7. – С. 2–7.
219. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки: Энциклопедия.– СПб. : ГИОРД, 2003. – 688 с.
220. Сенновская Т. Сад у дороги. // Наука и жизнь. – 2003, № 5.– С. 93–98.
221. Сенновская Т. Металлы полезные и вредные. // Наука и жизнь.– 2003, № 5.– С. 99–100.
222. Сироткин О.С. Химия на своем месте. // Химия и жизнь.– 2003, №5.– С. 26–29.
223. Скальный А.В. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение): практическое руководство для врачей и студентов медицинских вузов.– М.: КМК, 1999. – 96 с.
224. Скальный А.В. Микроэлементный человек. // Химия и жизнь. – 2008, № 1. – С. 38–41.
225. Скурихин И.М., Нечаев А.П. Все о пище с точки зрения химика.– М.: Высшая школа, 1991. – 288 с.
226. Скерри Э. Философия химии. // Химия и жизнь. – 2003, № 10.– С. 22–23.

227. Слесарев В.И. Химия. Основы химии живого: Учебник для вузов. – СПб: Химиздат, 2005. – 784 с.
228. Смолянский Б.Л., Лифляндский В.Г. Диетология. Новейший справочник для врачей.– СПб: Сова, 2003. – 815 с.
229. Снятковский М.В., Карычев Р.З., Шамнова Г.П. Закваски прямого внесения «Христиан Хансен» для производства кисломолочных продуктов в России. // Переработка молока.– 2004.– № 11.– С. 4-5.
230. Современная медицинская энциклопедия /под ред. Р.Беркоу. – СПб. : НОРИНТ, 2003. – 1236 с.
231. Соколов В.Н. Педагогическая эвристика. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 255 с.
232. Сокольский Ю.М. Исцеляющий магнит.– СПб.: Полигон, 1998.– 176 с.
233. Сорока Н.Ф. Питание и здоровье. – Минск, 1994.– 340 с.
234. Спиричев В.Б. К вопросу об основных терминах и понятиях, используемых при установлении рекомендуемых размеров потребления незаменимых пищевых веществ // Вопросы питания.– 1989, № 5.– С. 18–22.
235. Спиричев В.Б. Витамины, витаминоподобные и минеральные вещества.– М.: МЦФЭР, 2004.– 232 с.
236. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Наука и технология. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 2004. – 548 с.
237. Справочник по диетологии /под ред. М.А. Самсонова, А.А. Покровского. – М.: Медицина, 1992. – 464 с.
238. Стукалов П.С. Магнитная обработка воды. – Л.: Судостроение, 1969.– 192 с.
239. Стрельникова Л. Нанопицца уже рядом. Режим доступа: <http://prostonauka.com/piwevye-nanotehnologii.ru>, свободный.
240. Тагдиси Д.Г., Алиев С.Д. Микроэлементы и здоровье. – 1979 г.
241. Тарасов Е.А. Через тесты – к здоровью.– М.: ЗАО Центрполиграф, 2006. – 300 с.
242. Татаринов Б.П., Кирий Б.А. Исследование некоторых вопросов обработки воды в магнитном поле. // Тез. докл. «Труды Ростовского ин-та железнодорожного транспорта».– 1964, вып. 48.
243. Твердохлеб Г.В., Раманаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 359 с.
244. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. – М.: Колос, 1993. – 216 с.
245. Тихомирова Н.А. Нанотехнология и биотехнология продуктов функционального питания на молочной основе. // Молочная промышленность. – 2005, №5.– С. 74–75.

246. Тихомирова Н.А., Ивашкин Ю.А., Никитина М.А., Васильев В.В. Кефир для функционального питания. // Молочная промышленность. – 2005, №1. – С. 71–72.
247. Трчунян А. Водород в кишечнике. // Химия и жизнь. – 2007, № 6. – С. 26–27.
248. Топал О.И., Полянская И.С., Чечулина О.В. Обогащение минеральными веществами пищевых продуктов. // Тез. докл. всероссийской научно-практической конференции «Современные аспекты российского маслоделия». – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2009. – С. 176–178.
249. Тутельян В.А., Самсонов М.А. Справочник по диетологии. – М.: Медицина, 1987. – 303 с.
250. Тутельян В.А., Спиричев В.А., Суханов Б.П., Кудашева В.А. Микро-нутриенты в питании здорового и больного человека. – М.: Колос, 2002. – 424 с.
251. Тутельян В.А. Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания. – Федеральные и региональные аспекты политики здорового питания. // Материалы международного симпозиума. / Под ред. акад. В.А. Тутельяна, проф. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 203 с.
252. Уголев А.М. Теория адекватного питания. – СПб.: Наука, 1991. – 272 с.
253. Ужегов Г.Н. Биоритмы. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2000. – 384 с.
254. Устынюк Ю.А. Химия и химическое образование на рубеже веков: смена целей, методов и поколений специалистов. // Российский химический журнал. – 2001. – Т. XLV. – № 2. – С. 83–91.
255. Ускова М.А., Кравченко Л.В. Антиоксидантные эффекты молочнокислых бактерий – пробиотиков и йогуртных заквасок. // Вопросы питания. – 2009, № 2. – С. 4–17.
256. Фатеева Е.М., Конь И.Я. История развития детской нутрициологии в Институте питания РАМН. // Вопросы питания. – 2004, т. 74. – № 3. – С. 47–53.
257. Федичкина Н.В., Кирпичникова И.В. Обогащение продуктов питания минеральными веществами. // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003, № 4. – С. 91–93.
258. Филиппова Л.Ю., Сергеева Л.П. Продукты питания лечебно-профилактического назначения для детей // Пищевая промышленность, №6. – 2004. – С. 92.
259. Фокс Б. Выбираем продукты с пользой для здоровья / Пер. с англ. – СПб.: Питер Паблишинг, 1997. – 288 с.
260. Химический состав российских продуктов питания. – М.: ДеЛи-принт, 2002. – 236 с.
261. Химический состав пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 248 с.

262. Химия пищи. Кн. 1. Белки: структура, функции, роль в питании / И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко и др. – М.: Колос, 2000.– 384 с.
263. Химическая энциклопедия в 5-ти томах. – М., 1990.– Т. 2. – 671 с.
264. Хохлова Е.А., Сусликов Л.Л., Козлов В.А. Взаимосвязь между экскрецией витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> и С и потерей некоторых нутриентов с рационом. // Вопросы питания. – 2004, № 4. – Т. 73.– С. 8–11.
265. Цареградская Ж. Нужна ли эта диета. // Мой ребенок. – 2003, № 12.– С. 34–36.
266. Цыб А.Ф., Тутельян В.А., Онищенко Г.Г., Шахтарин В.В., Силаев А.В. и др. Новые подходы к решению проблемы ликвидации йодсодержащих состояний.// Пищевая промышленность.– 2004, № 11.– С. 84–86.
267. Четыре заблуждения о витаминах // Здоровье.–2004, №11.– С. 90–92.
268. Чечулина О.В., Полянская И.С. НИРС на кафедре неорганической и аналитической химии ВГМХА. // Тез. докл. «Ресурсный и экологический потенциал региона. Актуальные проблемы».– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2003. – С. 214–215.
269. Чечулина О.В., Полянская И.С. Моделирование изменения кислотно-основного состава молока при магнитной обработке. // Тез. докл. общероссийской научно-методической конференции «Модернизация образования. Региональный аспект».– ВоГПУ, 5 февраля 2003 г.
270. Чечулина О.В., Полянская И.С., Щеглова М.Н. Изменение окислительно-восстановительного потенциала молока в новых технологиях с омагничиванием. // Тез. докл. «Ресурсный и экологический потенциал региона. Актуальные проблемы».– Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2003.– С. 216–217.
271. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.А. Биохимические основы действия микронутриентов пищи.– М., 2003.
272. Шатнюк Л.Н., Суворов Н.В. Витаминно-минеральные смеси «Колосок». // Пищевая промышленность. – 2004, № 12.– С. 82–83.
273. Шпаус З. Путешествие в мир химии. – М.: Просвещение, 1967. – 431 с.
274. Шестая всесоюзная научно-техническая конференция «Электрофизические методы обработки пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья». – М.: ВНИИТЭМР, 1989. – 416 с.
275. Щеглова, А.Е., Сажин Ю.Г., Грищенко М.Н.. Элементный состав и физико-химические характеристики некоторых подземных вод: Сборник «Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности».– Вологда, 1996.
276. Экскузьян Г.Н., Григоренко С.П. Разработка технологии производства растительных продуктов для питания старших школьников и студентов. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология.– 2004, 2–3 (279–280). – С. 127.
277. Элсберт М. Кристаллотерапия. – М.: АСТ-Астрель, 2005. – 240 с.



278. Эрл М. Витамины и минералы. Как предупредить старение и продлить работоспособность. – М.: Диалог, 1996. – 111 с.
279. Эрл М., Эрл Р., Андерсон А. Разработка пищевых продуктов. – СПб: Профессия, 2004. – 384 с.
280. Минделл Э. Справочник по витаминам и минеральным веществам. М.: Медицина и питание, 2000. – 432 с.
281. Alldrick A.J. Functional foods: assuring quality // Functional foods: the Consumers, the Products and the Evidence / Sadler M.J., Saltmarsh M. – Cambridge: Royal Society of Chemistry.–1997.
282. Akhwerdyan V.Z., Protasova I.S., Freizon E. V., Gudkov A. V. Morphological and classification of phages of lactococci isolated during cheese production // International dairy congress Melbourne, Australia 18 TH – 22 ND September 1994.
283. Platzman A. // Functional foods: figuring out the facts // Food Product Design.– 1999, № 9(8). – P. 32–62.
284. Sanders M.E. Shultz J.W. Cloning of fae Resistance Genes from Lactococcus lactis sup. cremoris. – J. Dairy Sci, 1990. - №73. – S. 2044-2053.
285. Spilmann H., Banhegyi M., Phagtnkontaminationslage in schweizerischen Kastreien. 4 Untersuch ngen in Hartkasereien. – Schweizer. Milchwirtschl. Forschung, 1984.– № 1–2. – S. 14–20.
286. Jarvis A.W. Conjugal Transberion Lactis Streptococci of Plasmid. – Encoded Insensitivity to frolate- and Small Isometric-Headed Bacteriophages. Appl. Microbiol, 1988.– № 3 (54). S. 777–783. Jarvis A., 1988.

# Содержание

<i>ВВЕДЕНИЕ</i> .....	5
<b>ГЛАВА 1 НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И НУТРИЦИОЛОГИЯ</b>	
1.1 Лингвистическое обоснование названия науки «Нутрициологическая химия элементов» .	6
1.1.1 Химия: происхождение и место среди других наук .....	6
1.1.2 Происхождение «элементов» .....	8
1.1.3 Происхождение «нутрициологии» и ее связь с другими науками .....	9
1.2 Иатрохимия Парацельса – колыбель нутрициологии .....	11
1.3 Взаимосвязь нутрициологии с современными науками .....	12
1.3.1 Диетология и нутрициология .....	12
1.3.2 Науки о питании и нутрициологическая химия элементов .....	20
<b>ГЛАВА 2 НУТРИЦИОННЫЕ S-ЭЛЕМЕНТЫ</b>	
2.1 Периодическая система, элементные классификации и место в них S-элементов .....	28
2.2 Общие свойства элементов I группы .....	32
2.3 Натрий и калий .....	37
2.3.1 Нутрициологическая функция K и Na .....	37
2.3.2 Элементы K и Na вокруг нас. Применение. Содержание в воде и продуктах питания .....	39
2.3.3 Нутрициологическая потребность в K и Na. Проявления дефицита и избытка. Синергисты и антагонисты усвоения .....	43
2.3.4 Оптимизация усвоения K и Na .....	44
2.3.5 Анализ нутриционного статуса в организме, определение K и Na в водах, продуктах, пищевых добавках .....	44
2.4 Общие свойства элементов II группы .....	45
2.5 Кальций .....	47
2.5.1 Нутрициологическая функция Ca .....	47
2.5.2 Элемент Ca вокруг нас. Применение. Содержание в воде и продуктах питания .....	48
2.5.3 Нутрициологическая потребность в Ca. Проявления дефицита и избытка .....	54
2.5.4 Оптимизация усвоения Ca. Синергисты и антагонисты усвоения .....	56
2.5.5 Роль кальция в структуре мицеллы казеина молока .....	60
2.5.6 Анализ нутриционного статуса в организме, определение элементов в водах, продуктах, пищевых добавках .....	62
2.6 Магний .....	63
2.6.1 Нутрициологическая функция элемента .....	63
2.6.2 Элемент Mg вокруг нас. Применение. Распространение в природе и продуктах питания .....	64
2.6.3 Нутрициологическая потребность в Mg. Проявления дефицита и избытка .....	68
2.6.4 Оптимизация усвоения Mg. Синергисты и антагонисты .....	68
2.6.5 Анализ нутриционного статуса в организме, определение элемента в водах, продуктах, пищевых добавках .....	69
2.7 S-элементы: микробиология, генная инженерия и нанотехнологии .....	70
<b>ГЛАВА 3 ЦЕННОСТЬ ПРОДУКТА: ПИЩЕВАЯ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ, ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ, НУТРИЦИОННАЯ</b>	
3.1 Развитие концепции функциональных продуктов питания .....	81
3.2 Функциональные продукты кальциевой группы .....	90
<b>ГЛАВА 4 МАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА СЫРЬЯ, ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ВОДЫ; МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ НА S-ЭЛЕМЕНТЫ</b>	
4.1 Природные магниты и магнитная обработка биологических систем .....	97
4.2 Влияние магнитного поля на различные подсистемы молока .....	100
4.2.1 Магнитная восприимчивость водных растворов солей s-элементов .....	103
4.2.2 Влияние омагничивания на белковую систему молока .....	106
4.2.3 S-элементы: теоретические основы механизмов влияния магнитных полей и использования практических эффектов .....	107
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	111
<b>ГЛОССАРИЙ</b> .....	113
СПИСОК литературных источников .....	120

*Учебное издание*

*ПОЛЯНСКАЯ Ирина Сергеевна*

**НУТРИЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ХИМИЯ  
S-ЭЛЕМЕНТОВ  
Влияние элементов на здоровье  
Учебное пособие**

*Технический редактор Ю.И. Чикавинский*

*Корректор Г.Н. Елисеева*

Подписано в печать 15.06.2011 г.

Объем 8,7 усл. печ. л.

Заказ № -Р

Формат 60/90 1/16

Тираж 25 экз.

Издательский центр Вологодской государственной  
молочнохозяйственной академии им. Н.В. Верещагина  
**160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

