

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра технологий и технического обеспечения
процессов переработки сельскохозяйственной продукции

В. Я. Груданов, Е. С. Пашкова, Л. А. Расолько

ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования
по специальностям «Техническое обеспечение
процессов хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»,
«Технология хранения и переработки пищевого и растительного сырья»,
«Технология хранения и переработки животного сырья»
и магистрантов по специальности «Технология продовольственных товаров»*

Минск
БГАТУ
2016

УДК 664(075.8)
ББК 36-9я7
Г90

Рецензенты:

главный научный сотрудник отдела технологий
продукции из корнеклубнеплодов РУП «Научно-практический центр
НАН Беларуси по продовольствию», доктор технических наук,
кандидат химических наук, доцент *В. В. Литвяк*;
доцент кафедры товароведения продовольственных товаров
УО «Белорусский государственный экономический университет»,
кандидат технических наук *Е. В. Коляда*

Груданов, В. Я.

Г90 Основы рационального питания : учебное пособие / В. Я. Груданов,
Е. С. Пашкова, Л. А. Расолько. – Минск : БГАТУ, 2016. – 256 с.
ISBN 978-985-519-792-9.

Рассмотрены теории и концепции питания, виды питания во взаимосвязи со здоровьем человека, основные химические вещества пищевых продуктов, их роль в обеспечении нормального функционирования организма. Раскрыты технологические приемы обеспечения безопасности, пищевой и биологической ценности продуктов питания в производстве, показаны возможности оптимизации рационального питания. Приведена программа развития маркетинга продуктов питания отечественного производства и роль кластеров как составной части этой программы.

Для студентов, магистрантов, а также аспирантов и слушателей курсов ИПК АПК; адресовано научным сотрудникам, технологам, менеджерам, занимающимся вопросами производства и реализации пищевых продуктов.

УДК 664(075.8)
ББК 36-9я7

ISBN 978-985-519-792-9

© БГАТУ, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ЗДОРОВЬЕ. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	7
1.1. Исторические аспекты питания. Культура питания и качество пищи	7
1.2. Теории и концепции питания. Рациональное сбалансированное питание	12
1.3. Возможности оптимизации питания	26
Глава 2. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ РОЛЬ В ПИТАНИИ	31
2.1. Белковые вещества. Их физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность	31
2.2. Углеводы. Их физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность	43
2.3. Липиды. Их физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность	51
2.4. Минеральные вещества, их роль в питании	65
2.5. Витамины, пищевые кислоты, ферменты. Общая характеристика, влияние на качество продуктов питания	89
2.6. Чужеродные вещества. Антиалиментарные факторы питания	112
2.7. Пищевые и биологически активные добавки	131
2.8. Вода в пищевом сырье и продуктах питания	140
Глава 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	144
3.1. Функциональные пищевые продукты	144
3.2. Продукты органического производства	151
Глава 4. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	153
4.1. Клиентно-ориентированное конструирование продуктов здорового питания. Нанотехнологии и рациональное питание	154

4.2. Основные превращения компонентов пищевого сырья при технологической обработке в процессе производства продуктов питания	158
Глава 5. ПИТАНИЕ И ПИЩЕВАРЕНИЕ	174
5.1. Строение и функции пищеварительной системы	174
5.2. Схемы процессов переваривания и метаболизм макронутриентов	182
5.3. Обмен веществ и энергии. Энергетическая ценность пищи	187
5.4. Безопасность продуктов питания и ее обеспечение в производстве	202
Глава 6. МАРКЕТИНГ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКТОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ	214
6.1. Маркетинг в агропромышленном комплексе	214
6.2. Особенности рынка продовольственных товаров	218
6.3. Методы и формы сбыта продукции АПК	222
Глава 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ	230
7.1. Расчет степени удовлетворения формулы сбалансированного питания для пищевых продуктов	230
7.2. Расчет рецептур молочных продуктов с учетом содержания жира и белка	235
7.3. Расчет энергетической ценности пищевого продукта	241
Глава 8. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	245
8.1. Тематика самостоятельной работы магистрантов и студентов	245
8.2. Текущий контроль знаний	245
8.3. Вопросы к зачету по дисциплине	246
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	248
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	251
Список принятых сокращений	255

ВВЕДЕНИЕ

Требования к качеству жизни и здоровья человека неразрывно связаны с потреблением натуральных продуктов питания.

Пища, состоящая из натуральных, экологически безвредных ингредиентов, предпочтительнее и полезнее пищевых продуктов, произведенных с использованием методов интенсивного земледелия или химического синтеза.

Здоровая пища – важная стратегическая и политическая проблема. Загрязнение пищи микробиологическими, химическими и физическими веществами остается ключевой проблемой, решаемой с помощью внедрения в производственную деятельность СТБ ИСО 1470–2004 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования к организациям, участвующим в пищевой цепи».

Натуральные продукты питания играют ключевую роль в установлении и поддержании рационального питания как части здорового образа жизни.

Стратегическая смена принципов и путей наращивания производства высококачественных, безопасных и доступных продуктов питания в будущем может лежать лишь в сфере адаптивного сельскохозяйственного природопользования, базирующегося на эффективной утилизации экологически безопасных ресурсов природной среды, а также техногенных факторов.

Производство натуральных и безопасных пищевых продуктов невозможно без комплексной оптимизации следующих факторов:

генетический: предусматривает выбор сортов растений, пород животных, обеспечивающих высокую продуктивность и стабильное качество при минимальном накоплении антиалиментарных веществ, радионуклидов;

средовой: предполагает выбор природно-климатической зоны, почвы, оптимальных для соответствующих сортов и пород, способствующих накоплению полезных активных веществ в продукции;

технологический: реализует щадящие технологические режимы переработки сельскохозяйственного пищевого сырья, использует нанотехнологии с целью максимального сохранения полезных биологически активных веществ в конечной пищевой продукции.

Очевидно, что чем лучше состояние здоровья человека, тем длиннее будет срок его активной деятельности, а здоровье напрямую связано с рациональным питанием.

Калорийность рациона среднестатистического белоруса – 3200 ккал/сут на душу населения – достаточна и практически исключает недоедание. Вместе с тем внутренний рынок можно считать ненасыщенным по качественным параметрам, определяющим рациональность питания.

Современные знания студентов и производителей основам рационального питания с целью поддержания активного образа жизни сегодня не соответствуют требованиям потребителей к продуктам питания.

Обучение заинтересованных участников пищевой цепи составляют огромную проблему. Частично ее разрешению будет способствовать настоящее учебное пособие. В нем отражены теории и концепции питания во взаимосвязи с рациональным питанием; уделено внимание питанию и заболеваемости, питанию и пищеварению; дается информация о полезных свойствах функциональных продуктов, содержащих в своей рецептуре такие функциональные ингредиенты, как омега-3 и омега-6 полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, пробиотики, антиоксиданты и пр. Особое внимание уделено продуктам питания органического производства.

Кроме того, в учебном пособии показаны направления успешной реализации пищевых товаров, предложена программа развития маркетинга продуктов рационального питания отечественного производства и роль кластеров как составной части этой программы.

Глава 1. ПИТАНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ЗДОРОВЬЕ. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

1.1. Исторические аспекты питания. Культура питания и качество пищи

«Человек есть то, что он ест», – писал Людвиг А. Фейербах в своей рецензии на книгу немецкого физиолога Я. Моленшотта «Популярное учение о питательных продуктах», изданную в 1850 г. Это утверждение верно, по крайней мере, в том смысле, что человек чаще всего беспокоится о количестве пищи, не слишком заботясь о ее качестве.

Физиологи условно поделили всю пищу на «живую» и «мертвую». К первой они отнесли все, что растет на земле (растительная пища), ко второй – рыбу, мясо, молочные продукты (животная пища).

Следуя такой логике, человек должен выбрать живую пищу, которая накапливает энергию непосредственно Солнца, Земли, космоса. Ведь организм человека на нее в основном и рассчитан: его зубы с очень слабыми резцами мало приспособлены для разрывания мяса; его слюна, со щелочной реакцией, служит для расщепления крахмала (в отличие от слюны хищников, кислая реакция которой нужна для «переработки» мяса).

Словом, *homo sapiens* формировался как вегетарианец, а всеядным, по ряду причин, стал позднее. Например, КПД клеток желудочно-кишечного тракта человека при «усвоении» животной пищи составляет всего 2–4 % ее массы, тогда как растительной – 40 %.

Поэтому за века люди «исповедовали» несколько теорий питания, сведения о которых сохранила нам история.

Первая теория. Она была известна еще со времен Аристотеля и пользовалась признанием почти до середины XIX в.

Процесс пищеварения представляли себе так: измельченная пища попадает в желудок, подвергается брожению и создает кровь, которая и разносится по всем органам и тканям. Именно эта теория породила лечение кровопусканием: считали, что на здоровье влияет увеличение или уменьшение количества крови.

Считалось, что организм человека состоит из четырех стихий. Им соответствуют четыре типа жидкости в организме: желчь черная

(печень), желтая (почки), кровь (сердце), слизь-флегма (мозг). И здоровье зависит от соотношения этих видов жидкости: если какой-либо из них слишком много (или мало), человек заболевает. Регулировать же соотношение надо питанием в зависимости от времени года.

Осень. Переходный период – и пища переваривается труднее. Значит, каждый прием пищи должен быть большим, нежели летом. Продукты лучше сухие, а не сочные; хороши рыба и мясо; напитков – меньше, причем не разбавленных водой. Пища предпочтительнее более горячая, чем летом, но менее разнообразная. Среди овощей – лучше не водянистые, а морковь, свекла, капуста. Фрукты ограничить и ни с чем не смешивать. В сентябре «показано» молоко, в октябре – лук-порей (укрепляет сердце).

Зима. Есть надо больше, а пить меньше. Лучше жарить, а не варить. Зелени – как можно меньше. Главное: хлеб, мясо, немного овощей. Пища должна быть сухая, вязущая, грубая, не смешанная. За один прием – один-два продукта. Овощи – «согревающие и сухие» (капуста, морковь, лук, чеснок, брюква, репа, редиска). Поменьше отваров. Исключить ячмень. В декабре есть супы (кроме капустных). В январе – свинину, рыбу. (Любопытно: в феврале женщинам и юношам обойтись без свеклы.)

Весна. Пища переносится легко, но есть надо меньше, чем зимой. Употреблять больше напитков, причем (в отличие от осени и зимы), разбавлять их водой. Хлеб не есть, особенно дрожжевой, заменив его ячменными лепешками. Жареное заменить вареным. Вареное мясо непременно сочетать с овощами (их можно и варить, и жарить). В апреле отказаться от редьки, в мае – от трюхи и ног животных. Хороша любая зелень.

Лето. Пищу организм переносит труднее, поэтому есть понемногу, но часто. Лучше пища мягкая, водянистая. Смешивать продукты не стоит. Употреблять больше жидкости. Во время еды хороши соки, но не между приемами пищи. Зелень хороша, но не есть продукты, дающие «жар и сухость» (перец, лук, чеснок, редьку, репу). Фруктов – не много или вместе с другой пищей. В июне не пить воду утром. Полезны шпинат, цветы фиалки, лук-портулак, сельдерей, пастернак.

Многое в изложенном кажется странным, но угадывается и накопленная вековым опытом мудрость.

Так же можно оценить и религиозные посты.

Они очень полезны: готовят человека к переходу в другое время года. Можно сказать, что пост – классическая разгрузочная диета.

Вторая теория. Развитие биологии в середине XIX в. привело к новой теории питания. Ее суть: измельченная пища в желудочно-кишечном тракте подвергается химическим и физическим изменениям.

Происходит гидролиз пищевых веществ: под воздействием воды (жидкости) идет расщепление продуктов на простейшие составные, их усваивают клетки тонкого кишечника, и они поступают в кровь.

Важно, чтобы этих веществ было ровно столько, сколько необходимо конкретному человеку.

Не случайно и название: теория сбалансированного питания. Для растущего организма – один баланс, для стареющего – иной (и по количеству, и по качеству еды). Главное – чтобы пища была сбалансирована по белкам, жирам, углеводам, витаминам, макро- и микроэлементам. Один из постулатов этой теории таков: организму требуются лишь вещества, хорошо усваиваемые тканями желудочно-кишечного тракта. А те, что не усваиваются, – балласт, который засоряет организм человека, причиняя ему вред.

Поэтому в основе диет (согласно этой теории) – рафинированные, тщательно очищенные продукты.

В эту идею хорошо вписывалось открытие великим Мечниковым микрофлоры желудочно-кишечного тракта, и все же идея эта оказалась несостоятельной. Сегодня стало очевидным, что знаменитый ученый ошибался, считая микрофлору врагом человеческого организма. Тем не менее, у микрофлоры весьма серьезная и позитивная функция: помогать организму выделять из еды все вещества, нужные для полноценной жизни.

Третья (новейшая) теория. Ее назвали адекватной. Одним из оснований для нее послужило открытие, сделанное в Институте физиологии им. И. Павлова (Санкт-Петербург), на кафедре физиологии питания, под руководством академика А. М. Уголева.

Было открыто внутриклеточное, мембранное питание, которое сосуществует с полостным пищеварением, свойственным человеку. Детально изучая, как именно питательные вещества поступают в кровь (в тонком кишечнике), ученые обнаружили: каждая клетка оболочки тонких кишок покрыта своеобразной щеточкой из множества

микроворсинок (их около 4 тыс. на одной клетке). «Задача» щеточки – пропускать только тонко расщепленные вещества, задерживая микробы.

Важно, что новая теория «не отменяет» идею сбалансированного питания, а уточняет: питание должно соответствовать способу пищеварения, характеру переработки пищи, в том числе учитывая наличие микрофлоры.

Появился целый перечень дополнений к предшествовавшим теориям.

Прежде всего, организм человека (вообще высших животных) может нормально существовать только в симбиозе с микрофлорой кишечника. Оказалось, что она стабилизирует процессы обмена веществ, помогает лучше усваивать пищу, защищает организм от ядовитых, вредных веществ, от инородных тел (неспецифических белков-аллергенов); способствует выработке иммунитета. Более того, микрофлора помогает организму вырабатывать и гормоны-регуляторы, столь нужные человеку. Выяснилось, что желудочно-кишечный тракт вместе с микрофлорой вырабатывает столько же гормонов, сколько и вся гормональная система.

Практические советы:

1. Пища должна быть грубой, нерафинированной. Так, крупу (гречку, рис) лучше употреблять дробленой – просто потому, что она менее очищена.

Овощи и фрукты необходимы в сыром и вареном виде. Углеводы важно ограничивать, чтобы исключить процесс брожения и излишнее размножение в кишечнике микробов, в том числе вредных, нарушение оптимального состава микрофлоры. Необходимо учитывать сочетаемость продуктов.

2. Любой стресс увеличивает расход белков, но именно при стрессе белки хуже расщепляются на аминокислоты и труднее усваиваются. Необходимо помнить, что легче усваиваются животные белки. Самый лучший белок – это сыворотка молока (ее белок особенно легко усваивается). Длительная диета – это тоже стресс, поэтому специалистами разработаны рекомендации по использованию диет при различных заболеваниях.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) расширила список психических заболеваний, включив в него вегетарианство и сыроедение. По мнению специалистов ВОЗ, такие пищевые предпочтения

являются отклонением от нормы и должны быть отнесены к группе F63.8 «Другие расстройства привычек и влечений».

Другой крайностью является избыточное потребление продуктов, которые необходимы человеческому организму в небольших количествах.

Холестерин. Это вещество из группы стеролов очень важно, т. к. участвует во многих процессах, происходящих в теле человека, например, стимулирует выработку некоторых гормонов. Но потребление его сверх меры наносит организму непоправимый вред: это жироподобное вещество оседает на стенках сосудов, препятствуя движению крови, снабжению органов и тканей организма кислородом и питательными веществами, приводя в последствии к инсульту или инфаркту.

Белок. В умеренном количестве он полезен – благодаря белку ускоряется обмен веществ, он же является «строительным материалом» для организма. Однако его избыток ускоряет все процессы в организме, что приводит к более быстрому протеканию жизненного цикла.

Поваренная соль. Это вещество, иногда называемое «белым ядом», организму необходимо для проведения нервных импульсов и стимуляции работы желез внутренней секреции в качестве «посредника» при доставке в клетки калия. Кроме того, натрий (довольно редкий минерал) очень важен для обмена веществ. Но излишне потребленная соль вызывает жажду и удерживает в тканях воду. Как следствие – повышение артериального давления, рост нагрузки на сердце и сосуды. Диетологи советуют использовать не каменную соль, прошедшую термическую и химическую обработку, а морскую, которая, кроме натрия, содержит еще и кальций, медь, магний и железо.

Сахар. Этот продукт не менее важен для организма, чем соль, хотя и получил второе название – «сладкая смерть». Именно он обеспечивает организм гликогеном – «топливом» для мышц и нервной системы, участвует в расщеплении и окислении жиров, в работе печени и селезенки, способствует заживлению переломов и препятствует развитию артроза, предупреждает образование тромбов и выполняет множество других полезных функций. Однако его избыток гораздо опаснее, чем недостаток: сахар повышает уровень инсулина в крови, а при систематическом злоупотреблении может

привести к развитию сахарного диабета. Повышение кислотности слюны, происходящее из-за употребления излишне сладкой пищи, создает подходящую среду для бактерий, которые вызывают кариес и множество других болезней полости рта. Кроме того, сахар несет ответственность за преждевременное старение, т. к. способен изменять структуру природного коллагена, содержащегося в коже.

Таким образом, физическое и психическое здоровье человека находится в прямой зависимости от продуктов, составляющих его рацион.

1.2. Теории и концепции питания. Рациональное сбалансированное питание

1.2.1. Теория сбалансированного питания

Согласно теории сбалансированного питания А. А. Покровского, обеспечение нормальной жизнедеятельности организма возможно при условии его снабжения не только адекватными количествами энергии и белка, но и при соблюдении достаточно строгих взаимоотношений между многочисленными незаменимыми факторами питания, каждому из которых в обмене веществ принадлежит специфическая роль. Концепция сбалансированного питания, определяющая пропорции отдельных веществ в рационах, отражает сумму обменных реакций, характеризующих химические процессы, лежащие в основе жизнедеятельности организма. Основной закономерностью, определяющей процессы ассимиляции пищи на всех этапах эволюционного развития, является правило: *ферментные наборы организма соответствуют химическим структурам пищи, и нарушение этого соответствия служит причиной многих болезней.* Это правило должно соблюдаться на всех уровнях ассимиляции пищи и превращения пищевых веществ: в желудочно-кишечном тракте – в процессах пищеварения и всасывания; при транспорте пищевых веществ к тканям, в клетках и субклеточных структурах – в процессе клеточного питания, а также в процессе выделения продуктов обмена из организма.

Нарушение вышеуказанного правила неизменно приводит к существенным нарушениям физиологического состояния организма,

поэтому для обеспечения его нормальной жизнедеятельности в состав пищи обязательно должны входить вещества, названные незаменимыми факторами питания. Их химические структуры, не синтезирующиеся ферментными системами организма, необходимы для нормального течения обмена веществ.

Формула сбалансированного питания (по А. А. Покровскому) представляет собой таблицу, включающую перечень пищевых компонентов с потребностями в них в соответствии с физиологическими особенностями организма. В сокращенном виде средняя потребность взрослого человека в пищевых веществах представлена в табл. 1.

Таблица 1

Среднесуточная потребность взрослого человека в пищевых и некоторых биологически активных веществах

Пищевые вещества	Суточная потребность	Пищевые вещества	Суточная потребность
<i>Вода, г:</i> в т. ч. питьевая (вода, напитки) супы другие продукты	1750–2200 800–1000 250–500 700	Органические кислоты, г	5
<i>Белки, г:</i> в т. ч. животные	83–100 45–55	<i>Минеральные вещества, мг:</i> Ca P	800–1000 1000–1500
<i>Незаменимые аминокислоты, г:</i> триптофан лейцин изолейцин валин треонин лизин метионин фенилаланин	1 4–6 3–4 4 2–3 3–5 2–4 2–4	Na K Cl Соотношение Ca:Mg Mg Fe Zn Mn Cr Cu	4000–6000 2500–5000 5000–7000 1,0:0,7 300–500 15 10–15 5–10 2,0–2,5 2
<i>Заменяемые аминокислоты, г:</i> гистодин аргинин цистин	2 5–6 2–3	Co Mo Se F I	0,1–0,2 0,5 0,5 0,5–1,0 0,1–0,2

Пищевые вещества	Суточная потребность	Пищевые вещества	Суточная потребность
тирозин аланин серин глутаминовая кислота аспарагиловая кислота пролин гликокол	3–4 3 3 16 6 5 3	<i>Витамины, мг:</i> С (аскорбиновая кислота) В ₁ (тиамин) В ₆ (пиридоксин) В ₁₂ (кобаламин) В ₂ (рибофлавин) Р (рутин) фолиевая кислота (фолацин) Е (разные формы) К (разные формы) РР (никотиновая кислота) В ₃ или В ₅ (пантотеновая кислота) А (разные формы) липовая кислота инозит	70–100 1,5–2,0 2–3 0,002–0,003 2,0–2,5 25 0,2–0,4 2–6 0,5–2,0 15–20 5–10 1,5–2,5 3–5 500–1000
<i>Углеводы, г:</i> в т. ч. крахмал сахар	400–450 50–100	Жиры, г: в т. ч. растительные	80–100 20–25
Минеральные вещества, мг	2	ПНЖК, г	6–10
Биофлавоноиды, мг	30–50	Холестерин, г	0,3–0,6
<i>Пищевые волокна, г:</i> в т. ч. клетчатка, пектин	20–25 10–15	Витамин Д, МЕ/мкг	100–400/2,5
		Энергетическая ценность, ккал/кДж	1800/42

Формула составлена на общую энергетическую ценность суточной нормы пищевых веществ, равную 3000 ккал.

В соответствии с тенденциями к снижению энергетических потребностей современного человека, пересматриваются нормы потребления макронутриентов (источников энергии).

Исходя из формулы сбалансированного питания, полноценный рацион должен содержать питательные вещества пяти классов:

- источники энергии (белки, жиры, углеводы);
- незаменимые аминокислоты;

- витамины;
- незаменимые жирные кислоты;
- неорганические элементы.

Вода также необходима человеку для воспроизведения потерь в различных процессах, например, при дыхании, потоотделении и т. п.

При определении сбалансированного рациона по белковым веществам необходимо уделить внимание соблюдению отдельных пропорций аминокислот. Это имеет большое значение для усвоения белков и обеспечения необходимого уровня процессов синтеза. Белки пищи лучше усваиваются при условии сбалансированного аминокислотного состава пищи при каждом приеме.

Дефицит незаменимых аминокислот в рационе или его несбалансированность (т. е. нарушение оптимальных соотношений между аминокислотами) приводят к задержке роста и развития, а также возникновению ряда других нарушений.

Необходимость сбалансированного аминокислотного состава вытекает не только из возможности более полного их усвоения, но и взаимонейтрализующих действий этих биологически активных веществ. Эти обстоятельства следует учитывать при планировании обогащения натуральных продуктов отдельными аминокислотами.

Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты необходимы не только для нормального развития организма, но и оказывают благоприятное действие на обмен холестерина. Наиболее оптимальным является включение в рацион около $\frac{1}{3}$ растительных жиров. Биологическая ценность растительных жиров связана не только с наличием полиненасыщенных жирных кислот, но и с содержанием в них высококачественных фосфатидов и токоферолов.

Следует отметить, что тип обмена и обеспечивающие его биохимические (прежде всего, ферментные) системы эволюционируют вместе с изменениями характера питания, поэтому в табл. 1 указаны величины, характеризующие необходимые для жизнедеятельности количества витаминов и микроэлементов, используемые организмом для построения ферментных и гормональных систем.

Так, потребность в витаминах и микроэлементах может изменяться в зависимости от характера питания, возраста, физиологических, половозрастных потребностей.

Следовательно, принцип сбалансированного питания не может ограничиваться какой-либо группой веществ, важной для жизнедеятельности

организма. При оценке сбалансированного или несбалансированного питания необходимо ориентироваться на весь комплекс незаменимых факторов питания с возможно более полным учетом существующих взаимозависимостей.

Под оптимальным питанием следует понимать правильно организованное и соответствующее физиологическим ритмам снабжение организма хорошо приготовленной, вкусной, высокой пищевой ценности пищей, содержащей адекватные количества незаменимых пищевых веществ.

1.2.2. Теория адекватного питания

Сегодня базисом пищевых технологий является теория сбалансированного питания. Она позволила дать научное обоснование потребности в пище по энергетическим и пластическим компонентам, преодолеть многие болезни, связанные с недостатком витаминов, незаменимых аминокислот, микроэлементов и т. п.

На ее основе созданы различные рационы для всех групп населения с учетом физических нагрузок, климатических и других условий жизни. Согласно этой теории построены технологии современной переработки продуктов растениеводства и животноводства.

В то же время следствием теории сбалансированного питания явились несколько чрезвычайно серьезных ошибок, таких как:

1. Создание улучшенной пищи за счет обогащения продуктов веществами, непосредственно участвующими в обмене веществ, а также удаление балластных и вредных соединений, что привело к формированию многих нарушений, которые могут быть охарактеризованы как «болезни цивилизации».

2. Элементное (мономерное) питание. Идея сделать пищу максимально полезной трансформировалась в идею создать комплекс веществ, необходимых для поддержания жизни и не нуждающихся в переработке, корректировке состава и т. п. Предполагалось перейти к промышленному изготовлению идеальной пищи, состоящей из оптимальных смесей всасываемых элементов, преимущественно мономеров.

3. Прямое (парентеральное) питание. Существует представление, сформированное в 1908 г. французским химиком П. Бербло, что

одна из главных задач будущего – прямое, минуя желудочно-кишечный тракт, введение в кровь нутриентов.

Экспериментальная проверка ряда положений теории сбалансированного питания с учетом мембранного пищеварения и новых открытий науки привела к пересмотру основных постулатов.

Балансный подход и вытекающая из него идея рафинирования с получением безбалластной пищи принесли существенный вред. Так, снижение доли балластных веществ, клетчатки в рационе способствовало развитию многих заболеваний, в том числе желудочно-кишечного тракта, печени, желчных путей, нарушений обмена веществ, возникновению ожирения и т. п.

Открытие важных, ранее неизвестных механизмов (лизосомного и мембранного типов пищеварения, различных типов транспорта, общих эффектов кишечной и гормональной системы); результаты сопоставления ряда характеристик безмикробных животных и человека, в организм которых вводились контролируемые бактериальные культуры; данные прямых исследований влияния элементных диет на организм и т. п. привели к пересмотру положений теории сбалансированного питания.

Появилась теория адекватного питания, в основу которой легли новые постулаты основополагающего значения:

1. Питание поддерживает молекулярный состав и возмещает энергетические и пластические расходы организма на основной обмен, внешнюю работу и рост (этот постулат является общим для классической и новой теории питания).

2. Необходимыми компонентами пищи служат не только нутриенты, но и балластные вещества.

3. Нормальное питание обусловлено не одним потоком нутриентов из желудочно-кишечного тракта, а несколькими потоками нутритивных и регуляторных веществ, имеющих жизненно важное значение.

4. Существует эндоэкология организма-хозяина, образуемая микрофлорой его кишечника.

5. Баланс пищевых веществ достигается в результате освобождения нутриентов из структур пищи при ферментативном расщеплении ее макромолекул за счет полостного и мембранного пищеварения (в ряде случаев – внутриклеточного), а также вследствие синтеза новых веществ, в том числе незаменимых.

1.2.3. Теория рационального питания

В разработку теории рационального питания огромный вклад был внесен академиком А. М. Уголевым. Практической реализацией постулатов этой теории являются законы рационального питания.

1. Соблюдение равновесия между поступающей с пищей энергией (энергетическая ценность) и энергетическими затратами организма на все виды его жизнедеятельности.

2. Оптимальное соотношение отдельных компонентов пищи в соответствии с потребностями данного индивидуума или групп населения.

3. Наличие в пище незаменимых пищевых веществ.

4. Наличие в пище защитных компонентов.

5. Обеспечение органолептических достоинств пищи, способствующих ее перевариванию и усвоению.

6. Применение рациональных методов технологической обработки, способствующих удалению вредных веществ и не вызывающих уменьшения пищевой и биологической ценности, а также образованию токсичных веществ в пище.

7. Распределение пищи по приемам в течение суток в соответствии с биоритмом, режимом и характером трудовой и иных видов деятельности. В основу режима питания положены следующие принципы: регулярность питания, дробность питания в течение суток, соблюдение принципа рационального подбора продуктов при каждом приеме пищи, разумное распределение пищи в течение дня.

8. Учет возрастных потребностей организма и двигательной активности с необходимой профилактической направленностью рациона.

Основные положения теории рационального питания сегодня используются при разработке прогрессивных технологий переработки сельскохозяйственного пищевого сырья с целью расширения ассортимента продуктов питания.

1.2.4. Современные концепции питания

В последние десятилетия появилось много новых оригинальных теорий питания, которые не вписываются в рамки традиционных представлений и имеют глубокие исторические корни. В каждой из этих теорий есть рациональное зерно. Однако для выбора своей

методики питания важно знать сильные и слабые стороны каждой из новых (альтернативных) теорий питания.

Концепция дифференцированного питания. Она основана на современных данных о составе пищевых продуктов и биологической конституции (генотипе) человека.

Польза, которую приносит организму пища, зависит от состава пищи и способности усваивать ее. Сторонники концепции дифференцированного питания рассматривают состав продуктов и индивидуальные особенности обмена в качестве основных составных частей практического питания, в то время как традиционное питание учитывает только один из них (состав продуктов). Считают, что при разработке пищевого рациона необходимо учитывать не только состав продуктов, но и взаимодействие различных пищевых веществ с индивидуальной системой обмена того или иного человека.

Успех дифференцированного питания зависит от методов оценки пищевого статуса во взаимосвязи с особенностями обмена веществ и факторами окружающей среды. К сожалению, эффективных методов оценки из-за большой сложности проблемы до настоящего времени не разработано.

Концепция направленного (целевого) питания. Нормы питания, которыми пользуются различные специалисты, рассчитаны на среднего человека. Однако в природе такого человека не существует. Доказано, что любая формула сбалансированного питания не может быть в равной степени адекватной сразу для всех процессов жизнедеятельности организма того или иного человека.

Пища может быть источником и носителем потенциально опасных для здоровья человека химических и биологических веществ. Они попадают и накапливаются в пищевых продуктах по ходу как биологической цепи (с одной стороны, обеспечивающей обмен веществ между живыми организмами; воздухом и водой, почвой – с другой), так и пищевой цепи, включающей все этапы сельскохозяйственного и промышленного производства продовольственного сырья и пищевых продуктов, а также их хранение, упаковку и маркировку.

Концепция индивидуального питания. Существующие нормы питания разработаны с учетом энергетических затрат, пола и возраста, однако некоторые специалисты считают такие рекомендации слишком общими, полагая, что исходные нормы питания можно рекомендовать лишь очень небольшим группам населения.

Концепция питания предков основана на положении о том, что современный человек унаследовал от своих далеких предков способность только к определенному рациону питания – продуктам, не подвергнутым термической обработке. Концепцию питания предков представляют приверженцы двух направлений – сыроедения и сухоедения. Однако эти направления, несмотря на общую концепцию, антагонистичны по отношению друг к другу.

Сыроедение – питание сырыми молочно-растительными продуктами без какого-либо воздействия на них огня и пара. По мнению сторонников сыроедения, такое питание позволяет усваивать питательные вещества в первозданном виде, т. к. под влиянием термической обработки и неизбежного воздействия металлов технологического оборудования их энергетическая ценность снижается, усвояемость затрудняется. Из продуктов, приготовленных с помощью огня, сыроеды допускают употребление только хлеб из цельного зерна и без применения дрожжей. Сторонники этой концепции считают, что культурное питание противоречит природе, а сыроедение является естественным для человека, т. к. пищеварительная система человека анатомически и физиологически предназначена для сырых плодов. Одним из подтверждений этому, по мнению сыроедов, служит факт, что все животные и птицы потребляют пищу в естественном (природном) виде. Термическая обработка пищевых продуктов представляется им не прогрессом, а заблуждением цивилизации. Сторонники сыроедения утверждают, что, питаясь сырой растительной пищей, они тем самым поглощают солнечную энергию, которая в клетках организма превращается в различные ее виды.

Сухоедение (как вторая разновидность концепции питания предков) может быть также допустимо на ограниченный срок при лечении некоторых заболеваний кишечника. Эта концепция не соответствует законам рационального питания. В XII–XIV вв. существовало даже наказание для провинившихся людей: «сухо да есть». Провинившихся кормили исключительно хлебом, и выдержать это испытание было непросто, т. к. лишение человека жидкости даже на несколько суток приводит к обезвоживанию организма.

Концепция раздельного питания. Родоначальником концепции раздельного питания был американский диетолог Г. Шелтон. Его система строго регламентирует совместимость и несовместимость пищевых продуктов. При этом во главу угла ставится пищеварение

желудка и не принимаются во внимание другие аспекты взаимодействия веществ в пище и их усвоения в желудочно-кишечном тракте. Согласно концепции Г. Шелтона, нельзя одновременно есть белковую и крахмалистую пищу: мясо, рыба, яйца, сыр, творог, молоко несовместимы с хлебом, мучными изделиями, кашами. Это объясняется тем, что белки перевариваются в кислой среде в нижнем отделе желудка, а крахмалы – в верхних его частях под действием фермента слюны и требуют щелочной среды. В кислой среде желудка активность ферментов слюны угнетается, и переваривание крахмала прекращается. Кислые продукты нельзя сочетать с белковой и крахмалистой пищей, поскольку они, по мнению сторонников Г. Шелтона, разрушают пепсин желудка. В результате пища загнивает, а крахмалистая не усваивается. Сторонники раздельного питания рекомендуют сахар и фрукты есть отдельно от всего остального.

Однако в системе раздельного питания есть рациональное зерно – умеренность в питании и рекомендации большего потребления фруктов, овощей и молока.

Питание любого человека должно быть рациональным, т. е. разумным и научно обоснованным, целесообразным. Необходимо, чтобы повседневное питание обеспечивало своевременное и полное удовлетворение физиологических потребностей организма в основных пищевых веществах, что позволит сохранить в течение долгих лет высокую физическую и умственную активность.

1.2.5. Рациональное сбалансированное питание, нормы и принципы

Питание человека должно быть рациональным, сбалансированным, т. е. соответствовать физиологическим потребностям организма с учетом условий труда, климатических особенностей местности, возраста, массы тела, пола и состояния здоровья человека.

Основные принципы сбалансированного питания следующие.

Первый принцип. Строгое соответствие энергетической ценности пищи энергозатратам организма. Человек должен получать с пищей столько энергии, сколько тратит ее за определенный отрезок времени (сутки). При этом необходимо учитывать изменение интенсивности обменных процессов в зависимости от возраста, пола

и климатических условий, т. к. в молодом возрасте обменные процессы проходят интенсивнее, чем в пожилом, у женщин физиологические потребности на 15 % ниже, чем у мужчин; в холодных климатических зонах потребность в энергии у людей на 10–15 % выше.

Второй принцип. Отдельные пищевые вещества сбалансированного питания (белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины и прочие биологически активные компоненты) должны находиться в строго определенном соотношении.

Министерством здравоохранения Республики Беларусь 14.03.2011 г. утверждено Постановление № 16 «Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения Республики Беларусь», где определены сбалансированные нормы потребления пищевых веществ (табл. 2).

Таблица 2

Нормы физиологических потребностей для взрослого населения (в день)

Группа	Коэффициент физической активности	Возраст, лет	Энергия, ккал	Белки, (г)		Жиры, г	Углеводы, г
				всего	в т. ч. животные		
1	2	3	4	5	6	7	8
Мужчины							
I	1,4	18–29	2450	72	40	81	358
		30–39	2300	68	37	77	335
		40–59	2100	65	36	70	303
II	1,6	18–29	2800	80	44	93	411
		30–39	2650	77	42	88	387
		40–59	2500	72	40	83	366
III	1,9	18–29	3300	94	51	110	484
		30–39	3150	89	49	100	462
		40–59	2950	84	46	98	432
IV	2,2	18–29	3850	108	59	128	566
		30–39	3600	102	56	120	528
		40–59	3400	96	53	113	499
V	2,5	18–29	4200	117	64	154	586
		30–39	3950	111	61	144	550
		40–59	3750	104	57	137	524

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Лица престарелого и старческого возраста							
Мужчины	60–74	2300	68	37	77	335	
	75+	1950	61	33	65	280	
Женщины	60–74	1975	61	33	66	284	
	75+	1700	55	30	57	242	
Женщины							
I	1,4	18–29	2000	61	34	67	289
		30–39	1900	59	33	63	274
		40–59	1800	58	32	60	257
II	1,6	18–29	2200	66	36	73	318
		30–39	2150	65	36	72	311
		40–59	2100	63	35	70	305
III	1,9	18–29	2600	76	42	87	378
		30–39	2550	74	41	85	372
		40–59	2500	72	40	83	366
IV	2,2	18–29	3050	87	48	102	462
		30–39	2950	84	46	98	432
		40–59	2850	82	45	95	417

Согласно этим нормам соотношение белков, жиров и углеводов в рационе основных групп населения должно составлять 1,0:1,1:4,0; лиц, занятых физическим трудом – 1,0:1,3:5,0; пожилых людей – 1,0:1,1:4,8. Причем на долю животного белка должно приходиться 55 % общего количества белка суточного рациона. Сбалансированность жира в пищевых рационах должна обеспечивать физиологические пропорции насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот: 30 % – растительные масла, 70 % – животный жир. Сбалансированный состав углеводов включает 75 % крахмала, 20 – сахара, 5 % – пектиновых веществ и клетчатки (от общего количества углеводов). Содержание в рационе основных минеральных веществ должно обеспечивать физиологические потребности человека, а оптимальное соотношение кальция, фосфора и магния должно составлять 1,0:1,3:0,5. Нормы потребления витаминов должны соответствовать потребностям в них организма и удовлетворяться за счет натуральных продуктов.

Большое значение для качественной полноценности питания имеют характер и природа продуктов. Энергетическая ценность белка должна составлять 12 %, жира – 30, углеводов – 58 % суточной энергетической потребности человека.

Третий принцип. Соблюдение режима питания является важным показателем в сбалансированном питании. Режим питания – это распределение пищи в течение дня по времени, калорийности и объему, т. е. кратность приема пищи и интервалы между ними. Пищу следует принимать в одни и те же часы. Большое значение при этом имеют условия питания и настроение человека.

При соблюдении времени приема пищи у человека вырабатывается рефлекс выделения «запального» пищеварительного сока, что способствует лучшему пищеварению и усвоению пищи. Правильное распределение пищи в течение дня по объему, энергетической ценности создает равномерную нагрузку на пищеварительный аппарат и обеспечивает потребности организма в необходимой энергии.

Объем пищи, потребляемой в течение дня, составляет в среднем 2,5–3,5 кг. Суточный пищевой рацион распределяют по отдельным приемам дифференцированно в зависимости от характера трудовой деятельности и установившегося распорядка дня. Наиболее рациональным для людей среднего возраста считается четырехразовое питание; для пожилых людей – пятиразовое, с промежутками между приемами пищи не более 4–5 ч. Менее рационально трехразовое питание, при котором увеличивается объем перерабатываемой пищи, что осложняет деятельность пищеварительного аппарата. Ужинать нужно за два часа до сна. Оптимальное распределение питания в течение дня показано в табл. 3.

Таблица 3

Режим питания в течение дня

Прием пищи	Часы приема пищи	Трехразовое питание, %	Четырехразовое питание, %		Пятиразовое питание для пожилых людей, %
			I вариант	II вариант	
1 завтрак	7:00–7:30	30	25	25	20
2 завтрак	11:00–12:00	–	10	–	10
Обед	14:00–14:30	45	40	40	35
Полдник	16:00–16:30	–	–	10	10
Ужин	19:00–19:30	25	25	25	25

Четвертый принцип. Создание оптимальных условий для усвоения пищи человеком при составлении суточного рациона питания.

Продукты, содержащие белки животного происхождения, следует планировать на первую половину дня, а молочно-растительную пищу – на вторую. Жиры необходимо вводить такие, которые обеспечат организм жирорастворимыми витаминами и ненасыщенными кислотами (сливочное и растительное масла, сметана, молоко).

Энергетическая ценность суточных рационов должна обеспечиваться в основном углеводами растительной пищи, богатой также водорастворимыми витаминами и минеральными веществами. Растительная пища содержит большое количество клетчатки, препятствующей всасыванию питательных веществ, поэтому в рационе питания она должна составлять не более 40 % общей массы продуктов.

Для лучшего усвоения пища должна быть определенного объема и температуры, красиво оформленной, возбуждающей аппетит.

В меню завтрака включают разнообразные блюда, содержащие мясо, рыбу, крупы, овощи, жиры. Его можно делать дробным (1 и 2 завтрак), уменьшая тем самым объем пищи и способствуя лучшему ее усвоению. В меню завтрака обязательно должны входить горячие напитки (чай, кофе, какао), возбуждающие секрецию желудочного сока.

В меню обеда для возбуждения аппетита рекомендуется включать разнообразные закуски, горячие супы вегетарианские или на бульонах, красиво оформленные вторые блюда из мяса, рыбы, овощей, круп, макаронных изделий. Завершать обед следует сладкими блюдами (кисель, компот, мусс, желе), которые уменьшают выделение пищеварительных соков и дают ощущение сытости.

На полдник и ужин подают легкоперевариваемые молочно-растительные блюда (каши, салаты, пудинги, запеканки, сырники и т. п.), напитки (чай, молоко, кисломолочные продукты).

При составлении меню необходимо обеспечивать продуктивное разнообразие, а также учитывать время года, включая блюда из свежих овощей и фруктов в сыром виде, с обязательным использованием зелени. Разнообразная пища дает организму возможность отобрать необходимые для жизнедеятельности биологически активные вещества.

Наряду с рассмотренным рациональным сбалансированным питанием параллельно существовали и в настоящее время имеют место

другие научно обоснованные теории о питании, такие как вегетарианство, сыроедение, раздельное питание, голодание, система естественного оздоровления и др.

1.3. Возможности оптимизации питания

В настоящее время здоровье человека в качестве научной и социальной проблемы входит в число приоритетных вопросов, которые принято называть глобальными. По данным ФАО/ВОЗ, решающим фактором, формирующим общественное здоровье, на 50–55 % является образ жизни (социально-экономические условия, несбалансированное питание, стрессы, условия труда, гиподинамия, внутренние семейные отношения, уровень культуры, ответственность граждан за свое здоровье, вредные привычки и т. д.).

В питании белорусов выявлено несоответствие между энергетической ценностью рациона и энергозатратами, присутствие избыточного уровня потребления жиров и недостаточного потребления витаминов, минеральных веществ и биологически активных компонентов пищи. Проблемой является дефицит ряда витаминов и микроэлементов, в частности витамина С, железа, кальция, йода, хрома.

Дефицит животных белков, витаминов, минеральных веществ и микроэлементов в питании приводит к снижению иммунитета, интеллектуальных способностей, к развитию остеопороза, патологии щитовидной железы, развитию анемии, патологии зубов и пр.

Оптимизировать питание можно за счет инновационной деятельности в отраслях пищевых производств по следующим направлениям: технологическое, ассортиментное (производство новых, здоровых продуктов питания), маркетинговое.

К особенностям технологических инноваций на предприятиях пищевой промышленности можно отнести разработку и внедрение технологий хранения сельскохозяйственной продукции, служащей сырьем для производства продуктов питания, позволяющих увеличить срок хранения без потери качества; применение ресурсосберегающих технологий, характеризующихся максимально полезным выходом продукции и минимумом отходов, на основе современных методов обработки; совершенствование технологических процессов с целью сокращения времени производственного цикла без потери

качества продукции; разработку и внедрение собственных упаковочных линий, отвечающих специфике производимых продуктов, совершенствование тары, упаковки и способов перевозок.

Основные особенности ассортимента инноваций на предприятиях пищевой промышленности следующие: разработка и производство экологически безопасных продуктов массового потребления; производство продуктов лечебно-профилактического назначения с учетом современных медико-биологических требований для улучшения структуры питания населения; разработка продукции для детей и особых групп населения; повышение качества продукции и прохождения сертификации и стандартизации продукции.

К инновационной деятельности относят также маркетинговые исследования рынков сбыта и поиск новых потребителей, поиск и создание информации о возможной конкурентной среде и потребительских свойствах товаров конкурирующих фирм, поиски партнеров по внедрению и финансированию инновационного проекта.

Каждая отрасль пищевой промышленности имеет свое специфическое направление по производству полноценных продуктов питания.

1. Мясная промышленность – выявление объективных и перспективных критериев оценки качества сырья, ингредиентов и полуфабрикатов для осуществления контроля критических точек в технологической цепи разделки и посола мясного сырья, переработки и получения готовой продукции; создание интегрированной системы прогнозирования и оценки качества сырья и мясopодуктов, обеспечивающей санитарно-микробиологическую безопасность продукции; проектирование и разработка рецептурного состава мясных продуктов на основе компьютерной базы данных для детского, диетического и специального питания.

2. Молочная промышленность – совершенствование процесса переработки и сушки молочного сырья с целью экономии энергоресурсов и снижения металлоемкости конструкций; разработка рецептур и технологического режима получения новых видов молочных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности, стойких в хранении; освоение новых видов отечественных тароупаковочных материалов; усовершенствование технологического процесса стерилизации молочного продукта в потоке с асептическим розливом с увеличенным сроком хранения; разработка новых видов молочных

продуктов детского, диетического и лечебно-профилактического питания; подбор молочного сырья, методов модификации его состава и основных компонентов, в том числе заквасочных культур, для конструирования состава продуктов для питания населения.

3. Маслоделие и сыроделие – создание новой группы пищевых продуктов – аналогов коровьего молока с характерными свойствами молочных продуктов и сферами их использования на основе сырья как молочного, так и немолочного происхождения; улучшение органолептических и физико-химических показателей коровьего и комбинированного масла посредством использования натуральных вкусоароматических добавок на основе молочного сырья и концентрированных ароматизаторов, красителей, антиокислителей, консервантов, витаминов, эмульгаторов и стабилизаторов структуры; создание базы данных этих веществ и рекомендаций по их применению; повышение сроков сохранности качества коровьего и комбинированного масла за счет использования современных тароупаковочных материалов, применения дифференцированного температурного фактора, антиокислителей и консервантов.

4. Переработка жиров – разработка стандартизированных рецептур и технологических режимов получения масел и пищевых жиров общего, диетического и лечебно-профилактического действия со сбалансированным жирокислотным составом и высоким уровнем физиологически активных веществ; биотехнологический способ одновременного извлечения белка и масла из соевых жмыхов; получение на основе модифицированных белков пищевых концентратов и легкоусвояемых продуктов для общего лечебного и диетического питания с фитодобавками и биологически активными компонентами сои (изофлавонами); биотехнологический способ модификации жиров для создания диетических легкоусвояемых продуктов на основе крупяного сырья и др.

5. Хлебопекарная промышленность – разработка рецептуры и технологий производства хлебобулочных изделий для диетического, профилактического и лечебного питания; оптимизация состава рецептур хлебобулочных и макаронных изделий, взаимоувязанных с дефицитом в рационе питания населения регионов витаминов, макро- и микроэлементов, йода, белковых веществ и других компонентов; разработка технологии производства хлебобулочных изделий длительного хранения; формирование композиционных составов

улучшителей качества хлебобулочных и макаронных изделий, вырабатываемых из муки с пониженными свойствами.

6. Пищевая биотехнология – разработка технологий утилизации отходов спиртового производства с применением кислотообразующих микроорганизмов; комплексная безотходная переработка зерна ржи на крахмал, этиловый спирт и кормопродукты; разработка аппаратурно-технологической схемы приготовления водок, бальзамов, ликеро-водочных изделий, в том числе лечебно-профилактического направления за счет использования местного натурального сырья; новая технология получения высококачественных спиртов «Люкс» и «Альфа» за счет совершенствования процессов брагоректификации.

7. Кондитерская промышленность – разработка рецептур и технологии приготовления кондитерских изделий (желейных конфет, вафель, зефира) сбалансированного состава для питания школьников; ресурсосберегающие биотехнологические методы повышения эффективности процессов промышленной переработки сельскохозяйственного сырья; разработка диетических кондитерских продуктов для больных сахарным диабетом.

В Республике Беларусь организации питания уделяется особое внимание в рамках отраслевых и государственных научно-технических программ (ОНТП, ГНТП). Так, по заданию ОНТП «Импортозамещающая продукция» выполнены исследования по разработке технологии приготовления отечественных натуральных и овощефруктовых наполнителей для производства различных групп молочных продуктов, по разработке кондитерских изделий с новыми видами вкусовых начинок повышенной влажности, по разработке технологии производства бактериального концентрата для изготовления зерненого творога.

По заданию ГНТП «Агрокомплекс», разработана отечественная технология производства хрустящего картофеля; разработаны новые виды масложировых продуктов с пониженным уровнем трансизомеров жирных кислот и мучных кондитерских изделий с использованием новых видов масложировых продуктов; разработана технология производства поливидовых замороженных концентрированных заквасок прямого внесения для изготовления полутвердых сыров; разработана технология стерилизации хлебобулочных изделий и др.

В рамках республиканской программы «Детское питание» разработан ассортимент мясных продуктов (консервов гомогенизированных,

изделий колбасных вареных), сбалансированных по содержанию кальция и фосфора для питания детей; разработана технология производства и ассортимент новых видов консервов для детского питания с использованием нетрадиционных видов овощного сырья, обогащенных белками мяса и рыбы; разработана энергосберегающая технология производства продуктов для детского питания, упакованных в тару «тетра-брик-асептик» на основе плодов, овощей и молочных продуктов; разработана технология производства и ассортимент натуральных быстрорастворимых фиточаев и киселей для детей первого года жизни и др.

По заданию концерна «Белгоспищепром», разработана технология производства овощей стерилизованных и нестерилизованных в полимерной таре; разработана технология производства низкокалорийных продуктов питания из плодово-ягодного и овощного сырья с повышенным содержанием эссенциальных ингредиентов. Все разработки внедрены на перерабатывающих предприятиях Беларуси.

Глава 2. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ИХ РОЛЬ В ПИТАНИИ

Организм человека состоит из белков (19,6 %), жиров (14,75 %), углеводов (1 %), минеральных веществ (4,9 %) и воды (58,8 %). Он постоянно расходует эти вещества на образование энергии, необходимой для функционирования внутренних органов, поддержания тепла и осуществления всех жизненных процессов, в том числе физической и умственной работы.

Одновременно происходят восстановление и создание клеток и тканей, из которых построен организм человека, восполнение расходуемой энергии за счет веществ, поступающих с пищей. К таким веществам, называемым пищевыми, относят белки, жиры, углеводы, минеральные вещества, витамины, воду и др. Следовательно, пища для организма является источником энергии и пластических (строительных) материалов.

2.1. Белковые вещества. Их физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность

Белки – самые сложные вещества из всех соединений живой материи. Систематическое исследование провел голландский химик Г. Я. Мюльдер (1838 г.), который впервые пытался охарактеризовать химическую природу белков. Он экспериментально установил эмпирическую формулу протеина – $C_{40}H_{62}N_{50}O_{12}$. Белкам было присвоено название протеины.

Белки – наиболее важные биологические вещества живых организмов. Они служат основным пластическим материалом, из которого строятся клетки, ткани и органы тела человека. Белки составляют основу гормонов, ферментов, антител и других образований, выполняющих сложные функции в жизни человека (пищеварение, рост, размножение, иммунитет и др.), способствуют нормальному обмену в организме витаминов и минеральных солей. Белки участвуют в образовании энергии, особенно в период больших энергетических затрат или при недостаточном количестве в питании углеводов и жиров, покрывая 12 % от всей потребности организма в энергии. Энергетическая ценность 1 г белка составляет 4 ккал.

При недостатке белков в организме возникают серьезные нарушения: замедление роста и развития у детей, у взрослых – изменения в печени, в деятельности желез внутренней секреции, в составе крови, ослабление умственной деятельности, снижение работоспособности и сопротивляемости к инфекционным заболеваниям.

Белок в организме человека образуется непрерывно из аминокислот, поступающих в клетки в результате переваривания белка пищи. Для синтеза белка человека необходим белок пищи в определенном количестве и определенного аминокислотного состава. В настоящее время известно более 80 аминокислот, из которых 22 наиболее распространены в пищевых продуктах. Аминокислоты по биологической ценности делят на незаменимые и заменимые.

Незаменимых аминокислот 8: лизин, триптофан, метионин, лейцин, изолейцин, валин, треонин, фенилаланин, детям также необходим гистидин. Эти аминокислоты в организме не синтезируются и обязательно должны поступать с пищей в определенном соотношении, т. е. сбалансированными. Особенно ценны незаменимые аминокислоты триптофан, лизин, метионин, содержащиеся в основном в продуктах животного происхождения, соотношение которых в пищевом рационе должно составлять 1:3:3.

Заменимые аминокислоты (аргинин, цистин, тирозин, аланин, серин и др.) могут синтезироваться в организме человека из других аминокислот.

Биологическая ценность белка зависит от содержания и сбалансированности незаменимых аминокислот: чем больше незаменимых аминокислот, тем он ценней.

К частично заменимым аминокислотам относят аргинин и гистидин, т. к. в организме они синтезируются довольно медленно. Недостаточное потребление аргинина и гистидина с пищей у взрослого человека в целом не сказывается на развитии, однако могут возникнуть экзема или нарушиться синтез гемоглобина.

В аргинине и гистидине особенно нуждается молодой организм.

Отсутствие в пище хотя бы одной незаменимой аминокислоты вызывает отрицательный азотистый баланс, нарушение деятельности центральной нервной системы, остановку роста и тяжелые клинические последствия типа авитаминоза. Нехватка одной незаменимой аминокислоты приводит к неполному усвоению других. Данная закономерность подчиняется закону Либиха, по которому

развитие живых организмов определяется тем незаменимым веществом, которое присутствует в наименьшем количестве (табл. 4).

Таблица 4

Рекомендуемые составы и суточная потребность человека в незаменимых аминокислотах (мг/г белка)

Наименование аминокислоты	ФАО/ВОЗ (1985 г.)			ФАО/ВОЗ (1973 г.) взрослые	Суточная потребность, мг/кг массы тела
	Дети		Подростки		
	2,5 года	10–12 лет			
Изолейцин	28	28	13	40	10,0
Лейцин	66	44	19	70	14,0
Лизин	58	44	16	55	12,0
Метионин + цистин	25	22	17	35	13,0
Фенилаланин + тирозин	63	22	19	60	14,0
Треонин	34	28	9	40	7,0
Триптофан	11	9	5	10	3,5
Валин	35	25	13	50	10,0

Наряду с аминокислотным составом биологическая ценность белков определяется степенью их усвоения после переваривания. Степень переваривания, в свою очередь, зависит от структурных особенностей, активности ферментов, глубины гидролиза в желудочно-кишечном тракте и вида предварительной обработки белков в процессе приготовления пищи (тепловой, гидротермической, в поле СВЧ и т. п.). Так, белки кожи и кератин волос из-за фибриллярной структуры вообще не используются человеком, несмотря на их близкий аминокислотный состав к составу белков тела. Тепловая обработка, разваривание, протирание и измельчение ускоряют переваривание белка, особенно растительного, тогда как нагревание при очень высоких температурах (свыше 100 °С) затрудняет его. Животные белки имеют более высокую усвояемость, чем растительные. Из животных белков в кишечнике всасывается более 90 % аминокислот, а из растительных – только 60–80 %. В порядке убывания скорости усвоения белков в желудочно-кишечном тракте пищевые продукты располагаются следующим образом: рыба > молочные

продукты > мясо > хлеб > крупы. Одной из причин более низкой усвояемости растительных белков является их взаимодействие с полисахаридами (целлюлозой, гемицеллюлозами), которые затрудняют доступ пищеварительных ферментов к полипептидам.

При недостатке в пище углеводов и жиров требования к белку (как носителю пищевой ценности) особенно возрастают, т. к. наряду с биологической ролью он начинает выполнять и энергетическую роль. С другой стороны, при избыточном содержании белков (на фоне необходимого количества основных энергетических компонентов) возникает опасность синтеза липидов и ожирение организма.

Белок, содержащий все восемь незаменимых аминокислот, называется полноценным. Источником полноценных белков являются все животные продукты: молочные, мясо, птица, рыба, яйца.

Растительные продукты содержат белков меньше, и они в основном неполноценные, кроме бобовых (особенно соя, в которой содержится много полноценных белков).

Суточная норма потребления белка для людей трудоспособного возраста составляет всего 58–117 г в зависимости от пола, возраста и характера труда человека. Белки животного происхождения должны составлять 55 % суточной нормы. Кроме того, при составлении рациона питания следует учитывать сбалансированность аминокислотного состава пищи. Наиболее благоприятный аминокислотный состав представлен в сочетании таких продуктов, как хлеб и каша с молоком, пирожки с мясом, пельмени.

О состоянии белкового обмена в организме судят по азотистому балансу, т. е. по равновесию между количеством азота, вводимого с белками пищи и выводимого из организма с мочой. У здоровых взрослых людей, правильно питающихся, наблюдается азотистое равновесие. У растущих детей, молодых людей, беременных и кормящих женщин отмечается положительный азотистый баланс, т. к. белок пищи идет на образование новых клеток, и введение азота с белковой пищей преобладает над выведением его из организма.

При голодании, болезнях, когда белков пищи недостаточно, наблюдается отрицательный баланс, т. е. азота выводится больше, чем вводится, недостаток белков пищи ведет к распаду белков органов и тканей. Для нормальной жизнедеятельности человеку необходимы белки животного и растительного происхождения.

2.1.1. Белки животного происхождения

Одним из важнейших белковых ресурсов животного происхождения является мясо, представляющее собой совокупность тканей и клеток, структура и функции которых связаны с наличием специальных белков. С ростом дефицита белков в рационах доказана функциональность так называемых побочных продуктов, формирующихся при производстве мяса. Понимание сущности и вскрытие механизмов функционирования в живом организме белков крови, мышечных и соединительных тканей, кератинов привело к формированию и развитию концепции максимального использования сырья на основе малоотходных и безотходных технологий производства кормовых и пищевых продуктов.

Немаловажное значение в обеспечении питания населения высокоценными животными белками отводится молочной промышленности, в связи с чем белки молока играют важную роль в создании новых видов продуктов и требуют углубленного изучения. Перспективность производства молочных белков связана с их высокой биологической ценностью, относительно низкой стоимостью, практически полным отсутствием каких-либо токсичных и антиалиментарных веществ.

В настоящее время в мировом балансе доля пищевых животных белков, полученных из гидробионтов, составляет 25 %, что в значительной степени снижает белковый голод большей части населения Земли. Учитывая тенденцию к возрастанию в пищевых рационах объемов рыбы и морепродуктов, исследование свойств белковых систем, расшифровка их функций, создание новых видов продуктов и рациональных технологий представляют весьма актуальную задачу.

2.1.2. Белки мышечной ткани

Мышечная ткань (мышца) является наиболее ценной из тканей животного организма. Мышца состоит из мышечных клеток и неклеточной рыхлой неоформленной структуры, пронизанной нервными окончаниями и кровеносными сосудами. Она составляет наибольшую массовую долю животного организма (более 46 %) и при жизни выполняет ряд важных физиологических функций: участвует

в организации опорно-двигательной системы, в дыхании, пищеварении, а также обеспечивает кровообращение.

Главным компонентом органических веществ мышцы являются белки, на долю которых приходится 18–22 % массы ткани. Ввиду многообразия их удобно представить в виде групп, локализованных в определенных участках клетки, с указанием наиболее изученных и важных в функциональном отношении (рис. 1.)

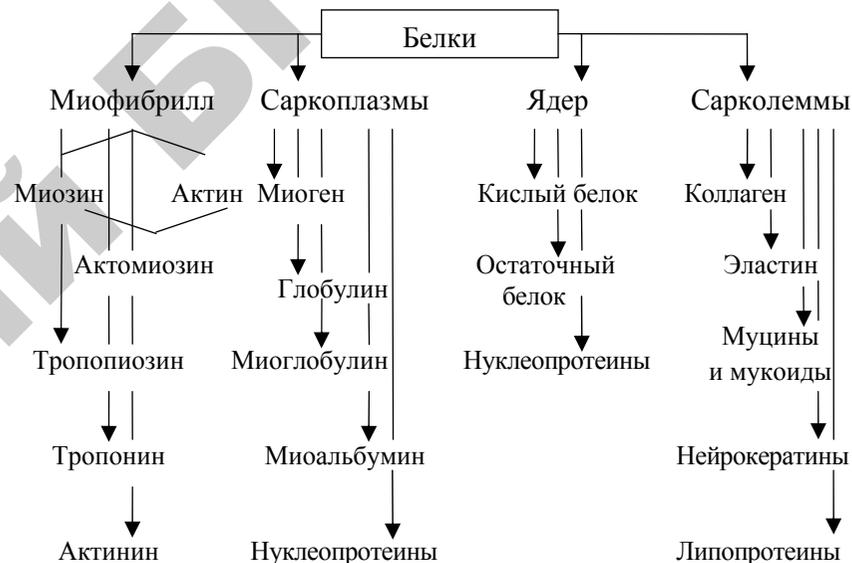


Рис. 1. Состав белков мышечной ткани

Белковые вещества составляют 60–80 % сухого остатка мышечной ткани и включают водорастворимые, солерастворимые и нерастворимые в водно-солевых растворах фракции. Различные белковые фракции являются основными составляющими компонентами клеточных органелл и межклеточного вещества. Растворимые в воде белки входят в основном в состав плазмы, солерастворимые образуют миофибриллы. Нерастворимые в водно-солевых растворах фракции называются условно белками стромы, к которым относятся белки сарколеммы, ядер и внутриклеточные соединительные белки.

Из перечисленных белков мышечной ткани особое внимание уделяется миоглобину. Его содержание составляет около 1 % массы

всех белков ткани. Миоглобин (Mb) относится к классу хромопротеидов и имеет красную окраску. Цвет мясных продуктов имеет для потребителей большое значение, поскольку это не только показатель качества и свежести продукции, но и необходимый признак его узнаваемости. Главную роль в процессе цветообразования играет фиксатор окраски – пищевая добавка нитрит натрия (E250), вступающая в реакцию с белками мяса.

Нитрит натрия обладает рядом дополнительных функций: как фиксатор окраски он придает мясной продукции «естественный красный» цвет за счет своего восстановления до окиси азота, вступающей в реакцию с миоглобином, с дальнейшим образованием стойкого к термическому воздействию соединения красного цвета – нитрозомиоглобина; как консервант – предохраняет продукцию от образования токсина, вызываемого анаэробной бактерией *Clostridium botulinum*, от сальмонелл, стафилококков; участвует в ароматообразовании и придании запаха «ветчинности»; как антиокислитель – взаимодействует с ионами металлов, главным образом, с ионами железа и меди, что делает их неактивными, и в качестве катализатора для окисления липидов.

Более двух тысяч лет человечество применяло для производства мясной продукции селитру – нитрат натрия. Нитрат превращается в нитрит при посоле мяса под воздействием микроорганизмов. В результате взаимодействия нитрита с гемовой частью белка продукт окрашивался в красный цвет. С применением нитрата процесс происходил долго и не давал надежного результата. Промышленное применение нитрита натрия началось в начале XX в., когда были обнаружены его положительные свойства при изготовлении мясной продукции. В качестве пищевой добавки в Советском Союзе он был впервые одобрен в 60-гг. XX в. Во многих странах Европы и в СССР допускалось остаточное содержание нитрита натрия 0,015–0,02 % в готовом продукте. В США допускалось более высокое содержание нитрита – 0,03 %. Со второй половины 70-х гг. в мире возросло беспокойство по поводу отрицательного влияния нитратов и нитритов на организм человека, поскольку они при определенных условиях могут становиться источником образования канцерогенных нитрозаминов. Было проведено множество исследований по изучению и минимизации этого явления, но ни одно из них не выявило опасности для здоровья человека. Нет научных

данных, подтверждающих потенциальную опасность мясной продукции, содержащей нитрит, даже при его использовании в количестве 25 г на 100 кг (0,025 %).

Нитрит, добавляемый в мясную продукцию, составляет очень малую часть от того воздействия, которому человек подвержен со стороны природы (питьевая вода и растительные продукты, содержащие нитраты, экологическая обстановка в целом и т. п.). Кроме того, нитрит натрия практически полностью расходуется на цветообразование, чему способствует аскорбиновая кислота и ее производные, потому в готовом продукте его практически не остается. Для того чтобы превысить допустимую суточную дозу (ДСД) нитрита натрия, необходимо в день съесть не менее 250 кг колбасы.

Всемирная организация здравоохранения рекомендует добавлять нитрит натрия в количестве, не оказывающим отрицательного воздействия на организм человека, – до 20 г на 100 кг при посоле мясного сырья, технологически обоснованные дозировки в два раза ниже. В Евросоюзе нитрит натрия допускается к применению только как добавка к поваренной соли в количестве от 0,5 до 0,9 %.

При применении нитрита натрия в производстве мясной продукции в Беларуси его остаточное содержание не должно превышать 0,005 %, что в 5 раз ниже, чем в Европе и США.

Использование нитритно-посолочных смесей взамен нитрита натрия – более безопасный, технически удобный и не менее технологически эффективный прием, позволяющий формировать привлекательный для потребителя внешний вид готовых мясных продуктов.

2.1.3. Белки молока

Молоко – ценный продукт питания, богатый пищевыми и биологически активными веществами, среди которых белки играют немаловажную роль. Как составная часть живой клетки белки являются основой всех живых организмов и выполняют в них множество функций: структурную, транспортную, защитную, каталитическую, гормональную и др. Степень чистой утилизации молочных белков в организме человека составляет 75 %.

Белков коровьего молока содержится приблизительно четвертая часть в общем количестве сухих веществ молока, колебания составляют от 2,9 до 4,0 % (в среднем 3,2 %). В состав белков молока входят казеины (до 2,6 %) и сывороточные белки (до 0,6 %).

Наибольший интерес представляют казеины. Способность казеинов к свертыванию под действием ферментов в кислой среде используют при разработке новых технологий получения молочных белковых продуктов. Казеины содержат все незаменимые аминокислоты и являются прекрасным источником фосфора и кальция.

Сывороточные белки – это белки, которые остаются в сыворотке после осаждения казеина в изоэлектрической точке. Они составляют около 20 % всех белков молока. К ним относятся: α -лактоальбумин (23 %), β -лактоглобулин (52), иммуноглобулины (16), альбумин сыворотки крови (8), лактоферрин и другие минорные белки (1 %).

Сывороточные белки содержат больше незаменимых аминокислот, чем казеин, поэтому с точки зрения физиологии питания их следует считать наиболее полноценными. В сывороточных белках серы больше, чем в казеине. Технологическое значение имеет сера, образующая свободные сульфгидрильные группы. Наличие серы в сывороточных белках обусловлено присутствием серосодержащих аминокислот – метионина, цистина, цистеина. Они оказывают влияние на изменения белков в процессе переработки, например, на денатурацию и органолептические показатели при тепловой обработке.

Сывороточные белки (альбумины и глобулины) выделяют из сыворотки с помощью нанофильтрации, сгущают для получения концентрата сывороточных белков (КСБ). Этот продукт используется ОАО «Беллакт» в производстве сухих смесей для детского питания, для которых продуктов установлены требования по безопасности, нутриентной и метаболической адекватности, экологичности, функциональности. Всем вышеназванным группам показателей качества как раз и соответствует КСБ. Привнесённый в детское питание, КСБ обогатил конечный продукт незаменимыми аминокислотами и белками.

ОАО «Минский маргариновый завод» также закупает КСБ в качестве рецептурного компонента для производства высококалорийного майонеза.

При производстве кисломолочных продуктов используются такие свойства белков, как коагуляция и денатурация. Белки молока в водных растворах находятся в виде коллоидных частиц (1–200 нм). Устойчивость коллоидных систем обусловлена наличием на поверхности частиц электрического заряда и гидратной оболочки. Нарушение этих факторов устойчивости приводит к осаждению (коагуляции) частиц.

При коагуляции происходит обратимое осаждение белков, т. е. при определенных условиях их снова можно перевести в нативное состояние. Свойство казеина осаждаться в изоэлектрической точке используется при производстве всех кисломолочных продуктов и сыров. Кроме того, способность казеина свертываться в кислой среде желудка человека с образованием сгустка имеет исключительно большое значение с точки зрения физиологии питания.

Одним из основных свойств белков молока является денатурация. Она может быть вызвана воздействием высоких температур, давлением и напряжением сдвига, ультрафиолетовым или ионизирующим излучениями, действием ферментов, органических растворителей (спирт, ацетон), химических веществ, реагирующих с функциональными группами на поверхности белка, и т. п.

Денатурация – это изменение структуры белка по сравнению с его нативным состоянием. В результате этого разворачиваются третичная и вторичная структуры и высвобождаются расположенные внутри них функциональные группы. Разрыв гидрофобных связей, сдерживающих третичную и вторичную структуры белков, ведет к разворачиванию нативной специфической структуры молекул белков и образованию произвольной конфигурации. Связи, ранее поддерживающие структуру, высвобождаются и могут по-новому ориентироваться. К этому присоединяются и функциональные группы, которые первоначально размещались внутри глобул белков, а теперь участвуют в формировании связей тем, что вступают во взаимодействие с другими молекулами белка. При этом белок теряет растворимость, агрегирует и выпадает в осадок.

Денатурация молочных белков, вызванная нагреванием, действием ферментов и условиями хранения, создает ряд проблем в практике молочной промышленности, т. к. при этом часто снижается качество готовой продукции.

2.1.4. Белки растений

Интерес к растительным белкам в аспекте производства пищевых продуктов возник сравнительно недавно. Стремительный научно-технический прогресс в сфере производства продовольствия привел к качественно новым направлениям интенсификации процессов получения пищи из вторичных ресурсов перерабатывающих отраслей агропромышленного комплекса и из нетрадиционных источников.

Успех практической реализации технологий новых видов комбинированных продуктов и аналогов связан с результатами фундаментальных исследований в области химии растительных белков. Научные сведения о белках сои, их структуре и функциях обеспечили широкое распространение соевых белковых препаратов с высокими и регулируемыми функциональными свойствами на мировом рынке и внедрение технологии белковых продуктов с широким спектром потребительских и биологических качеств.

В решении проблемы белка огромную роль в качестве сырья для его производства играют бобовые культуры, к которым относятся горох, фасоль, люпин, кормовые бобы, чечевица, вика, нут, чина, арахис и пр. По химическому составу и пищевой ценности эти культуры наиболее близки к источникам животного белка – мясу, рыбе, а также молоку. Бобовые занимают в мировом производстве зерна около 20,0 %, в Беларуси – 4,4 %. Эти культуры содержат на единицу площади наибольшее количество переваримого протеина, лизина, метионина. Бобовые отличаются высокими пищевыми достоинствами за счет способности накапливать и удерживать в несколько раз больше высококачественного белка, чем другие виды растений. Белок зерна бобовых наиболее богат незаменимыми аминокислотами (табл. 5), особенно низином, содержание которого в 2–2,5 раза больше, чем в белке, например, злаковых культур. Растворимость и перевариваемость белка бобовых культур выше аналогов из других растений.

Относительно низкое содержание азотистых веществ в картофеле (около 2 %), овощах (1–2 %) и плодах (0,4–1,0 %) показывает, что это пищевое растительное сырье не имеет большого значения в обеспечении белком продуктов питания.

Среди овощных культур большим содержанием белка отличается зеленый горошек (28–32 %), сахарная кукуруза (10,5–15,0 %) в расчете на сухой вес.

Животные и растительные белки заметно отличаются по биологической ценности. Аминокислотный состав животных белков близок к аминокислотному составу белков человека. Животные белки являются полноценными, тогда как растительные (из-за относительно низкого содержания в них лизина, триптофана, треонина и других по сравнению с мясом, молоком и яйцами) – неполноценны. В табл. 5 приводится содержание незаменимых аминокислот, включая лимитирующие, в наиболее распространенных пищевых продуктах. С помощью этих данных можно ориентировочно составлять пищевой рацион, комбинируя белки различного происхождения в целях дополнения их по аминокислотному составу. Белки пшеницы, например, содержат недостаточное количество лизина (первая лимитирующая кислота) и треонина (вторая лимитирующая кислота), но эти аминокислоты в избытке присутствуют в казеине молока. С другой стороны, нехватка в казеине серосодержащих аминокислот компенсируется содержанием их в белках пшеницы. Важно помнить, что при избыточном потреблении животных белков в организм поступает повышенное количество насыщенных жирных кислот и холестерина. Поэтому целесообразно составлять диету, содержащую достаточное количество растительного белка, но из разных его источников. Например, смесь кукурузы с фасолью обеспечит комплементарный состав белка и ликвидирует дефицит триптофана, лизина, метионина. Следует помнить, что сохранение нормального веса и работоспособности человека обеспечиваются не только количеством и соотношением незаменимых аминокислот, но и содержанием общего азота. При его недостаточном количестве биологическая ценность белков понижается.

Таблица 5
Биологическая ценность важнейших белоксодержащих продуктов питания и содержание в них незаменимых аминокислот (мг/100г)

Пищевой продукт	Белок, %	Лимитирующая аминокислота		Иле	Лей	Лиз	Мет
		первая	вторая				
1	2	3	4	5	6	7	8
Молоко	3,2	Мет 97	–	189	283	261	83
Говядина	21,6	Вал 92	–	939	1624	1742	588
Куры	18,2	Иле 95	Вал 96	693	1412	1588	471
Рыба (треска)	16,0	–	–	700	1300	1500	500

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8
Яйцо (белок)	11,1	–	–	628	917	683	413
Картофель	2,0	Мет 68	Лей 90	86	128	135	26
Соя	34,9	Мет 87	–	1810	2670	2090	520
Мука пшеничная (высший сорт)	10,3	Лиз 43	Тре 75	430	806	250	153
Мука ржаная (обойная)	10,7	Лиз 61	Тре 774	400	690	360	150
Крупа рисовая	7,0	Лиз 67	Тре 85	330	620	260	160
Крупа гречневая	12,6	Лиз 76	Тре 79	460	745	530	320
	Цис	Фен	Тир	Три	Тре	Вал	
Молоко	26	175	184	50	153	191	
Говядина	310	904	800	273	875	1148	
Куры	224	744	641	126	885	877	
Рыба (треска)	200	800	600	210	900	900	
Яйцо (белок)	277	673	397	169	483	735	
Картофель	97	98	90	28	97	122	
Соя	550	1610	1060	450	1390	2090	
Мука пшеничная (высший сорт)	200	500	250	100	311	471	
Мука ржаная (обойная)	210	600	290	130	320	520	
Крупа рисовая	137	370	290	100	240	420	
Крупа гречневая	330	592	430	180	400	590	

2.2. Углеводы. Их физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность

Углеводы в питании человека играют чрезвычайно важную роль: для человеческого организма они являются главным источником энергии, необходимой для жизнедеятельности клеток, тканей и органов, особенно мозга, сердца, мышц. В результате биологического окисления углеводов (и жиров) освобождается энергия, которая аккумулируется в виде богатого энергией соединения – аденозинтрифосфорной кислоты. При окислении 1 г углеводов образуется 16,7 кДж (4 ккал) энергии.

Роль углеводов в организме человека не ограничивается их функцией источника энергии. Эта группа веществ и их производные входят в состав разнообразных тканей и жидкостей, являясь пластическими материалами. Так, соединительная ткань содержит мукополисахариды, в состав которых входят углеводы и их производные. Регуляторная функция углеводов разнообразна, они препятствуют накоплению кетоновых тел при окислении жиров. Так, при нарушении обмена углеводов, например при сахарном диабете, развивается ацидоз.

Некоторые углеводы и их производные обладают биологической активностью, выполняя в организме специализированные функции, например, гепарин предотвращает свертываемость крови в сосудах, гиалуроновая кислота препятствует проникновению бактерий через клеточную оболочку. Следует отметить важную роль углеводов в защитных реакциях организма, особенно протекающих в печени.

Так, глюкуроновая кислота соединяется с некоторыми токсическими веществами, образуя нетоксические сложные эфиры, которые (благодаря растворимости в воде) выводятся из организма с мочой.

Углеводные запасы человека очень ограничены, содержание их не превышает 1 % от массы тела человека. При интенсивной работе они быстро истощаются, поэтому углеводы должны поступать с пищей ежедневно. Суточная потребность человека в углеводах должна составлять 400–500 г, при этом 80 % приходится на крахмал.

Углеводы можно считать основой существования большинства живых организмов. В таких углеводах, как сахароза и крахмал, заключено основное количество калорий, получаемых с пищей человеком, почти всеми животными и многими бактериями.

Углеводы служат основным источником энергии для организма, обеспечивая его энергией на 60 %, тогда как на долю всех жиров и белков приходится 40 %. При этом глюкоза является единственным возможным энергетическим субстратом для деятельности мозга. Во всех без исключения органах и тканях обнаруживаются углеводы и их производные. Они входят в состав оболочек клеток и субклеточных образований, принимают участие в синтезе многих важнейших веществ, таких как нуклеопротеины, липоиды, сложные ферменты и пр.

Все известные функции углеводов подчеркивают необходимость оптимального обеспечения организма углеводами через продукты питания, составляющего в сутки в среднем 400–500 г. При этом

следует учитывать пол, возраст, профессиональную ориентацию человека. В соответствии с современной теорией питания, важно соблюдать соотношение углеводов, белков и жиров. Для нормального взрослого человека это соотношение должно составлять 4:1:1. В рационах необходимо присутствие грубых включений физиологически активных полисахаридов (не менее 25 г/сут).

Источники углеводов в питании многообразны. Основными служат растения, в наибольшем количестве содержащие моносахариды (глюкозу, фруктозу – до 2,5 %), дисахариды (сахарозу – до 0,7), полисахариды (целлюлозу, пектин – до 1,5, крахмал – до 18 % в картофеле). В организм человека углеводы попадают в результате деятельности пищеварительного тракта, осуществляющего связь между внутренней и внешней средами организма. Пищеварение заключается в расщеплении сложных молекул пищевых веществ до низкомолекулярных соединений, способных всасываться через стенки кишечника в кровь. При этом низкомолекулярные углеводы, относящиеся к усвояемым формам, транспортируются в тонкий отдел кишечника, где всасываются в кровь, усваиваются организмом и расходуются в соответствии с нуждами либо откладываются в виде запасников – гликогена или жиров. Пищеварение включает три основных этапа: механическое измельчение пищи (пережевывание, истирание за счет перистальтики кишечника); увлажнение и набухание пищи за счет физико-химических процессов, происходящих при воздействии слюны и различных пищеварительных соков); гидролитический распад основных компонентов, пищевых веществ под действием различных ферментов, каждый из которых действует на свой субстрат. Процесс пищеварения можно представить в виде «конвейера», в работе которого принимают участие различные железы внешней и внутренней секреции, выделяющие биологически активные вещества – ферменты и гормоны.

С точки зрения пищевой ценности, углеводы подразделяются на усваиваемые и неусваиваемые. Усваиваемые углеводы – моно- и олигосахариды, крахмал, гликоген. Неусваиваемые – целлюлоза, гемицеллюлозы, инулин, пектин, гумми, слизи.

При поступлении в пищеварительный тракт усваиваемые углеводы (за исключением моносахаридов) расщепляются, всасываются, а затем или непосредственно утилизируются (в виде глюкозы), или превращаются в жир, или откладываются на временное хранение

в виде гликогена. Накопление жира особенно выражено при избытке в диете простых сахаров и отсутствии расхода энергии.

Неусваиваемые углеводы человеческим организмом не утилизируются, но они чрезвычайно важны для пищеварения и составляют так называемые пищевые волокна. Пищевые волокна выполняют следующие функции в организме человека:

- 1) стимулируют моторную функцию кишечника;
- 2) препятствует всасыванию холестерина;
- 3) играют положительную роль в нормализации состава микрофлоры кишечника, в ингибировании гнилостных процессов;
- 4) оказывают влияние на липидный обмен, нарушение которого приводит к ожирению;
- 5) адсорбируют желчные кислоты;
- 6) способствуют снижению токсичных веществ жизнедеятельности микроорганизмов и выведению из организма токсичных элементов.

При недостаточном содержании в пище неусваиваемых углеводов наблюдается увеличение сердечнососудистых заболеваний, злокачественных образований прямой кишки. Суточная норма пищевых волокон составляет 20–25 г.

Классификация углеводов. Современная классификация углеводов представлена тремя подклассами (рис. 2).

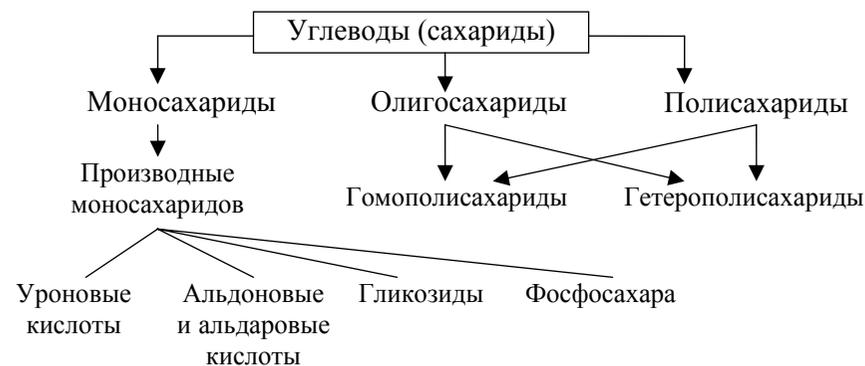


Рис. 2. Классификация углеводов

По физико-химическим свойствам углеводы делят на нейтральные, содержащие только гидроксильные и карбонильные группы;

основные, включающие, кроме названных, еще и аминогруппу (аминосахара); кислые, содержащие (кроме гидроксильных и карбонильных групп) также карбоксильные группы.

Моносахариды – углеводы, содержащие от 3 до 10 углеродных атомов в структуре. В зависимости от количества углеродных атомов, моносахариды подразделяют на триозы (3), тетрозы (4), пентозы (5), гексозы (7), гептозы (8), октозы (9), нонозы (10).

В наибольшей степени в природе распространены гексозы и пентозы.

Олигосахариды – это углеводы, построенные из небольшого количества моносахаридов (от 2 до 10 остатков моносахаридов). Их делят на ди-, три-, тетрасахариды и т. д. по числу остатков моносахарида.

В питании человека особое значение имеют дисахариды: сахароза, содержащаяся в растениях; лактоза – молочный сахар; мальтоза – солодовый сахар; целлобиоза и гентибиоза.

Полисахариды (свыше 10 моносахаридных звеньев) делят на резервные и структурные.

Большинство резервных полисахаридов (крахмал, гликоген, инулин) являются важными составляющими пищевых продуктов и источниками углерода и энергии в пище. Структурные полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлозы) образуют в клеточных стенках протяженные цепи, уложенные в прочные волокна (пластины), и выполняют роль каркаса в живых организмах.

Крахмал – главный резервный полисахарид растений. Его содержание колеблется в достаточно широких пределах (20–80 %); он накапливается во многих семенах, клубнях, корневищах и используется при их прорастании.

Крахмал – высокогидрофильное вещество, однако в холодной воде он не растворяется, а лишь набухает с эндотермическим эффектом. Набухание больше при повышенных температурах. Под действием тепловой энергии структура крахмальных зерен разрушается, они увеличиваются в размерах. При достижении определенной температуры крахмальная суспензия превращается в вязкий коллоидный раствор – крахмальный клейстер. Температура клейстеризации колеблется в пределах 55–75 °С. За этими пределами вязкость крахмального клейстера снижается, а при остывании до комнатной температуры клейстер превращается в упругий прочный

гель с трехмерной структурой. Это свойство крахмала широко применяется в пищевой промышленности (формирование хлебного мякиша и его черствение, получение продуктов пивоварения и спиртовая промышленность). Крахмал в промышленности обычно получают из зерен кукурузы, пшеницы, риса, сорго, картофеля. Он состоит на 96–98 % из полисахаридов. В нем обнаруживаются в небольшом количестве белки, высокомолекулярные жирные кислоты, адсорбированные на поверхности зерен, а также минеральные кислоты – фосфорная и кремниевая. Наиболее часто применяемая качественная реакция – с йодом; при этом формируется темно-синее окрашивание даже при наличии следовых количеств крахмала.

Структура крахмала представлена двумя компонентами: амилозой и амилопектином.

Амилоза легко растворима в воде и дает нестойкие растворы со сравнительно низкой вязкостью. Амилозе свойствен эффект ретроградации, заключающийся в выпадении ее в осадок в результате длительного хранения раствора (с этим связано явление черствения хлеба). Амилоза также активно окрашивается йодом в синий цвет. Она имеет строго линейную структуру.

Однако в молекулах крахмала большинства растений 70–90 % приходится на долю амилопектина, а остальное – на амилозу. Это соотношение может изменяться в зависимости от растения и типа ткани, из которой он извлечен. Например, в крахмале зрелого картофеля доля амилозы составляет 22 %, молодых побегах – 46; крахмале зерна обычной кукурузы – 20 %, в крахмале восковидной кукурузы амилоза отсутствует. Известны сорта, в которых доля амилозы составляет 80 %. Соотношение амилозы и амилопектина изменяется также в зависимости от сроков созревания зерна.

Гликоген – животный крахмал, сходный по структуре с амилопектином. Он также является источником углерода и энергии в животных тканях. Им богаты клетки печени и мышц.

Пищевые волокна. В их составе целлюлоза, гемицеллюлозы, пектиновые вещества, лигнин и неструктурные полисахариды (камеди). Организмом они не усваиваются, однако играют исключительно важную роль в процессе пищеварения и в сохранении здоровья.

Пищевые волокна имеют особое значение для питания: стимулируют перистальтику кишечника, оказывают положительное

влияние на его микрофлору, формируют каловые массы, адсорбируют токсичные вещества и холестерин, способствуют ускоренному выведению чужеродных химических веществ. Пищевой рацион обязательно должен содержать не менее 30–40 г пищевых волокон в сутки.

Целлюлоза – основной структурный компонент оболочки растительной клетки. Основное ее физиологическое действие – способность связывать воду.

Гемцеллюлозы – полисахариды клеточной оболочки, состоящие из полимеров глюкозы и гексозы. Они также способны удерживать воду.

Пектиновые вещества – полимерные соединения, состоящие из остатков галактуроновой кислоты, являются полисахаридами коллоидного характера. Они образуют желе в присутствии органических кислот и сахара. В связи с этим пектины широко используются в пищевой промышленности для приготовления желе, мармелада, повидла, зефира, пастилы и джемов. Высоким содержанием пектина (в %) отличаются следующие ягоды, фрукты и овощи: смородина черная, свекла – 1,1; яблоки – 1,0; слива – 0,9; абрикосы, клубника, клюква, крыжовник и персики – 0,7; малина, виноград, апельсины, груши и морковь – 0,6; арбузы и лимоны – 0,5; дыни, вишня, черешня и мандарины – 0,4. Особенно много пектинов содержится в корках цитрусовых и яблок – 20–30 % и 8–20 % к массе сухих веществ соответственно.

Пектины овощей отличаются меньшей желирующей способностью, чем пектины фруктов.

Пектиновые вещества играют огромную роль в процессе хранения и консервирования растительных продуктов. Под влиянием ферментов нерастворимые формы пектинов переходят в растворимые, в результате чего плоды и овощи в процессе хранения и промышленной переработки размягчаются. Нагревание также способствует превращению протопектина в растворимый пектин.

Пектиновые вещества обладают выраженным биологическим действием. Под их влиянием уничтожается гнилостная микрофлора кишечника. Они оказывают детоксикационное действие, адсорбируя экзо- и эндогенные яды, тяжелые металлы, в связи с чем препараты пектина широко используются в лечебно-профилактическом питании. Пектин ингибирует всасывание холестерина в кишечнике.

Имеются данные о том, что пектин снижает уровень сахара в крови у больных сахарным диабетом.

Лигнины представляют собой безуглеводные вещества клеточной оболочки, состоящие из полимеров ароматических спиртов. Лигнины в организме человека способны связывать соли желчной кислоты и другие органические вещества, а также замедлять или нарушать адсорбцию пищевых волокон в толстом кишечнике.

Камеди – сложные неструктурированные полисахариды, растворимые в воде, обладающие вязкостью. Они содержат глюкуроновую и галактуроновую кислоты, способны участвовать в связывании микроэлементов с четной валентностью. В пищевой промышленности наибольшее распространение получили такие камеди, как гуммиарабик, камедь рожкового дерева, караева камедь.

В суточном рационе человека до 70–75 % всех углеводов должно приходиться на долю крахмала, около 10 % – на долю пищевых волокон и 15–20 % – на долю простых сахаров. При этом особенно важно ограничить потребление рафинированных углеводов, которые максимально освобождены от пищевых волокон. Такие углеводы более доступны действию пищеварительных ферментов, быстро всасываются, вызывая резкий подъем уровня сахара в крови. Постоянное употребление простых сахаров в больших количествах может привести к развитию ожирения и сахарного диабета.

Оптимальным является потребление углеводов в количестве 50–60 % суточной энергетической ценности рациона. Средняя потребность в углеводах составляет 400–500 г/сут. При увеличении физической нагрузки доля углеводов должна быть увеличена.

Нарушение физиологической потребности в углеводах может оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека.

При недостатке углеводов в рационе в качестве источника энергии начинают использоваться белки и жиры, что приводит к накоплению недоокисленных продуктов.

Состояние гипогликемии (уменьшение содержания сахара в крови) вызывает расстройство деятельности центральной нервной системы, снижение работоспособности, слабость, головокружение. Значительное снижение потребления углеводов ведет к резким нарушениям метаболических процессов и усиленному расщеплению тканевых белков, используемых в качестве энергетического материала.

Избыточное потребление углеводов может способствовать усилению жиरोобразования и развитию ожирения. Гипергликемия и холестеринемия ведут к возникновению сахарного диабета, развитию атеросклероза и связанных с ним заболеваний сердечнососудистой системы. Возрастает частота кариеса, усиливается аллергический настрой организма.

Недостаток пищевых волокон ведет к запорам, способствует возникновению дивертикул, полипоза и рака толстой кишки, является фактором риска в развитии атеросклероза, желчнокаменной болезни. В то же время избыточное потребление пищевых волокон может приводить к брожению в толстой кишке, метеоризму, ухудшать усвояемость белков, жиров и минеральных веществ.

2.3. Липиды. Их физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность

Липиды – необходимые компоненты пищи, которые в сочетании с другими полимерами биопищевого сырья и продуктов обеспечивают нормальную жизнедеятельность организма и здоровье человека. Вместе с тем роль пищевых липидов в технологии продуктов питания и пищи трудно переоценить. Они достаточно распространены в природе, в том числе источниках пищи животного, растительного и микробного происхождения.

В пищевых источниках липиды присутствуют в протоплазме клеток и мембранах, а также образуют специализированные ткани – резервный жир. Протоплазматический и резервный жиры составляют основную часть липидов (примерно 10–20 % массы тела). Протоплазматический (конститутивный) жир входит в состав всех структур клеток органов и тканей и в течение всей жизни остается практически на одном уровне – около 25 % общего жира организма. Резервный жир запасается в организме, и его количество меняется в зависимости от возраста, пола, условий питания, характера деятельности. Это обстоятельство широко используется при составлении рационов и диет на основе глубоких исследований структуры, функций и метаболизма липидов. В настоящее время установлено, что уровень потребления липидов, как и белков, должен в среднем составлять 80–100 г/сут. Современный уровень исследований

позволил выработать определенные требования и к качественному составу липидов, поскольку многие из них могут способствовать развитию заболеваний или, наоборот, служить профилактическим и даже лечебным средством. Липиды обладают и функционально-технологическими свойствами, в частности способностью образовывать эмульсии – основу большого числа пищевых продуктов. Достижения химии липидов позволяют создавать пищевые добавки на основе природных липидов, улучшающих консистенцию и повышающих биологическую ценность продуктов.

Наличие липидов в каждом виде тканей различных организмов говорит о важной роли этих веществ в жизнедеятельности организма. Наиболее изучены пластические и энергетические функции липидов. Первое связано с тем, что они являются частью структуры многих важных соединений – гормонов, сложных белков, витаминов, составляя главные компоненты клеточных мембран – «контейнеров» для протекания основных метаболических процессов. Мембраны образуют клеточный покров, отделяющий содержимое клетки от окружающей среды, обеспечивают пространственное разделение метаболических процессов внутри клетки. С наличием липидов в мембранах связывают работу многочисленных ферментных и транспортных систем, распознавание участков, обеспечивших связывание определенных гормонов и восприятие иных сигналов из внешнего окружения.

Энергетическая функция липидов подтверждается тем, что они обеспечивают примерно 25–30 % всей энергии организма. При полном сгорании 1 г липидов выделяется более чем в два раза больше энергии по сравнению с белками и углеводами. Запасные (резервные) липиды играют роль энергетического депо и локализируются в виде специализированных тканей (подкожная клетчатка, сальник, околопочечная капсула и т. п.). Они принимают участие в процессах терморегуляции, предохраняют кожу от высыхания, защищают органы от сотрясения, обеспечивают всасывание из кишечника жирорастворимых витаминов, являются потенциальным резервом эндогенной воды в организме (при окислении 100 г жира образуется 100 см³ воды) и др. В настоящее время установлено, что некоторые липиды обладают биологической активностью. Многие из них связаны со структурной и функциональной организацией нервной системы, органов кроветворения и коммуникационных систем высших организмов.

2.3.1. Классификация липидов

Современная классификация липидов основывается на комплексе их свойств: химической природе, биологических функциях, способности к растворению при взаимодействии с некоторыми реагентами, например щелочами. В целом к липидам относят природные органические соединения, нерастворимые в воде, но растворимые в органических растворителях (бензол, бензин, петролейный эфир, этиловый эфир, ацетон, хлороформ, сероуглерод, метиловый и этиловый эфиры и т. п.). Пищевые липиды легко утилизируются животными организмами.

Класс липидов подразделяют на жиры и жироподобные вещества. Одна из главных групп липидов обозначается общим термином – жиры, а остальные сходные с жирами по растворимости соединения, входящие в класс липидов, составляют группу липоидов (жироподобных веществ).

По химической структуре липиды делят на простые и сложные. Некоторые авторы выделяют еще и производные липидов.

Простые липиды не содержат азота, фосфора и серы. К ним относят нейтральные липиды, являющиеся производными высших жирных кислот, одно-, двух- и многоатомных спиртов, альдегидов, а также их структурные компоненты (спирты, карбоновые кислоты). Таким образом, простые липиды состоят из эфиров жирных кислот и глицерина, а также высших или полициклических спиртов.

Сложные липиды имеют многокомпонентные молекулы, составные части которых соединены химическими связями различного типа и имеют разнообразное химическое строение. К ним относят фосфолипиды и гликолипиды.

Фосфолипиды – разнообразная и важная группа сложных липидов. Их структура образована фосфорной кислотой, насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, альдегидами, спиртами, азотистыми основаниями (холин, этаноламин), аминокислотами, связанными между собой сложной или простой эфирной или амидной связью.

Гликолипиды наряду с многокомпонентным спиртом и высшей жирной кислотой имеют в своем составе углеводы. Необходимо отметить, что некоторые гликолипиды могут быть отнесены также к простым липидам. В последнее время установлено, что

гликолипиды присутствуют не только в нервных тканях, но и обнаружены в хлоропластах растений.

По функциям в организме липиды разделяют на структурные, запасные и защитные. К структурным липидам относят фосфолипиды, которые, образуя сложные комплексы с белками (липопротеины) и углеводами, участвуют в разнообразных процессах живой клетки. К ним также относят глико-, сульфоллипиды и некоторые другие. Запасные липиды образуются в основном ацилглицеринами, которые в растениях накапливаются большей частью в плодах и семенах, а у животных и рыб – в подкожных тканях и тканях, окружающих внутренние органы, а также печени, мозговой и нервной тканях. Содержание их зависит от многих факторов (вида, возраста, питания и т. п.) и в отдельных случаях составляет 95–97 % всех выделяемых липидов. Защитные липиды – воски и их производные – у растений покрывают поверхность листьев, семян и плодов, предохраняя их от воздействия внешних факторов. Значительное количество разнообразных липидов содержится в молоке животных (в %): дельфин – 46,0, кит – 45,0, слон – 20,0, коза – 4,8, корова – 3,6.

Известна классификация липидов по их способности реагировать со щелочами. По отношению к щелочам их делят на две большие группы: омыляемые и неомыляемые. К группе омыляемых липидов относят простые и сложные липиды, которые при взаимодействии со щелочами гидролизуются с образованием солей высокомолекулярных кислот, получивших название «мыла». В суммарной фракции природных липидов идентифицированы вещества, которые обладают такой же растворимостью, как и липиды, но не способны омылиться. Состав фракции представлен свободными высшими жирными кислотами, высшими и полициклическими спиртами (стеролами), их производными (стероидами), жирорастворимыми витаминами, высшими гомологами предельных и непредельных углеводов и другими соединениями.

Липиды являются важными компонентами пищи, во многом определяют ее пищевую ценность и вкусовые качества. Исключительно велика роль липидов в разнообразных процессах пищевой технологии. Порча зерна и продуктов его переработки при хранении связана с изменением липидного состава входящего комплекса. Липиды, выделенные из растений и животных, – важнейшее сырье для получения пищевых и технических продуктов: растительное масло, животные жиры, в том числе сливочное масло, маргарин, глицерин, жирные кислоты.

2.3.2. Физиологическое значение, пищевая и биологическая ценность липидов

Важное структурное и функциональное значение липидов в организме делает их необходимыми компонентами пищи, которые должны присутствовать в рационах в определенных количествах и соотношениях с другими пищевыми веществами. Учитывая важное физиологическое значение и эссенциальность отдельных представителей липидов в обеспечении здорового питания, весьма важны их качественный состав и химическая природа.

Необходимым свойством пищевых липидов является их переваримость и усвояемость.

Основными факторами переваривания жиров считаются: специфические ферменты – липазы; наличие оптимальных условий проявления их активности; наличие эмульгаторов – веществ, понижающих поверхностное натяжение и предупреждающих склеивание частиц жира. Частично такие вещества содержатся в природных маслах и жирах. Липазы способны гидролизовать жиры только в эмульгированном состоянии. В организме основными эмульгаторами жира являются соли желчных кислот и сывороточный альбумин. Пищеварительный канал – начальный путь превращения липидов в организме.

В ротовой полости отсутствуют условия переваривания жира, в связи с чем заметных изменений в жировых фракциях не наблюдается. В желудке присутствует липаза, но из-за сильной кислой внутренней среды желудка активность липазы невелика, т. к. рН-оптимум ее действия находится в слабощелочной среде. Однако природные тонкодиспергированные (эмульгированные) жиры (молока, яичного желтка) в желудке расщепляются. Вместе с тем желудок в переваривании жиров имеет большое значение: он регулирует поступление жиров в кишечник. Кроме того, протеолитические ферменты желудка (пепсин, ренин) переваривают (гидролизуют) липопротеиновые комплексы пищи, обеспечивая доступность жировых фрагментов для переваривания в кишечнике. В кишечнике имеются необходимые условия для эффективного расщепления жиров под действием ферментов. Именно поэтому тонкий кишечник является основным местом переваривания жиров. Соки поджелудочной железы и кишечника богаты липолитическими ферментами,

к тому же слабощелочная реакция среды (рН 7,8–8,0) идеально обеспечивает эффективность их действия на субстраты. Эмульгирование жира происходит под действием двух основных факторов. Во-первых, в просвет кишечника поступают с желчью желчные кислоты, обладающие известным эмульгирующим действием и активирующие пищеварительную липазу; они синтезируются и секретируются поджелудочной железой и в кишечнике. Во-вторых, важную роль выполняет белковый кофактор – колипаза, которая связывает липазу в присутствии желчных кислот, в результате чего рН-оптимум действия липазы смещается с 9 до 6. Липазы поджелудочной железы и кишечника обладают позиционной специфичностью, т. е. разрывают сложноэфирные связи не все сразу, а по одной в соответствии со специфичностью действия. Дополнительно диспергирование жира обеспечивается перистальтикой кишечника и постоянно выделяющимся углекислым газом, который образуется при нейтрализации кислого содержимого желудка под действием бикарбонатов кишечника. Газ обеспечивает высокую дисперсность пищевых масс, в том числе жиров.

Итак, в тонком кишечнике в основном нейтральные жиры расцепляются на составные фрагменты – глицерин и высшие жирные кислоты. Часть жиров гидролизуется до ди- и моноглицеринов. Непереваренный жир поступает в толстый кишечник и выделяется с калом.

Процесс всасывания продуктов гидролиза жиров довольно сложен в случае жирных кислот, т. к. глицерин водорастворим и свободно всасывается и поступает в кровь. Жирные кислоты переходят в растворимое состояние путем предварительного образования холиновых комплексов, представляющих собой соединения 2–4 парных желчных кислот и одной жирной кислоты. Все желчные кислоты (стероидные монокарбоновые оксикислоты) образуются в печени из холестерина. Они (главным образом холевая и дезоксихолевая кислоты) способны взаимодействовать с гликоколом (глицином) или таурином с образованием пептидоподобной связи. Такие соединения называют парными желчными кислотами.

Холиновые комплексы растворимы в воде и свободно всасываются в стенку кишечника, где вновь распадаются до составных частей. При этом желчные кислоты поступают в воротную вену и попадают в печень, а затем в желчный пузырь и в составе желчи вновь поступают

в кишечник. Таким образом, за счет кругооборота небольшое количество желчных кислот обеспечивает переваривание и всасывание значительных количеств жирных кислот.

Неполностью расщепленные или совсем нерасщепленные жиры также могут всасываться в кишечнике, если они тонко эмульгированы и размер их частиц не превышает 0,5 мкм.

В итоге в стенке кишечника накапливаются глицерин и жирные кислоты, что обеспечивает возможность первичного синтеза жиров, но уже специфичных для данного организма.

Холестерин пищи содержится как в свободной форме, так и в виде стероидов, которые подвергаются гидролизу до составных частей. Холестерин, подобно жирным кислотам, всасывается с помощью парных желчных кислот.

Накопившиеся в процессе пищеварения и всасывания глицерин, жирные кислоты, холестерин, фосфорная кислота, азотистые основания, синтезированные моно-, ди- и триглицериды, фосфолипиды, эфиры холестерина в стенке кишечника образуют хиломикроны – транспортные формы жира, структурная схема которых показана на рис. 3.

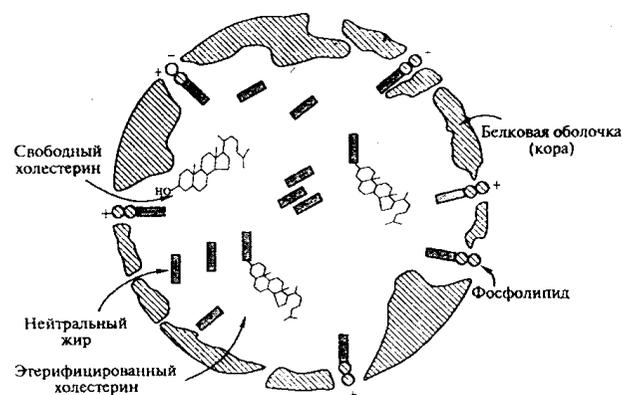


Рис. 3. Структурные компоненты хиломикрона

В составе хиломикрона основная часть жирорастворимых соединений поступает в лимфатическую систему, а затем в кровь.

После приема пищи содержание жира в крови повышается, в результате чего примерно через 3 ч она мутнеет, а через 4–6 ч постепенно осветляется за счет действия фермента липопротеинлипазы,

которая вызывает распад хиломикрона на более мелкие части, а триглицеридов – до жирных кислот и глицерина. Они переносятся к различным органам и тканям, где подвергаются специфическим превращениям.

Значительная часть жира поступает в печень, а меньшая часть резервируется в жировых депо. В мышцы, сердце поступают в основном комплексы жирных кислот, глицерина и белков, которые там распадаются, освобождая важные для этих органов жирные кислоты.

Из печени жиры в виде гликопротеинов распространяются по всему организму, где и используются по мере необходимости.

Поступивший в клетки нейтральный жир под действием тканевых липаз гидролизуется с расходом на глицерин и жирные кислоты. При этом глицерин активируется при участии специфического фермента глицерокиназы и АТФ, а затем превращается в фосфоглицериновый альдегид и включается в углеводный обмен, распадаясь до молочной кислоты или CO_2 и H_2O , а также участвует в синтезе гликогена, образовании глицерина путем обратного его распада. Жирные кислоты подвергаются β -окислению, которое начинается с их активации при участии АТФ, кофермента А (КоА), витаминов С и B_2 и фермента тиокиназы.

Наиболее активно окисление жирных кислот протекает в печени, мышцах, жировых депо, сердце и в меньшей степени – в других органах.

Ненасыщенные жирные кислоты имеют несколько иной путь окисления с участием специального набора ферментов.

Наряду с распадом жиров в клетках постоянно происходит липогенез – синтез специфического для каждого органа нейтрального жира. Процесс включает образование глицерина, жирных кислот с последующим синтезом триацилглицеринов. При этом синтез глицерина возможен из продуктов распада углеводов и жиров.

Именно в этом усматривается тесная связь успешного углеводного и жирового обменов.

Ненасыщенные жирные кислоты не синтезируются в организме или синтезируются ограниченно, что требует их постоянного поступления с продуктами питания.

В тканях постоянно происходит также обмен фосфолипидов. Под действием тканевых фосфолипаз они гидролизуются на составные части. Глицерин и жирные кислоты превращаются вышеописанными

способами. Фосфорная кислота используется в неизменном виде, в то время как азотистые основания превращаются специфически. При этом серин, например, участвует в биосинтезе белков и обмене некоторых других веществ. Холин (как витаминоподобное вещество) незаменим для обмена веществ, служит для синтеза ацетилхолина – одного из медиаторов нервной системы, а также участвует в синтезе фосфолипидов, препятствуя повышенному накоплению жира в печени.

В организме также происходит постоянный синтез липоидов, в котором участвуют глицерофосфат, активированные жирные кислоты, фосфорная кислота, активированные азотистые основания.

Холестерин в организме подвергается различным превращениям и служит источником важнейших соединений (гормонов, витамина D₃, желчных кислот). В клетках печени, мозга, других органов холестерин постоянно синтезируется в количестве 0,8–1,5 г/сут. Установлено, что синтез холестерина начинается с конденсации трех молекул ацетил-КоА и образования промежуточного продукта – мевалоновой кислоты, а затем образуется циклическая форма – сквален, который затем превращается в холестерин.

Процессы обмена жира в организме регулируются нейрогуморальным путем, т. е. при участии нервной системы всех уровней и гормонально. Большое значение имеют гормоны инсулин, адреналин, тироксин и гормон роста. Важными регуляторными механизмами обмена жиров являются физиологические и внешние факторы: пол, возраст, характер профессиональной деятельности, режим дня. Чрезвычайное значение имеет питание. Патологии при нарушениях обмена жиров могут быть наследственной природы или приобретаются в результате неправильного питания и нездорового образа жизни. Так, нерегулярное и несбалансированное питание, избыточность углеводной пищи, малоподвижный образ жизни и труда способствуют отложению повышенного количества жира, развитию ожирения и ряда сопутствующих заболеваний.

Очевидно, что за счет питания можно достичь хорошего эффекта профилактики и лечения заболеваний. Давая общую биологическую оценку жировым пищевым продуктам, следует подчеркнуть, что она определяется тремя основными факторами – количеством и качеством жирорастворимых витаминов, полиненасыщенных жирных кислот и фосфатидов.

Однако ни один природный жир, используемый в питании, не является полноценным во всех отношениях. Биологическая полноценность пищевых жиров может быть достигнута сочетанием продуктов в рационах за счет использования растительных и животных источников. Оптимальное сочетание достигается при использовании 70–80 % (примерно $\frac{2}{3}$) растительных и 20–30 % (около $\frac{1}{3}$) животных жировых продуктов. Кроме этого в нормально сбалансированном рационе питания взрослого человека должно выдерживаться соотношение белков, жиров и углеводов 1:1:4. В пожилом возрасте, а также при малой физической нагрузке и занятости умственным трудом потребность в жире снижается.

Недостаточное поступление жира с пищей вызывает разнообразные нарушения обменных процессов, а также становится причиной развития авитаминозов жирорастворимых витаминов (поскольку для их всасывания необходим жир) и снижения количества эссенциальных жирных кислот.

Дисбаланс может возникать при нарушении переваривания и всасывания липидов по причине недостаточного синтеза липолитических ферментов в пищеварительном тракте и секреции желчи. Нарушения жирового обмена отмечаются и при недостатке в организме липотропных веществ типа холина, метионина, витамина F (фактора F), которые предохраняют печень от повышенного отложения жира путем участия в синтезе фосфолипидов. Следствием нарушения жирового обмена является развитие ожирения – болезни современной цивилизации. Сегодня в большинстве развитых стран более 50 % населения имеет избыточную массу тела. Ожирение – патология, характеризующаяся повышенным отложением жира во всем организме.

Значительный интерес представляют нарушения обмена холестерина. Причиной гипохолестеринемии является нарушение равновесия между количеством распавшегося и синтезированного холестерина в организме. С пищей при нормальной диете его поступает около 0,2–0,5 г/сут, и это количество практически не влияет на уровень холестерина в организме. Считают, что основная роль принадлежит эндогенному холестерину, количество которого в организме достигает 0,8–1,5 г/сут. Отмечено, что увеличение его содержания наблюдается при избыточном потреблении жиров и углеводов и нарушении процессов использования ацетил-КоА. При избытке холестерина развиваются различные атеросклерозы.

Лечение направлено на нормализацию жирового обмена и торможение эндогенного синтеза холестерина в организме. Вместе с тем безусловным фактором профилактики атеросклерозов выступают правильное питание и дозированное употребление в пищу продуктов с высоким содержанием холестерина и жиров. По этой причине большинство современных продуктов снабжены информацией о массовой доле холестерина.

В настоящее время установлено, что общее содержание жиров в рационе рекомендуется поддерживать на уровне 30–35 % энергетической ценности рациона, в массовом выражении это в среднем 80–100 %. Высокое содержание животных жиров нежелательно, поскольку при избытке насыщенных жирных кислот нарушается обмен липидов. Повышается уровень холестерина в крови, увеличивается риск развития атеросклероза, ожирения, желчнокаменной болезни. Важно иметь информацию о качественном составе ненасыщенных жирных кислот в липидах (например, о содержании моно- и полиненасыщенных жирных кислот). К тому же полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), не синтезируемые в организме человека, относят к незаменимым (линолевая, линоленовая, арахидоновая). Арахидоновая кислота образуется в организме из линолевой при участии витамина В₆. Линолевая образует и другие ПНЖК. По расположению первой двойной связи относительно метильной группы в молекуле ПНЖК относят к группам омега-6 (линолевая, γ -линоленовая, арахидоновая) и омега-3 (α -линоленовая, эйкозапентаеновая, докозагексаеновая). Установлена четкая обратная взаимосвязь между суточным потреблением омега-3 жирных кислот и степенью атеросклеротических поражений коронарных сосудов. При этом, чем больше омега-3 содержится в тканях организма, тем меньше проявлений атеросклероза. Жирные кислоты омега-3 снижают уровень триглицеридов в сыворотке крови, уменьшают риск образования тромбов в сосудах, способствуют синтезу простагландинов, поддерживающих иммунный статус организма и необходимый для нормальной функции надпочечников и щитовидной железы.

Кислоты омега-3 содержатся в жире рыбы, льняном и соевом маслах, в масле грецкого ореха; источником жиров омега-6 служат подсолнечное, кукурузное и сафлоровое масла. Очень важно поддерживать оптимальный уровень соотношения между омега-3 и омега-6 жирными кислотами. Рекомендуемое соотношение в рационе

омега-6:омега-3 составляет для здорового человека 4:1, для лечебного питания – от 3:1 до 2:1.

Среднее содержание ПНЖК в рационе в пересчете на линолевую кислоту должно составлять 4–6 % общей калорийности пищи. Избыток ПНЖК, как и недостаток, отрицательно сказывается на здоровье человека.

Большое значение в питании имеют и фосфолипиды, потому что они также входят в состав мембран клеток человеческого организма и участвуют в липидном обмене, способствуя перевариванию и правильному обмену жиров, в частности их транспорту из печени в другие участки организма. Недостаток фосфатидов в рационе приводит к накоплению жира в печени, к ее ожирению, а затем и циррозу. Фосфатиды участвуют в регуляции обмена веществ, построении структуры нервной ткани, клеток печени, мозга; снижают уровень холестерина в крови и препятствуют его отложению в стенках кровеносных сосудов, что является важнейшей профилактической мерой в отношении развития атеросклероза и сопутствующих ему сердечнососудистых заболеваний. Суточная потребность здорового взрослого человека в фосфатидах составляет 5–10 г.

Наиболее распространенный в пищевых продуктах фосфолипид – лецитин, содержание которого составляет (в %): в яйцах – 3,4; нерафинированном растительном масле 1,0–2,0; сырах – 0,5–1,1; мясе – 0,8; птице – 0,5–2,5; в зерне и бобовых 0,3–0,9. Он присутствует во всех клетках человеческого организма. За счет содержания метильных групп активно проявляет себя в липидном обмене, в частности предотвращает жировое перерождение печени, обеспечивает нормальное функционирование нервной ткани, повышает умственную работоспособность, положительно влияет на сексуальную активность, способствует снижению уровня холестерина в крови.

Следует придерживаться рекомендаций по ограничению содержания холестерина в рационах – в среднем не более 500 мг в сутки. Больше всего холестерина содержится (в %): в яйцах – 0,57; сливочном масле – 0,17–0,27; печени – 0,13–0,27; мясе – 0,06–1,00; рыбе – до 0,30.

Вместе с тем характеристика основных пищевых липидов требует присутствия растительных и животных жиров в рационах, т. к. они в равной степени необходимы человеку. Животные жиры – единственный источник витаминов А и D, растительные – витаминов Е и β -каротина.

К жировым продуктам растительного происхождения относят масла, на 95–97 % состоящие из триацилглицеринов и небольшого количества сопутствующих веществ (фосфатидов, токоферолов, стероидов, пигментов). Масла получают из семян и плодов высокомасличных культурных растений (подсолнечное, хлопковое, льняное, конопляное, соевое, оливковое, кукурузное и другие масла). Сопутствующие вещества масла повышают его биологическую ценность, стойкость при хранении, обуславливают ароматические и вкусовые особенности, окраску. Их содержание колеблется в зависимости от природных факторов, условий выращивания, уборки, хранения, способов тепловой обработки и принятой технологии в целом.

Масличные семена и продукты их переработки (кроме масла и белка, являющегося побочным продуктом переработки) содержат богатейший комплекс биологически активных соединений, в том числе витаминной и провитаминной природы. Они исключительно богаты жирорастворимыми витаминами и провитаминами – токоферолами, стероидами и каротиноидами, в их составе много водорастворимых витаминов – тиамина, рибофлавина, пиридоксина, биотина, фолиевой кислоты, пантотеновой кислоты, инозита, аскорбиновой кислоты. Разнообразен фосфолипидный комплекс масличных семян – в его составе фосфатидил-холины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилсерин, инозитфосфатиды, фосфатидные кислоты и их соли. К тому же растительные источники жиров содержат уникальный набор макро-, микро- и ультрамикроэлементов, суммарное содержание которых почти в два раза превышает их количество в семенах других культур.

Фосфолипиды – важный компонент комплекса липидов растений. Они отличаются от триацилглицеринов тем, что состав жирных кислот характеризуется большей степенью ненасыщенности.

Гликолипиды в растениях достаточно разнообразны, однако детально не изучены.

Гликолипиды растений имеют выраженную полярность. Гидрофобная часть молекул образована жирными кислотами с большим числом атомов углерода.

К неомыляемым липидам растительного происхождения относят соединения двух типов: стероиды и терпены. Они имеют одинаковые структурные фрагменты – пятиуглеродные блоки, в них также обнаруживаются спирты витаминов А, D, E.

Каротиноиды и хлорофиллы – наиболее изученные соединения, определяющие окраску природных масел; они являются производными изопрена или содержат в своем составе изопреновые группы.

Группа каротиноидов представлена 65–75 природными пигментами, которые имеют цвет от светло-желтого до темно-красного. Они подразделяются на углеводороды и спирты. Углеводороды – каротины $C_{40}H_{56}$ – находятся в растительных маслах в виде смеси α -, β - и γ -каротинов.

Хлорофиллы высших растений представляют собой смесь двух близких по строению соединений: хлорофилла α ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) – сине-черного вещества с температурой плавления 117–120 °С и хлорофилла β ($C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$) – желто-зеленого вещества с температурой плавления 86–92 °С. Соотношение их в растительных тканях 3:1.

Хлорофиллы – воскообразные вещества, хорошо растворимые в ацетоне, спирте и растительных маслах. Растворимость хлорофиллов в растительных маслах и органических растворителях обусловлена тем, что хлорофилл имеет длинную гидрофобную терпеноидную боковую цепь, которая представляет собой остаток спирта фитола, связанный сложноэфирной связью с остатком пропионовой кислоты.

Недозревшие масличные семена содержат значительное количество хлорофиллов. Затем, по мере созревания семян, хлорофиллы исчезают и в зрелых семенах присутствуют в виде следов. Присутствие хлорофилла и его видоизменений в растительных маслах следует считать нежелательным. Установлено, что присутствие хлорофилла инициирует окислительные процессы, и масло оказывается нестойким при хранении.

На предприятиях общественного питания и пищевой промышленности широко применяется технологический прием тепловой обработки изделий из мяса, рыбы, овощей, теста – фритюрная жарка. С его помощью получают вкусную, калорийную, с привлекательным внешним видом продукцию, которая пользуется большим спросом у потребителя.

Однако при фритюрной жарке жиры подвергаются довольно жесткому воздействию: они нагреваются при высоких температурах (160–190 °С) в течение нескольких часов, иногда дней; к поверхности горячего жира, как правило, имеется свободный доступ воздуха; через слой жира постоянно проходит влага, выделяемая продуктом,

Окончание табл. 6

Пищевые продукты	Микроэлементы, мг							
	I	Co	Mn	Cu	F	Cr	Zn	Mo
<i>Молочные продукты:</i>								
молоко коровье	9	1	6	12	20	2	400	5
творог жирный	–	–	8	74	–	–	394	–
сыр российский	–	–	–	50	–	–	3500	–
<i>Мясо:</i>								
свинина	7	8	28	96	69	14	2070	13
говядина	7	7	35	182	63	8	3240	12
баранина	3	6	35	238	120	9	2820	9
<i>Рыба:</i>								
речной карп	5	35	150	130	25	55	2080	4
морская треска	135	30	80	150	700	55	1020	4
<i>Овощи:</i>								
капуста белокочанная	3	3	170	75	10	5	400	10
картофель	5	5	170	140	30	10	360	8
морковь	5	2	200	80	55	3	400	20
<i>Фрукты:</i>								
слива	4	1	110	87	2	4	100	8
яблоко	2	1	47	110	8	4	150	6

В соответствии с рекомендацией диетологической комиссии Национальной академии США (1998 г.), ежедневное поступление химических элементов с пищей должно находиться на определенном уровне (табл. 7).

Столько же химических элементов должно ежесуточно выводиться из организма, поскольку их содержание в нем находится в относительном постоянстве.

Роль минеральных веществ в организме человека чрезвычайно разнообразна, несмотря на то, что они не являются обязательным компонентом питания. Минеральные вещества содержатся в плазме и биологических жидкостях, играют основную роль

в обеспечении постоянства осмотического давления, что является необходимым условием для нормальной жизнедеятельности клеток и тканей. Они входят в состав сложных органических соединений (например, гемоглобина, гормонов, ферментов), являются пластическим материалом для построения костной и зубной ткани.

Таблица 7

Суточное поступление химических элементов
в организм человека, мг

Элемент	Взрослые	Дети	Элемент	Взрослые	Дети
K	2000–5500	530	Cr	0,05–0,20	0,04
Na	1100–3300	260	Co	около 0,2	0,001
Ca	800–1200	420	Cl	3200	470
Mg	300–40	60	PO ₄ ³⁻	800–1200	210
Zn	15	5	SO ₄ ²⁻	10	–
Fe	10–15	7	I	0,15	0,07
Mn	2–5	1,3	Se	0,05–0,07	–
Cu	1,5–3,0	1	F	1,5–4,0	0,6
Mo	0,075–0,250	0,06			

В виде ионов минеральные вещества участвуют в передаче нервных импульсов, обеспечивают свертываемость крови и другие физиологические процессы организма.

2.4.1. Классификация минеральных веществ

Минеральные вещества, входящие в состав пищевого рациона человека, классифицируются на макро-, микро- и ультрамикроэлементы.

Содержание макроэлементов в организме более 1 г: фосфор, калий, кальций, натрий, хлор, магний, железо, фтор, цинк, кремний, цирконий – 11 элементов. Эту группу элементов можно разделить на 4 подгруппы, между которыми существует 5-кратный разрыв по суммарной массе элементов.

В первой подгруппе – кальций (его содержание в организме более 1 кг) и фосфор, содержание которого в организме взрослого человека в среднем около 780 г, его в 5 раз больше, чем калия (140 г).

Во второй подгруппе – наименее значимые элементы: калий, сера, натрий, хлор, содержание которых в организме превышает 100 г.

В третьей подгруппе – магний, которого содержится около 19 г.

В четвертой подгруппе – 5 элементов: железо, фтор, цинк, кремний, цирконий, содержание которых в организме колеблется от 1,5 до 4,5 г.

Микроэлементы, содержание которых в организме составляет более 1 мг: рубидий, стронций, бром, свинец, ниобий, медь, алюминий, кадмий, барий, бор (первая десятка микроэлементов), теллур, ванадий, мышьяк, олово, селен, титан, ртуть, марганец, йод, никель, золото, молибден, сурьма, хром, иттрий, кобальт, цезий, германий – 28 элементов.

Эту группу также можно разделить на 5 основных подгрупп.

Первая подгруппа – 5 микроэлементов, содержание которых в организме превышает 100 мг (100–680 мг): рубидий, стронций, бром, свинец и ниобий.

Вторая подгруппа – 3 микроэлемента, содержание которых в организме более 50 мг (50–72 мг): медь, алюминий и кадмий.

Третья подгруппа – 13 микроэлементов, содержание которых в организме более 10 мг (10–22 мг): барий, бор, теллур, ванадий, мышьяк, олово, селен, титан, ртуть, марганец, йод, никель и золото.

Четвертая подгруппа – 3 микроэлемента, содержание которых в организме более 5 мг (5,0–9,5 мг): молибден, сурьма и хром.

Пятая подгруппа – 4 микроэлемента, содержание которых в организме более 1 мг (1,0–4,5 мг): иттрий, кобальт, цезий и германий.

Ультрамикроэлементы – содержание в организме менее 1 мг. Некоторые элементы могут присутствовать на уровне микрограммов или в следовых количествах. Это все остальные элементы таблицы Менделеева. Наиболее высокий рейтинг по содержанию имеют серебро и литий (500–800 мкг), урана и бериллия в организме содержится почти в 10 раз меньше (36–90 мкг). Остальные элементы содержатся в организме в еще более незначительном количестве.

По характеру всасывания и накопления в организме все элементы также можно разделить на две основные группы.

В первую входят анионы: фтор, йод, селен, молибден, хром (VI), ванадий, большинство из которых хорошо усваиваются. Их содержание

в организме в основном зависит от содержания в окружающей геохимической среде.

Вторую группу представляют катионы: натрий, калий, магний, кальций, хром (III), марганец, железо, медь, цинк, кобальт, большинство из которых усваиваются плохо. Их содержание в организме в основном зависит от содержания в пище.

Содержание элементов в организме человека меняется с возрастом. Например, содержание кальция и кремния увеличивается, а калия и натрия – уменьшается. Возрастные изменения содержания элементов могут носить линейный или циклический характер. Например, содержание кальция в организме человека достигает первого максимума к 9–11 годам, но к 12 годам оно снижается, а затем опять начинает увеличиваться. Содержание фосфора меняется в обратном направлении. Имеются существенные различия в содержании элементов в организме в зависимости от пола. Например, в организме женщин содержится больше кальция, магния, фосфора, цинка, меди и марганца. Организм мужчин содержит почти вдвое больше ртути, кадмия, свинца, железа.

Оценка содержания элементов в организме может иметь значение при прогнозе развития некоторых заболеваний. Например, при бронхиальной астме в организме снижается содержание марганца и меди (на 50 %), цинка (на 40 %) и магния (на 20 %). Напротив, у часто болеющих детей наблюдают избыток содержания алюминия, кальция, хрома, кремния.

Содержание элементов в организме определяется балансом между поступлением с пищей, водой, воздухом или через кожу и выведением их из организма.

Значение минеральных веществ для организма человека показано в табл. 8.

Таблица 8

Значение некоторых макро- и микроэлементов для нормальной жизнедеятельности организма

Название элемента	Рекомендуемая доза	Действие	Пищевой источник
Бром	0,15 мг – для мужчин и женщин	Влияет на функции половых желез и щитовидной железы	Морепродукты, пивные дрожжи, цельное зерно

Название элемента	Рекомендуемая доза	Действие	Пищевой источник
Ванадий	0,10 мг – для мужчин и женщин	Снижает уровень глюкозы. Подавляет синтез холестерина в организме. Обладает противоопухолевыми свойствами	Тыквенные семечки, хлорелла, рис, растительные масла, овес, рожь
Цинк	12–15 мг – для женщин 15–20 мг – для мужчин	Регулирует рост и размножение клеток. Регулирует работу иммунной системы. Нормализует содержание сахара в крови. Стимулирует рост волос. Улучшает состояние кожи, помогает при лечении угревой сыпи	Субпродукты, морепродукты, пивные дрожжи, чеснок, лук, злаки, яйца, грибы, картофель
Марганец	2,0 мг – для женщин 2,5 мг – для мужчин	Снижает содержание липидов в организме, повышает интенсивность утилизации липидов. Участвует в антиоксидантной защите, формировании костной ткани. Регулирует нейрохимические процессы	Крупы, отруби, горох, орехи, чай, соки, овощи, яичный желток, молоко, бананы, печень
Селен	50 мг – для женщин 70 мг – для мужчин	Улучшает работу сердечной мышцы. Участвует в работе антиоксидантной системы. Препятствует старению. Улучшает эмоциональное состояние и настроение	Морепродукты, спаржа, чеснок, горчица, яйца, пивные дрожжи, почки, печень, пшеница, кукуруза, соя, отруби, грибы
Кальций	100 мг – для женщин 1000 мг – для мужчин	Активизирует ряд важных ферментов. Способствует выведению солей тяжелых металлов и радионуклидов	Молоко, творог, сыр, морская рыба, яйца, зелень, орехи, гречневая крупа

Название элемента	Рекомендуемая доза	Действие	Пищевой источник
Хром	50 мкг – для мужчин и женщин	Способствует работе поджелудочной железы, улучшает зрение, регулирует углеводный обмен, усиливает действие инсулина	Пивные дрожжи, печень, мясо, сыр, бобовые, горох, цельное зерно, мелисса
Магний	280 мг – для женщин 350 мг – для мужчин	Регулирует содержание кальция в крови, увеличивает включение кальция в костную ткань, укрепляет зубы. Регулирует сердечный ритм, оказывает антиспастическое и сосудорасширяющее действие, снимает мышечные спазмы. Понижает артериальное давление. Снижает свертываемость крови. Стимулирует и регулирует иммунитет. Участвует в регуляции около 300 ферментов	Отруби пшеничные, морская капуста, овсяная крупа, фасоль, пшено, рыба, горох, крупы, халва, семечки, арбуз, орехи, соя
Бор	2 мг – для мужчин 20 мг – для женщин	Укрепляет костную и соединительную ткань. Взаимодействует с кальцием, фосфором и магнием, снижает выведение кальция и магния из организма. Повышает уровень эстрогенов, смягчает проявление климактерического синдрома	Соя, гречневая крупа, фасоль, рожь, ячмень, свекла, лук, морковь, водоросли, горох
Железо	10 мг – для мужчин 15 мг – для женщин	Важно для синтеза гемоглобина, входит в состав гема, является ключевым фактором в процессе переноса кислорода в крови и мышечной ткани (профилактика и лечение анемии).	Печень, язык, крупы, черника, персики, икра, мясо, рыба, ржаной хлеб, айва, абрикосы

Название элемента	Рекомендуемая доза	Действие	Пищевой источник
		Укрепляет иммунную систему. Повышает физиическую работоспособность, предупреждает усталость. Способствует детоксикации веществ, находящихся в составе окислительных ферментов. Препятствует выпадению волос, появлению седины, ломкости ногтей, образованию морщин	
Йод	150 мкг – для мужчин и женщин	Необходим для нормальной работы щетовидной железы, входит в состав гормонов	Морская капуста, морепродукты, яйца, грецкие орехи
Калий	2500 мг – для мужчин и женщин	Поддерживает осмотическое давление в крови и межклеточной жидкости. Регулирует водно-электролитный баланс, возбудимость клеток, артериальное давление	Урюк, фасоль, морская капуста, изюм, чернослив, горох, картофель, мясо, рыба, фрукты, овощи
Кобальт	0,03 мг – для мужчин и женщин	Необходим для образования клеток костного мозга, для нервной системы и ЖКТ	Рыба речная, орехи, горох, чеснок, свекла, печень, мясо, яйца
Кремний	10 мг – для мужчин и женщин	Необходим для образования соединительной ткани. Препятствует развитию атеросклероза	Овощи, горох, бобы, крупы, хлеб

В табл. 8 перечислена лишь часть тех эффектов, которые связаны с представленными макро- и микроэлементами. На самом деле таких эффектов гораздо больше, и они касаются работы всех без исключения органов и систем организма, т. к. элементы присутствуют во всех клетках организма и участвуют в работе ферментных и регулирующих систем. В то же время действие отдельных элементов может иметь четкие внешние проявления, которые касаются работы вполне определенных систем.

2.4.2. Физиологическая роль элементов

Биологическое действие любого макро- и микроэлемента напрямую зависит от его содержания в организме. Существуют несколько зон биологического действия элементов. При высоких – токсических концентрациях любого элемента возникает зона токсического действия, и каждый элемент может проявлять токсичность. С уменьшением содержания элемента наступает так называемая зона бездействия, когда он перестает проявлять токсичность. При дальнейшем уменьшении содержания начинается зона биотического действия элемента, при котором проявляются полезные эффекты элемента. Значительное уменьшение содержания элемента в организме вызывает прекращение его действия, и возникает зона дефицита.

Другая закономерность физиологического действия элементов заключается в том, что активность проявляет лишь очень небольшая часть пула элементов организма, более значительное их количество находится в связанной форме. Например, из 200 мкг йода, которые поступают в организм человека с пищей, используется 70–140 мкг этого элемента. 99 % всего кальция (1200 г) сконцентрировано в составе костной ткани и лишь около 1 % кальция находится в физиологически активной форме. Из 2,3–3,8 г железа 64–75 % его находится в составе гемоглобина и миоглобина, 0,1–0,5 % железа связано с ферментами.

Подавляющее число элементов в организме, за исключением электролитов, действуют не сами по себе, а в комплексе с органическими макромолекулами, главным образом, с ферментами. Во внутренней среде организма большинство микроэлементов находятся

не в свободной, а в связанной форме в комплексе с субстрат-связывающими белками и другими макромолекулами. При этом происходит концентрирование и накопление определенных элементов в отдельных органах и тканях. Например, в клетках щитовидной железы концентрация йода в 300 раз выше, чем в плазме крови. То же касается и костной ткани, где концентрируются запасы кальция, фосфора, магния, тяжелых металлов.

Физиологическую роль элементов подчас трудно понять и объяснить, если не вникать в их химические свойства, массу атомов, размер элементов или их ионов. Например, кальций и стронций по своим химическим свойствам очень похожи друг на друга. Но если в костной ткани часть ионов кальция заменить ионами стронция, которые имеют более крупные размеры, то структура ткани становится более рыхлой, а кости – более ломкими и склонными к искривлению. Такого рода аномалии скелета наблюдают в некоторых геохимических зонах, где в почве повышено содержание стронция. Также очень похожи между собой ионы натрия и калия. Но ионы калия гораздо крупнее ионов натрия, и это обстоятельство определило их судьбу в живых системах. Калий в организме находится главным образом внутри клеток, а натрий – во внеклеточных жидкостях. В эритроцитах калия в 10,5 раз больше, чем натрия, а в плазме крови, наоборот, натрия почти в 30 раз больше, чем калия.

Важную роль в процессах биологического катализа играют металлы с переменной валентностью (медь, железо, хром), которые обладают способностью быстро отдавать или забирать электрон. Поэтому, например, железо входит в состав важнейших окислительных ферментов – каталазы, пероксидазы, цитохромов.

Участие различных микроэлементов в качестве катализаторов химических реакций строго специфично и основано на определенных и неповторимых химических свойствах этих элементов.

Благодаря присутствию микроэлементов многие ферменты могут работать в обоих направлениях, в зависимости от обстоятельств, расщепляя биомолекулу или соединяя вместе продукты распада. Например, известный фермент алкогольдегидрогеназа обладает способностью не только расщеплять этиловый спирт на ацетальдегид и воду, но и инактивировать избыток ацетальдегида с образованием в организме этилового спирта.

2.4.3. Биодоступность элементов

Поступление элементов в организм зависит от многих факторов. Большую роль играет содержание элемента в питании, уровень всасывания (форма, в которой находится элемент), содержание в пище веществ, препятствующих всасыванию элемента. Существуют значительные колебания поступления элементов в организм, например, для магния они могут меняться от 160 до 410 мг/сут (среднее значение составляет 285 мг, но в качестве стандарта принимают 340 мг), для железа – 9–20 мг в сутки (западный тип питания), для меди – 0,7–5,0 мг/сут.

подавляющее большинство элементов поступает в организм с пищей и водой (через ЖКТ). Часть элементов может проникать в организм с вдыхаемым воздухом, например около 920 г кислорода. Из 150 мкг кадмия, ежедневно поступающего в организм вместе с пищей, около 1 мкг может поступать с воздухом в составе пыли. Кожа также является одним из каналов, через которые во внутреннюю среду организма могут поступать или выделяться различные элементы. Такой путь введения необходимых микроэлементов в организм можно использовать, применяя препараты лечебной косметики. Этот перенос осуществляется с помощью механизмов трансдермального транспорта.

Всасывание элементов в желудочно-кишечном тракте при их поступлении в составе пищи является важнейшим вопросом, который позволяет понять очень многое в обмене элементов в организме. Известно, что всасывание разных элементов существенно различается. Все элементы, с учетом коэффициента всасывания, можно разделить на 4 основные группы.

1. Группа элементов, которые всасываются почти на 100 %: фосфор, сера, калий, натрий, хлор, фтор, рубидий, бром, йод, бор, мышьяк, молибден, германий. Хорошо всасываются почти все макроэлементы, за исключением кальция, всасывание которого колеблется от 0,12 до 0,67 (за эталон принимают 0,3).

2. Элементы, средний коэффициент всасывания которых составляет 0,25–0,50 (25–50 %): селен, кальций, магний, цинк, кремний, стронций, медь, ртуть, кобальт.

3. Элементы, для которых характерно низкое всасывание; средний коэффициент всасывания составляет 0,1–0,2 (10–20 %): олово, свинец, кадмий, железо, марганец, золото, хром, сурьма.

4. Элементы, которые всасываются очень плохо, средний коэффициент всасывания составляет 0,002–0,070 (0,2–7,0 %): ниобий, барий, цирконий, никель, титан, ванадий, алюминий, бериллий.

Знание такого показателя, как способность к всасыванию, позволяет объяснить многие физиологические эффекты макро- и микроэлементов. Для тех из элементов, которые очень хорошо (на 80–100 %) всасываются в ЖКТ, не возникает проблемы дефицитов (за исключением йода и фтора). К таким элементам можно отнести хлор, натрий, калий, бром, фтор, йод, фосфор, серу, молибден, а также токсичные – бор и мышьяк. По этой причине очень легко получить отравление мышьяком или препаратами, содержащими бор. Избыток йода или фтора в пище и воде также может вызвать тяжелейшие интоксикации, т. к. оба этих элемента при попадании в ЖКТ будут полностью всасываться в кровь. Для обоих этих микроэлементов известны дефициты, но причины их очень разные. Йод отличается высокой скоростью обновления (5,5 сут) и быстро теряется организмом, поэтому он должен поступать с пищей непрерывно. Фтор, напротив, имеет очень низкую скорость обновления (1450 сут), поэтому его дефицит характерен для регионов с очень низким содержанием фтора в пище и питьевой воде. Однако все попытки решить проблему дефицита фтора фторированием воды закончились развитием интоксикации.

К числу элементов, обладающих умеренным всасыванием (30 %), относятся такие известные микроэлементы, как кальций и магний. Еще хуже всасываются (около 10 %) железо, марганец и хром. Вот почему в медицине хорошо известны такие заболевания, как остеопороз, связанный с дефицитом не только кальция, но и магния, и анемия, как правило, связанная с дефицитом железа. По этой же причине хорошо известны клинические формы дефицита цинка, меди, марганца и хрома. С другой стороны, низкое всасывание некоторых тяжелых металлов (стронция, свинца, кадмия, сурьмы), а также алюминия или бериллия предотвращает их накопление в организме. В этом отношении наибольшую опасность представляют мышьяк и ртуть, которые очень медленно выводятся из организма (865 сут).

Очень низкое всасывание таких токсических и условно токсических элементов, как, например, серебро, алюминий, бериллий, является гарантией безопасности организма при использовании

алюминиевой посуды или применении препаратов коллоидного серебра.

Всасывание элементов в ЖКТ является величиной непостоянной и может меняться под воздействием как внешних причин, связанных с питанием, так и внутренних факторов. Организм весьма эффективно регулирует и контролирует всасывание различных элементов. При недостатке того или иного элемента в организме его всасывание возрастает, а при избытке – снижается. У людей с нормальным содержанием железа в организме из ЖКТ всасывается до 10 % вводимого железа, а при недостатке всасывание может увеличиваться до 29–71 % (в 2–7 раз). При недостатке в организме железа также усиливается всасывание кобальта (с 30 до 70 %).

При снижении содержания кальция в организме его всасывание может увеличиваться с 13 до 33 % (почти в 3 раза). Всасывание подавляющего большинства макро- и микроэлементов осуществляется с помощью белков-переносчиков (известны кальций-связывающий белок, цинк-связывающий белок и др.). На всасывание активно влияют другие пищевые вещества, которые могут усиливать всасывание или, напротив, его тормозить. Всасывание магния составляет в среднем 30 %. При рационе с высоким содержанием белка всасывание увеличивается до 40 %, оно также возрастает под влиянием витамина D, кальция, алкоголя, антибиотиков и гормона роста. Всасывание кальция усиливают белки (лизин, аргинин), витамин D, фосфаты, лактоза, гормон роста. Снижается всасывание кальция под воздействием жиров, алкоголя, фитиновой кислоты (злаки).

Всасывание многих элементов меняется с возрастом. Всасывание железа у новорожденных может достигать 70 %, у детей до 10 лет оно уменьшается (до 10 %), а у взрослых составляет около 3 %. В пожилом возрасте всасывание железа снижается еще больше. Всасывание кальция также снижается с возрастом и у человека, и у животных.

Уровень всасывания зависит и от пола. Например, у мужчин в организм поступает 310–330 мг магния, а у женщин меньше – 270 мг. Эти различия отчасти могут быть связаны с меньшим объемом пищи, которые употребляют женщины. Однако отдельные, важные для женщин микроэлементы могут всасываться значительно лучше, чем у мужчин: у женщин железа всасывается примерно в 4 раза больше, чем у мужчин.

Элемент	Признаки недостатка элемента
Ванадий	Гиперхолестеринемия. Отеки, вследствие задержки в организме натрия и воды. Бесплодие у женщин
Железо	Повышенная утомляемость и легкая возбудимость, головные боли. Атрофический гастрит, диспепсия. Иммунодефицитное состояние. Гипохромная анемия. Атрофический глоссит, гингивит, сухость слизистой оболочки рта и языка, хейлит
Магний	Усталость при пробуждении, бессонница, тревожный сон, беспокойство, нервозность, депрессия, вздрагивание при внезапных звуках. Сильная усталость после работы, после физической нагрузки, хроническая усталость. Боли в спине, в области шеи, в суставах, артрит. Сильные приступообразные головные боли, мигрень. Высокое кровяное давление, увеличение частоты сердечных сокращений, нарушение сердечной деятельности, стенокардия, сердечные приступы
Марганец	Дерматиты. Хрупкость костей. Осложнение течения сахарного диабета – инсулинорезистентный сахарный диабет. Повышение содержания холестерина в крови, жировой гепатоз печени. Нарушение репродуктивной функции – дегенеративные изменения в яичках у мужчин и в яичниках у женщин. Судорожный синдром у детей и осложнение течения эпилепсии у взрослых. Повышенная склонность к респираторным, пищевым и кожным аллергиям, к невротическим реакциям и судорожным явлениям у детей. Диспептический синдром. Непереносимость алкоголя
Медь	Нарушение скелета и развития соединительной ткани – дисплазия соединительной ткани (нарушение образования коллагена и эластина). Синдром мальабсорбции, диарея, диспептические расстройства. Гипотония. Астенический синдром. Психомоторная

Всасывание во многом зависит от того соединения, в составе которого находится данный элемент (или валентности). Магний лучше всасывается, когда находится в составе глюконата, ацетата, лактата. Соли двухвалентного железа всасываются в 3–7 раз лучше, чем трехвалентного. Подавляющее большинство соединений микроэлементов, которые входят в состав препаратов или БАД, представляют собой легкоусвояемые формы.

2.4.4. Признаки и причины недостаточности элементов в организме

Недостаточность элементов в организме – это всегда системное состояние, которое касается многих органов и систем организма, поскольку каждый из элементов присутствует и участвует в работе практически каждого органа или клетки. Поэтому недостаточность даже одного элемента может проявляться системными нарушениями, но на первый план всегда будет выходить наиболее слабое звено. С одной стороны, появление клинических признаков дефицита макро- и микроэлементов помогает выявить причину заболевания, с другой стороны, всегда необходимо иметь в виду, что патологический процесс, связанный с дефицитом элементов, гораздо шире и касается нарушений работы и других органов и систем организма.

Глубокая недостаточность элементов всегда будет связана с тяжелыми заболеваниями и часто может приводить к смерти. Более легкие проявления дефицита, хотя и не всегда приводят к болезни, но имеют отчетливые симптомы или внешние проявления (табл. 9).

Таким образом, дефициты элементов могут проявляться очень широким спектром нарушения обмена веществ и часто ведут к возникновению вполне определенных синдромов и заболеваний. Все эти признаки дефицита дают возможность использовать препараты макро- и микроэлементов для их коррекции.

Среди элементов, дефицит которых носит повсеместный характер, ВОЗ выделяет три наиболее значимых: йод, железо, цинк, а также 6 эссенциальных элементов: кобальт, марганец, медь, молибден, селен и хром.

Элемент	Признаки недостатка элемента
	заторможенность. Атрофия подкожной жировой клетчатки. Нейродегенерация с поражением мозжечка и атаксией (нарушениями координации движений), судорогами, потерей памяти (деменция), вегето-сосудистая дистония. Бледность кожных покровов, витилиго, ранняя седина, очаговое выпадение волос. Повышенная утомляемость. Частые инфекции. Остеопороз
Молибден	Тахикардия, мигрирующая головная боль, выраженные психические расстройства
Никель	Нарушения углеводного и липидного обмена. Гиперхолестеринемия, снижение запасов гликогена. Анемия. Задержка развития организма у детей, атрофия семенников. Повышенное выведение из организма железа и кальция
Селен	Кардиомиопатия. Гипотиреоз. Снижение иммунитета – повышенная склонность к воспалительным заболеваниям, частые простуды и кишечные инфекции. Замедление роста у детей. Атеросклероз. Нарушение функций печени – снижение белоксинтетической и детоксикационной функции печени. Катаракта. Недостаточность репродуктивной функции. Быстрое старение организма
Фтор	Кариес, повреждение и быстрое истирание зубной эмали. Остеопороз. Замедление заживления ран и переломов. Осложнение течения атеросклероза и ишемической болезни сердца. Вторичный иммунодефицит – осложнение хронического тонзиллита. Замедление роста у детей
Хром	Осложнение течения сахарного диабета – снижение толерантности к глюкозе, глюкозурия, снижение концентрации инсулина в крови. Повышение содержания в крови холестерина и триглицеридов. Повышение риска развития инсульта и инфаркта миокарда

Элемент	Признаки недостатка элемента
Цинк	Поражение глаз – конъюнктивит, блефарит, кератит, кератомалиция, перфорация роговицы, эндофтальмит, слепота, гемералопия, синдром Бито, болезнь Прасада. Поражение кожных покровов – мелкое отрубевидное шелушение, фолликулярный гиперкератоз, сухость и ломкость волос, поперечная исчерченность ногтей. Атрофия сальных и потовых желез. Поражение слизистых оболочек – стоматиты, эрозии. Метаплазия эпителия бронхов, мочевых путей, половых органов. Поражение желудочно-кишечного тракта – гипоацидный гастрит; атрофический гастрит, диарейный синдром. Замедление физического и интеллектуального развития

Причины дефицита элементов в организме можно разделить на первичные (внешние) и вторичные (внутренние). Первичные – внешние причины недостаточности элементов обычно связаны с неполноценным или несбалансированным питанием. Отметим, что первичный дефицит элементов – явление объективное и обусловлено тем, что обычный, характерный для жителей большинства стран мира рацион, содержащий около 2000–2500 ккал, дефицитен не только по большинству витаминов, но и по некоторым микроэлементам. Основными внешними причинами дефицита макро- и микроэлементов являются следующие:

- недостаточное по объему питание;
- некачественное, несбалансированное питание, со сниженным содержанием элементов;
- религиозные запреты, пост, вегетарианство;
- природные геохимические условия – низкая обеспеченность почв микроэлементами.

Однако гораздо более важными являются эндогенные причины дефицита элементов:

- нарушение пищеварительной функции и всасывания элементов;
- нарушение утилизации элементов в организме;
- антагонизм элементов;

Таблица 10

Нормы адекватного уровня потребления макро- и микроэлементов
и предельно допустимый уровень потребления

Элементы	Содержание в организме, мг	Поступление с пищей, мг/сут	Адекватный уровень потребления, мг/сут	Всасывание, %	Необходимое количество в пище, мг/сут	Предельно Допустимый уровень, мг/сут	Порог токсичности, мг/сут
Бор	20,0	1,3	2,0	100,0	2,0	6,0	
Ванадий	18,0	2,0	0,040	2,0	2,0	0,100	
Германий	1,0	1,5	0,4	100,0	0,4	1,0	
Железо	4200	16	10–15	10	150	45	200
Йод	11,0	0,20	0,15	100,0	0,15	0,30	5,0
Калий	140 000	3300	2500	100	2500	3500	
Кальций	1 000 000	1100	1250	30	4167	2500	
Кобальт	1,5	0,30	0,010	30,0	0,03	0,03	500,0
Кремний	2100,0	3,5	5,0	33,0	16,0	10,0	500,0
Литий	0,67	2,0	0,10	100,0	0,10	0,30	200,0
Магний	19 000	340	400	30	1330	800	
Марганец	12,0	3,7	2,0	10,0	10,0	11,0	40,0
Медь	72,0	3,5	1,0	50,0	2,0	5,0	200,0
Молибден	9,5	0,30	0,45	80,0	0,60	0,20	
Селен	16,0	0,15	0,07	50,0	0,14	0,15	5,0
Серебро	0,79	0,07	0,03	7,0	0,40	0,07	
Фосфор	780 000	1400	800	80	1000	1600	
Фтор	2600,0	1,8	1,5	100,0	1,5	4,0	10,0
Хром	6,6	0,15	0,00	10,0	0,25	0,25	5,0
Цинк	2300	13	12	50	24	40	600

– повышенное выведение элементов с мочой при увеличении диуреза, прием диуретиков;

– прием слабительных препаратов, усиливающих потерю элементов с калом;

– прием лекарственных препаратов, нарушающих обмен веществ и метаболизм элементов;

– наследственные нарушения метаболизма элементов;

– увеличенная потеря и повышенная потребность в элементах, что связано с болезнью, повышенной физической активностью;

– период интенсивного роста, беременность, лактация;

– пожилой возраст – уменьшение усвояемости элементов.

Вместе с тем не следует забывать, что использование препаратов, в которые входят различные элементы, бессистемно и в большом количестве чревато серьезными негативными последствиями, т. к. можно перегрузить организм теми или иными элементами, а такая перегрузка представляет еще большую опасность, чем дефицит элементов. То же касается использования продуктов питания, обогащенных различными микроэлементами, прежде всего, такими, которые быстро усваиваются организмом, например йодом. Во многих регионах страны с продуктами питания в организм может поступать избыточное количество железа, меди, никеля, фтора, стронция и тяжелых металлов, которые могут вызвать нарушения работы органов и систем организма или заболевания.

При использовании препаратов, которые содержат макро- и микроэлементы, необходимо строго следовать имеющимся инструкциям и рекомендациям по применению.

Нормы адекватного уровня потребления макро- и микроэлементов показаны в табл. 10.

Нормативы суточной потребности для макро- и микроэлементов разработаны для всех основных возрастных групп и категорий (табл. 11).

Как видно из представленных в табл. 11 данных, не учитываются всасывание различных элементов и особенности метаболизма. Потребности рассчитаны на «среднего» человека, у которого идеально работает пищеварительная система.

Для каждого человека есть свой индивидуальный оптимум потребности в отношении каждого элемента. Также известно, что высокие дозы любого элемента могут быть токсичными для организма.

Таблица 11

Рекомендуемая суточная потребность в основных макро- и микроэлементах

Макро- и микроэлементы	Возраст, лет (дети)				
	0–0,5	0,5–1	1–3	4–6	7–10
Кальций, мг	400	600	800	800	800
Магний, мг	40	60	80	120	120
Фосфор, мг	300	500	800	800	800
Железо, мг	6	10	10	10	10
Цинк, мг	55	10	10	10	15
Фтор, мг	0,1–0,5	0,2–1,0	0,5–1,5	1,0–2,5	1,5–2,5
Медь, мг	0,4–0,6	0,6–0,7	0,7–1,0	1,0–1,5	1,0–2,0
Марганец, мг	0,3–0,6	0,6–1,0	1,0–1,5	1,5–2,0	2–3
Йод, мкг	40	50	70	90	120
Молибден, мкг	15–30	20–40	25–50	30–75	50–150
Селен, мкг	10	15	20	20	30
Хром, мкг	10–14	20–60	20–80	30–120	50–200
	Возраст, лет (мужчины)				
	11–14	15–18	19–24	25–50	Более 51
Кальций, мг	1200	1200	1200	800	800
Магний, мг	270	400	350	350	350
Фосфор, мг	1200	1200	1200	800	800
Железо, мг	12	12	10	10	10
Цинк, мг	15	15	15	15	15
Фтор, мг	1,5–4,0	1,5–4,0	1,5–4,0	1,5–3,0	1,5–3,0
Медь, мг	1,5–2,5	1,5–3,0	1,5–3,0	1,5–3,0	1,5–3,0
Марганец, мг	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3
Йод, мкг	150	150	150	150	150
Молибден, мкг	75–250	75–250	75–250	75–250	75–250
Селен, мкг	40	50	70	70	70
Хром, мкг	50–200	50–200	50–200	50–200	50–200
	Возраст, лет (женщины)				
	11–14	15–18	19–24	25–50	Более 51
Кальций, мг	1200	1200	1200	800	800
Магний, мг	280	300	280	280	280

Окончание табл. 11

Макро- и микроэлементы	Возраст, лет (женщины)				
	11–14	15–18	19–24	25–50	Более 51
Фосфор, мг	1200	1200	1200	800	800
Железо, мг	15	15	15	15	10
Цинк, мг	12	12	12	12	12
Фтор, мг	1,5–4,0	1,5–4,0	1,5–4,0	1,5–4,0	1,5–4,0
Медь, мг	1,5–2,5	1,5–3,0	1,5–3,0	1,5–3,0	1,5–3,0
Марганец, мг	2–3	2–3	2–3	2–3	2–3
Йод, мкг	150	150	150	150	150
Молибден, мкг	75–250	75–250	75–250	75–250	75–250
Селен, мкг	45	50	55	55	55
Хром, мкг	50–200	50–200	50–200	50–200	50–200
	Беременные		Кормление грудью		
Кальций, мг	1200		1200		
Магний, мг	320		355		
Фосфор, мг	1200		1200		
Железо, мг	30		15		
Цинк, мг	15		19		
Фтор, мг	1,5–4,0		1,5–4,0		
Медь, мг	1,5–3,0		1,5–3,0		
Марганец, мг	2–3		2–3		
Йод, мкг	175		200		
Молибден, мкг	75–250		75–250		
Селен, мкг	65		75		
Хром, мкг	50–200		50–200		

Выделяют токсичные элементы, негативно влияющие на организм, в концентрациях, близких к биологической: стронций, свинец, алюминий, мышьяк, сурьма, бериллий, серебро, золото.

Понятие «токсичный элемент» является достаточно условным. Токсичные элементы являются эссенциальными (необходимыми) для организма человека. Известно, что ртуть является весьма токсичным элементом, ее поступление может колебаться от 2 до 31 мкг/сут,

что угнетает многие ферменты. Однако в малых количествах ртуть повышает фагоцитарную активность лейкоцитов и увеличивает иммунную активность организма. Мышьяк во многих процессах может заменить фосфор. Недостаток мышьяка приводит к снижению рождаемости и угнетению роста, добавление к пище арсенита натрия ведет к увеличению скорости роста крыс. Дефицит свинца может приводить к анемии.

Для оценки безопасности элементов большое значение имеют данные об уровне токсичности элементов при поступлении их в составе пищевого рациона с препаратами или БАД. При этом необходимо учитывать, что между максимальной физиологической и минимальной токсической дозой могут существовать крайне малые интервалы (табл. 12).

Таблица 12

Дефицитный уровень, оптимум и порог токсичности отдельных элементов (мг/сут)

Элемент	Дефицит	Оптимум	Порог токсичности	Всасывание, %	Кратность*	Коэффициент опасности**
1	2	3	4	5	6	7
Алюминий	0,001	0,02–0,10	2,0	0,5	20	40
Железо	1,0	10,0–20,0	200,0	10	10	1
Йод	0,01	0,10–0,15	5,0	100	33,3	0,33
Кадмий	0,0005	0,001–0,005	0,03	15	6	0,4
Кобальт	0,1	0,02–0,05	500,0	30	10000	330
Кремний	5,0	50,0–100,0	500,0	33	5	0,15
Литий	10,0	20,0–0,0	200,0	100	6,7	0,07
Марганец	1,0	3,0–5,0	40,0	10	8	0,67
Медь	1,0	2,0–3,0	200,0	50	66,7	1,33
Мышьяк	0,001	0,05–0,1	20,0	100	200	2
Никель	0,05	0,1–0,2	20,0	5	100	40
Олово	1,0	2,0–10	20,0	20	2	0,1
Ртуть	0,0005	0,001–0,005	0,05	40	10	0,25

1	2	3	4	5	6	7
Свинец	0,001	0,01–0,02	1,0	20	50	2,5
Селен	0,005	0,02–0,07	5,0	50	71,4	0,28
Фтор	0,1	1,0–3,0	10,0	100	3,3	0,03
Хром	0,02	0,05–0,2	5,0	10	2,5	0,25
Цинк	1,0	10,0–15,0	600,0	50	40	0,8

* Отношение порога токсичности к максимальному значению оптимальной потребности.

** Отношение кратности к проценту всасывания.

Как видно из данных табл. 12, для представленных элементов существует разный порог токсичности по отношению к оптимальному и реальному уровню однократного или очень короткого по продолжительности поступления элементов в организм. Но для отдельных элементов этот порог является небольшим: кадмий, кремний, литий, марганец, олово, фтор, хром.

Однако это лишь половина проблемы потенциальной опасности элементов. Необходимо учитывать всасывание, уровень которого для разных элементов различается. С этих позиций наиболее опасным элементом является фтор, который полностью (на 100 %) всасывается в кровь при поступлении с водой и пищей. Не случайно при фторировании воды повсеместно столкнулись с фторидной интоксикацией. Поэтому с учетом коэффициента всасывания общая картина опасности элементов будет выглядеть иначе. Опасными элементами, имеющими крайне низкий порог токсичности, в случае постоянного или продолжительного поступления в организм с пищей являются (по рейтингу опасности: фтор–литий–олово–кремний–ртуть–хром–селен–йод–кадмий–марганец–цинк–железо. У всех этих элементов коэффициент опасности (отношение кратности токсического эффекта к коэффициенту всасывания) будет меньше 1,0. С другой стороны, имеются элементы, имеющие высокий порог токсичности: кобальт, алюминий, никель, медь. Даже такие известные «токсичные» элементы, как свинец и мышьяк, имеют высокий порог токсичности, если они поступают в организм в физиологически оптимальных количествах. Но в реальной жизни они могут присутствовать в продуктах питания и в окружающей среде в гораздо большем, чем оптимальный уровень, количестве (как и другие тяжелые металлы).

2.5. Витамины, пищевые кислоты, ферменты.

Общая характеристика, влияние на качество продуктов питания

Витамины – незаменимые органические вещества, необходимые для поддержания жизненно важных функций организма, участвующие в регуляции биохимических и физиологических процессов, биомолекулы с преимущественно регуляторными функциями, поступающие в организм с пищей, незаменимые (эссенциальные) пищевые вещества, которые не образуются в организме или образуются в недостаточном количестве.

Как правило, витамины не синтезируются в организме человека. Часть витаминов синтезируются кишечной микрофлорой или образуются в количествах, недостаточных для обеспечения нормальной работы организма человека, поэтому они должны регулярно поступать с пищей или в виде БАД.

В отличие от других незаменимых пищевых веществ (аминокислот, полиненасыщенных жирных кислот, углеводов), витамины не являются пластическим материалом или источником энергии. Их основные функции сводятся к участию в работе биокатализаторов (в качестве коферментов), участию в регуляции (в качестве гормоноподобных соединений), подавлению образования свободных радикалов. Каждый витамин выполняет присущую только ему специфическую функцию и не может быть заменен другим веществом. Если в организме не хватает какого-либо витамина, всегда возникают сбои или более серьезные нарушения в обмене веществ, что приводит к заболеваниям, причина которых обусловлена витаминной недостаточностью.

Организму требуется незначительное количество этих биологически активных веществ – от нескольких десятков миллиграммов до нескольких микрограммов в день (исключение составляет витамин С, которого необходимо на порядок больше). Причем, необходимы одновременно все витамины. В идеале питание человека должно быть разнообразно и насыщено различными витаминами. Но не существует «идеально» сбалансированной пищи, в которой присутствовали бы все группы витаминов в необходимом количестве. Дефицит витаминов в питании в той или иной степени – это объективная реальность питания современного человека, которая проявляется независимо от качества потребляемой пищи.

Поэтому каждый человек нуждается в обязательном регулярном приеме дополнительного количества витаминов для поддержания их баланса в организме. Для отдельных категорий людей – спортсмены, дети и подростки, пожилые люди – потребность в витаминах более высокая. Увеличена она и для людей, имеющих наследственно обусловленные нарушения обмена веществ и процессов регуляции, в которых принимают участие витамины. Резко повышается потребность в витаминах и при различных заболеваниях (острых и хронических), при высоких физических и психо-эмоциональных нагрузках в экстремальных условиях.

2.5.1. Классификация витаминов

Классифицировать витамины по химической структуре невозможно – настолько они разнообразны и относятся к самым разным классам химических соединений. Однако их можно разделить по растворимости: жирорастворимые и водорастворимые.

К жирорастворимым относят 4 витамина: А (ретинол), D (кальцефирол), Е (токоферол), К, а также каротиноиды, часть из которых является провитамином А. Холестерин и его производные (7-дегидрохолестирол) также можно отнести к провитамину D.

К водорастворимым относят 9 витаминов: В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₅ (пантотеновая кислота), РР (ниацин, никотиновая кислота), В₆ (пиридоксин), В₉ (витамин В_с, фолиевая кислота), В₁₂ (кобаламин), С (аскорбиновая кислота), Н (биотин) (табл. 13).

Таблица 13

Классификация витаминов

Официальное название	Синоним	Уровень потребления*	Адекватный уровень потребления
1	2	3	4
<i>Жирорастворимые витамины:</i>			
ретинол	А	мг	1,0
каротиноиды		мг	15,0
кальцеферол	D	мкг	5,0

Окончание табл. 13

1	2	3	4
токоферол	Е	мг	15,0
нафтохинон	К	мкг	120,0
<i>Водорастворимые витамины:</i>			
тиамин	В ₁	мг	1,7
рибофлавин	В ₂ , лактофлавин	мг	2,0
никотиновая кислота	В ₃ , РР, ниацин	мг	20,0
пантотеновая кислота	В ₅	мг	5,0
пиридоксин	В ₆	мг	2,0
фолиевая кислота	В ₉	мкг	400,0
кобаламин	В ₁₂	мкг	3,0
аскорбиновая кислота	С	мг	70,0
биотин	Н	мкг	50,0

* Адекватный уровень потребления приводится по данным МЗ России (2005), рекомендациям Немецкого общества питания и Национального Института Рака (США).

С точки зрения оценки физиологического действия, все витамины можно разделить на три основные группы: витамины, обладающие свойствами коферментов; витамины, обладающие способностью к антиоксидантной активности; витамины, проявляющие гормоноподобное действие (табл. 14).

Таблица 14

Физиологическая классификация витаминов

Коферменты	Антиоксиданты	Прогормоны
Тиамин	Ретинол	Ретинол
Рибофлавин	Токоферол	Кальцефирол
Пиридоксин	Каротиноиды	
Ниацин	Аскорбиновая кислота	
Пантотеновая кислота		
Фолиевая кислота		
Кобаламин		
Нафтахинон		
Биотин		

Особый интерес представляют витамины-антиоксиданты. В табл. 15 показано их действие на организм человека и пищевые источники.

Таблица 15

Антиоксиданты, их действие на организм человека, пищевые источники

Название	Рекомендуемая суточная доза, мг	Действие	Пищевой источник
Витамин А (ретинол)	1,0	Нормализует обмен веществ, улучшает состояние кожи и зрение. Входит в зрительный пигмент, участвует в биосинтезе гликопротеидов	Рыбий жир, масло сливочное, яйца, печень, сливки, сыр, фрукты, морковь
Витамин С (аскорбиновая кислота)	70,0	Нейтрализует свободные радикалы, способствует заживлению ран, участвует в синтезе белков соединительной ткани, способствует высокой сопротивляемости болезням	Плоды шиповника, цитрусовые, сладкий перец, черника, клюква, квашеная капуста, черная смородина, приправы из трав
Бета-каротин	5,0–6,0	Восстанавливает липидные мембраны клеток	Фрукты и овощи желто-оранжевого цвета (морковь, тыква, абрикос, персик, апельсин)
Витамин Е (токоферол)	15,0	Особое строение витамина Е позволяет ему легко отдавать электрон свободным радикалам, восстанавливая их до стабильных молекул	Цельное зерно, салат, ростки пшеницы, соевое масло, арахис, миндаль, брюссельская капуста, шпинат, облепиха

Все витамины по рейтингу ежедневной потребности можно разделить на 5 основных групп (табл. 16).

Таблица 16

Суточная потребность в витаминах

Витамин	Единица физического измерения	Профилирующие страны		
		Россия, 2005 г.	США, RDA, 2001 г.,	Европа, ILSI, 1990 г.
<i>1 группа</i>				
С (аскорбин. кислота)	мг	70	75–90	80
<i>2 группа</i>				
В ₃ (ниацин)	мг	20,0	14,0–16,0	20,0
Е (токоферол)	мг	15,0	15,0	12,0
В ₅ (пантотенол)	мг	5,0	4,0–7,0	–
Каротиноиды	мг	15,0	5–6	2,0
<i>3 группа</i>				
В ₆ (пиридоксин)	мг	2,0	1,3	2,1
В ₂ (рибофлавин)	мг	2,0	1,1–1,3	1,8
В ₁ (тиамин)	мг	1,7	1,1–1,2	1,5
А (ретинол)	мг	1,0	0,7–0,9	1,0
<i>4 группа</i>				
Фолиевая кислота	мкг	400	400	300
Н (биотин)	мкг	50	30–100	–
К (нафтохинон)	мкг	120	45–80	–
<i>5 группа</i>				
D (кальцеферол)	мкг	5,0	5,0	8,0
В ₁₂ (кобаламин)	мкг	3,0	2,4	3,0

Рекомендуемая норма потребления витаминов отражает общие рекомендации для среднего человека или определенных групп людей. Это понятие удобно для расчетов питания и может быть ориентиром для расчета реальной потребности в любом пищевом веществе.

Но существует также понятие «физиологическая потребность», которая отражает текущую реальную потребность в том или ином витамине конкретного человека или однородной узкой группы людей. Физиологическая потребность всегда индивидуальна и изменяется в зависимости от возраста человека, его физиологического состояния, уровня физической активности, здоровья, условий внешней среды и труда. Однако определить физиологическую потребность человека в каком-либо витамине бывает достаточно трудно. По этой причине рекомендуемые нормы потребления остаются весьма популярными в расчетах питания, хотя и не отражают реальную потребность в пищевом веществе.

Под витаминной недостаточностью понимают состояние, обусловленное сниженной обеспеченностью организма тем или иным витамином, что может быть связано либо с недостаточным его поступлением с пищей, либо с комплексом эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) причин. Глубина дефицита витаминов бывает различной, что и приводит к самым разным последствиям. В связи с этим выделяют следующие уровни обеспеченности.

Субнормальная обеспеченность витаминами – доклиническая стадия дефицита, сопровождаемая, как правило, неглубокими нарушениями некоторых функций организма, в которых участвует данный витамин. Имеются определенные внешние признаки витаминной недостаточности (состояние кожи, волос, нарушение функции желудочно-кишечного тракта).

Гиповитаминоз – достаточно глубокое снижение содержания витаминов в организме, которое сопровождается целым рядом малоспецифических и не резко выраженных клинических симптомов (снижение работоспособности, быстрая утомляемость). При этом состоянии в организме развивается целый ряд патологических процессов, которые могут не иметь четко выраженных клинических проявлений.

Авитаминоз – характеризует состояние глубокого дефицита витаминов, что вызывает болезнь, имеющую четкую симптоматику и ярко выраженные клинические проявления.

Основными первичными причинами дефицита витаминов являются:

- 1) недостаточное по объему питание;
- 2) несбалансированное питание, со сниженным содержанием витаминов и минеральных веществ;
- 3) религиозные запреты, вегетарианство;

4) потери витаминов при кулинарной обработке и хранении продуктов питания;

5) экстремальные природно-климатические и производственные условия, низкая обеспеченность и повышенный расход витаминов.

Однако гораздо более важными являются вторичные – эндогенные причины дефицита витаминов.

1. Нарушение функций пищеварительной системы.

2. Нарушение функции печени, которая играет важную роль в обмене витаминов.

3. Нарушение утилизации витаминов в организме.

4. Повышенное выведение витаминов с мочой и калом при заболеваниях желудочно-кишечного тракта и мочевыделительной системы, а также при приеме диуретиков и слабительных.

5. Нарушение бактериального синтеза витаминов в кишечнике при дисбактериозах.

6. Глистные инвазии.

7. Применение антибактериальных препаратов, нарушающих микробиocenоз кишечника.

8. Прием лекарственных препаратов, нарушающих обмен веществ и метаболизм витаминов.

9. Наследственные нарушения метаболизма.

10. Увеличенная потеря и повышенная потребность в витаминах, связанная с болезнью, повышенной физической активностью, стрессом.

11. Период интенсивного роста, беременность, лактация.

12. Пожилой возраст.

13. Оперативное вмешательство.

14. Гемодиализ.

2.5.2. Частота и глубина гиповитаминозов

В Беларуси, как и в других странах мира, гиповитаминозы встречаются повсеместно и мало зависят от качества питания. Гиповитаминозы – явление объективное. Частота случаев и глубина дефицита витаминов в организме человека естественно различаются в зависимости от региона проживания, времени года, характера питания, культуры и доходов семьи. Но вне зависимости от этих факторов средние цифры, характеризующие случаи дефицита

витаминов, в Беларуси, равно как и в мире, высоки: недостаток витамина С охватывает от 40 до 100 % всего населения; недостаток тиамин, рибофлавина, пиридоксина и фолиевой кислоты наблюдается у 40–80 % населения; недостаток в питании каротиноидов проявляется у 20–70 %.

Рациональное и сбалансированное питание является краеугольным камнем в обеспечении человека всеми основными и минорными пищевыми веществами. Питание лежит в основе пирамиды здоровья человека. Чтобы грамотно выстроить пищевой рацион, необходимо знать, в каких продуктах и сколько содержится тех или иных витаминов (табл. 17).

Таблица 17

Рекомендуемая норма потребления витаминов,
их пищевые источники

Витамины	Допустимый прием	Пищевой источник	Содержание в 100 г
Тиамин	1,7 мг	Проростки пшеницы	2,0
		Отруби	0,9
		Хлеб, крупы, соя	0,1–0,6
Рибофлавин	2,0 мг	Печень	2,2–4,4
		Яйца, творог, отруби	0,4–0,8
Ниацин	14,0–16,0 мг	Отруби	30,0
		Печень	9,0–12,0
		Яйца, орехи, овес	4,0–10,0
Пантотенол	8,0–14,0 мг	Печень	5,0–7,0
		Яйца, орехи, овес	1,2–3,2
		Капуста, говядина, сыр	0,3–0,8
Пиридоксин	2,0 мг	Проростки пшеницы	3,3
		Печень, говядина, соя	0,4–0,8
		Рыба, крупы, картофель	0,14–0,30
Фолиевая кислота	400,0 мг	Соя	370,0
		Печень	225,0–240,0
		Зеленые овощи	110,0–150,0
В ₁₂ (кобаламин)	3,0 мкг	Печень	60,0
		Рыба	10,0–12,0
		Мясо	2,0

Витамины	Допустимый прием	Пищевой источник	Содержание в 100 г
С (аскорбиновая кислота)	70,0–100,0 мг	Черная смородина, облепиха Капуста, цитрусовые	200,0 40,0–60,0
Биотин	50,0 мкг	Почки, печень Соя	100,0–140,0 60,0
А (ретинол)	1,0 мг	Рыбий жир Печень трески, печень Масло сливочное	18,0–19,0 4,0–15,0 0,6–0,8
β-каротин	15,0 мг	Морковь Петрушка, укроп Перец, помидоры	9,0 4,0–5,7 1,2–2,0
Д (кальцеферол)	5,0 мкг	Печень трески Рыбий жир Мясо	375,0 210,0 2,0
Е (токоферол)	15 мг	Масло облепихи Масло соевое Масло подсолнечное	100,0–200,0 50,0–100,0 40,0–80,0
К (нафтохинон)	120 мкг	Шпинат Тыква Капуста	5000,0 4000,0 2000,0

Как видно из данных табл. 17, многие традиционные продукты питания могут содержать достаточно высокое количество витаминов, которые способны обеспечить нормальный или даже более высокий уровень потребления.

2.5.3. Витаминоподобные вещества

В настоящее время помимо витаминов выделяют и витаминоподобные вещества, которые, как и витамины, представляют собой самые разнообразные химические соединения. Некоторые из них в той или иной степени отличаются от истинных витаминов, являясь настоящими витаминами для отдельных животных и бактерий.

В настоящее время выделяют около 10 витаминоподобных веществ (иногда к ним относят полиненасыщенные омега-3 и омега-6 жирные кислоты). Все витаминоподобные вещества можно разделить в зависимости от рейтинга потребности (табл. 18).

Таблица 18

Витаминоподобные вещества, уровни потребности

Вещество	Синоним	Ед. изм.	Адекватный уровень	Верхний допустимый уровень
Инозит	Витамин В ₈	мг	500	1500
Холин	Витамин В ₄	мг	500	1000
<i>l</i> -карнитин	Витамин В ₇	мг	300	900
Оротовая кислота	Витамин В ₁₃	мг	300	900
Метилметионин-сульфоний	Витамин U	мг	200	500
Парааминобензойная кислота	Витамин Н ₁	мг	100	300
Биофлавоноиды	Витамин Р	мг	85	120
Убихинон	Кофермент	мг	30*	90
Липоевая кислота	Витамин N	мг	30	70
Пангамовая кислота	Витамин В ₁₅	мг	2,0	

* Суточная потребность Ко Q₁₀ от 40 до 140 мг, с пищей поступает от 5 до 15 мг.

Инозит (витамин В₈) – по химическому строению шестиатомный циклический спирт, одна из форм которого, миоинозит, биологически активна. Является компонентом инозилфосфатидов – фосфолипидов. Недостаток может приводить к жировой дегенерации печени. В медицине используется в лечении мышечной дистрофии.

Холин (витамин В₄) по строению представляет собой аминоэтиловый спирт. При всасывании в кишечнике фосфорилируется. В организме участвует в синтезе фосфатидов и ацетилхолина. Недостаток может приводить к жировой дистрофии печени. Потребность его возрастает при недостатке метионина. Используют при лечении заболеваний печени.

l-карнитин (витамин В₇)-γ-триметиламино-β-оксимасляная кислота, которая, в основном, содержится в мышечной ткани. Участвует и обмене жирных кислот, способствуя энергетике мышц.

Синтезируется в организме человека. Применяют при высоких физических нагрузках, как анаболическое средство при гипотрофии, задержке роста у детей.

Оротовая кислота (витамин В₁₃) – исходный продукт для синтеза уридинфосфата и последующего биосинтеза пиримидиновых оснований (урацила, цитозина и тимина), используемых при образовании нуклеиновых кислот. Применяют при нарушениях белкового обмена.

Метилметионинсульфоний (витамин U) – производное метионина, активный донор метильных групп в реакциях метилирования. Участвует в биосинтезе метионина из гомоцистеина. Незаменимость для человека не доказана. Применяют при лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки; способствует снижению гиперсекреции, стимулирует репаративные процессы, улучшает моторику кишечника и желчного пузыря.

Парааминобензойная кислота (ПАБК, витамин Н₁) – входит в состав фолиевой кислоты и ее производных. Необходима для нормального функционирования кишечной микрофлоры, которая использует ее для биосинтеза фолиевой кислоты.

Биофлавоноиды (витамин Р) – большая группа биологически активных веществ. Известно более 2000 различных биофлавоноидов, производных хромона и флавина, общей чертой которых является наличие нескольких фенольных гидроксильных групп. Наибольшей активностью обладают производные флавононов (гесперидин, нарингин, эридиктол) и флавонов (хризин, лютеолин, кверцетин, рутин). Биологической активностью витамина обладают также кумарины и антоцианы. Биофлавоноиды не накапливаются в организме и быстро окисляются до фенольных кислот (оксибензойной, ванилиновой, протокатеховой). Важная роль принадлежит биофлавоноидам как антиоксидантам, способным тормозить свободнорадикальные процессы перекисного окисления липидов и липопротеидов. Биофлавоноиды обладают способностью повышать устойчивость кровеносных капилляров и нормализовать их проницаемость, поэтому их активно применяют при лечении заболеваний, сопровождающихся геморрагическим синдромом.

Убихинон (кофермент, Ко Q₁₀) синтезируется в тканях человека и является универсальным коферментом, который осуществляет транспорт водорода через мембрану клетки, что обеспечивает функцию клеточного дыхания. Доказано антиоксидантное действие Ко Q₁₀.

Поэтому Ко Q₁₀ оказывает воздействие практически на все органы и системы организма и, в первую очередь, на сердечно-сосудистую систему. Падение содержания Ко Q₁₀ в крови отмечают при сердечно-сосудистых и онкологических заболеваниях, сахарном диабете. С 20-летнего возраста биосинтез Ко Q₁₀ в организме человека прогрессивно снижается.

Липоевая кислота (витамин N) выполняет роль кофермента окислительного декарбоксилирования пирувата и оксibuтирата и тесно связана с функцией витамина В₁. Липоевая кислота обладает мощным антиоксидантным действием. Липоевую кислоту назначают при лечении заболеваний печени (обладает выраженным гепатотропным действием), диабетическом полиневрите, атеросклерозе, при различных интоксикациях.

Пангамовая кислота (витамин В₁₅) участвует в процессах метилирования как донор метальных групп, активизирует окислительно-восстановительные процессы, способствует накоплению макроэргических соединений, повышает устойчивость к недостатку кислорода, физическую выносливость, усиливает процессы детоксикации.

В связи с этим пангамовую кислоту применяют при лечении заболеваний печени (гепатиты, цирроз), атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний, хронического алкоголизма. Препараты пангамовой кислоты назначают спортсменам для достижения более высоких результатов.

Содержание витаминоподобных веществ в пищевых продуктах представлено в табл. 19.

Таблица 19

Содержание витаминоподобных веществ в пищевых источниках

Вещество	Пищевой источник	Содержание в 100 г
Инозит	Апельсины, горох, дыни	120–250
	Мозг, печень, сердце	60–200
Холин	Яичный желток, печень	1100–1700
l-карнитин	Мясо	20–50
Оротовая кислота	Все продукты	
Витамин U	Капуста	50–85

Вещество	Пищевой источник	Содержание в 100 г
Парааминобензойная кислота	Печень, все продукты	2,5
Биофлавоноиды	Фрукты, овощи, рябина	4000
Убихинон, Ко Q ₁₀	Рыба	7,5
Липоевая кислота	Молоко	50–130
Пангамовая кислота	Все продукты	

Таким образом, витаминopodobные соединения представляют собой достаточно пеструю по химической структуре и свойствам группу биохимически активных веществ, многие из которых являются незаменимыми факторами (витаминами) для микроорганизмов. В то же время биофлавоноиды, липоевая кислота и Ко Q₁₀ являются мощными антиоксидантами. Перечисленные витаминopodobные вещества могут быть отнесены к витаминам. Отсутствие дефицита этих соединений связано с тем, что некоторые из них синтезируются в организме и почти все в большом количестве присутствуют в составе пищи. Несмотря на это, дополнительное назначение этих биологически активных веществ вызывает ощутимый клинический эффект, что может свидетельствовать о существовании физиологического дефицита их в организме больных людей.

2.5.4. Пищевые кислоты. Общая характеристика кислот пищевых объектов

Пищевые кислоты представляют собой разнообразную по своим свойствам группу веществ органической и неорганической природы.

Основные источники пищевых кислот – растительное сырье и продукты его переработки. Органические пищевые кислоты содержатся в большинстве видов растительных пищевых объектов – ягодах, фруктах, овощах, в том числе в корнеплодах, лиственной зелени. Наряду с сахарами и ароматическими соединениями они

формируют вкус и аромат плодов и, следовательно, продуктов их переработки.

В большинстве растительных объектов обнаружены нелетучие моно- и трикарбоновые кислоты, предельные и непредельные, в том числе гидрокси- и оксикислоты.

В продуктах переработки плодов, например в мезге, могут быть выявлены летучие кислоты – муравьиная и уксусная.

Кислотность молока и молочных продуктов формируется как за счет молочной кислоты, образуемой в результате биохимических превращений лактозы молока, так и за счет других, содержащихся в молоке кислот и кислых солей, а также кислотных групп казеина.

Разнообразие пищевых кислот в составе растительных объектов иллюстрирует табл. 20.

Таблица 20

Некоторые пищевые кислоты фруктов, ягод и овощей

Растительный объект	Основная кислота
Абрикосы	Яблочная, лимонная
Авокадо	Винная
Айва	Яблочная (без лимонной)
Ананасы	Лимонная, яблочная
Апельсины	Лимонная, яблочная, щавелевая
Апельсиновая кожура (цедра)	Яблочная, лимонная, щавелевая
Бананы	Яблочная, лимонная, винная, следы уксусной и муравьиной
Виноград	Яблочная и винная (3:2), лимонная, щавелевая
Вишня	Яблочная, лимонная, винная, янтарная, хинная, шикимовая, глицериновая, гликолевая
Грейпфруты	Лимонная, винная, яблочная, щавелевая
Груши	Яблочная, лимонная, винная, щавелевая
Ежевика	Изолимонная, яблочная, молочно-изолимонная, шикимовая, хинная, следы лимонной и щавелевой
Клубника (земляника)	Лимонная, яблочная, шикимовая, янтарная, глицериновая, гликолевая, аспарагиновая
Клюква	Лимонная, яблочная, бензойная

Растительный объект	Основная кислота
Клюква	Лимонная, яблочная, бензойная
Крыжовник	Лимонная, яблочная, шикимовая, хинная
Лаймы	Лимонная, яблочная, винная, щавелевая
Лимоны	Лимонная, яблочная, винная, щавелевая (без изолимонной)
Персики	Яблочная, лимонная
Сливы	Яблочная, винная, щавелевая
Смородина	Лимонная, винная, яблочная, янтарная
Финики	Лимонная, яблочная, уксусная
Черника	Лимонная, яблочная, глицериновая, лимонно-яблочная, гликолевая, янтарная, глюкуроновая, галактуроновая, хинная, глутаминовая, аспарагиновая
Яблоки	Яблочная, хинная, α -кетоглутаровая, щавелевоуксусная, лимонная, пировиноградная, фумаровая, молочная, янтарная
Бобы	Лимонная, яблочная, небольшие количества янтарной и фумаровой
Брокколи	Яблочная и лимонная (3:2), щавелевая, янтарная
Грибы	Кетостеариновая, фумаровая, аллантоиновая
Горох	Яблочная
Картофель	Яблочная, лимонная, щавелевая, фосфорная, пироглутаминовая
Морковь	Яблочная, лимонная, изолимонная, янтарная, фумаровая
Помидоры	Лимонная, яблочная, щавелевая, янтарная, гликолевая, винная, фосфорная, соляная, серная, фумаровая, галактуроновая
Ревень	Яблочная, лимонная, щавелевая

Наиболее типичными в составе различных плодов и ягод являются лимонная и яблочная кислоты. Из числа других кислот часто обнаруживаются хинная, янтарная и щавелевая. К распространенным относятся также шикимовая, гликолевая, фумаровая, глицериновая и винная кислоты.

Концентрации отдельных органических кислот в различных плодах и ягодах неодинаковы.

Цитрусовые плоды содержат преимущественно лимонную кислоту и небольшие количества яблочной. Содержание последней в апельсинах составляет 10–25 %, в мандаринах – до 20, в грейпфрутах и лимонах – до 5 % по отношению к общей кислотности. В отличие от плодов, в кожуре апельсинов содержится значительное (примерно 0,1 %) количество щавелевой кислоты.

Лимонная кислота оказывается основной также в кислотном спектре ананасов, где ее содержание достигает 85 %. На долю яблочной кислоты в этих плодах приходится около 10 %.

Доминирующей кислотой в составе семечковых и косточковых плодов является яблочная, содержание которой в их кислотном спектре колеблется от 50 до 90 %.

В кислых сортах яблок яблочная кислота составляет свыше 90 % общей кислотности, в черешне и вишне ее концентрация достигает 85–90 %, в сливах (в зависимости от сорта) – от 35 до 90 %. В числе других кислот в этих плодах – лимонная и хинная.

В большинстве видов ягод, за исключением винограда, крыжовника, черники и ежевики, преобладает лимонная кислота. Например, в землянике на ее долю приходится 70–90 %, в смородине – 85–90 %. Содержание яблочной кислоты в этих ягодах – 10–15 %. В ежевике 65–85 % составляет изолимонная кислота, а в составе крыжовника – 45 % яблочной и лимонной и 5–10 % – шикимовой.

Некоторое количество кислот в плодах и ягодах может находиться в виде солей (лимоны – 3 %, отдельные виды груш – 20–30 %).

Кислотный спектр овощей представлен теми же органическими кислотами, соотношение которых колеблется в значительных пределах. Наряду с уже известными, в составе овощей обнаруживаются янтарная, фумаровая, пироглутаминовая и некоторые другие кислоты различного строения.

Отличительной особенностью томатов является присутствие в них неорганических кислот – фосфорной, серной и соляной.

В составе молока и молочных продуктов основной органической кислотой является молочная кислота, образование которой связано с биохимическим превращением молочного сахара – лактозы под действием молочнокислых бактерий, происходящим в соответствии с уравнением реакции:



Пищевые кислоты в составе продовольственного сырья и продуктов выполняют различные функции, связанные с качеством пищевых объектов.

Главное вкусовое ощущение, вызываемое присутствием кислот в составе продукта, – кислый вкус, который в общем случае пропорционален концентрации ионов H^+ (с учетом различий в активности веществ, вызывающих одинаковое вкусовое восприятие). Например, пороговая концентрация (минимальная концентрация вкусового вещества, воспринимаемая органами чувств), позволяющая ощутить кислый вкус, составляет для лимонной кислоты 0,017 %, для уксусной – 0,03 %.

Кислый вкус пищевого продукта обуславливают ионы водорода, образующиеся в результате электролитической диссоциации содержащихся в нем кислот и кислых солей. Активность ионов водорода (активная кислотность) характеризуется показателем pH (отрицательный логарифм концентрации водородных ионов). Значения pH для некоторых жидких пищевых продуктов представлены в табл. 21.

Таблица 21

Значения pH для некоторых жидких пищевых продуктов

Пищевой продукт	Значение pH
Апельсиновый сок	3,2–3,5
Ананасовый сок	3,6
Виноградный сок	3,2
Грейпфрутовый сок	3,1
Банановый нектар	3,7
Пиво	4,2–4,6
Цельное молоко	6,6–6,8
Сгущенное молоко	6,1–6,4
Йогурт	4,0–4,3
Какао (напиток)	6,3–6,4

Практически все пищевые кислоты являются слабыми и в водных растворах диссоциируют. Кроме того, в пищевой системе могут находиться буферные вещества, в присутствии которых активность ионов водорода будет сохраняться примерно постоянной из-за ее

связи с равновесием диссоциации слабых электролитов. Примером такой системы является молоко.

Участие органических кислот в образовании аромата в различных продуктах неодинаково.

В состав ароматообразующего комплекса кисломолочных продуктов входят молочная, лимонная, уксусная, пропионовая и муравьиная кислоты.

Формирование качества продукта осуществляется на всех этапах технологического процесса его получения. При этом многие технологические показатели, обеспечивающие создание высококачественного продукта, зависят от активной кислотности (pH) пищевой системы.

В общем случае величина pH оказывает влияние на следующие технологические параметры:

- образование компонентов вкуса и аромата, характерных для конкретного вида продукта;
- коллоидная стабильность полидисперсной пищевой системы (коллоидное состояние белков молока или комплекса белково-дубильных соединений в пиве);
- термическая стабильность пищевой системы (термоустойчивость белковых веществ молочных продуктов, зависящая от состояния равновесия между ионизированным и коллоидно распределенным фосфатом кальция);
- биологическая стойкость (пиво и соки);
- активность ферментов;
- условия роста полезной микрофлоры и ее влияние на процессы созревания (пиво или сыры).

Значение пищевых кислот в питании человека определяется их энергетической ценностью (табл. 22) и участием в обмене веществ. Обычно они не вызывают дополнительной кислотной нагрузки в организме, окисляясь при обмене веществ с большой скоростью.

Таблица 22

Коэффициенты энергетической ценности основных пищевых кислот

Пищевая кислота	Коэффициент энергетической ценности, ккал/г
Лимонная	2,5
Яблочная	2,4
Молочная	3,6

Основная функция органических кислот, входящих в состав пищи, связана с участием в процессах пищеварения.

К таким функциям органических кислот относятся:

- активация перистальтики кишечника;
- стимуляция секреции пищеварительных соков;
- влияние на формирование определенного состава микрофлоры путем снижения рН среды;
- торможение развития гнилостных процессов в толстом кишечнике.

2.5.5. Ферменты

Ферменты – высокоспециализированные катализаторы белковой природы, вырабатываемые клетками растений, животных и микроорганизмов. Все процессы жизнедеятельности в организме осуществляются при их помощи.

Большинство ферментов состоит из белка и активной небелковой части (протетической группы, кофермента). Роль кофермента играет большинство витаминов (С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, Е), нуклеотиды, глутатион, сульфгидрильные группы и др.

Особенностью ферментов является специфичность их действия, т. к. они действуют на определенное вещество или определенный тип химической связи. Активность их зависит от температуры, величины рН и влажности среды, а также от влияния активаторов и ингибиторов. Оптимальная температура проявления их активности находится в пределах 35–50 °С. При более высоком нагревании активность ферментов снижается, при значении температуры 80–100 °С они обычно полностью теряют свои каталитические свойства. Температура инактивации у разных ферментов различна: инактивация амилазы в растворе происходит при 70 °С, инвертазы – при 59, трипсина и пепсина – при 65 °С.

Ферменты – биологические катализаторы белковой природы. Они значительно повышают скорость химических реакций, которые в отсутствие ферментов протекают очень медленно. При этом ферменты не расходуются и не претерпевают необратимых изменений.

Единицы активности ферментов. Любой ферментный препарат должен быть охарактеризован по его ферментативной активности.

Комиссия по ферментам Международного биохимического союза рекомендует использовать следующие понятия и выражения единиц активности ферментов.

Стандартная единица фермента – это такое количество фермента, которое катализирует превращение одного микромоля данного субстрата за одну минуту при заданных условиях. Стандартная единица фермента обозначается буквой Е (от русского слова «единица») или буквой U (от английского слова *unit*).

Удельная активность – это число единиц (Е или U), отнесенное к одному миллиграмму белка в ферментном препарате. Количество белка в препарате фермента может быть определено любым известным методом определения белка (метод Кьельдаля, метод Лоури и др.).

Молекулярная активность – число молекул данного субстрата или эквивалентов затронутых групп, превращаемых за одну минуту одной молекулой фермента при оптимальной концентрации субстрата. Это понятие соответствует числу оборотов, введенных Варбургом. Число оборотов по Варбургу – это число молей превращенного субстрата, приходящееся на моль фермента за минуту. Для определения молекулярной активности фермента нужно знать его молекулярную массу.

Катал – каталитическая активность, способная осуществлять реакцию со скоростью, равной одному молю в секунду в заданной системе измерения активности. Каталитическая активность в 1 катал (кат) при практическом применении оказывается слишком большой величиной, поэтому в большинстве случаев каталитические активности выражают в микрокаталах (мккат), нанокаталах (нкат) или пикокаталах (пкат). Стандартная единица фермента находится с каталом в следующем соотношении: 1 Е (U) = 16,67 нкат.

Классификация и номенклатура ферментов. Катализируемая химическая реакция представляет собой тот специфический признак, по которому один фермент отличается от другого. Поэтому естественно и логично, что классификация и номенклатура ферментов основываются на этом принципе. Современная классификация ферментов разработана специальной комиссией Международного биохимического союза.

В основе классификации лежат три положения:

- а) все ферменты делятся на 6 классов по типу катализируемой реакции;

б) каждый фермент получает систематическое название, включающее название субстрата, тип катализируемой реакции и окончание -аза; кроме того, Комиссией были сохранены и узаконены тривиальные названия. Таким образом, возникла двойная система наименования ферментов;

в) каждому ферменту присваивается четырехзначный шифр (код). Первое число указывает класс ферментов, второе – подкласс, третье – подподкласс, четвертое – порядковый номер фермента в подподклассе.

Например:

алкогольдегидрогеназа (Н.Ф.1.1.1.1): первая цифра (1) означает класс оксидоредуктаз, вторая цифра (1) – подкласс дегидрогеназ (действует на СН–ОН-группу доноров), третья цифра (1) – подподкласс анаэробных дегидрогеназ (акцептором служит НАД⁺ или НАДФ⁺), четвертая цифра (1) – конкретный фермент алкогольдегидрогеназу;

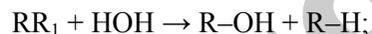
α-амилаза (Н.Ф.3.2.1.1): первая цифра (3) означает – класс гидролаз, вторая цифра (2) – подкласс карбогидраз, третья цифра (1) – подподкласс полиаз, четвертая цифра (1) – конкретный фермент α-амилазу.

Современная международная классификация ферментов делит все ферменты на 6 основных классов:

1 класс – оксидоредуктазы – ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции (присоединение O₂, отнятие и перенос H₂, перенос электронов);

2 класс – трансферазы – ферменты переноса. Катализируют перенос целых атомных группировок с одного соединения на другое (например, остатков моносахаридов, аминокислот, остатков фосфорной кислоты, металльных и аминных групп и т. п.);

3 класс – гидролазы – ферменты, катализирующие реакции гидролиза, т. е. расщепления сложных органических соединений на более простые с участием воды. Эти реакции могут быть выражены следующим уравнением:



4 класс – лиазы – ферменты, катализирующие реакции негидролитического отщепления каких-либо групп от субстрата с образованием двойной связи или присоединение группировок по месту разрыва двойной связи (например, отщепление H₂O, CO₂, NH₃ и т. п.);

5 класс – изомеразы – ферменты, катализирующие реакции изомеризации, т. е. внутримолекулярного переноса химических группировок и образование изомерных форм различных органических соединений;

6 класс – лигазы (синтетазы) – ферменты, катализирующие реакции синтеза, сопряженные с разрывом высокоэнергетической связи АТФ и других нуклеозидтрифосфатов (при этом возможно образование С–С-, С–S-, С–O-, и С–N-связей).

В табл. 23 представлены шифры, принятые для различных ферментов, их систематические и тривиальные названия. В нее включены только ферменты, имеющие принципиальное значение при хранении, переработке сырья и в производстве пищевых продуктов. В дальнейшем (там, где это возможно) будут применяться тривиальные названия.

Таблица 23

Номенклатура ферментов, имеющих значение в пищевой промышленности

Шифр	Систематическое название	Тривиальное название
<i>Оксидоредуктазы</i>		
1.1.3.4	β-D-глюкоза: O ₂ -оксидоредуктаза	Глюкозооксидаза
1.11.1.6	H ₂ O ₂ : H ₂ O ₂ -оксидоредуктаза	Каталаза
1.14.18.1	Монофенол, дигидроксифенилаланин: O ₂ -оксидоредуктаза	Монофенолоксидаза, полифенолоксидаза, тирозиназа, фенолаза
<i>Гидролазы</i>		
3.1.1.3	Триацилглицерол – ацилгидролаза	Липаза, триацилглицероллипаза
3.1.1.11	Пектин-пектилгидролаза	Пектинэстераза
3.2.1.1	1,4-α-D-глюкан глюканогидролаза	α-амилаза
3.2.1.2	1,4-α-D-глюкан мальтогидролаза	β-амилаза
3.2.1.3	1,4-α-D-глюкан глюкогидролаза	γ-амилаза, глюкоамилаза
3.2.1.4	1,4-β-D-глюкан-4-глюкогидролаза	Целлюлаза
3.2.1.15	Поли-α-1,4-галактуронид-гликаногидролаза	Полигалактуроназа

Шифр	Систематическое название	Тривиальное название
3.2.1.20	α -D-глюкозид глюкогидролаза	α -гликозидаза
3.2.1.21	D-глюкозид глюкогидролаза	β -гликозидаза
3.2.1.23	β -D-глюкозид галактогидролаза	Лактаза, β -галактозидаза
3.4.23.1	–	Пепсин
3.4.23.4	–	Химозин (реннин)
3.4.21.4	–	Трипсин
3.4.21.1	–	Химотрипсин
3.4.22.5	–	Эластаза
3.4.21.1	–	Папаин
3.4.21.6	–	Химопапаин
3.4.22.6	–	Фицин
3.4.22.3	–	Бромелаин
3.4.22.14	–	Субтилизин
3.4.23.6	–	Кислая протеиназа
3.4.24.3	–	Коллагеназа
<i>Изомеразы</i>		
5.3.1.9	D-глюкозо-6-фосфат-кетозизомераза	Глюкозоизомераза, глюкозофосфат-изомераза

Внимание технологов, перерабатывающих биологическое сырье, привлекают, прежде всего, ферменты 1-го класса – оксидоредуктазы, а также 3-го класса – гидролазы, поскольку при переработке пищевого сырья происходит разрушение клеточной структуры биологического материала, повышается доступ кислорода воздуха к измельченным тканям и создаются благоприятные условия для действия ферментов типа оксигеназ, а также высвобождаются гидролитические ферменты, которые активно расщепляют все основные структурные компоненты клетки (белки, липиды, полисахариды), в связи с чем процессы распада клеточного содержимого (процессы автолиза, самопереваривания) становятся преобладающими.

2.6. Чужеродные вещества. Антиалиментарные факторы питания

Пищевые продукты представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие из сотен химических соединений. Эти соединения можно условно разделить на следующие три группы:

1) соединения, имеющие алиментарное значение. Это необходимые организму нутриенты: белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества;

2) вещества, участвующие в формировании вкуса, аромата, цвета, предшественники и продукты распада основных нутриентов, другие биологически активные вещества. Они носят условно неалиментарный характер. К этой группе относят также природные соединения, обладающие антиалиментарными и токсическими свойствами;

3) чужеродные, потенциально опасные соединения антропогенного или природного происхождения. Согласно принятой терминологии, их называют контаминантами, ксенобиотиками, чужеродными химическими веществами (ЧХВ).

В целом классификация вредных и посторонних веществ в сырье и пищевых продуктах может быть представлена в виде схемы (рис. 5).

Основные пути загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья:

- использование неразрешенных красителей, консервантов, антиокислителей или их применение в повышенных дозах;
- применение новых нетрадиционных технологий производства продуктов питания или отдельных пищевых веществ, в том числе полученных путем химического и микробиологического синтеза;
- загрязнение сельскохозяйственных культур и продуктов животноводства пестицидами, используемыми для борьбы с вредителями растений и в ветеринарной практике для профилактики заболеваний животных;
- нарушение гигиенических правил использования в растениеводстве удобрений, оросительных вод, твердых и жидких отходов промышленности и животноводства и других сточных вод, осадков очистных сооружений и т. п.;
- использование в животноводстве и птицеводстве неразрешенных кормовых добавок, консервантов, стимуляторов роста, профилактических и лечебных медикаментов или применение разрешенных добавок и т. п. в повышенных дозах;

– миграция в продукты питания токсичных веществ из пищевого оборудования, посуды, инвентаря, тары, упаковок, вследствие использования неразрешенных полимерных, резиновых и металлических материалов;

– образование в пищевых продуктах эндогенных токсических соединений в процессе теплового воздействия (кипячения, жарки, облучения) и других способов воздействия;

– несоблюдение санитарных требований в технологии производства и хранения пищевых продуктов, что приводит к образованию бактериальных токсинов;

– поступление в продукты питания токсических веществ, в том числе радионуклидов, из окружающей среды.



Рис. 5. Классификация посторонних и вредных веществ пищи

Ксенобиотики поступают из окружающей среды, в которую они попадают в основном с отходами от промышленных предприятий,

автотранспорта, при использовании пестицидов, при применении полимерных и иных материалов, из которых изготавливаются посуда, упаковочные и другие изделия, контактирующие с пищевыми продуктами. Около 4 млн химических веществ признаны потенциально опасными для окружающей среды, свыше 180 тыс. из них обладают выраженными токсическими и мутагенными эффектами. Кроме того, в настоящее время появляются новые и модифицируются традиционные технологии получения продуктов питания, которые часто связаны с применением жестких видов воздействия на сырье и полупродукты, что не всегда является оправданным и приводит к возникновению токсичных веществ. Следует также помнить о присутствии в сырье и готовых продуктах антиалиментарных факторов питания.

2.6.1. Меры токсичности ЧХВ

Передвигаясь по пищевым цепям, ЧХВ попадают в организм человека и вызывают серьезные нарушения здоровья от острых отравлений с летальным исходом до заболеваний, проявляющихся через годы. Существуют две основные характеристики токсичности – ЛД₅₀ и ЛД₁₀₀. ЛД – аббревиатура летальной дозы, т. е. дозы, вызывающей гибель 50 или 100 % экспериментальных животных (при однократном введении). Токсичными считаются те вещества, для которых ЛД чрезвычайно мала: от 5 до 50 мг/кг массы тела.

Следует отметить, что при хронической интоксикации решающее значение приобретает способность вещества проявлять кумулятивные свойства, т. е. накапливаться в организме. Необходимо учитывать, что человек в течение всей жизни может получить вместе с пищей целый комплекс ЧХВ либо в виде контаминантов-загрязнителей, либо в виде добавок к пищевым продуктам. Они оказывают комбинированное действие на организм и взаимодействуют с нутриентами. На основании токсикологических критериев (с точки зрения гигиены питания) международными организациями ООН – ВОЗ и ФАО, а также организациями здравоохранения отдельных государств приняты следующие базисные (основные) показатели: ПДД (предельно допустимая доза), ДСД (допустимая суточная доза) и ДСП (допустимое суточное потребление), которые рассчитываются на 60 кг массы человека.

2.6.2. Потенциально опасные химические вещества.

Токсичные элементы

Во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктах нормируются токсичные элементы, т. к. они составляют опасную в токсикологическом отношении группу веществ. Обычно рассматривают 14 элементов: ртуть, свинец, кадмий, олово, цинк, алюминий, железо, медь, барий, хром, талий, мышьяк и сурьму. Не все перечисленные элементы являются ядовитыми, некоторые из них необходимы для нормальной жизнедеятельности человека и животных. В большинстве случаев реализация того или иного эффекта зависит от концентрации этих веществ. Для большинства продуктов установлены ПДК токсичных элементов. К детским и диетическим продуктам предъявляются более жесткие требования. Наибольшую опасность из вышеназванных элементов представляют ртуть, свинец, кадмий.

Мышьяк ядовит в чистом виде только в высоких концентрациях. Сильно ядовиты соединения мышьяка: мышьяковистый ангидрид, арсениты и арсенаты, которые содержатся во всех объектах биосферы. Источниками загрязнения окружающей среды мышьяком являются электростанции, использующие бурый уголь, медеплавильные заводы; он используется при производстве полупроводников, стекла, красителей, инсектицидов, фунгицидов. По данным ФАО/ВОЗ, в организм человека с суточным рационом поступает в среднем 0,05–0,45 мг мышьяка. ДСД – 0,05 мг/кг массы тела.

Первые данные о токсичности алюминия были получены в 70-х гг. XX в. Это явилось неожиданностью для человечества. Будучи третьим по распространенности элементом земной коры и обладая ценными качествами, металлический алюминий нашел широкое применение в технике и быту. Поставщиками алюминия в организм человека является алюминиевая посуда, если она контактирует с кислой или щелочной средой, а также вода, которая обогащается ионами алюминия на водоочистительных станциях. Не следует злоупотреблять содержащими гидроксид алюминия лекарствами. Как буферную добавку вводят гидроксид алюминия и в некоторые препараты аспирина и в губную помаду. Среди пищевых продуктов наивысшая концентрация алюминия в чае (до 20 мг/г). При нарушении деятельности почек происходит накопление алюминия,

что приводит к нарушению обмена кальция, фосфора, магния, фтора, сопровождающееся различными формами анемии.

Диоксины – высокотоксичные соединения, обладающие мутагенными и канцерогенными свойствами. Они представляют реальную угрозу загрязнения пищевых продуктов, включая воду. Диоксины являются побочными продуктами производства пластмасс, пестицидов, бумаги. Они обнаруживаются при сжигании отходов в мусоросжигательных печах, на тепловых электростанциях; присутствуют в выхлопных газах автомобилей, при горении синтетических покрытий и масла, на городских свалках, т. е. практически везде, где ионы хлора взаимодействуют с активным углеродом в кислой среде. Группа диоксинов объединяет сотни веществ. Классический диоксин – тетрахлордibenзопара-диоксин (ТХДД), действие которого сильнее цианидов, стрихнина. Он выбран за эталон онкотоксичности, устойчив к действию различных веществ и температуры, не воспламеняем, хорошо растворим в органических растворителях. Под диоксинами следует понимать не какое-либо конкретное вещество, а несколько десятков семейств. Это 75 полихлорированных дибензодиоксинов, 135 полихлорированных дибензофуранов, 210 веществ из броморганических семейств, несколько тысяч смешанных бром- и хлорсодержащих соединений. При попадании в окружающую среду диоксины интенсивно накапливаются в почве, водоемах, активно мигрируют по пищевым цепям (рис. 6).

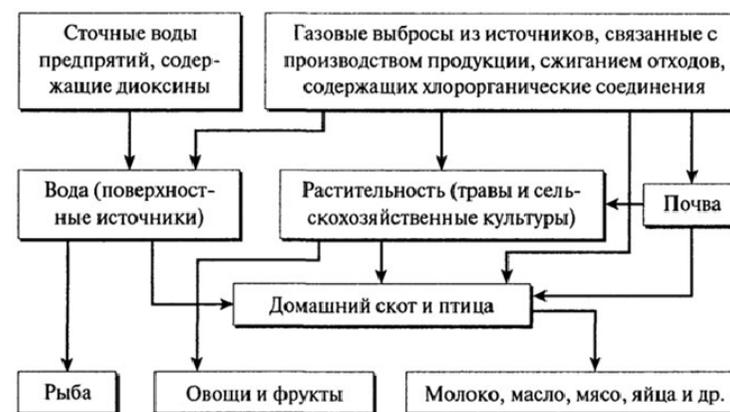


Рис. 6. Пути поступления диоксинов и передачи их по пищевым цепям

В опасных концентрациях диоксины обнаруживаются в пищевых жирах, мясе, молочных продуктах, рыбе (особенно жирной). В коровьем молоке содержание диоксинов в 40–200 раз превышает их наличие в тканях животного. Источниками диоксинов могут быть и корнеплоды (картофель, морковь и пр.). Для диоксинов не существует таких норм, как ПДК – эти вещества токсичны в любых концентрациях. Их опасность очень велика, поэтому они относятся к суперэтоксикантам. В целом, установление санитарных норм по диоксину в различных странах базируется на разных критериях. В Европе как основной принят показатель онкогенности, в США – показатель иммунотоксичности. Расчет ДСД ведется таким образом, чтобы за 70 лет жизни в организм человека поступило не больше 10^{-11} г/кг в день. В борьбе с диоксинами уже достигнуты определенные успехи. Во многих странах мира решаются вопросы совершенствования технологических процессов. В США и в странах Западной Европы ведется кампания за сортировку бытовых отходов, отделение пластмассовых изделий. В Швеции удалось найти способ получения бездиоксиновой бумаги. В ФРГ, США, Нидерландах, Японии после реконструкции мусоросжигательных заводов удалось свести образование диоксинов до минимума, во Франции разработаны антидиоксиновые фильтры.

2.6.3. Полициклические ароматические углеводороды

Среди ПАУ насчитывают более 200 представителей, которые являются сильными канцерогенами. К наиболее активным канцерогенам относят 3,4-бенз(а)пирен, который был идентифицирован в 1933 г. как канцерогенный компонент сажи и смолы, а также холантрен, перилен и дибенз(а)пирен. Об уровне их загрязнения ПАУ и степени онкогенной опасности для человека судят по содержанию бенз(а)пирена. Ежегодно в биосферу поступают тысячи тонн бенз(а)пирена природного происхождения. Еще больше – за счет техногенных источников. Образуются ПАУ в процессах сгорания нефтепродуктов, угля, дерева, мусора, пищи, табака, причем, чем ниже температура, тем больше образуется ПАУ.

В пищевом сырье, полученном из экологически чистых растений, концентрация бенз(а)пирена – 0,03–1,00 мкг/кг. Условия термической

обработки значительно увеличивают его содержание (до 50 мкг/кг и более). Полимерные упаковочные материалы могут играть немаловажную роль в загрязнении пищевых продуктов ПАУ, например жир молока экстрагирует до 95 % бенз(а)пирена из парафинобумажных пакетов или стаканчиков. Высока концентрация бенз(а)пирена и в табачном дыме.

С пищей взрослый человек получает бенз(а)пирена 0,006 мг/год. Попадает бенз(а)пирен в организм человека с такими пищевыми продуктами, в которых до настоящего времени существование канцерогенных веществ не предполагалось (хлеб, овощи, фрукты, маргарин, растительные масла, обжаренные зерна кофе, копчености, жареные мясные продукты). Причем его содержание значительно колеблется в зависимости от способа технологической и кулинарной обработки или от степени загрязнения окружающей среды.

2.6.4. Вещества, применяемые в растениеводстве и в животноводстве

Пестициды. Это вещества различной химической природы, применяемые в сельском хозяйстве для защиты культурных растений от сорняков, вредителей и болезней, т. е. химические средства защиты растений. Мировое производство пестицидов составляет около 2 млн т в год. В настоящее время в мировой практике используют около 10 тыс. наименований пестицидных препаратов на основе 1500 действующих веществ, которые относятся к различным химическим группам. Наиболее распространены следующие: хлорорганические (ХОП), фосфорорганические (ФОП), карбаматы (производные карбаминовой кислоты), ртутьорганические (РОП), синтетические перитроиды (СП) и медьсодержащие фунгициды.

При использовании указанных пестицидов возникают три основные проблемы.

1. Определенные пестициды, в частности РОП, имеют тенденцию накапливаться в живых организмах, причем их концентрация возрастает по мере продвижения по пищевым цепям. Это явление называют эффектом биологического усиления.

Примером биологического усиливающегося пестицида служит ДДТ – дихлор-дифенил-трихлорэтан (дуст). В 60-е гг. прошлого столетия ДДТ был запрещен во многих странах, в 1970 г. – в СССР.

2. После обработки пестициды могут в течение длительного времени сохраняться в почве или на культурных растениях. ХОП и пестициды, содержащие мышьяк, свинец или ртуть, относятся к группе устойчивых: они не разрушаются в течение одного вегетативного сезона под действием солнца и бактерий.

3. Вредители способны становиться устойчивыми к пестицидам, т. е. пестициды перестают их уничтожать. В результате приходится повышать концентрацию пестицидов, что приводит к увеличению остаточных количеств пестицидов в продуктах питания.

Нарушения гигиенических норм хранения, транспортировки и применения пестицидов, низкая культура работы с ними приводят к их накоплению в кормах, продовольственном сырье и пищевых продуктах. Способность аккумулироваться и передаваться по пищевым цепям приводит к их широкому распространению и негативному влиянию на здоровье человека. Применение пестицидов и их роль в борьбе с различными вредителями в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, их влиянии на окружающую среду и здоровье человека вызывают неоднозначные оценки различных специалистов. Очевидно, что полностью отказаться от применения пестицидов невозможно, поэтому очень важен контроль производства и применения пестицидов со стороны различных ведомств и организаций.

Для снижения остаточных количеств пестицидов в пищевом сырье и продуктах необходима тщательная технологическая и кулинарная обработка сельскохозяйственной продукции.

Нитраты, нитриты, нитрозамины. Нитраты широко распространены в природе, они являются нормальными метаболитами любого живого организма, как растительного, так и животного. В организме человека в сутки образуется и используется в обменных процессах более 100 мг нитратов. При потреблении в повышенном количестве нитраты в пищеварительном тракте частично восстанавливаются до нитритов. Механизм токсического действия нитритов в организме заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови. Образуется метгемоглобин, неспособный связывать и переносить кислород. 1 мг нитрита натрия может перевести

в метгемоглобин около 2000 мг гемоглобина. Согласно данным ФАО/ВОЗ, ДСД нитрита составляет 0,2 мг/кг массы тела, исключая грудных детей. Острая интоксикация отмечается при одноразовой дозе с 200–300 мг, летальный исход – при 300–2500 мг. Токсичность нитритов будет зависеть от пищевого рациона, индивидуальных особенностей организма, в частности от активности фермента метгемоглобинредуктазы, способного восстанавливать метгемоглобин в гемоглобин. Хроническое воздействие нитритов приводит к снижению в организме уровня витаминов А, Е, С, В₁, В₆, что сказывается на снижении устойчивости организма к воздействию различных негативных факторов, в том числе и онкогенных. Нитраты сами по себе не обладают выраженной токсичностью, однако одноразовый прием 1–4 г нитратов вызывает у людей острое отравление, а доза 8–14 г может оказаться смертельной. ДСД, в пересчете на нитрат ион, составляет 5 мг/кг массы тела, ПДК нитратов в питьевой воде – 45 мг/л.

Основными источниками поступления нитратов и нитритов в организм человека являются, в первую очередь, растительные продукты. Содержание нитратов в растительном сырье зависит от индивидуальных особенностей растений (особенно накапливают их листовые овощи, свекла, тыквенные), степени зрелости плодов, количества и частоты применения азотистых удобрений, от применения некоторых гербицидов.

Помимо растений, источниками нитратов и нитритов для человека являются мясные продукты, а также колбасы, рыба, сыры, при производстве которых нитрит натрия или калия используют в качестве пищевой добавки для сохранения окраски продукта. Существенное снижение синтеза нитрозосоединений может быть достигнуто путем добавления к пищевым продуктам витамина С.

Антибиотики. Применяются с целью повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, профилактики заболеваний, сохранения качества кормов в животноводстве. Различают:

- естественные антибиотики (содержатся в луке, чесноке, меде, яичном белке и т. п.);
- антибиотики, образующиеся в результате производства пищевых продуктов (например, при ферментации некоторых сыров);
- антибиотики, попадающие в пищевые продукты в результате лечебно-ветеринарных мероприятий. Антибиотики, применяемые

в ветеринарной практике, способны переходить в мясо животных, яйца птиц, другие продукты и оказывать токсическое действие на организм человека. Особое значение имеет загрязнение молока пенициллином, который очень широко используется в терапевтических целях для борьбы со стафилококковой инфекцией;

– антибиотики, попадающие в пищевые продукты при использовании их в качестве биостимуляторов. Их применяют для улучшения усвояемости кормов и стимуляции роста (хлортетрациклин и окситетрациклин);

– антибиотики, применяемые в качестве консервирующих веществ (из группы тетрациклинов).

В некоторых странах применение антибиотиков в качестве консервантов запрещено.

Сульфаниламиды. Антимикробное действие сульфаниламидов менее эффективно, чем действие антибиотиков, но они дешевле и более доступны для борьбы с инфекционными заболеваниями животных. Сульфаниламиды способны накапливаться в организме животных и птицы и загрязнять животноводческую продукцию.

Гормональные препараты. Используют в ветеринарии и животноводстве для улучшения усвояемости кормов, стимуляции роста животных, ускорения полового созревания. В настоящее время созданы синтетические гормональные препараты, которые по анаболическому действию значительно эффективнее природных гормонов. Однако, в отличие от природных аналогов, многие синтетические гормоны оказались более устойчивыми, они плохо метаболизируются, накапливаются в организме животных в больших количествах и передаются по пищевым цепям. Многие из них стабильны при приготовлении пищи и способны вызывать дисбаланс в обмене веществ и физиологических функциях организма человека.

Транквилизаторы. Успокаивающие средства, седативные и гипнотические препараты применяются с целью предупреждения стрессовых состояний у животных, например при транспортировке или перед забоем. Их применение должно проводиться под строгим контролем. Для того чтобы мясо не содержало остатков этих препаратов, они должны быть отменены не менее, чем за 6 дней до забоя животных.

Систематическое употребление продуктов питания, загрязненных антибиотиками, сульфаниламидами, гормональными препаратами, транквилизаторами и другими препаратами, ухудшает их качество,

затрудняет проведение санитарно-ветеринарной экспертизы этих продуктов, приводит к возникновению резистентных форм микроорганизмов, является причиной дисбактериозов. Поэтому очень важно обеспечить необходимый контроль остаточных количеств загрязнителей в продуктах питания, используя для этого быстрые и надежные методы.

Радиоактивное загрязнение. Существуют три пути попадания радиоактивных веществ в организм человека: при вдыхании воздуха, загрязненного радиоактивными веществами; через желудочно-кишечный тракт – с пищей и водой; через кожу. Для наиболее опасных искусственных радионуклидов, к которым следует отнести долгоживущие ^{90}Sr , ^{137}Cs и короткоживущий ^{131}I , в настоящее время выявлены закономерности всасывания, распределения, накопления и выделения, а также механизмы их связи с различными биологическими структурами.

Принято рассматривать 3 этапа радиационного поражения клетки.

1 этап – физический. На этом этапе происходят ионизация и возбуждение макромолекул, при этом поглощенная энергия реализуется в слабых местах (в белках – SH-группы, в ДНК – хромофорные группы тиамин, в липидах – ненасыщенные связи).

2 этап – химические преобразования. На этом этапе происходит взаимодействие радикалов белков, нуклеиновых кислот, липидов с водой, кислородом, с радикалами воды и т. п., что приводит к образованию гидроперекисей, ускоряет процессы окисления, вызывает множественные изменения молекул. Разрушается структура биологических мембран, усиливаются другие процессы деструкции, высвобождаются ферменты, наблюдается изменение их активности.

3 этап – биохимический. На этом этапе происходят нарушения, которые связаны с высвобождением и изменением активности ферментов. Активность одних ферментов после облучения возрастает, других – снижается, третьих – остается неизменной. К числу наиболее радиочувствительных процессов в клетке относится окислительное фосфорилирование. Оно проявляется в повреждении системы генерирования АТФ, без которой не обходится ни один процесс жизнедеятельности.

По степени возрастания чувствительности к ионизирующему излучению клетки и ткани организма человека можно расположить

в следующем порядке: нервная ткань, хрящевая и костная ткани, мышечная ткань, соединительная ткань, щитовидная железа, пищеварительные органы, легкие, кожа, слизистые оболочки, половые железы, лимфоидная ткань, костный мозг.

Важнейшим фактором предотвращения накопления радионуклидов в организме людей является питание. Установлено, что обогащение рациона рыбой, кальцием, фтором, витаминами А, Е, С, которые являются антиоксидантами, а также неусвояемыми углеводами (пектин) способствует снижению риска онкологических заболеваний, вызываемых радионуклидами.

Природные токсиканты. Природные токсиканты, не уступающие по канцерогенной активности антропогенным ксенобиотикам, из-за своей широкой распространенности представляют огромный риск для здоровья населения планеты. При остром воздействии наибольшую опасность представляют бактериальные токсины. С точки зрения хронического воздействия и опасности отдаленных последствий, на первое место по степени риска выходят микотоксины. Бактериальные токсины загрязняют пищевые продукты и являются причиной острых пищевых интоксикаций. Отмечены наиболее часто регистрируемые интоксикации, связанные с поражением пищевых продуктов некоторыми бактериальными токсинами.

Стафилококковые бактерии – грамположительные бактерии, являются причиной стафилококкового пищевого отравления, например, идентифицирована бактерия *S. aureus* – энтеротоксин, устойчивый к нагреванию, сохраняющий активность при значении температуры, равной 70 °С, в течение 30 мин, при 80 С – 10 мин.

Еще более устойчивы к нагреванию энтеротоксины *S. aureus*. Их окончательная инактивация наступает только после 2,5–3 ч кипячения. *S. aureus* устойчива к высоким концентрациям соли и сахара. Жизнедеятельность бактерий прекращается при концентрации соли в воде более 12 %, сахара – 60–70 %, что необходимо учитывать при консервировании пищевых продуктов. Бактерицидным действием по отношению к стафилококкам обладают уксусная, лимонная, фосфорная, молочная кислоты при рН до 4,5.

Источником инфекции могут быть человек и сельскохозяйственные животные. Наиболее благоприятной средой для роста и развития стафилококков являются молоко, мясо и продукты их

переработки, а также кондитерские кремовые изделия, в которых концентрация сахара составляет менее 50 %.

В сыром молоке *S. aureus* размножается и продуцирует токсины слабее, чем в пастеризованном, поскольку они подавляются другой микрофлорой молока. В кисломолочных продуктах *S. aureus* и токсины отсутствуют, т. к. подавляются молочнокислыми бактериями. Попадая в молоко, стафилококк продуцирует энтеротоксины при 35–37 °С в течение 5 ч.

Загрязнение мяса стафилококками происходит во время убоя животного и при переработке сырья. Как и в сыром молоке, конкурирующая микрофлора не дает возможности быстрого размножения этих бактерий в сыром мясе. При определенных технологических условиях, особенно при ликвидации конкурирующей микрофлоры, стафилококки могут активно размножаться в мясопродуктах и продуцировать энтеротоксины. В мясном фарше, сыром и вареном мясе стафилококки продуцируют токсины при оптимальных условиях (22–37 °С) через 14–26 ч. Добавление в фарш белого хлеба увеличивает скорость образования токсических метаболитов в 2–3 раза. Концентрация соли, используемой для посола, не ингибирует *S. aureus*; рН мяса и мясных продуктов, предотвращающая развитие бактерий, – не выше 4,8. Копчение колбас при определенной температуре способствует росту стафилококков.

Clostridium botulinum продуцирует токсины, представляющие особую опасность для человека. Эти микроорганизмы являются облигатными анаэробами с термостабильными спорами. Ботулинический токсин – сильнейший яд в мире (белковый нейротоксин), не разрушается в кишечнике. Различают 7 типов ботулотоксинов от А до G, причем наибольшей токсичностью обладают токсины А и Е. Они поражают рыбные, мясные продукты, фруктовые, овощные и грибные консервы при недостаточной тепловой обработке и в условиях резкого снижения содержания кислорода (герметично закупоренные консервы). Причем бомбаж зачастую не происходит.

К токсинообразующим микроорганизмам, вызывающим пищевые отравления у человека, относятся также *Clostridium perfringens* – спорообразующие анаэробные грамположительные бактерии, которые продуцируют большое число энтеротоксинов.

Сальмонеллез – брюшной тиф – пищевая инфекция, вызываемая бактерией *Salmonella typhi*. Источники сальмонелл – яйца и мясо кур.

Бактерия выдерживает длительное кипячение, погибает при значенных температуры, равной 120 °С. В яйцах бактерия уничтожается при варке вкрутую. Яйца следует варить 5–9 мин, если класть в кипящую воду, 14–20 мин, если класть в холодную воду. В пищевых продуктах могут встречаться различные вирусы, которые представляют потенциальную опасность для человека: вирусы, вызывающие гепатит, вирус полиомиелита (поражает спинной мозг).

В продуктах животного происхождения могут находиться различные паразиты. Мясо, например, может быть фактором передачи ряда гельминтов, наиболее распространенными из которых являются *Trichinella spiralis* и *Trichinella pseudospiralis*. Заражение человека происходит при употреблении недостаточно термически обработанного свиного мяса, непросоленного шпика, мяса диких кабанов, в котором присутствует личиночная форма гельминта. В рыбе и других гидробионтах встречаются опасные для человека личинки гельминтов: цестоды, трематоды, нематоды и скребни, которые вызывают различные заболевания у людей.

Микотоксины – это вторичные метаболиты микроскопических плесневых грибов, обладающие выраженными токсическими свойствами.

Афлатоксины (АТ) представляют собой одну из наиболее опасных групп микотоксинов, обладающих сильными канцерогенными свойствами. Их продуцируют плесневые грибы: *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*. К семейству АТ относят более 20 соединений, 4 из которых основные – В₁, В₂, G₁ и G₂. Остальные – их производные или метаболиты (М₁, М₂, Р и др.). Продуценты афлатоксинов могут развиваться и образовывать токсины на различных естественных субстратах (продовольственное сырье, пищевые продукты, корма), причем не только в странах с тропическим и субтропическим климатом, как полагали ранее, но практически повсеместно, за исключением, быть может, наиболее холодных районов Северной Европы и Канады.

Оптимальными значениями температуры для образования токсинов являются 27–30 °С, хотя синтез афлатоксинов возможен и при более низких (12–13 °С) или при более высоких (40–42 °С) значениях температуры.

Например, в условиях производственного хранения зерна максимальное образование афлатоксинов происходит при 35–45 °С,

что значительно превышает температурный оптимум, установленный в лабораторных условиях.

Другим критическим фактором, определяющим рост микроскопических грибов и синтез афлатоксинов, является влажность субстрата и атмосферного воздуха. Максимальный синтез токсинов наблюдается обычно при значении влажности выше 18 % для субстратов, богатых крахмалом (пшеница, ячмень, рожь, овес, рис, кукуруза, сорго), и выше 9–10 % – для субстратов с высоким содержанием липидов (арахис, подсолнечник, семена хлопчатника, различные виды орехов).

Афлатоксины характеризуются широким спектром токсического действия. Летальная доза АТ В₁ для человека составляет около 2 мг/кг массы. По данным ВОЗ, человек при благоприятной гигиенической ситуации потребляет с суточным рационом до 0,19 мкг АТ, что не оказывает отрицательного воздействия на организм.

С молоком коров, потреблявших заплесневелые корма, загрязненные АТ В₁ и В₂, может выделяться до 3 % потребленных АТ в виде соответствующих гидроксигированных метаболитов АТ М₁ и М₂.

Биологическое действие афлатоксинов проявляется не только в виде острого токсического действия, но и отдаленных последствий – канцерогенного, мутагенного и тератогенного эффектов.

Афлатоксины не разрушаются при кулинарной обработке и при пастеризации, но разлагаются под действием УФЛ, озонирования, а также щелочей и окислителей. К сожалению, каждый метод имеет свои недостатки. Так, химические методы приводят к разрушению не только афлатоксинов, но и полезных нутриентов, нарушают их всасывание.

Установлены ПДК на содержание АТ В₁ в пищевых продуктах на уровне 0,005 мг/кг всех пищевых продуктов, для молока и молочных продуктов – 0,001 мг/кг (для АТ М₁ – 0,5 мкг/кг). В сырье, предназначенном для производства детских продуктов питания, АТ В₁ не допускаются.

Микотоксины, продуцируемые микроскопическими грибами рода *Penicillium*, распространены повсеместно и представляют реальную опасность для здоровья человека. Патулин – особо опасный микотоксин, обладающий канцерогенными и мутагенными свойствами. Продуценты патулина поражают в основном фрукты и некоторые овощи, вызывая их гниение. Патулин обнаружен в яблоках,

грушах, абрикосах, персиках, вишне, винограде, бананах, клубнике, голубике, бруснике, облепихе, айве, томатах.

Наиболее часто патулином поражаются яблоки, где содержание токсина может достигать до 17,5 мг/кг. Интересно, что патулин концентрируется в основном в подгнившей части яблока, в отличие от томатов, где он распределяется равномерно по всей ткани.

Патулин в высоких концентрациях обнаруживается и в продуктах переработки фруктов и овощей: соках, компотах, пюре и джемах. Особенно часто его находят в яблочном соке (0,02–0,40 мг/л).

Интересным является тот факт, что цитрусовые и некоторые овощные культуры, такие как картофель, лук, редис, редька, баклажаны, цветная капуста, тыква и хрен обладают естественной устойчивостью к заражению грибами – продуцентами патулина.

В домашних условиях микотоксины могут появиться в заплесневевших плодоягодных компотах, вареньях, джемах, приготовленных с нарушением технологии или неправильно хранящихся. Если поверхность продукта в банке полностью покрыта плесенью, то такой продукт следует обязательно выбросить. Токсины плесеней диффундируют вглубь весьма интенсивно, а поскольку они бесцветны, то на глаз установить степень проникновения невозможно. По этим соображениям не следует употреблять даже частично поврежденные прогнившие яблоки и ягоды.

2.6.5. Антиалиментарные факторы питания

Помимо чужеродных соединений, загрязняющих пищевые продукты, и природных токсикантов необходимо учитывать действие веществ, не обладающих токсичностью, но способных избирательно ухудшать или блокировать усвоение нутриентов. Эти соединения принято называть антиалиментарными факторами питания. Термин распространяется только на вещества природного происхождения, которые являются составными частями натуральных продуктов питания.

Ингибиторы пищеварительных ферментов. К этой группе относятся вещества белковой природы, блокирующие активность пищеварительных ферментов (пепсин, трипсин, химотрипсин, α -амилаза). Белковые ингибиторы обнаружены в семенах бобовых культур (соя, фасоль), злаковых (пшеница, ячмень и др.), в картофеле,

яичном белке и других продуктах растительного и животного происхождения.

Механизм действия этих соединений заключается в образовании стойких комплексов «фермент–ингибитор», подавлении активности главных пищеварительных ферментов, соответственно, снижении усвояемости белковых веществ и других макронутриентов.

Белковые ингибиторы растительного происхождения характеризуются высокой термостабильностью. Например, полное разрушение соевого ингибитора трипсина достигается лишь 20-минутным автоклавированием при 115 °С, или кипячением соевых бобов в течение 2–3 ч.

Цианогенные гликозиды – это гликозиды, которые при ферментативном или кислотном гидролизе выделяют синильную кислоту, вызывающую поражение нервной системы. Из представителей цианогенных гликозидов целесообразно отметить амигдалин, содержащийся в белой фасоли. Амигдалин представляет собой сочетание дисахарида гентиобиозы и агликона, включающего остаток синильной кислоты и бензальдегида.

Биогенные амины. К соединениям этой группы относятся серотонин, тирамин, гистамин. Оказывают сосудосуживающее действие. Серотонин содержится, главным образом, во фруктах и овощах. Тирамин чаще всего обнаруживается в ферментированных продуктах, например, в сыре до 1100 мг/кг. Содержание гистамина коррелирует с содержанием тирамина в сыре (от 10 до 2500 мг/кг). В количествах более 100 мг/кг гистамин может представлять угрозу для здоровья человека.

Алкалоиды. Это весьма обширный класс органических соединений, оказывающих самое различное действие на организм человека. Это и сильнейшие яды, и полезные лекарственные средства. Наркотик, сильнейший галлюциноген (ЛСД) был выделен из спорыньи-грибка, растущего на ржи. Морфин, выделенный из сока головок мака, является хорошим обезболивающим средством, однако при длительном употреблении приводит к развитию наркомании.

Хорошо изучены в настоящее время так называемые пуриновые алкалоиды, к которым относятся кофеин и часто сопровождающие его теобромин и теофиллин. Содержание кофеина в зернах кофе и листьях чая, в зависимости от вида сырья, от 1 до 4 %; в напитках кофе и чая, в зависимости от способа приготовления, до 1500 мг/л

(кофе) и до 350 мг/л (чай). В напитках «Пепси-кола» и «Кока-кола» – до 1000 мг/л и выше. Следует подчеркнуть, что пуриновые алкалоиды при систематическом употреблении их на уровне 1000 мг в день вызывают у человека постоянную потребность в них, напоминающую алкогольную зависимость.

К группе стероидных алкалоидов относятся соланины и чаконины, содержащиеся в картофеле. Иначе их называют гликоалкалоидами. Это вещества средней токсичности, их накопление в клубнях картофеля придает ему горький вкус и вызывает типичные признаки отравления. Соланины и чаконины могут содержаться и в баклажанах, томатах, табаке.

Антивитамины. Согласно современным представлениям, к антивитаминам относят две группы соединений.

1 группа – соединения, являющиеся химическими аналогами витаминов, с замещением какой-либо функционально важной группы на неактивный радикал, т. е. это частный случай классических антиметаболитов.

2 группа – соединения, тем или иным образом специфически инактивирующие витамины, например с помощью их модификации, или ограничивающие их биологическую активность.

Соединения, имеющие ярко выраженную антивитаминальную активность, следующие:

– лейцин, который нарушает обмен триптофана, в результате чего блокируется образование из триптофана ниацина (витамин РР);

– индолуксусная кислота и ацетилпиридин являются антивитаминами по отношению к витамину РР, содержатся в кукурузе;

– аскорбатоксидаза и некоторые другие окислительные ферменты проявляют антивитаминальную активность по отношению к витамину С;

– тиаминаза – антивитаминальный фактор для витамина В₁ (тиамина). Содержится в продуктах растительного и животного происхождения, наибольшее содержание этого фермента отмечено у пресноводных и морских рыб. Кроме того, тиаминаза продуцируется бактериями кишечного тракта;

– ортодифенолы, биофлавоноиды, содержащиеся в кофе и чае, окситиамин, который образуется при длительном кипячении кислых ягод и фруктов. Проявляют антивитаминальную активность по отношению к тиамину;

– линатин – антагонист витамина В₆, содержится в семенах льна;

– гидрогенизированные жиры, являющиеся факторами, которые снижают сохранность витамина А.

К факторам, снижающим усвоение минеральных веществ, следует отнести щавелевую кислоту и ее соли (оксалаты), фитин (инозитолгексафосфорная кислота) и танины.

Продукты с высоким содержанием щавелевой кислоты способны приводить к серьезным нарушениям солевого обмена, необратимо связывать ионы кальция. Смертельная доза для взрослых людей – от 5 до 150 г. Содержание щавелевой кислоты в среднем в некоторых растениях таково (в мг/100 г): шпинат – 1000, ревень – 800, щавель – 500, красная свекла – 250.

Фитин, благодаря своему химическому строению, легко образует труднорастворимые комплексы с ионами Ca, Mg, Fe, Zn, Cu. Достаточно большое количество фитина содержится в злаковых и бобовых.

Лектины – группа веществ гликопротеидной природы. Они широко распространены в семенах и других частях растений, обнаружены в бобовых культурах, проростках растений, а также в икре рыб.

Лектины обладают способностью повышать проницаемость стенок кишечника для чужеродных веществ; нарушать всасывание нутриентов; вызывать склеивание эритроцитов крови. Некоторые лектины токсичны, в частности лектин из семян клещевины (рицин), а также лектины некоторых животных и микроорганизмов, в частности, холерный токсин.

Алкоголь можно рассматривать как рафинированный продукт питания, который имеет только энергетическую ценность. Ферменты организма окисляют алкоголь в энергетических целях. При потреблении алкоголя в больших количествах ферменты не справляются, происходит накопление этилового спирта и уксусного альдегида, что вызывает симптомы обширной интоксикации (головная боль, тошнота, аритмия сердечных сокращений). У людей, потребляющих большие количества алкоголя, обнаруживается дефицит незаменимых веществ. Наблюдается авитаминоз, нарушения углеводного, жирового и белкового обмена. Хроническое потребление алкогольных напитков заканчивается, как правило, биохимической катастрофой с тяжелыми патологиями. Кроме того, алкоголь обладает наркотическим действием, вызывая устойчивую зависимость, которая приводит к негативным изменениям психики и, в конечном счете, к деградации личности.

Данные, приведенные об антиалиментарных факторах питания, вызывают необходимости их учета при составлении рационов питания, при решении ряда технологических вопросов в производстве продуктов питания, а также при их кулинарной обработке.

2.7. Пищевые и биологически активные добавки

К пищевым добавкам относят группы веществ и соединений природного, искусственного и комбинированного происхождения, используемые для сохранения и (или) придания пищевым продуктам необходимых свойств (улучшения органолептических характеристик вкуса, цвета, запаха, консистенции, повышения стабильности, усовершенствования технологических процессов и др.). Большинство используемых добавок не оказывает особого пищевого и функционального влияния на организм человека, некоторые из них – инертны. Однако имеется перечень добавок, способных оказывать вредное воздействие. Определение уровня их безопасности производится на основе гигиенической регламентации, в нормативах которой отражены количественные показатели, характеризующие безопасные уровни пищевых добавок и дозы биологически активных веществ, безопасные для здоровья человека.

Самым ранним примером обогащения пищевых продуктов является добавление йода в столовую соль. Этот простой процесс практически ликвидирует проблему йододефицитного зоба, особенно там, где местные продукты и вода содержат ничтожно малое количество йода.

Второй пример – обогащение молока витамином Д. Дети нуждаются в достаточном количестве витамина Д со дня рождения и в течение своего развития для образования крепких прямых костей. В молоке есть кальций и фосфор, которые с витамином Д участвуют в развитии скелета. Этот процесс обогащения молока практически ликвидировал рахит. Еще пример: добавление в маргарин, масло, сыр витамина А (каротин). Затем в муку, используемую для приготовления белого хлеба и булок, стали добавлять тиамин, ниацин, железо. Такое добавление было названо «обогащением». Этот термин применяется и сейчас в отношении хлеба, риса, рафинированных крупяных продуктов, в которые добавляются

витамины группы В (тиамин, ниацин, рибофлавин), а также железо до требуемого уровня.

При определении питательных веществ для обогащения крупяных или других пищевых продуктов изготовители должны следовать основным принципам:

- содержание питательного вещества ниже желательного уровня в диете значительного количества людей не вызывает дисбаланса незаменимых питательных веществ;
- восполняемое питательное вещество устойчиво при правильном хранении;
- питательное вещество физиологически усваивается из продукта;
- наличие гарантии от избыточного приема на токсичном уровне;
- дополнительная стоимость должна быть в разумных пределах для предполагаемого потребителя.

Эти направления не сдерживают злоупотребление обогащением и чрезмерное добавление питательных веществ в продукты с целью их сбыта, в связи с чем определены четыре основные ситуации, когда это необходимо:

- 1) для коррекции установленной пищевой недостаточности;
- 2) восстановления содержания питательных веществ в продуктах до уровня, имевшегося до хранения, обработки и перевозки;
- 3) сбалансирования содержания витаминов, минеральных веществ, белков в изготовленных продуктах пропорционально калоражу;
- 4) предотвращения питательной неполноценности продукта, замещающего традиционный продукт.

Пищевые добавки подразделяют на функциональные классы по технологическому назначению. Добавки, используемые для приготовления продуктов питания, делят на несколько классов в зависимости от их технологических особенностей и характеристик.

В последние годы в мире проявляется большая осторожность в отношении многих пищевых добавок, поскольку выявлено, что они оказывают или могут оказывать вредное влияние на человека. Например, подсластитель аспартам, получаемый искусственно из двух аминокислот, после длительного коммерческого использования признан весьма вредным для здоровья людей и животных.

Искусственный подсластитель может вызывать головную боль, мигрень, высыпания на коже, депрессию, бессонницу, нарушение моторного контроля, а также рак мозга у животных. Кроме того,

ставится под сомнение использование его для изготовления мучных, сахаристых, кондитерских, хлебобулочных изделий, консервов и других пищевых продуктов, подвергающихся нагреванию. Несмотря на то, что аспартам примерно в 200 раз слаще сахара, он при нагревании теряет это свойство, а это ограничивает его широкое применение. Опыт использования аспартама свидетельствует о том, что искусственные подсластители не всегда являются безопасными, поскольку их практическое применение зачастую начинается раньше, чем проведены детальные исследования их безвредности.

Уже доказана опасность не только многих пищевых добавок, но и гидролизованных растительных протеинов. Согласно последним данным, растительные гидролизованные протеины могут вызвать ухудшение мозговой деятельности и нервной системы у детей. Помимо этого, как известно, бобовые культуры, и особенно соя, способны активно накапливать радиоактивный стронций, который относят к наиболее опасным высокотоксичным радионуклидам. Наиболее интенсивно у бобовых растений накапливается ^{90}Sr .

Известно, что в семенах бобовых растений содержатся и ингибиторы протеолитических ферментов. В наибольшей степени они изучены в семенах сои и фасоли. В результате присутствия ингибиторов протеолитических ферментов белки пищевых продуктов не перевариваются, и их усвоение значительно снижается. В активном состоянии они связывают пищеварительные ферменты трипсин и химотрипсин, вызывая образование неактивных комплексов. Вследствие этого организм усиленно синтезирует панкреатический трипсин, что обуславливает повышенный расход аминокислот, содержащих серу, увеличение размеров поджелудочной железы, большие потери азота и замедление роста подопытных животных.

Для полного разрушения соевого ингибитора трипсина необходимы значения температуры выше $115\text{ }^{\circ}\text{C}$ и воздействия в течение 20 мин, а при кипячении соевых бобов этот результат достигается лишь после 2–3-часового температурного воздействия. В практических условиях весьма трудно создать подобные значения температуры. Это можно сделать при повышенном давлении в специальных автоклавах.

В последнее время стало известно, что такие пищевые добавки, как моноглицериды, способны давать аллергические реакции, а глютамат натрия может приводить к головным болям, слабости мышц,

ускорению сердцебиения. Его присутствие в пище может вызвать рвоту, повышение давления, зуд, аллергические реакции кожи и другие симптомы, называемые в США «синдромом китайского ресторана».

2.7.1. Систематизация типовых пищевых добавок

Для систематизации было отработано 60 наиболее широко используемых типовых пищевых добавок, являющихся представителями своих групп, которые и систематизированы по их назначению.

Предложены шесть групп добавок с учетом их назначений.

1 группа. Добавки, способствующие повышению пищевой (питательной) ценности пищевых продуктов: белковые композиты, биобактон, микроэлементы, мультидобавки.

2 группа. Добавки, способствующие повышению биологической ценности продуктов: аминокислоты, биопрепараты, биокорректоры, обогатители.

3 группа. Добавки, способствующие улучшению вкусовых и ароматических достоинств продуктов: ароматизаторы, вкусоароматические добавки, пищевкусовые добавки, подсластители, экстракты, эссенции, эфирные масла, заменители, кислотообразователи, пряности (специи), улучшители, композиты.

4 группа. Добавки, предназначенные для сохранения высоких исходных качеств продуктов. Представителями их являются такие добавки, как антиокислители, антиоксиданты, консерванты, гидролизаторы, фосфаты, эмульгаторы, антифламины, красители, ингибиторы, поверхностно-активные вещества, подкислители, адсорбенты.

5 группа. Добавки, способствующие повышению лечебно-профилактических и диетических свойств продуктов: витамины, антибиотики, минеральные элементы, бакконцентраты, нутриенты, нутрицевтики, микронутриенты, сахарозаменители, цитраты, аскорбаты, пектины.

6 группа. Добавки, повышающие эффективность технологических процессов производства пищевой продукции: растворители, разрыхлители, загустители, взбиватели, гелеобразователи, пенообразователи, студнеобразователи, желеобразователи, пеногасители, глазирователи, влагоудерживатели.

Следует иметь в виду, что одна и та же пищевая добавка может выполнять несколько функций, например: способствовать повышению

Функциональные классы, дефиниции
и технологические функции пищевых добавок

Функциональные классы	Дефиниции	Технологические функции пищевых добавок
1	2	3
1. Кислоты	Повышают кислотность и (или) придают кислый вкус пище	Кислотообразователь
2. Регуляторы кислотности	Изменяют или регулируют кислотность или щелочность пищевых продуктов	Кислоты, щелочи, основания, буфер, регуляторы pH
3. Вещества, препятствующие слеживанию и комкованию	Снижают тенденцию частиц пищевого продукта прилипнуть друг к другу	Добавки, препятствующие затвердеванию; вещества, уменьшающие липкость; высушивающие добавки; присыпки, разделяющие вещества
4. Пеногасители	Предупреждают или снижают образование пены	Пеногасители
5. Антиоксиданты	Повышают срок хранения пищевых продуктов, защищая от порчи, вызванной окислением, например: прогоркание жиров или изменение цвета	Антиокислители, синергисты антиокислителей, комплексообразователи
6. Наполнители	Вещества, иные, чем вода или воздух, которые увеличивают объем продукта, не влияя заметно на его энергетическую ценность	Наполнители
7. Красители	Усиливают или восстанавливают цвет продукта	Красители
8. Вещества, способствующие сохранению окраски	Стабилизируют, сохраняют или усиливают окраску продукта	Факторы окраски, стабилизаторы окраски

пищевой и биологической ценности продукта и его вкусовых достоинств и обеспечивать удлинение сроков хранения готовой продукции. Поэтому используется правило: когда пищевая добавка может быть отнесена одновременно к двум или нескольким видам систематизации, она включается в тот вид, который для нее является более предпочтительным.

К пищевым добавкам комиссия ФАО/ВОЗ (согласно Пищевому кодексу) относит «...любые вещества, в нормальных условиях не употребляемые как пища и не используемые как типичные ингредиенты пищи, независимо от наличия у них пищевой ценности, преднамеренно добавленные в пищу для технологических целей (включая улучшение органолептических свойств) в процессе производства, обработки, упаковки, транспортирования или хранения пищевых продуктов» (рис. 7).



Рис. 7. Пищевые добавки с различными технологическими функциями

Применение пищевых добавок допустимо лишь в тех случаях, когда они даже при длительном употреблении не угрожают здоровью человека при определенном способе их использования. Существуют несколько способов классификации добавок. Согласно Пищевому кодексу выделяют 23 функциональных класса для целей маркировки, их определений и технологических функций (табл. 24).

1	2	3
9. Эмульгаторы	Образуют или поддерживают однородную смесь двух или более несмешиваемых фаз, таких как масло и вода в пищевых продуктах	Эмульгаторы, смягчители, рассеивающие добавки, поверхностноактивные добавки, смачивающие вещества
10. Эмульгирующие соли	Взаимодействуют с белками сыров с целью предупреждения отделения жира при изготовлении плавленых сыров	Соли-плавители, комплексообразователи
11. Уплотнители (растительных тканей)	Делают или сохраняют ткани фруктов и овощей плотными и свежими, взаимодействуют с агентами желатинизации для образования геля	Уплотнители (растительных тканей)
12. Усилители вкуса и запаха	Усиливают природный вкус и (или) запах пищевых продуктов	Усилители вкуса, модификаторы вкуса, добавки, способствующие развариванию
13. Вещества для обработки муки	Вещества, добавляемые к муке для улучшения ее хлебопекарских качеств или цвета	Отбеливающие добавки, улучшители теста, улучшители муки
14. Пенообразователи	Создают условия для равномерной диффузии газообразной фазы в жидкие и твердые пищевые продукты	Взбивающие добавки, аэрирующие добавки
15. Желеобразователи	Тестируют пищу путем образования геля	Желеобразователи
16. Глазирова-тели	Вещества, которые при смазывании ими наружной поверхности продукта	Пенкообразователи, полирующие вещества

1	2	3
	придают вид или образуют защитный слой	
17. Влагодерживающие агенты	Предохраняют пищу от высыхания нейтрализацией влияния атмосферного воздуха с низкой влажностью	Добавки, удерживающие влагу (воду), смачивающие добавки
18. Консерванты	Повышают срок хранения продуктов, защищая от порчи, вызванной микроорганизмами	Противомикробные и противогрибковые добавки, добавки для борьбы с бактериофагами, химические стерилизующие добавки при созревании вин, дезинфектанты
19. Пропеленты	Газ, иной, чем воздух, выталкивающий продукт из контейнера	Пропеленты
20. Разрыхлители	Вещества или сочетание веществ, которые освобождают газ и увеличивают таким образом объем теста	Разрыхлители, вещества, способствующие жизнедеятельности дрожжей
21. Стабилизаторы	Позволяют сохранять смесь двух или более не смешиваемых веществ в продукте или готовой пище	Связующие, уплотнители, влаго- и водоудерживающие вещества, стабилизаторы пены
22. Подсластители	Вещества несхарной природы, которые придают пищевым продуктам и готовой пище сладкий вкус	Подсластители, искусственные подсластители
23. Загустители	Повышают вязкость пищевых продуктов	Загустители, текстураторы

Не допускается использование пищевых добавок в тех случаях, когда необходимый эффект может быть достигнут технологическими методами, и если они технически и экологически не целесообразны. Не разрешается также введение пищевых добавок в целях маскировки технологических дефектов порчи или снижения ценности пищевых продуктов.

В пищевой технологии активно используют пищевые улучшители. Эта группа соединений не имеет строгого определения и классификации. В качестве улучшителей могут выступать макронутриенты (белковые и жировые продукты и композиты), отдельные пищевые добавки или их комбинации, иногда с использованием ферментных препаратов, БАД, различных наполнителей и т. п. Это видно на примере улучшителей для мучных изделий. Сегодня пищевым улучшителям отводится огромная роль в пищевой технологии. В хлебопекарной промышленности применяют пищевые добавки для улучшения органолептических показателей качества выпеченных изделий: сухую клейковину, ферментные препараты, органические кислоты, минеральные соли, сухие закваски и др.

2.7.2. Биологически активные добавки

К биологически активным добавкам в пищу (БАД) относят природные, идентичные природным или синтетические вещества, характеризующиеся наличием пищевой ценности (нутрицевтики) или обладающие выраженной биологической активностью (парафармацевтики) и предназначенные для непосредственного приема и (или) введения в состав пищевых продуктов.

Сокращение энергозатрат человека, следовательно, уменьшение потребности в калорийной пище приведет к необходимости внесения в продукты дополнительных веществ, в том числе эссенциальных (витамины, микроэлементы, фосфолипиды, незаменимые жирные кислоты, пищевые волокна и т. п.).

Особое значение имеют добавки нутрицевтиков, функции которых очень многообразны. В частности, эти вещества повышают устойчивость организма к воздействию неблагоприятных факторов среды, связывают и выводят из организма ксенобиотики, способствуют

профилактике ряда хронических заболеваний (атеросклероз, сердечно-сосудистые, злокачественные).

Из биологически активных веществ наибольший интерес представляют фенольные соединения растительного происхождения: флавоны флавоноиды, антоцианы, катехины, коричные кислоты, кумарины. Особая значимость придается антоцианам и флавоноидам.

2.8. Вода в пищевом сырье и продуктах питания

Вода в пищевом сырье и продуктах питания находится в свободном и связанном состоянии. Вода является постоянной средой, в которой протекают все биохимические процессы в организме. Только в жидкой водной среде совершаются процессы пищеварения и усвоения пищи в желудочно-кишечном тракте. Вода активно участвует в реакциях обмена. Она выполняет также важную механическую функцию, облегчая скольжение трущихся поверхностей (суставы, мышцы, связки). Испарение воды через поры кожи является мощным приспособлением, посредством которого в организме поддерживается постоянная температура, из организма выводятся продукты обмена (шлаки), а также частично микробы, вирусы и токсины.

Суточная потребность взрослого человека в воде обычно составляет 2,5–3,0 л, или 40 г/кг массы тела, у грудных детей – в 3–4 раза больше. При физической нагрузке или при высокой наружной температуре воздуха потребность в воде повышается до 3,5–5,0 л и более. Потребление воды человеком должно балансироваться с ее расходом. Потребность организма в воде удовлетворяется различными способами. Так, при употреблении человеком в сутки 2,6 л воды на долю питьевой воды приходится примерно 0,9 л; воды пищевых продуктов – 1,35; воды, образующейся в тканях при окислении различных веществ, – 0,35 л.

Выделение воды происходит разными путями: через почки выделяется в сутки около 1,5 л, через кишечник – 0,15, через кожу – 0,6 и через легкие – 0,35 л. В организме человека вода образуется при окислении различных органических соединений: при окислении 100 г белков – 41 мл, углеводов – 55 и жиров – 107 мл. Недостаток воды в организме приводит к усилению вязкости крови, а избыток –

к усиленному вымыванию из организма солей, повышению нагрузки на сердце и почки. При утрате воды в количестве 6–8 % массы тела человек впадает в полубморочное состояние; потеря 10 % количества воды приводит к нарушению глотательного рефлекса, галлюцинациям, потере сознания, сердце оказывается не в состоянии проталкивать по кровеносным сосудам сгустившуюся кровь; потеря 12 % приводит к летальному исходу. Голодание переносится человеком до 21–35 дней при употреблении 300–400 мл воды в сутки, а при ее отсутствии – 4–5 дней. Излишняя вода в организме временно удерживается в мышечной ткани и в коже.

Водный обмен тесно связан с белковым, жировым, углеводным и другими видами обмена. Так, при избыточном употреблении воды происходит усиленный распад белков, и образовавшиеся продукты выводятся из организма. Соли натрия вызывают задержку воды в тканях организма, а соли калия и кальция способствуют ее удалению.

2.8.1. Структура и свойства воды в пищевых продуктах

Пищевые продукты сильно различаются по содержанию воды. Так, в зерне и муке ее содержится (в %) 12–15, хлебе печеном – 23–48, крахмале – 13–20, сахаре – 0,15–0,40, в плодах сушеных – 12–25, свежих – 75–90, в овощах свежих – 65–95, в говядине – 58–74, рыбе – 62–84, молоке – 87–90, пиве – 86–91. Из приведенных данных следует, что содержание воды в составе некоторых продуктов превышает 50 %.

Продукты с высоким содержанием воды не стойки при хранении, т. к. в них быстро развиваются микроорганизмы. Вода способствует ускорению химических, биохимических и других процессов в пищевых продуктах. Сырое мясо и рыба легко поражаются бактериями, а плоды и овощи – плесневыми грибами.

Продукты с малым содержанием воды лучше сохраняются. Так, зерно с повышенной влажностью при хранении может саморазогреваться, прорасти, плесневеть, тогда как сухое зерно хорошо сохраняется в сухом помещении годами. Также долго сохраняются мука, крупа, сушеные плоды, овощи и другие продукты. Свежие

плоды и овощи при потере воды свыше известных пределов увядают, сморщиваются, перезревают, и качество их резко снижается.

Пищевые продукты представляют собой многокомпонентные системы, в которых влага связана с твердым скелетом. Обычное деление воды на связанную и свободную носит условный характер. Почти вся вода пищевых продуктов находится в связанном состоянии, но удерживается тканями с различной силой. Академик П. А. Ребиндер предложил классификацию форм связи воды с материалом. В основу этой классификации он положил природу образования различных форм связи и энергию связи. Связь воды с материалом определяется энергией, которую надо затратить на нарушение этой связи при удалении влаги из материала. По классификации Ребиндера, формы связи влаги с материалом в порядке убывающей энергии делятся на три группы: химическая, физико-химическая и физико-механическая.

Химически связанная вода может быть связана в виде гидроксильных ионов или заключена в кристаллогидраты. Такая вода является самой прочной и может быть удалена из продукта только путем химического взаимодействия или при прокаливании.

Физико-химически связанная вода делится на адсорбционно связанную и осмотически поглощенную.

При адсорбционном связывании первого мономолекулярного слоя воды с коллоидным телом происходит выделение теплоты адсорбции. Кроме того, происходит сжатие объема, при котором объем набухшего тела оказывается меньше суммы объемов материала и поглощенной воды.

Осмотически поглощенная вода связывается коллоидами пищевых продуктов с высокополимерным строением и прочно ими удерживается. При образовании геля часть воды захватывается внутрь скелета геля и находится там, как в полупроницаемой мешочке. Другая часть осмотически поглощенной воды проникает внутрь скелета геля через стенки клеток из окружающей среды в результате осмоса, т. к. внутри клеток геля концентрация растворимой фракции веществ больше, чем в наружной. Осмотически связанная влага поглощается без выделения тепла и без сжатия системы.

Физико-механически связанная вода удерживается в неопределенных соотношениях и обычно свободно выделяется из продуктов высушиванием или даже прессованием.

Физико-механически связанную воду делят на связанную макрокапиллярами и микрокапиллярами.

Различные виды связи воды в пищевых продуктах обуславливают механизм удаления этой воды при их сушке. Так, адсорбционно связанная вода прежде, чем будет удалена из продукта, должна быть превращена в пар. Осмотически связанная вода большей частью перемещается внутри материала в виде жидкости. Капиллярная влага при сушке перемещается в материале как в виде пара, так в виде и жидкости. Кроме связанной формы воды, на поверхности продуктов может содержаться свободная вода.

Пищевые продукты обладают гигроскопичностью. Под гигроскопичностью понимают свойства продуктов поглощать и удерживать водяные пары из окружающей атмосферы. Гигроскопичность зависит от физико-химических свойств продуктов, их строения, наличия в них связывающих воду веществ, а также от температуры, влажности и давления окружающего воздуха. Особенно высокой гигроскопичностью обладают продукты, содержащие много фруктозы (мед, инвертный сахар), сушеные овощи и плоды, чай, поваренная соль.

Для характеристики свойств воды в различных продуктах и материалах широко используют понятие «активность воды». Под активностью воды в продукте с влагосодержанием понимают отношение парциального давления равновесного водяного пара на поверхности продукта к парциальному давлению насыщенного пара свободной воды в окружающей среде, зависящему от температуры.

Глава 3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОДУКТЫ. ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Организм человека – это мишень для многих факторов окружающей среды: токсичных отходов производства, средств бытовой химии, лекарственных препаратов и синтетических добавок, содержащихся в пищевых продуктах. Основные виды таких загрязнителей являются окислителями. Они способствуют образованию разрушительных для организма продуктов – свободных радикалов окисления (СРО) и продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) мембран и оболочек клеток. СРО и ПОЛ – это активные вещества, способные нарушать в организме обменные процессы, повреждать жизненно важные молекулы и клеточные структуры, а при длительном воздействии – провоцировать возникновение хронических заболеваний, аллергических реакций и иммунодефицитных состояний. В качестве защиты организму человека от СРО и ПОЛ научное сообщество предлагает функциональные пищевые продукты, которые содержат ингредиенты, повышающие сопротивляемость организма к заболеваниям и способность сохранения активного образа жизни.

3.1. Функциональные пищевые продукты

Функциональные пищевые продукты относятся к продуктам массового потребления и предназначены для питания в составе обычного рациона основных групп населения, но содержат функциональные ингредиенты, оказывающие биологически значимое позитивное воздействие на здоровый организм в ходе обменных процессов. Потребление таких продуктов помогает предупредить некоторые болезни и замедлить старение организма.

Функциональные продукты занимают среднее положение между продуктами массового потребления и лечебного питания (рис. 8).



Рис. 8. Функциональные продукты в современном питании

Продукты массового потребления – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, выработанные по традиционной технологии.

Функциональные продукты (физиологически функциональные продукты) – пищевые продукты, предназначенные для питания основных групп населения, полезные для здоровья.

Продукты лечебного питания – пищевые продукты специального назначения (для отдельных групп населения) предназначенные в качестве лечебного приема в комплексной терапии заболевания, характеризующиеся измененным химическим составом и физическими свойствами.

Потребительские свойства функциональных продуктов, наряду с пищевой ценностью и вкусовыми качествами, включают понятие физиологического воздействия, которое проявляется в поддержании нормального уровня холестерина, сохранении здоровых костей и зубов, обеспечении организма энергией, снижении количества заболеваний некоторыми формами рака.

В последнее время эффективно используются 7 основных групп функциональных ингредиентов: пищевые волокна; витамины (С, D, группа В); минеральные вещества; липиды, содержащие полиненасыщенные высшие жирные кислоты; антиоксиданты; олигосахариды; некоторые виды полезных микроорганизмов (рис. 9).

Анализ научных и промышленных разработок в области функциональных продуктов, представляемых уже несколько лет на европейском саммите «Food Ingredients», свидетельствует, что в последнее время в мире активное развитие получили четыре группы функциональных продуктов – продукты на зерновой, молочной и жировой основе, а также безалкогольные напитки (рис. 10).

Функциональное действие продуктов на зерновой основе обусловлено присутствием в них, прежде всего, нерастворимых пищевых волокон, комплекса витаминов, а также кальция.

Типичные представители пищевых волокон – это пектин (растворимое волокно) и целлюлоза (нерастворимое волокно).

Функциональные свойства пищевых волокон связаны в основном с желудочно-кишечным трактом. Пища, богатая волокнами, оказывает положительное воздействие на процессы пищеварения. Установлено, что растворимые волокна (пектин) оказывают воздействие на обмен холестерина в организме, метаболитами которого являются

желчные кислоты. Возможным объяснением снижения уровня холестерина является то, что растворимые волокна способствуют экстрагированию желчных кислот и увеличивают их выделение из организма. Они также удаляют тяжелые металлы из организма человека (цинк, медь, свинец и др.). Волокна имеют практическое значение при профилактике сахарного диабета.

Информация об основных полезных веществах, содержащихся в продуктах питания на уровне наноструктур, и той пользе, которую они приносят организму, приведена в табл. 25.

Молочные продукты – основной источник эубиотиков, к классу которых относятся живые микроорганизмы, способствующие восстановлению и нормализации функций естественной кишечной микрофлоры. Прежде всего, это молочнокислые бактерии *Lactobacillus Bifidum* и *Lactobacillus Acidophilus*.

Пищевые волокна
Витамины (С, D, группы В)
Минеральные вещества (Ca, Fe, Mg, Se, I)
Липиды, содержащие полиненасыщенные высшие жирные кислоты
Минеральные вещества (Ca, Fe, Mg, Se, I)
Антиоксиданты (β-каротин, токоферолы)
Олигосахариды
Некоторые виды полезных микроорганизмов (молочнокислые бактерии, бифидобактерии)

- Наличие полезных свойств для питания и здоровья.
- Полезные свойства научно обоснованы.
- Норма ежедневного потребления одобрена специалистами.
- Безопасность с позиций сбалансированного питания.
- Наличие точных физико-химических характеристик и точных методик их определения.
- Отсутствие способности уменьшать питательную ценность пищевого продукта.
- Употребление перорально (обычная пища).
- Не выпускаются в виде лекарственных форм (таблетки, капсулы, порошки).
- Должны быть натуральными

Рис. 9. Основные группы функциональных ингредиентов и требования к ним

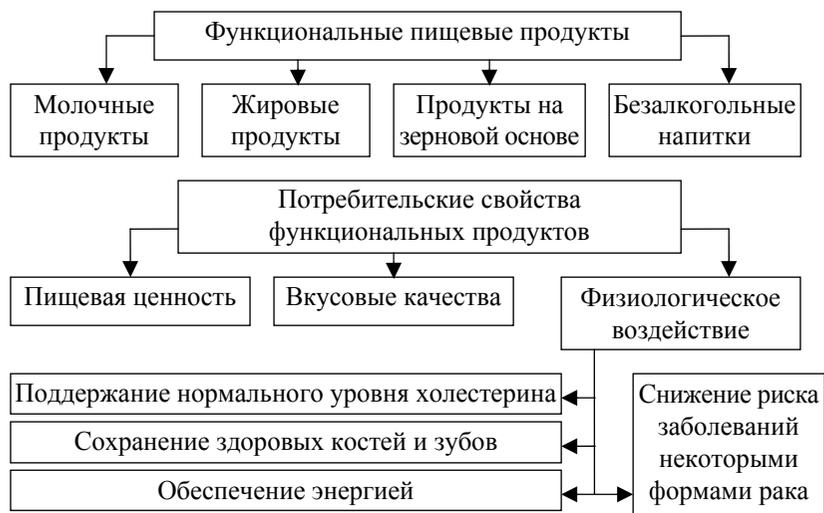


Рис. 10. Основные группы функциональных продуктов, их потребительские свойства

Таблица 25

Полезные вещества (на уровне наноструктур) в продуктах питания, воздействие на организм

Полезное вещество	Продукты, содержащие полезное вещество	Воздействие на организм
Белки	Молочные продукты, яйца, рыба, мясо, ветчина	Является строительным материалом организма
Жиры	Растительное и сливочное масла, молочные продукты	Энергия, необходимая для роста и жизнедеятельности, и основные жирные кислоты, способствующие развитию нервной системы
Углеводы	Злаковые, каши, хлеб, фрукты, сахар	Энергия, необходимая для развития мышц
<i>Минеральные вещества</i>		
Кальций	Молоко и молочные продукты	Необходим для укрепления костей и зубов
Фосфор	Злаковые каши, рыба	Необходим для укрепления костей

Полезное вещество	Продукты, содержащие полезное вещество	Воздействие на организм
Железо	Зеленые овощи, мясо, печень, шоколад	Способствует возобновлению эритроцитов в крови, предотвращает малокровие
Магний	Злаковые каши, какао	Необходим для правильного развития нервной системы
Калий	Фрукты, овощи, мясо, рыба	Регулирует количество воды в организме
Натрий	Соль, ветчина, сыр	Регулирует количество воды в организме
Йод	Рис, рыба	Необходим для правильного развития щитовидной железы
Фтор	Злаковые каши, рыба, спаржа, бананы	Укрепляет зубы и предотвращает кариес
Селен	Морепродукты, рыба, чеснок, отруби, яйца	Входит в состав ферментов антиоксидантной системы, повышает активность витамина Е
<i>Витамины</i>		
А	Молочные продукты, сливочное масло, яйца, печень, рыба, фрукты, морковь	Улучшает зрение, необходим для борьбы с инфекционными заболеваниями
В ₁	Печень, яичный желток, говядина, злаковые каши, яблоки, груши	Обеспечивает нормальную деятельность нервной системы и органов пищеварения
В ₂	Печень, мясо, злаковые каши, молоко	Способствует развитию органов
В ₃	Мясо, рыба, курица, злаковые каши	Способствует развитию клеток
В ₅	Яйца, мясо	Стимулирует рост волос
В ₆	Кукуруза, зеленый горошек, рыба, ветчина, сыр, груши, бананы	Необходим для создания мышечной ткани

Полезное вещество	Продукты, содержащие полезное вещество	Воздействие на организм
В ₉ (фолиевая кислота)	Зеленая фасоль, спаржа, морковь, печень	Способствует образованию лейкоцитов и эритроцитов в крови
В ₁₂	Печень, рыба, мясо	Способствует образованию эритроцитов в крови, предотвращает малокровие
С (аскорбиновая кислота)	Фрукты, черная смородина, клубника, цитрусовые, приправы из трав	Гарантирует высокую сопротивляемость болезням
D	Молоко, растительное и сливочное масла, яйца, печень	Способствует развитию костей и необходим для усвоения фосфора и кальция, предупреждает появление рахита

Большинство молочных продуктов лечебно-профилактического назначения имеют своей целью нормализацию микрофлоры толстого кишечника человека. Для выживания полезной микрофлоры (пробиотикам) необходимо присутствие пребиотиков-олигосахаридов. На рынке появились разнообразные пищевые продукты нового поколения, обогащенные пребиотиками (лактозула, инулин, диетические волокна и др.), которые стимулируют рост и жизнедеятельность микрофлоры толстого кишечника. Назначение пробиотиков и пребиотиков показано в табл. 26.

Оценка функциональных ингредиентов

Пробиотики	Пребиотики
Живые клетки кишечной микрофлоры: лактобациллы, грамположительные кокки, бифидобактерии	Относятся к группе неперевариваемых углеводов; лактулоза, олигосахариды (фрукто-, галакто-), фиброгам, инулин, лактитол и др.

Пробиотики	Пребиотики
Пробиотики – строгие анаэробы, т. е. не живут в присутствии кислорода. Отсюда проблема сохранности пробиотиков в процессе производства и в готовом продукте	Химически инертны, не меняют своих свойств со временем или при контакте с иными пищевыми веществами
Области толстого кишечника (места обитания микрофлоры) достигают 5–10 % пробиотиков. Большинство погибает в кислой среде желудка, играющей роль антибактериальной камеры	Пребиотики не гидролизуются пищеварительными ферментами и свободно достигают толстой кишки, где избирательно стимулируют рост микрофлоры (лакто- и бифидобактерии) кишечника
В производстве БАД используются только те виды микрофлоры, которые имеют высокую проходимость через верхние разделы ЖКТ	Пребиотики стимулируют рост и жизнедеятельность всех видов микрофлоры кишечника, которая является сахаролитической микрофлорой
Пробиотики – экзогенная (чужеродная) по отношению к организму человека микрофлора. Трудно приживается (адгезирует) на эпителии кишечника	Пребиотики стимулируют рост и жизнедеятельность собственной (эндогенной) полезной микрофлоры человека, адгезированной на эпителии кишечника
В производстве БАД и продуктов питания пробиотики требуют контроля со стороны специально обученного персонала (микробиолога)	Пребиотики очень технологичны, достаточно инструментального контроля со стороны специально обученного персонала
Использование пробиотиков, в силу их высокой требовательности к среде обитания, ограничено производством определенного числа БАД	Высокая технологичность пребиотиков открывает широкий горизонт их применения от стерилизованных напитков до кондитерских изделий

Пребиотики стимулируют рост и жизнедеятельность собственной (а также внесенной с функциональным продуктом) микрофлоры кишечника человека через обогащенные функциональные молочные продукты.

3.2. Продукты органического производства

Органические продукты – продукция сельского хозяйства и пищевой промышленности, изготовленная без использования (либо с меньшим использованием) синтетических пестицидов, синтетических минеральных удобрений, регуляторов роста, искусственных пищевых добавок, а также без использования генетически модифицированных продуктов (ГМО).

Производство и потребление органических продуктов стремительно развивается по всему миру и начинает формироваться в Беларуси.

Все звенья производства органических продуктов питания проходят ежегодно строгую систему сертификации. Инспектируется как отсутствие при производстве химических добавок, технологий генной инженерии, так и целый комплекс других требований, предъявляемых к органическим продуктам. У «органических» домашних животных, например, строго регламентированная площадь проживания, специальные корма, имеется возможность ежедневного свободного выгула.

Органические продукты не должны подвергаться ионизирующим облучениям. В органическом продукте могут быть только натуральные ароматизаторы, препараты из микроорганизмов и ферменты, разрешенные в качестве технологических вспомогательных средств, кроме микроорганизмов и ферментов, полученных методом генной инженерии. Только тогда на упаковку может наноситься особая маркировка «Органический продукт».

Нормативами предусмотрено, что в пищевом органическом продукте содержание дополнительных ингредиентов не должно превышать 5 % от массы всех компонентов, за исключением пищевой соли и воды. Поскольку в производстве пищевых продуктов основную массу ингредиентов составляет сельскохозяйственное сырье или продукты его первичной переработки, установлены особые требования к почве, воде, севообороту, которые исключают попадание

загрязняющих веществ и микроорганизмов, опасных для здоровья человека.

Содержание органических продуктов в конечном изделии, кроме воды и пищевой соли, должно быть не менее 95 %.

Перспектива выработки пищевых продуктов класса «Органический продукт» сложна, но для любого производителя она должна быть почетной, поскольку такое наименование является знаком высочайшего качества, обеспечивает безусловную безопасность продукта и гарантирует возможность его использования для здорового питания человека.

Продукция, полученная органобиологическим земледелием, имеет специальную маркировку. Нередко она продается в специализированных отделах супермаркетов и стоит на порядок выше, чем аналогичная продукция, полученная обычным путем.

Оценивая перспективу внедрения органобиологического земледелия в Беларуси, нужно отметить, что почв, подходящих для его ведения, в республике недостаточно. Существует специальная шкала оценки урожайности почв. Например, почва с баллом 20 – низко окультуренная и может дать урожай не более 0,2 т зерна с гектара. Почва же с баллом 40 может дать от 0,8 до 1,0 т. Районов с баллом 40 в Минской области только два. Самые лучшие почвы в Беларуси, оцениваемые в 100 баллов, находятся в Житковичском районе.

Глава 4. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРОДУКТОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Белорусский аграрно-промышленный комплекс в XXI в. развивается на инновационной основе, поэтому одной из основных задач производства и переработки сельскохозяйственного пищевого сырья является разработка и внедрение в производство инновационных технологий и оборудования с целью создания продуктов рационального питания, конкурентоспособных и безопасных, с высоким показателем качества.

В настоящее время в Беларуси создана база для удовлетворения спроса на различные виды продовольствия.

Но если продовольственная проблема Беларуси решена в количественном исчислении (производство основных продуктов на душу населения, энергетическая составляющая продовольствия на 1 чел.), то в отношении ассортимента и качества в стране не достигнуты возможные параметры снабжения (здоровое питание, функциональное питание, оптимизация структуры питания и др.). Если к этому добавить проблемы, возникающие в связи с вступлением Беларуси в ВТО, то возникает необходимость выработки новой концепции и национальной доктрины продовольственной безопасности по примеру России. В ней должен быть сформулирован комплекс необходимых мер по сбалансированному удовлетворению спроса населения на доступное и качественное продовольствие собственного производства – функциональное, с оздоровительным эффектом, содержащее эссенциальные биологические ценные ингредиенты.

Уровень технологического развития АПК определяет конкурентоспособность и ассортимент национального товаропроизводства.

С этих позиций вполне объемлющей характеристикой уровня технологического развития народнохозяйственного комплекса является степень прогрессивности используемых в нем технологий.

Такие технологии должны учитывать основные принципы формирования ассортимента здорового, рационального питания.

4.1. Клиентно-ориентированное конструирование продуктов здорового питания. Нанотехнологии и рациональное питание

Успех пищевого предприятия при выпуске новых продуктов на рынок зависит от многих факторов, в первую очередь, – от степени соответствия характеристик продукции потребительским нуждам. Конструирование продуктов питания (КПП) – основная форма адаптации пищевого предприятия к быстро изменяющейся конкурентной среде с целью упрочнения и развития позиции на рынке.

Существуют два основных принципа формирования здорового пищевого продукта:

1) конструирование заданного состава продуктов функционального питания с использованием принципов обогащения (продукты, дополнительно обогащенные функциональными ингредиентами с целью предотвращения или корректировки их дефицита) и элиминации (продукты, в которых технологически снижено содержание вредных для здоровья компонентов);

2) прижизненное формирование сельскохозяйственного сырья с заданными функционально-технологическими свойствами, т. е. получение сырья определенного состава.

При формировании проблемы КПП необходимо определить: причины конструирования продукта; тип продукта, который подлежит разработке; риск, связанный с КПП; факторы, влияющие на процесс разработки; объем и источники получения необходимой информации; целевого потребителя (предварительно); цели, задачи и результат, который даст решение поставленной проблемы.

Современные тенденции, наблюдающиеся в пищевой промышленности, показывают, что процесс КПП требует инвестиций, участия профессиональных кадров разных направлений: маркетологов, сенсорных аналитиков, менеджеров по качеству, технологов-производственников, – для того, чтобы уменьшить время вывода продукта на рынок и достичь успеха.

Формирование проблемы – лишь начальный этап основополагающего процесса конструирования продуктов питания, и связан он с потребителями, особенно с целевыми, от лояльности которых зависит объем продаж и продвижение продукции.

В зависимости от стратегии пищевого предприятия можно разделить на 3 группы причины, вызывающие необходимость КПП:

1) уменьшение доли рынка предприятия; 2) предложения изменения структур предприятия; 3) долгосрочная стратегия развития.

Исходя из причин, определяющих необходимость КПП, выбирается тип продукта, подлежащего разработке.

Классификация различных схем разработки продуктов питания приведена на рис. 11.

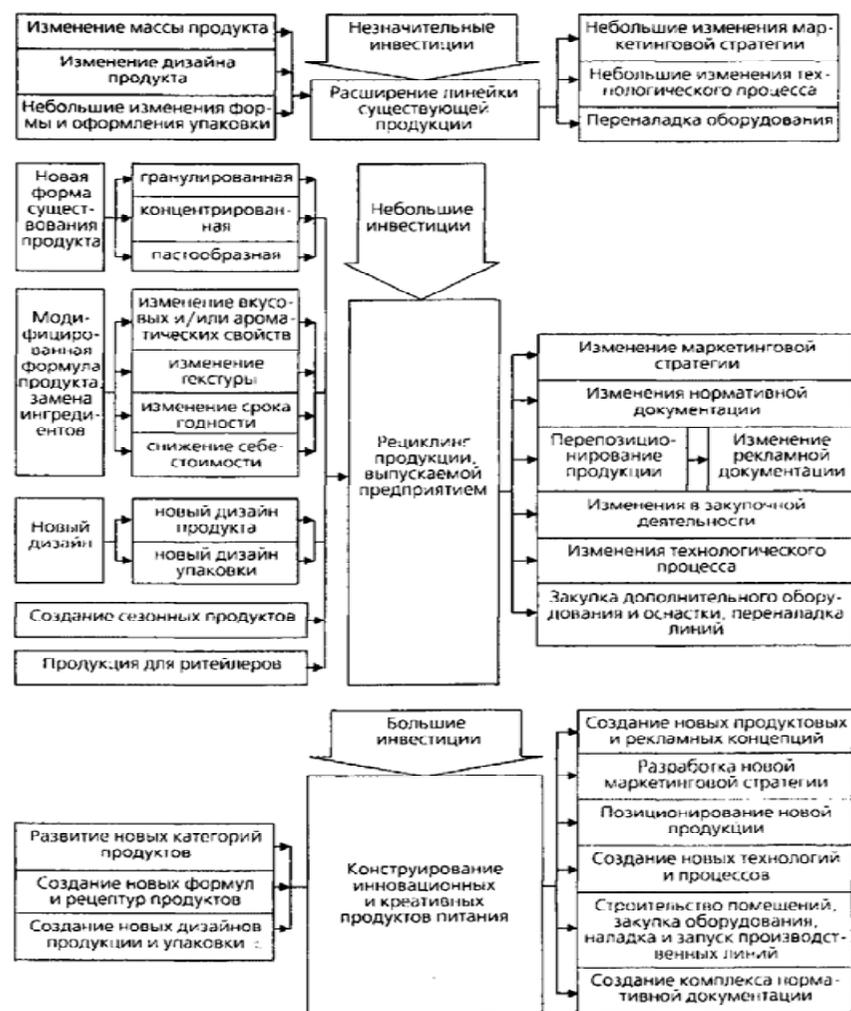


Рис. 11. Классификация схем разработки продуктов питания

Наиболее часто встречается малозатратный процесс расширения линейки производимой предприятием пищевой продукции. Этот процесс используется в случае, когда нужно изменить массу продукции, дизайн, осуществить небольшие изменения формы и оформления упаковки.

Расширение линейки требует небольших изменений маркетинговой стратегии, технологического процесса, а также переналадки оборудования.

На процесс конструирования пищевых продуктов влияет ряд факторов, основные из которых:

- высокий уровень риска для получения коммерческого успеха при выходе на рынок продукта питания;
- большие ресурсные затраты на разработку и освоение новой продукции;
- относительно высокий уровень инвестиций при разработке инновационных и креативных продуктов;
- возможность резкого уменьшения спроса на сегмент разрабатываемого продукта при ухудшении экономической ситуации;
- сходство базовых технологий конкурирующих предприятий по отраслям.

В настоящее время проблема конструирования продуктов питания относится к важнейшей задаче, стоящей перед пищевой промышленностью. Эпоха дефицита прошла, продовольственный рынок насыщен, а вступление Беларуси во Всемирную Торговую организацию увеличит и без того растущую конкуренцию. В этих условиях применение научных методов проектирования продуктов питания позволит отечественным производителям значительно усилить свои позиции в условиях рыночной конкуренции.

4.1.1. Нанотехнологии и рациональное питание

Нанотехнология – инновационный инструмент, который предлагает инновационные подходы для создания новых изделий практически во всех отраслях промышленности. Термин «нанотехнология» имеет широкое толкование, но в общем случае предполагает технологические манипуляции с исходными материалами на атомарном, молекулярном или макромолекулярном уровнях.

Наноструктурные материалы могут быть использованы при создании пищевых продуктов функционального назначения, упаковки для пищевых продуктов.

Биологические материалы сельскохозяйственного производства можно классифицировать как наночастицы: у микроорганизмов размер около 10 нм, у белков, аминокислот, антиоксидантов, витаминов размер молекулы может составлять 1–50 нм.

В процессе переработки сельскохозяйственного пищевого сырья на продукты питания оперируют не отдельными молекулами, а комплексами химического состава сырья и полуфабрикатов. Однако на уровне разработки ассортимента и технологии производства новой продукции невозможно обойтись без использования самых современных методов анализа реологических, физико-химических свойств наночастиц и наноконпозиций, участвующих в образовании тех или иных структур. Именно характер структурирования является определяющим для структурно-механических свойств готового пищевого продукта.

4.1.2. Нанонутриенты

Важным направлением использования нанотехнологий в питании являются нанонутриенты – пищевые вещества, которые представлены в форме частиц нанометрового размера. Как показывают результаты исследований, наночастицы некоторых микроэлементов можно использовать в пищевых технологиях.

В частности, предполагается использование наночастиц оксида железа, оксида цинка, нуль-валентного селена, серебра в питании животных (как правило, первоначально подобные эксперименты проводятся на крысах, мышах).

Железо (Fe) является эссенциальным микроэлементом, ответственным за реализацию множества физиологических функций, таких как транспорт кислорода, передача электронов по дыхательной цепи, активность многочисленных ферментов. Потребность в железе составляет для взрослых мужчин 10 мг/сут, для женщин – 18 мг/сут. Недостаток в рационе железа, вызывающий развитие железодефицитной анемии, широко распространен в мире. Это позволяет отнести недостаток железа в питании человека к числу «глобальных алиментарных дефицитов». В качестве дополнительных пищевых

источников усвояемого в организме железа в последнее время рассматриваются такие его нетрадиционные формы, как биомасса микроводорослей и наночастицы неорганических веществ – солей, оксидов Fe (II) и Fe (III) и элементарного Fe.

Основное назначение наноматериалов в производстве упаковки для пищевых продуктов – увеличение сроков их годности. В мире уже зарегистрировано более 400 наноматериалов, а согласно прогнозам их доля в общем объеме упаковок составит не менее 25 %.

Использование нанотехнологий позволяет повысить барьерные функции упаковочного материала, что увеличивает сроки годности пищевых продуктов. При этом снижается микробная контаминация за счет уменьшения размеров пор упаковки.

4.2. Основные превращения компонентов пищевого сырья при технологической обработке в процессе производства продуктов питания

Для качества пищевых продуктов большое значение имеют биохимические превращения, происходящие в сырье, полуфабрикатах и готовой продукции в процессе переработки и хранения. Знание этих биохимических изменений, происходящих под влиянием ферментов, необходимо для построения рационального технологического процесса консервирования пищевых продуктов. Многие пищевые продукты потребляются в свежем виде. Однако они, как правило, не могут долго храниться, а производство их локализовано территориально. Для более равномерного распределения пищевых продуктов между различными районами сырье подвергают обработке и консервированию.

Цель технологической обработки в консервном производстве – превратить нестойкое сырье в стойкие пищевые продукты.

Основной причиной невозможности хранения свежих пищевых продуктов в течение длительного времени является присутствие в растительных и животных тканях микроорганизмов, которые, если их не инактивировать, активно действуют на компоненты сырья. Дополнительное влияние оказывают также воздух, температура, свет и т. п. В зависимости от характера сырья, причин его порчи и продукта, который необходимо получить, используются

соответствующие технологические процессы, а также принципы и методы консервирования.

Любой способ консервирования включает в себя ряд отдельных технологических процессов, вид и параметры которых зависят от вида и качества сырья, состава консервов, степени их готовности к потреблению и т. п. Многие из этих процессов влияют в одном или другом направлении на пищевую ценность сырья и, соответственно, консервов. Снижение пищевой ценности может быть обусловлено экстракцией пищевых веществ во время мойки, бланширования, варки, охлаждения, транспортировки водными путями и т. п. Кроме того, после резки или измельчения сырья создаются условия для протекания ферментативных и неферментативных реакций, ведущих к окислению некоторых компонентов, химическому взаимодействию между некоторыми из них и другим нежелательным изменениям. Обработка при использовании высоких температур вызывает термическую деградацию ряда компонентов, накопление токсичных продуктов и т. п. В то же время термическая обработка может улучшить пищевую ценность продукта путем повышения степени усвоения продуктов в пищеварительном тракте человека; улучшения качества белков путем разрушения токсинов и ингибиторов, содержащихся в продукте; производства продуктов питания со специальным назначением в диетическом аспекте; повышения пищевой ценности продуктов за счет сбалансированного соотношения количества макро- и микропищевых компонентов.

4.2.1. Изменение химического состава, биологических и физико-механических свойств сырья в процессе производства

В процессе производства консервов и концентратов растительное сырье, мясо и другие продукты подвергаются различной обработке, связанной с выполнением ряда технологических операций.

При механической обработке сырье подвергается чистке, резке, дроблению, протиранию, прессованию и т. п. При дроблении сырье измельчается на частицы довольно крупного размера различной формы. Целью резки является измельчение сырья на частицы примерно одинакового размера и формы. Измельчение путем протирания (кроме значительного уменьшения частиц мякоти) освобождает

сырье от несъедобных твердых и грубых частей, что повышает пищевую ценность продукта. Наиболее тонкое измельчение сырья достигается при гомогенизации.

Термическая обработка необходима при нагревании, бланшировании, варке (разваривании), сушке, стерилизации. Физическое воздействие на сырье оказывает обработка электротокком, ультразвуком и т. п. Химические способы применяются при удалении винного камня (кислый виннокислый калий), очистке плодов от кожицы и на некоторых других операциях. Применяются и другие виды обработки.

Каждый вид обработки может вызывать протекание различных ферментативных и неферментативных реакций, приводящих к изменению структуры, пищевой ценности и органолептических показателей (цвет, вкус, аромат) сырья.

Степени происходящих биохимических и химических изменений способствуют сложный химический состав растительного сырья и наличие в нем многих неустойчивых соединений, легко вступающих в реакцию с кислородом воздуха и другими химическими веществами сырья.

В растительном сырье при консервировании происходят следующие основные биохимические и химические изменения:

- окислительные и другие превращения комплекса полифенольных соединений;
- полимеризация продуктов окисления полифенолов, образование комплексов с металлами;
- деструкция белков, высокомолекулярных полисахаридов;
- сахароаминные (меланоидиновые) реакции между сахарами со свободными карбонильными группами и аминокислотными соединениями (свободными аминокислотами, белками);
- карамелизация сахаров, интенсивно происходящая при температурах их плавления и связанная с реакциями дегидратации;
- распад аскорбиновой, лимонной, яблочной, винной и некоторых других органических кислот;
- окисление соединений железа и образование цветных комплексов;
- образование окрашенных сульфидов металлов – железа, меди, олова и др.

В зависимости от вида сырья, его химического состава и применяемых способов обработки происходят те или иные химические и биохимические изменения при консервировании.

Кроме изменений, вызываемых ферментативными и неферментативными реакциями, между химическими веществами сырья на различных стадиях технологического процесса происходят и другие изменения, оказывающие влияние на пищевую ценность и органолептические показатели продукта. Так, из плодов и овощей в той или иной степени удаляется вода, возможны выщелачивание сухих растворимых и биологически активных веществ, коагуляция белков и другие изменения, характер и интенсивность которых зависят от вида сырья и способа обработки.

Структурные изменения белков и углеводов. Гидратация белков имеет большое практическое значение при производстве полуфабрикатов, когда к измельченным животным или растительным продуктам добавляют воду, поваренную соль и другие вещества. Так, при перемешивании измельченных компонентов процесс гидратации белков состоит из происходящих одновременно двух процессов: растворения белков и набухания их с образованием студней. Сухие белки муки, круп, бобовых, содержащиеся в продуктах в виде частиц высохшей цитоплазмы и алейроновых зерен, при контакте с водой набухают, образуя сплошной более или менее обводненный студень.

От степени гидратации белков в значительной мере зависит такой важнейший показатель качества готовой продукции, как сочность, а также связанные с ней другие критерии органолептической оценки. При оценке роли гидратационных процессов необходимо иметь в виду, что в пищевых продуктах наряду с адсорбционной водой, прочно связанной белками, содержится большее или меньшее количество осмотически и капиллярно связанной воды, которая также оказывает влияние на качество продукции.

Потеря белками связанной воды происходит под влиянием внешних воздействий. Различают обратимую дегидратацию, являющуюся составной частью целенаправленного технологического процесса – сублимационной сушки продуктов, и необратимую дегидратацию при денатурации белков.

Необратимая дегидратация белков может происходить при замораживании, хранении в замороженном состоянии и размораживании пищевых продуктов.

В результате нагревания, действия кислот, щелочей, высоких концентраций солей и других физических, химических и биологических

факторов изменяются природные (нативные) свойства белков: уменьшается растворимость белков, их водоудерживающая способность, ухудшается перевариваемость под действием ферментов, утрачиваются биологические свойства ферментов, гормонов, антител и т. п. (например ферменты теряют способность катализировать реакции). В основе этих явлений лежат структурные изменения белковой молекулы.

Нарушение нативной структуры белка, сопровождаемое потерей характерных для него свойств, называется денатурацией. В результате разрыва некоторых внутримолекулярных связей, прежде всего, водородных, при денатурации нарушается упорядоченное расположение полипептидных цепей во вторичной, третичной и четвертичной структурах белка.

При технологической переработке сырья необходимо, в одних случаях, предотвратить или уменьшить денатурацию белков, в других – создать условия, способствующие этому процессу. Затормозить денатурацию можно и путем добавления некоторых соединений: простых сахаров в насыщенных растворах, многоатомных спиртов и др. Процесс денатурации при определенных условиях обратим, т. е. денатурированный белок может перейти обратно в нативную, наиболее стабильную конформацию за счет самопроизвольного повторного свертывания цепи. Денатурация многих белков кажется необратимой потому, что возвращение к нативному состоянию происходит во многих случаях очень медленно.

Гидрофильные белки при определенных условиях, задерживая большое количество воды, набухают и образуют коллоидные системы – гели. В гелях растворитель и белок образуют одну внешне гомогенную систему, подобную студню. В геле вода окружает частицы коллоидов и, будучи прочно связанной, находится в капиллярных пространствах между ними.

Высушенный гель, помещенный в воду, хорошо ее впитывает и набухает. Набухание геля зависит от концентрации водородных ионов и присутствия в растворе солей. Наименьшее набухание наблюдается при изоэлектрической точке данного белка. Отделение воды от геля, т. е. явление, обратное набуханию, называется синерезисом.

Набухание белков происходит при производстве многих продуктов. Так, приготовление теста в хлебопечении и макаронном

производстве связано с набуханием белков. При изготовлении солода зерно набухает и прорастает. При длительном хранении продуктов способность к набуханию у белков снижается вследствие их старения. Примером этого могут служить крупа из бобовых или их семена, набухаемость которых после длительного хранения ухудшается.

Деструкция белков. Происходит при длительном температурном воздействии или нагревании до значений выше 100 °С и характеризуется разрывом пептидных связей и деполимеризацией полипептидных цепей, образованием растворимых и летучих соединений, обуславливающих вкус и запах продуктов.

При хранении пищевых продуктов белки подвергаются изменениям, особенно те из них, которые находятся в продуктах с высоким содержанием воды, хранящихся при повышенной температуре и других неблагоприятных условиях. Под действием гнилостных бактерий и других микроорганизмов белки могут расщепляться с выделением пептидов и аминокислот, которые разрушаются с образованием более простых соединений – аминов, жирных кислот, спиртов, фенолов, индола, скатола, меркаптанов, сероводорода и других соединений. Эти соединения придают продуктам неприятный запах, изменяют их консистенцию, цвет и пищевые свойства.

Изменения углеводов связаны с гидролизом. Поскольку углеводы как сырье используются во многих производствах, необходимо учитывать их исключительную способность к кислотному или ферментативному гидролизу.

Глубокий распад сахаров определяет брожение, карамелизацию. Продукты карамелизации сахарозы являются смесью веществ различной степени полимеризации, поэтому деление их на карамелан, карамелен и карамелин условное – все эти вещества можно получить одновременно.

В сиропах сахароза менее устойчива, поэтому хранить их в нагретом состоянии (особенно подкисленные) не следует, т. к. в результате карамелизации они меняют окраску.

Продукты карамелизации сахарозы могут образовывать соли и темноокрашенные комплексные соединения с железом и некоторыми другими металлами. Подобно сахарам, они могут реагировать с аминокислотами, образуя темноокрашенные соединения – меланоидины.

Изменения крахмала – это кислотный или ферментативный гидролиз, набухание и клейстеризация.

При остывании и хранении клейстеров происходит их старение. Совокупность изменений, которые при этом происходят, обозначают термином «ретроградация». При ретроградации происходит переход крахмальных полисахаридов из растворимого в нерастворимое состояние вследствие агрегации молекул, обусловленной появлением вновь образующихся водородных связей.

Процессы ретроградации крахмала наблюдаются при остывании и хранении прошедшего тепловую обработку картофеля, круп, бобовых; черствение хлеба также связано с ретроградацией.

Полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлозы, протопектин) – это структурные составляющие клеточных оболочек паренхимной ткани продуктов растительного происхождения. Протопектин входит также в состав срединных пластинок, скрепляющих растительные клетки между собой.

При тепловой обработке целлюлоза набухает вследствие своей гидрофильности.

Некоторые сопутствующие целлюлозе гемицеллюлозы в процессе тепловой обработки подвергаются гидролитическому распаду, продукты которого хорошо растворяются в воде. Вследствие этого происходит разрыхление (но не разрушение) клеточных оболочек. Упругие свойства клеточных оболочек прогретых растительных продуктов позволяют подвергать последние механической обработке, например, прессованию при производстве соков и протиранию при производстве плодово-ягодных пюре, без разрушения клеточной структуры. Изменение этих полисахаридов в процессе технологической, в основном термической обработки обуславливает размягчение тканей плодов и овощей.

Гидромеханическая обработка продуктов (мойка, очистка, сортировка, измельчение) не оказывает действия на протопектин, т. к. он нерастворим в воде. При тепловой обработке протопектин переходит в растворимое состояние, и его содержание уменьшается в растительных продуктах на 25–60 %. Образующийся растворимый пектин вымывается из клеточных стенок и срединных пластинок, что приводит к разрыхлению клеточных стенок и ослаблению связи между клетками. Считают, что снижение механической прочности плодов и овощей при термической обработке обусловлено изменениями углеводов клеточной стенки, в основном протопектина.

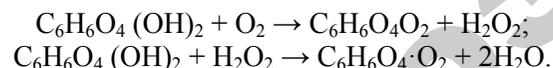
4.2.2. Изменения растительного сырья при измельчении

В процессе производства консервов растительное сырье подвергают различным видам измельчения. При изготовлении консервов для питания детей старшего возраста сырье режут на кусочки или кубики, для пюреобразных консервов продукт протирают до частиц размером 200–800 мкм, для гомогенизированных – до 100 мкм и менее.

Измельчение проводят в зависимости от вида продукта до или после тепловой обработки, что оказывает существенное влияние на характер происходящих при этом изменений. Наибольшим изменениям подвергается сырье, измельченное до тепловой обработки, когда окислительные и другие ферменты сохраняют свою активность. При измельчении нарушается целостность клеточных стенок, и ферменты входят в соприкосновение с содержимым клетки при участии кислорода воздуха, в результате чего ускоряются окислительные процессы, часто с образованием темноокрашенных соединений. Изменение цвета, наблюдаемое, например, в мезге яблок, является результатом химических изменений, которые оказывают влияние не только на цвет, но и на запах, вкус и другие показатели продукта. Особенно значительные изменения химических веществ происходят в плодах и овощах с относительно высоким содержанием полифенолов.

При производстве соков с мякотью и фруктовых пюре, если измельчаются свежие плоды, в которых не инактивированы окислительные и пектолитические ферменты, могут происходить окисление аскорбиновой кислоты и разрушение других компонентов плодов.

В измельченных плодах с активными дегидрогеназами под действием кислорода очень быстро протекает первая фаза двухступенчатого окисления аскорбиновой кислоты:



Возникающая при этом перекись водорода, как и некоторые другие образующиеся аналогично органические перекиси, при последующих переработке и хранении продукта может разрушить витамин С, красящие и другие неустойчивые к окислению органические вещества, несмотря на инактивирование ферментов.

Неинактивированные пектолитические ферменты (пектинэстеразы) разрушают пектиновые вещества, что ухудшает консистенцию соков с мякотью и приводит к выпаданию мякоти в осадок.

4.2.3. Изменения сырья при технологической обработке

Тепловая обработка, применяемая в производстве консервов, имеет большое значение для качества и усвояемости готового продукта.

Основными видами тепловой обработки, применяемой в производстве консервов, являются бланширование – кратковременное воздействие на продукт тепла, подаваемого с горячей водой, паром или другими источниками энергии, и разваривание (варка) – более длительное тепловое воздействие с целью размягчения и доведения продукта до кулинарной готовности.

В процессе тепловой обработки с веществами, входящими в состав сырья, происходят сложные химические изменения: белки денатурируют, крахмал переходит в клейстеризованное состояние, или декстрины, протопектин гидролизуются, сахара карамелизуются и вступают в реакцию со свободными карбонильными группами и аминокислотными соединениями, продукт приобретает определенные вкус, запах и цвет. При тепловой обработке многие продукты уменьшаются в объеме (мясо, овощи), другие (крупы, макаронные изделия) увеличиваются в объеме и массе, что обусловлено в основном потерей или поглощением воды. Одновременно с потерей воды возможны и потери растворимых экстрактивных веществ, в том числе и биологически активных.

Особенно значительным изменениям подвергаются пектиновые вещества. Установлено, что при обработке в пароочистительных установках протопектин поверхностного слоя гидролизуются, переходя в растворимый пектин, при этом срединные пластинки частично разрушаются, и связь между клетками паренхимной ткани ослабляется, кожица отслаивается. Причем в аппаратах периодического действия тепло распространяется на более глубокие слои картофеля: 4,0–6,0 мм вместо 1,5 мм в аппарате непрерывного действия, соответственно увеличиваются количество гидролизованного пектина (с 7 до 9 %) и количество отходов.

Однако изменение пектиновых веществ не сводится только к гидролизу протопектина. При тепловой обработке картофеля наряду с гидролизом протопектина происходят деметоксилирование растворимого пектина и накопление метанола в ткани картофеля. При бланшировании моркови также установлено повышение содержания метанола. Этот факт предположительно объясняется тем, что в процессе бланширования при значениях температуры, равной 75–80 °С, повышается активность пектинметилэстеразы овощей, действие которой на пектиновые вещества вызывает их деэтерификацию.

Изменения при бланшировании. Плоды и овощи подвергаются бланшированию при изготовлении ряда консервов. Цель бланширования – увеличить эластичность плодовой ткани, инактивировать ферменты, повысить проницаемость наружных слоев плода, удалить воздух из тканей и пр.

Бланширование может проводиться распространенными в промышленности способами: в воде или паром, а также новыми способами, нашедшими пока ограниченное применение: горячими газами и микроволновым излучением. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки.

Бланширование в воде – самый простой и экономичный способ, но он приводит к значительным потерям сухих растворимых веществ и образованию большого количества сточных вод, которые не могут быть вторично использованы ввиду значительного загрязнения выщелоченными из овощей веществами. Бланширование паром не имеет этих недостатков, но требует большего расхода тепла. Бланширование газами и микроволновый способ могут оказать отрицательное влияние на вкус продукта.

Сохранность витаминов группы В примерно одинакова при всех способах бланширования, витамин А лучше сохраняется при бланшировании овощей горячими газами и микроволнами. Потери минеральных солей при бланшировании различными методами зависят не только от способа бланширования, но и от вида овощей. В зеленом горошке и стручковой фасоли лучшая сохраняемость минеральных солей при бланшировании горячими газами, тогда как в шпинате лучше сохраняются минеральные соли при бланшировании микроволнами.

Изменения при варке. Одной из основных целей тепловой обработки является размягчение тканей плодов и овощей. Размягчение

тканей в значительной степени обусловлено изменением полисахаридов, входящих в состав клеточных стенок и определяющих структурно-механические свойства растительной ткани. Основными полисахаридами клеточных стенок являются пектиновые вещества, гемицеллюлозы и целлюлоза. При нагревании они претерпевают определенные изменения, глубина и характер которых зависят от вида плодов и способа тепловой обработки. Минеральные вещества находятся в плодах и овощах в заметных количествах и в определенной степени определяют их пищевую ценность. В процессе тепловой обработки водой или паром часть минеральных веществ выщелачивается и переходит в воду или конденсат.

Мясо при тепловой обработке теряет влагу и часть экстрактивных веществ. Под влиянием нагревания происходят коагуляция и денатурация фибриллярных белков с одновременным удалением экстрактивных веществ, в том числе пуриновых оснований и минеральных веществ. Часть соединительной ткани (коллагена) гидролизует с образованием водорастворимого глютина. Потери мяса говядины при тепловой обработке составляют 36–38 %, из них потери влаги – 34–36 %. В пересчете к первоначальному содержанию в сыром мясе потери составляют (в %): белок – 4,0; жир – свыше 4,0; минеральные вещества – 23,1; витамин В – 37,9.

Крупы, используемые в производстве консервов и концентратов, в процессе производства подвергаются различным видам тепловой обработки (бланширование, гидротермическая обработка, стерилизация) и претерпевают при этом различные изменения. Основным изменением круп является их увлажнение или набухание. Степень увлажнения круп зависит от коллоидно-физических свойств крахмала, содержащегося в данном виде крупы.

4.2.4. Превращения липидов в технологическом потоке

При получении продуктов питания в ходе технологического потока липиды исходного сырья (зерно и крупа, мясо и молоко, жиры и масла, плоды и овощи) претерпевают разнообразные превращения. Значительные изменения происходят и в липидном комплексе хранящихся продуктов. Главные направления этих превращений – гидролиз липидов, окислительное и биохимическое прогоркание.

Но в пищевом сырье, полуфабрикатах и готовых продуктах они могут протекать одновременно, в виде идущих параллельно, связанных между собой превращений. При свободном доступе воздуха происходит окисление жиров, которое ускоряется с повышением температуры. При хранении (значение температуры от 2 до 25 °С) в жирах происходит автоокисление (самоокисление), при обжаривании (от 140 до 200 °С) – термическое окисление. При производстве консервированной овощной продукции распространенным способом тепловой обработки является обжаривание сырья.

Обжаривание приводит к снижению пищевой ценности жира в результате уменьшения содержания в нем жирорастворимых витаминов, ненасыщенных жирных кислот, фосфатидов и других биологически активных веществ, а также за счет образования в нем неусвояемых компонентов и токсических веществ. При длительном нагревании в жирах образуются высокополимерные вещества, не усваиваемые организмом. Токсичность нагретых жиров связана с образованием в них циклических мономеров и димеров, которые образуются из полиненасыщенных жирных кислот при значениях температуры свыше 200 °С.

Продукты окисления жира, раздражая кишечник, ухудшают усвояемость не только самого жира, но и употребляемых вместе с ним продуктов.

4.2.5. Изменение витаминов при переработке растительного сырья

Хранение сырья до момента обработки, методы обработки, условия хранения готового продукта в значительной степени влияют на изменение витаминного состава растительного сырья.

Основными факторами, влияющими на степень и скорость изменения витаминов, являются: действие света, кислорода воздуха, температура хранения и обработки, реакция среды, взаимодействие с ионами металлов и др.

Содержание витамина А и β-каротина при тепловой обработке изменяется, скорость их разрушения зависит от температуры, наличия воздуха, света и следов тяжелых металлов (особенно меди). Хорошая стабильность витамина зафиксирована в картофельных

чипсах. β-каротин достаточно стоек в консервированных соках. При варке овощей в воде в течение 30 мин разрушается 16 % витамина А, при обжаривании потери возрастают.

Содержание витамина А изменяется при сушке, а также стерилизации консервов из плодов и овощей. Вследствие протекающей изомеризации часть витамина А превращается в менее активные формы, что приводит к снижению А-витаминной активности. Такие же изменения зафиксированы и для β-каротина.

Бланширование и замораживание практически не влияют на А-витаминную активность, не установлена разница в потерях при стерилизации и приготовлении при избыточном или атмосферном давлении.

Сушка овощей на воздухе вызывает значительные потери β-каротина, особенно при сушке горячим воздухом (морковь при этом теряет 40–50 % β-каротина). При хранении сушеной моркови каротиноиды разрушаются, и вследствие этого аромат изменяется в худшую сторону.

Тиамин (витамин В₁) нестойк в нейтральных и щелочных растворах, на него влияют ионы металлов, особенно меди. Потери происходят и при экстракции водой. Добавление белковых веществ, агара, желатина и декстринов оказывает стабилизирующее действие на тиамин. Диоксид серы его полностью разрушает, причем скорость разрушения зависит от рН сырья: быстрее всего тиамин разрушается при рН = 6. Воздух также способствует разрушению витамина в сырье. В сушеных продуктах его влияние заметно слабее. Тиаминазы и полифенолоксидазы разрушают тиамин. Замороженная морковь теряет 50 % тиамина через 50 дней, а у свежего шпината почти все количество витамина разрушается уже через 36 ч.

Основные потери тиамина наблюдаются при экстракции. Нарезанные и мелко измельченные овощи и плоды теряют 20–70 % тиамина. У овощей потери тиамина при бланшировании больше, чем при сушке и замораживании. У нарезанных моркови и картофеля они составляют 20–30 %. При бланшировании и сушке капусты потери доходят до 25 %. Если добавить в среду сернистый ангидрид, потери увеличатся до 85 %.

Рибофлавин (В₂) легко экстрагируется при мойке и бланшировании, но стоек к окислению и действию кислой среды, не разрушается даже при 130 °С. Не действует на него диоксид серы, но он легко

разрушается в щелочной среде. Рибофлавин чувствителен к свету. Даже небольшие потери рибофлавина (около 5 %) могут привести к очень значительным потерям витамина С (до 50 %).

Витамин РР (никотиновая кислота) является очень стойким.

Витамин В₉ (фолиевая кислота) относительно стоек при нагревании в слабокислой среде, но при рН ниже 5 устойчивость его снижается. Аскорбиновая кислота предохраняет его от разрушения. Витамин В₉ чувствителен к действию света. Его потери в томатном соке при хранении в светлой бутылке составляют 30 %, в темной – всего 7 %. При технологической переработке плодов и овощей потери витамина В₉ составляют (в %): при бланшировании – 10, тепловой обработке под давлением, без доступа воздуха – 20, тепловой обработке в открытых аппаратах – 25–50. При хранении в замороженном состоянии потерь нет, а при размораживании они составляют 30 %.

Витамин В₆ (пиридоксин) устойчив к нагреванию. При технологической обработке в кислых и щелочных средах и наличии окислителей пиридоксин стабилен. Основные его потери происходят за счет растворения в воде. При замораживании овощей содержание его уменьшается на 40–60 %, при консервировании – на 50–80 %.

Витамин С (аскорбиновая кислота) легко экстрагируется, в тканях разрушается путем окисления ферментом аскорбиноксидазой в отсутствие кислорода. Окисляется кислородом воздуха при каталитическом действии ионов железа и меди, относительно стоек при действии ионизирующих облучений. Сульфиты предохраняют его от окисления. Так, сушеная капуста, подвергнутая обработке диоксидом серы, содержит в 2 раза больше витамина С, чем необработанная капуста.

Витамин С легко окисляется кислородом воздуха, поэтому высушенные на солнце плоды и овощи практически не содержат витамина С.

Потери витамина С при бланшировании зависят от степени измельчения сырья и от количества добавляемой воды.

Если в продукте содержатся антоцианы, то потери витамина С увеличиваются. В процессе консервирования и хранения земляника теряет до 40–60 % витамина С, в малине он более стабилен. В апельсиновом соке теряется от 3 до 30 % витамина С при хранении в течение 16 дней при 5 °С, а в яблочном соке – 5 % через 4–8 дней и 95 % – через 16 дней.

Будучи очень лабильным, витамин С служит индикатором термических повреждений других витаминов. Если его потери малы, то и для других витаминов они незначительны или отсутствуют. Однако если витамин С разрушен, это не значит, что и другие витамины претерпели значительные изменения. Пантотеновая кислота (В₃) наиболее стабильна при рН = 6–7, снижение рН среды до 3 может повлиять на ее стойкость. При бланшировании картофеля, моркови, других овощей потерь пантотеновой кислоты практически не происходит, но при сушке они могут достигать 10 %.

Витамин Н (биотин), на стабильность которого не оказывают влияния температура, рН среды, не подвергается ферментативному окислению пероксидазой. Он хорошо сохраняется в процессе консервирования и стерилизации, а также при сушке.

Витамины группы Е (токоферолы) достаточно устойчивы к различным воздействиям, потери при обработке незначительны.

4.2.6. Влияние технологической обработки на минеральный состав пищевых продуктов

При переработке пищевого сырья, как правило, происходит снижение содержания минеральных веществ (кроме добавления поваренной соли). В растительных продуктах они теряются с отходами. Так, содержание ряда макро- и микроэлементов при получении крупы и муки после обработки зерна снижается, т. к. в удаляемых оболочках и зародышах этих компонентов находится больше, чем в целом зерне. Например, в зерне пшеницы и ржи зольных элементов в среднем содержится 1,7 %, в муке, в зависимости от сорта, от 0,5 % (высший сорт) до 1,5 % (обойная). При очистке овощей и картофеля теряется от 10 до 30 % минеральных веществ. Если их подвергают тепловой обработке, то в зависимости от технологии (варка, обжаривание, тушение) теряется еще от 5 до 30 %.

Мясные, рыбные продукты и птица теряют макроэлементы (кальций и фосфор) при отделении мякоти от костей. При тепловой кулинарной обработке мясо теряет от 5 до 50 % минеральных веществ. Если обработку вести в присутствии костей, содержащих много кальция, то возможно увеличение его содержания в кулинарно обработанных мясных продуктах на 20 %.

При бланшировании, консервировании и варке зеленого горошка содержание в нем магния, калия, фосфора уменьшается, а содержание кальция увеличивается (последнее связывают с поглощением его из воды). При замачивании бобовых потери минеральных веществ составляют 10–15 %. Сведений, касающихся качественных изменений микроэлементов в связи с технологической обработкой продуктов, недостаточно, чтобы сделать определенные выводы.

В технологическом процессе за счет недостаточно качественного оборудования может переходить в конечный продукт некоторое количество микроэлементов. Так, при приготовлении теста в хлебопечении в результате контакта теста с оборудованием содержание железа может увеличиться на 30 %. Этот процесс нежелательный, поскольку вместе с железом в продукт могут переходить и токсичные элементы, содержащиеся в виде примесей в металле.

При хранении консервов в жестяных банках с некачественно выполненным припоем или при нарушении защитного лакового слоя в продукт могут переходить такие высокотоксичные элементы, как свинец, кадмий, а также олово.

Следует учитывать, что такие металлы, как железо и медь могут вызвать нежелательное окисление продуктов. Их каталитические окислительные способности особенно проявляются в отношении жиров и жировых продуктов. Так, при концентрации железа выше 1,5 мг/кг и меди 0,4 мг/кг при длительном хранении сливочного масла и маргарина эти металлы вызывают прогоркание продуктов. При хранении напитков в присутствии железа выше 5 мг/л и меди 1 мг/л при определенных условиях может наблюдаться помутнение напитков.

Денатурация может быть вызвана действием тепла, радиации и других физических агентов, а также кислот, оснований, алкилсульфатов (т. е. некоторых детергентов), спиртов, некоторых гидрофильных ионов и т. п. Обезвоживание в молекулярном масштабе обычно вызывает денатурацию.

Тепло – основной, вызывающий денатурацию белков фактор, воздействующий на консистенцию пищевых продуктов.

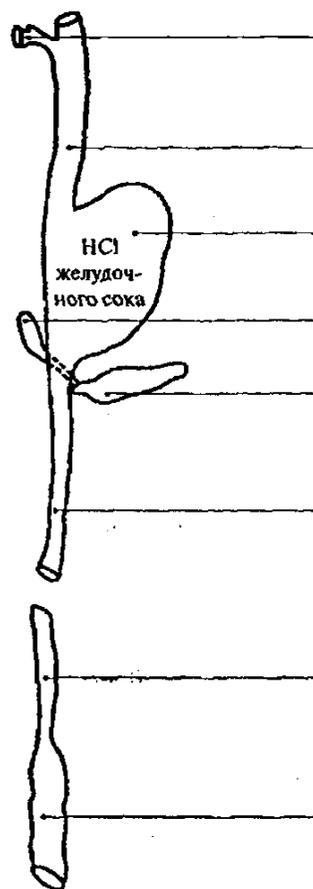
Питание – это сложный процесс поступления, переваривания и всасывания питательных веществ, в связи с чем стала активно развиваться специальная наука о питании – нутрициология.

Пищеварительная система – это совокупность органов, обеспечивающих усвоение организмом питательных веществ, необходимых ему в качестве источника энергии для обновления клеток и роста. Различают полостное и мембранное пищеварение. Полостное осуществляется в полости рта, желудка, тонкого и толстого кишечника. Мембранное – на уровне поверхности мембраны клетки и межклеточного пространства, характерного для тонкого кишечника. Поступающие с пищей белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества не могут быть усвоены организмом, его тканями и клетками в неизменном виде. Сложные пищевые вещества расщепляются ферментами-гидролазами, выделяющимися в полость пищеварительного тракта в определенных его участках. В процессе пищеварения из высокомолекулярных соединений они постепенно превращаются в низкомолекулярные, растворимые в воде. Белки расщепляются протеазами до аминокислот, жиры – липазами до глицерина и жирных кислот, углеводы – амилазами до моносахаридов. Все эти вещества всасываются в пищеварительном тракте и поступают в кровь и лимфу, т. е. в жидкие среды организма, откуда они извлекаются клетками тканей. Конечные продукты пищеварения, которые всасываются в кровь, – это простые сахара, аминокислоты, жирные кислоты и глицерин. Витамины, макро- и микроэлементы в пищеварительной системе могут освобождаться из связанного состояния, в котором они находятся в пищевых продуктах, но сами молекулы не расщепляются.

5.1. Строение и функции пищеварительной системы

Пищеварительная система состоит из нескольких частей: полость рта, глотка, пищевод, желудок, желчный пузырь, поджелудочная железа, двенадцатиперстная кишка, тонкий и толстый кишечника, прямая кишка.

Последовательные этапы переваривания и всасывания макро-нутриентов в желудочно-кишечном тракте представлены на рис. 12.



Рот, pH = 7
 Переваривание крахмала под действием
 амилазы слюны

Пищевод
 Перемещение пищевого комка

Желудок, pH 1–3
 Переваривание белков под действием
 пепсина

Желчный пузырь
 Накопление солей желчных кислот

Поджелудочная железа
 Образование протеолитических ферментов,
 амилазы, липазы

Двенадцатиперстная кишка, pH 7–8
 Завершение основного переваривания
 в результате совместного действия
 ферментов, поставляемых поджелудочной
 железой и эпителием тонкого кишечника

Конец тонкого кишечника
 Всасывание в кровь простых сахаров,
 аминокислот, электролитов и воды,
 всасывание жирных кислот

Толстый кишечник
 Дальнейшее удаление воды: действие
 кишечной микрофлоры

Рис. 12. Последовательные этапы переваривания и всасывания

Пищеварение начинается во рту с измельчения пищи, увлажнения ее слюной (за сутки образуется 0,5–2,0 л), взаимодействия ее с микроорганизмами полости рта и первичной метаболизации и трансформации ферментами (амилазами, протеиназами, липазами, фосфатазами) микробного и клеточного происхождения. В слюне некоторые пищевые вещества растворяются, и начинает проявляться их вкус. В слюне содержится фермент амилаза, который расщепляет крахмал до простых

сахаров. Действие амилазы легко проследить: если жевать хлеб в течение 1 мин, то ощущается сладкий вкус. Белки и жиры не расщепляются во рту. Средняя продолжительность пребывания пищи в полости рта – 15–20 с.

Таким образом, в ротовой полости основными процессами переработки пищи являются измельчение, смачивание слюной и набухание. В результате этих процессов из пищи формируется пищевой комок. Помимо указанных физических и физико-химических процессов в ротовой полости под действием слюны начинаются химические процессы, связанные с деполимеризацией.

Пищевой комок с корня языка через глотку и пищевод попадает в желудок, который представляет собой полый орган объемом в норме около 2 л со складчатой внутренней поверхностью.

В желудке пищеварение продолжается в течение 3–5 ч. Здесь происходят: дальнейшее смачивание и набухание пищевого комка, проникновение в него желудочного сока, свертывание белков, створаживание молока. Наряду с физико-химическими, начинаются химические процессы, в которых участвуют ферменты желудочного сока.

Чистый желудочный сок, объем которого зависит от количества и состава пищи и соответствует 1,5–2,5 л/сут, представляет собой бесцветную прозрачную жидкость, содержащую соляную кислоту в концентрации 0,4–0,5 % (pH = 1–3).

Функции соляной кислоты связаны с процессами денатурации и разрушения белков, создания оптимума pH для пепсиногенов, подавления роста патогенных бактерий, регуляции моторики, стимуляции секреции энтерокиназы.

Процессы денатурации белков в последующем облегчают действие протеаз.

В желудке работают три группы ферментов:

- 1) ферменты слюны – амилазы, которые действуют первые 30–40 с до появления кислой среды;
- 2) ферменты желудочного сока – протеазы (пепсин, гастрин, желатиназа), расщепляющие белки до полипептидов и желатина;
- 3) липазы, расщепляющие жиры.

Расщеплению в желудке подвергается примерно 10 % пептидных связей в белках, вследствие чего образуются продукты, растворимые в воде (пептиды, аминокислоты). Продолжительность и активность действия липаз невелики, поскольку они обычно действуют

только на эмульгированные жиры в слабощелочной среде. Продуктами деполимеризации являются неполные глицериды.

Переваривание углеводов, начавшееся во рту, в желудке приостанавливается, т. к. в кислой среде амилаза теряет свою активность. Желудочный сок содержит липазу, расщепляющую жиры. В желудке большую роль играет соляная кислота желудочного сока. Соляная кислота повышает активность ферментов, вызывает денатурацию и набухание белков, оказывает бактерицидное действие.

В норме кислотность желудочного сока колеблется в пределах рН от 1,6 до 1,8. Отклонение желудочного сока от нормы используется в диагностике язвы желудка, анемии, опухолей.

Пища, богатая углеводами, находится в желудке около двух часов и эвакуируется быстрее, чем белковая или жирная пища, которая задерживается в желудке дольше (5–6 ч).

Из желудка пищевая масса, имеющая жидкую или полужидкую консистенцию, поступает в тонкий кишечник (общая длина 5–6 м), верхняя часть которого называется двенадцатиперстной кишкой (в ней процессы ферментативного гидролиза наиболее интенсивны).

В двенадцатиперстной кишке пища подвергается действию трех видов пищеварительных соков, которыми являются сок поджелудочной железы (поджелудочный, или панкреатический сок), сок, вырабатываемый клетками печени (желчь), и сок, вырабатываемый слизистой оболочкой самой кишки (кишечный сок). В состав поджелудочного сока входят комплекс ферментов и бикарбонаты, создающие щелочную среду (рН = 7,8–8,2).

По мере поступления в двенадцатиперстную кишку поджелудочного сока, в ней идет нейтрализация соляной кислоты и повышение рН. У человека рН среды в двенадцатиперстной кишке колеблется в пределах 4,0–8,5. Здесь работают ферменты поджелудочного сока, к которым относятся протеазы, расщепляющие белки и полипептиды (трипсин, химотрипсин, карбоксипептидазы, аминопептидазы), липазы, расщепляющие жиры, эмульгированные желчными кислотами, амилазы, заканчивающие полное расщепление крахмала до мальтозы, а также рибонуклеаза и дезоксирибонуклеаза, расщепляющие РНК и ДНК.

Секретция поджелудочного сока начинается через 2–3 мин после приема пищи и продолжается 6–14 ч, т. е. в течение всего периода пребывания пищи в двенадцатиперстной кишке. Установлено, что

ферментный состав поджелудочного сока изменяется в зависимости от характера питания, например: при жирной пище увеличивается активность липазы и наоборот.

Помимо поджелудочного сока, в двенадцатиперстную кишку из желчного пузыря поступает желчь, которую вырабатывают клетки печени. Она имеет слабощелочное значение рН и поступает в двенадцатиперстную кишку через 5–10 мин после приема пищи. Суточное выделение желчи у взрослого человека составляет 500–700 мл. Желчь обеспечивает эмульгирование жиров, растворение продуктов их гидролиза, активацию панкреатических и кишечных ферментов, регуляцию моторики и секреции тонкого кишечника, регуляцию секреции поджелудочной железы, регуляцию желчеобразования, нейтрализацию кислой среды и инактивацию трипсина. Кроме того, она участвует во всасывании жирных кислот, образуя с ними растворимые в воде комплексы, которые всасываются в клетки слизистой кишечника, где происходит распад комплексов и поступление кислот в лимфу.

Третьим видом пищеварительного сока в двенадцатиперстной кишке является сок, вырабатываемый ее слизистой оболочкой и называемый кишечным соком. Ключевым ферментом кишечного сока является энтерокиназа, которая активизирует все протеолитические ферменты, содержащиеся в поджелудочном соке в неактивной форме. Помимо энтерокиназы, в кишечном соке содержатся ферменты, расщепляющие дисахариды до моносахаридов.

В полости двенадцатиперстной кишки под действием ферментов, секретлируемых поджелудочной железой, происходит гидролитическое расщепление большинства крупных молекул – белков (и продуктов их неполного гидролиза), углеводов и жиров. Из двенадцатиперстной кишки пища переходит в конец тонкого кишечника.

В тонком кишечнике завершается разрушение основных компонентов пищи. Кроме полостного пищеварения, в тонком кишечнике происходит мембранное пищеварение, в котором участвуют те же группы ферментов, расположенные на внутренней поверхности тонкой кишки. В состав панкреатических ферментов в пристеночном пищеварении входят амилазы, трипсин и химотрипсин. Особую роль этот вид пищеварения играет в процессах расщепления дисахаридов до моносахаридов и пептидов до аминокислот. В тонком кишечнике происходит заключительный этап пищеварения –

всасывание питательных веществ (продуктов расщепления макро- и микронутриентов, микронутриентов и воды). На внутренней поверхности кишечника расположено множество складок с большим количеством пальцевидных выступов – ворсинок, каждая из которых покрыта эпителиальными клетками, несущими многочисленные микроворсинки. Такое строение, увеличивающее площадь поверхности тонкого кишечника до 180 м², обеспечивает эффективное всасывание образовавшихся низкомолекулярных соединений. Через поверхность ворсинок продукты пищеварения транспортируются в эпителиальные клетки, а из них – в капилляры кровеносной системы и в лимфатические сосуды, расположенные в стенках кишечника.

Подсчитано, что за час в тонком кишечнике может всасываться до 2–3 л жидкости, содержащей растворенные питательные вещества.

Подобно пищеварительным, транспортные процессы в тонком кишечнике распределены неравномерно. Всасывание минеральных веществ, моносахаридов и частично жирорастворимых витаминов происходит уже в верхнем отделе тонкого кишечника. В среднем отделе всасываются водо- и жирорастворимые витамины, мономеры белков и жиров, в нижнем – происходит всасывание витамина В₁₂ и солей желчных кислот.

Непереваренные остатки пищи далее поступают в толстый кишечник, в котором они могут находиться от 10 до 15 ч. В этом отделе пищеварительного тракта осуществляются процессы всасывания воды и микробной метаболизации питательных веществ.

Длина толстого кишечника у взрослого человека в среднем 1,5 м. Он состоит из трех частей: слепая, поперечно-ободочная и прямая кишка.

В толстом кишечнике преобладают процессы обратного всасывания. В нем всасываются вода, глюкоза, витамины и аминокислоты, вырабатываемые бактериями кишечной полости.

Толстый кишечник является местом обитания и интенсивного размножения различных микроорганизмов, потребляющих неперевариваемые остатки пищи, в результате чего образуются органические кислоты (молочная, пропионовая, масляная и др.), газы (диоксид углерода, метан, сероводород), а также некоторые ядовитые вещества (фенол, индол и др.), обезвреживающиеся в печени.

Кишечная микрофлора выполняет функции вторичного переваривания пищи и формирования каловых масс; в соответствии

с теорией адекватного питания, во многом обеспечивает возможность широкого варьирования рациона питания и устойчивость к новым видам пищи.

Ключевыми функциями кишечной микрофлоры являются:

- синтез витаминов группы В, фолиевой и пантотеновой кислот, витаминов Н и К;
- метаболизм желчных кислот с образованием, в отличие от патогенной микрофлоры, нетоксичных метаболитов;
- утилизация в качестве питательного субстрата некоторых токсичных для организма продуктов пищеварения;
- стимуляция иммунной реактивности организма.

Важную роль в процессах пищеварения играют балластные вещества пищи. К ним относятся неперевариваемые биохимические компоненты: клетчатка, гемицеллюлозы, лигнин, камеди, смолы, воски.

Основу балластных компонентов составляют вещества растительного происхождения, входящие в структуру стенок растений и содержащиеся в кожуре, шелухе семян, отрубях. Большая часть балластных веществ – это целлюлоза и разветвленные полисахариды на основе ксилозы, арабинозы, маннозы, галактозы. К балластным ингредиентам животного происхождения относятся не утилизируемые человеческим организмом элементы соединительной ткани животных.

Устойчивый к действию протеолитических ферментов белок коллаген выполняет в процессах пищеварения сходные с пищевыми волокнами физиологические функции. Такими же свойствами обладают и не гидролизующиеся в кишечнике мукополисахариды, содержащиеся в межклеточном веществе животных тканей. Наибольшее количество этих структурных полисахаридов находится в соединительной ткани, легких, крови.

Пища, содержащая балластные компоненты, обеспечивает формирование гелеобразных структур, что играет существенную роль в контроле опорожнения желудка.

Структурирование пищи влияет на скорость всасывания в тонкой кишке и продолжительность транзита через желудочно-кишечный тракт.

Пищевые волокна и продукты термогидролиза коллагена обладают способностью удерживать значительное количество воды, что

существенно влияет на давление, массу и электролитный состав фекалий, способствуя формированию мягких фекалий.

Пищевые волокна и неперевариваемые соединительнотканые белки входят в число основных компонентов, составляющих среду, в которой обитают полезные кишечные бактерии.

Пищевые волокна и элементы соединительной ткани имеют большое значение для электролитного обмена в желудочно-кишечном тракте. Это связано с тем, что коллаген, как и полисахариды, обладает катионообменными свойствами и способствует выведению из организма различных вредных соединений.

Пищевые балластные вещества в питании людей снижают риск развития опухолевых заболеваний, язвенной болезни, заболеваний двенадцатиперстной кишки, диабета, сердечнососудистых заболеваний, оказывают благотворное влияние на организм людей с избыточной массой тела, страдающих атеросклерозом, гипертонией и другими заболеваниями.

Пищевые волокна, не расщепленные ферментами желудочно-кишечного тракта, частично разрушаются под влиянием микрофлоры.

В толстой кишке формируются каловые массы, состоящие из непереваренных остатков пищи, слизи, отмерших клеток слизистой оболочки и микробов, которые непрерывно размножаются в кишечнике, вызывая процессы брожения и газообразования.

В состав флоры содержимого толстого кишечника входят анаэробные виды микроорганизмов: бифидобактерии, лактобактерии, пептострептококки, клостридии (до 99 % всего состава). Около 1 % микрофлоры толстого кишечника представлены аэробами: кишечной палочкой, энтеробактериями (протей, энтеробактер и др.), энтерококками, стафилококками, дрожжеподобными грибами.

Следовательно, желудочно-кишечный тракт выполняет три основные функции: пищеварительную, экскреторную, регуляторную.

Пищеварительная функция желудочно-кишечного тракта объединяет четыре следующих процесса: моторика, секреция, гидролиз, всасывание.

Различные процессы последовательной обработки пищи, приводящие к физическим, физико-химическим или химическим изменениям, осуществляются по мере ее перемещения по пищеварительному каналу, функции различных отделов которого строго специализированы.

5.2. Схемы процессов переваривания и метаболизм макронутриентов

В общем случае физические и физико-химические изменения пищи заключаются в ее размельчении, перемешивании, набухании, частичном растворении, образовании суспензий и эмульсий; химические изменения связаны с рядом последовательных стадий расщепления основных нутриентов.

Процесс разрушения (деполимеризация) природных полимеров осуществляется в организме путем ферментативного гидролиза с помощью пищеварительных (гидролитических) ферментов, именуемых гидролазами.

Деполимеризуются только макронутриенты (белки, жиры, углеводы). В деполимеризации участвуют три группы гидролаз: протеазы (ферменты, разрушающие белки), липазы (ферменты, расщепляющие жиры), амилазы (ферменты, расщепляющие углеводы).

Ферменты образуются в специальных секреторных клетках пищеварительных желез и поступают внутрь пищеварительного тракта вместе со слюной и пищеварительными соками – желудочным, поджелудочным и кишечным, объем выделения которых составляет у человека около 7 л/сут.

Процесс образования и выделения специальными железами организма особых активных веществ (секретов) называется секрецией.

Наряду с ферментами, являющимися катализаторами биохимических процессов расщепления пищевых веществ, в состав пищеварительных соков входят вода, различные соли, а также слизь, способствующая лучшему передвижению пищи.

Одной из ключевых биологических закономерностей, определяющих процессы ассимиляции пищи, является правило соответствия: ферментные наборы организма находятся в соответствии с химическими структурами пищи; нарушение этого соответствия служит причиной многих заболеваний. Общие представления об этом соответствии иллюстрирует табл. 27.

В действительности, для эффективного пищеварения необходим набор обеспечивающих комплексное действие ферментов, которые вырабатываются пищеварительными железами в зависимости от состава поглощаемой пищи.

Таблица 27

Пищеварительные ферменты человека и их специфичность

Ферменты	Оптимальное значение pH	Соответствие видам пищи	
		Соответствует	Не соответствует
Переваривающие белки (протеазы):			
пепсин	1,0–1,5	Большинство белков глобулярной природы	Кератины, эластины, коллагены плохо перевариваются из-за особенностей третичной структуры
гастрин	2,0–3,0	То же	То же
трипсин	8,0	—«—	—«—
химотрипсин	8,0	—«—	—«—
аминопептидазы	8,0	Пептиды (с N-концевого аминокислотного остатка)	—«—
карбоксипептидазы	8,0	Пептиды (с C-концевого аминокислотного остатка)	—«—
дипептидазы	8,0	Дипептиды	—«—
Переваривающие углеводы (амилазы): α -амилаза (птиалин)	7,0	Крахмал, гликоген, другие α -полисахариды	Целлюлоза и гемицеллюлозы из-за наличия β -гликозидной связи
дисахаридазы	6,5–7,5	Сахароза, мальтоза, лактоза	То же
Переваривающие жиры (липазы)	8,0	Ацилглицерины	Воски

Основными конечными продуктами гидролитического расщепления высокомолекулярных веществ, содержащихся в пище, являются мономеры. Каждый из трех видов макронутриентов (белки, углеводы, жиры) имеет свою схему процесса переваривания.

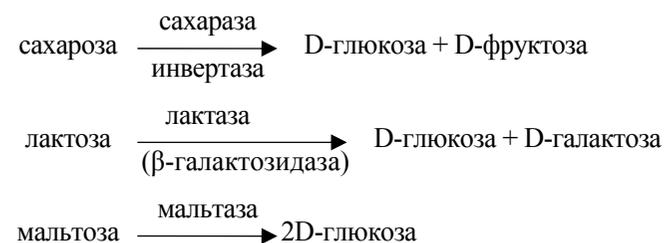
5.2.1. Переваривание углеводов, белков, жиров

Из углеводов у человека перевариваются, в основном, полисахариды: крахмал, содержащийся в растительной пище, и гликоген, содержащийся в пище животного происхождения. Этапы переваривания этих полисахаридов сходны и иллюстрируются на примере переваривания крахмала:



Оба полисахарида полностью расщепляются ферментами желудочно-кишечного тракта до составляющих их структурных блоков, а именно – до свободной D-глюкозы. Процесс начинается во рту под действием амилазы слюны с образованием смеси, состоящей из мальтозы, глюкозы и олигосахаридов, продолжается и заканчивается в тонком кишечнике под действием амилазы поджелудочной железы, поступающей в двенадцатиперстную кишку.

Гидролиз пищевых дисахаридов – сахарозы, лактозы и мальтозы – катализируют ферменты, находящиеся в наружном слое эпителиальных клеток, выстилающих тонкий кишечник:



У многих взрослых представителей афро-азиатских рас часто пропадает лактазная активность. В этом случае молочный сахар не

расщепляется в кишечнике, а частично сбрасывается микроорганизмами с образованием газов, что вызывает диарею.

В эпителиальных клетках тонкого кишечника D-фруктоза, D-галактоза, а также D-манноза частично превращаются в D-глюкозу. Смесь простых гексоз поглощается выстилающими тонкий кишечник эпителиальными клетками и доставляется кровью в печень.

Переваривание белков. Белки пищи расщепляются ферментами в желудочно-кишечном тракте до составляющих их аминокислот.

Переваривание белков осуществляется в результате последовательного действия сначала пепсина в кислой среде желудка, а затем трипсина и химотрипсина в тонком кишечнике при pH = 7–8. Далее короткие пептиды гидролизуются под действием ферментов карбоксипептидазы и аминопептидазы до свободных аминокислот, которые проникают в капилляры ворсинок и переносятся кровью в печень.

Пепсин, трипсин, химотрипсин и карбоксипептидаза секретируются в желудочно-кишечный тракт в виде неактивных зимогенов. Активация пепсина в желудочном соке происходит путем автокатализа. Активация трипсина осуществляется в тонком кишечнике под действием фермента энтерокиназы, содержащегося в кишечном соке. Трипсин в активной форме активирует в тонком кишечнике другие зимогены протеаз.

В здоровом организме зимогены, выделяемые поджелудочной железой, активируются только в тонком кишечнике, в противном случае возникает заболевание, именуемое острым панкреатит.

Переваривание жиров. Процесс переваривания жиров осуществляется, главным образом, в тонком кишечнике липазой поджелудочной железы, поступающей в виде зимогена (пролипазы), который только в кишечнике превращается в активную липазу.

В присутствии желчных кислот и специального белка, имеющего наименование колипазы, активная липаза катализирует гидролиз триацилглицерина с отщеплением крайних ацилов и образованием смеси свободных высших жирных кислот в виде мыл (калиевых и натриевых солей) и 2-моноацилглицеринов, которые эмульгируются при помощи желчных кислот и всасываются кишечными клетками. Процесс может быть описан следующей схемой.

Соли желчных кислот (производные холевой кислоты) поступают из печени в желчь, а с ней – в верхнюю часть тонкого кишечника.

После всасывания кислот и 2-моноацилглицеринов из эмульгированных капелек жира в нижнем отделе тонкого кишечника происходит обратное всасывание солей желчных кислот, которые возвращаются в печень и используются повторно. Таким образом, желчные кислоты постоянно циркулируют между печенью и тонким кишечником. Причем они играют важную роль в усвоении не только триацилглицеринов, но и всех других жирорастворимых компонентов пищи. Так, недостаток желчных кислот может привести к пищевой недостаточности витамина А. Желчные кислоты нужны также для всасывания ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} .

Кроме указанных, продуктами переваривания липидов являются легко всасывающиеся глицерин, фосфорная кислота, холин и другие растворимые компоненты. Продукты деполимеризации всасываются в лимфу, а оттуда попадают в кровь.

Водорастворимые витамины всасываются из тонкого кишечника в кровь, где образуют комплексы с соответствующими белками, и в таком виде транспортируются к различным тканям.

Во всасывании воды и минеральных веществ значительную роль играет их активный транспорт через мембраны кишечной стенки, составляющий 8–9 л воды. Основной источник воды – пищеварительные соки пищеварительной системы, и лишь 1,5 л воды поступает извне. Это важный путь сохранения водного баланса в организме.

За исключением большей части триацилглицеринов, питательные вещества, поглощенные в кишечном тракте, поступают в печень, которая является основным центром распределения питательных веществ, где сахара, аминокислоты и некоторые липиды подвергаются дальнейшим превращениям и распределяются между разными органами и тканями.

5.2.2. Метаболизм макронутриентов

Основными конечными продуктами гидролитического расщепления содержащихся в пище макронутриентов являются мономеры (сахара, аминокислоты, высшие жирные кислоты), которые, подвергаясь всасыванию на уровне пищеварительно-транспортных комплексов, являются, в большинстве случаев, основными элементами

метаболизма (промежуточного обмена) и из которых в различных органах и тканях организма вновь синтезируются сложные органические соединения.

Под метаболизмом подразумевают в данном случае превращение веществ внутри клетки с момента их поступления до образования конечных продуктов. При этих химических превращениях освобождается и поглощается энергия.

Метаболизм аминокислот, сахаров, жирных кислот может идти в двух направлениях. Во-первых, они окисляются для получения энергии с выделением диоксида углерода и воды (процесс катаболизма, т. е. распад молекул). В другом случае простые вещества используются как строительный материал для образования более сложных молекул и клеток, запасных веществ. Такое превращение пищевых веществ называется анаболизмом. В обоих процессах участвуют витамины и минеральные вещества, регулирующие биохимические реакции катаболизма и анаболизма. Нарушение равновесия между катаболизмом и анаболизмом обычно является признаком неправильного питания, которое ведет к развитию различных заболеваний. Правильное питание исключает возможность возникновения заболеваний.

5.3. Обмен веществ и энергии. Энергетическая ценность пищи

Основное внимание уделяется белковому, углеводному, жировому обмену, а также обмену воды и минеральных веществ.

Белковый обмен предусматривает синтез белка в организме и его диссимиляцию.

Таким образом, для синтеза белка в животном организме необходимо наличие аминокислот, которые образуются в пищеварительном тракте из белка пищи. Расщепление идет под влиянием ферментов через стадии пептонов и полипептидов. Образовавшиеся аминокислоты поступают в кровь и ее током разносятся по всему организму. Из доставленных кровью аминокислот в клетках происходит синтез белка. При этом создаются белки, специфичные для данного органа и данного организма. Значение расщепления белков состоит также в том, что аминокислоты, которые образуют истинные

растворы, легко всасываются, в то время как белки и пептоны, находящиеся в коллоидальном состоянии, не всасываются.

Синтез белка связан не только с необходимостью поступления белков с пищей, но также и с качеством поступающих белков. В пище должны находиться белки, при расщеплении которых могли бы быть получены все необходимые для организма аминокислоты. Белковые вещества, которые не обеспечивают нормального синтеза белка в организме, т. е. не содержат все необходимые аминокислоты, получили название неполноценных. Неполноценные белки имеют, главным образом, растительное происхождение, например белок пшеницы, а также некоторые животные белки (например желатин). В отличие от них большинство белков тела животных являются полноценными, т. е. их аминокислотный состав обеспечивает нормальный синтез белков организма. Белки некоторых растений (например, картофеля и ряда бобовых растений) полноценны.

Количество поступающего белка должно возместить распад белка в организме и удовлетворить потребности роста. Распад белков происходит непрерывно при физиологических процессах и проходит ряд последовательных этапов. В клетках процессы распада не останавливаются на стадии аминокислот, а идут глубже. В результате накапливается ряд продуктов распада, выделяемых из организма. В числе этих продуктов распада белка имеются вещества специфичные и неспецифичные (например, CO_2 , вода и др.) для белкового обмена. Специфичными продуктами распада белков являются вещества, содержащие азот, т. к. все выделяемые организмом азотистые вещества образуются из белков. Конечным продуктом расщепления белка в организме является аммиак – NH_3 . Однако он из организма выделяется в сравнительно небольшом количестве. Преобладающее количество аммиака синтезируется в органическое соединение – мочевины:



Все азотистые продукты распада белка выделяются с мочой.

Если количество поступившего и выведенного азота равны между собой, то наступает состояние азотистого равновесия. В случае

недостатка белка в пище организм в процессе белкового обмена расходует собственные тканевые белки. Такое состояние называют белковым голоданием.

Жировой обмен связан с образованием и расщеплением жира в организме человека. Поступающий с пищей жир в процессе пищеварения под влиянием ферментов подвергается расщеплению на глицерин и жирные кислоты. Обратный синтез жира из поступивших продуктов расщепления происходит в стенке кишки. Таким образом, к тканям током крови доставляется уже синтезированный, «нейтральный» жир.

Если пища содержит мало жиров, синтез их из углеводов или аминокислот в организме может быть довольно интенсивным.

Обильная пища из углеводов, «мучнистая», тоже может служить источником отложения запасов жира. В этих случаях образование жира происходит из углеводов через целый ряд промежуточных веществ и осуществляется в тканях.

Жир подвергается различным изменениям в ходе всех внутриклеточных процессов.

Изменения эти идут в двух направлениях:

- 1) распад жира на продукты меньшего молекулярного веса;
- 2) образование более сложных соединений жира с другими веществами клетки.

В первом случае изменения жира связаны с энергетическими процессами организма. Во втором случае происходит образование веществ, являющихся весьма важными элементами клеточной структуры.

При расщеплении жира происходит образование глицерина и жирных кислот. Распад последних идет постепенно и проходит ряд промежуточных стадий, характеризующихся образованием все менее и менее сложных органических кислот. К промежуточным веществам принадлежит ряд органических кислот: щавелевая, янтарная, уксусная, фумаровая и другие их недоокисленные соединения – альдегиды и кетоны. Эти соединения подвергаются окислению, причем конечными продуктами этого процесса являются CO_2 и H_2O . Химические реакции распада жира сопровождаются выделением значительных количеств энергии, используемой в ходе физиологических процессов. Энергетическое значение жира значительно выше по сравнению с белками; расщепление молекул жира на всех этапах

имеет характер экзотермической реакции, т. е. сопровождается выделением тепла. Если пища содержит мало жира или имеется недостаток пищи, происходит расщепление жира, отложенного в организме.

При уменьшении интенсивности окислительных процессов в организме могут накапливаться продукты неполного окисления, действующие неблагоприятно на процессы обмена, следовательно, и на общее состояние организма.

Углеводный обмен связан с расщеплением углеводов в организме. Основным источником поступления углеводов в организм человека служат растения.

Процесс расщепления углеводов пищи до состояния моносахарида имеет большое физиологическое значение, т. к. ни в каком другом виде углеводы из пищеварительного аппарата не могут поступить в кровь. Образующаяся в результате ферментативного расщепления полисахаридов глюкоза с током крови поступает в печень. В клетках печени под влиянием ферментов происходит процесс синтеза глюкозы в полисахарид – животный крахмал, или гликоген, который как нерастворимое соединение откладывается в печени, образуя основные запасы углеводов в организме. Образование и отложение запасов гликогена в меньшей мере происходят также в мышечной ткани. По мере расходования глюкозы, находящейся в крови, гликоген печени и тканей мобилизуется, при участии ферментов расщепляется, превращается в глюкозу, которая поступает в кровь. Таким образом, в крови содержание глюкозы поддерживается все время на определенном уровне, колеблясь у человека в нормальных условиях в небольших пределах от 0,07 до 0,12 %. Как понижение, так и повышение содержания глюкозы в крови влечет нарушения в состоянии организма.

Затраты углеводов весьма значительны, поэтому организм нуждается в постоянном пополнении сравнительно большими количествами углеводов, поступающих с пищей.

Углеводы в клетках организма подвергаются окислению, которое проходит фазы образования органических кислот, альдегидов, кетонов и заканчивается образованием углекислоты и воды. Этот процесс сопровождается освобождением химической энергии. Основное использование энергии углеводов наблюдается при работе мышц, в которых происходит образование из углеводов молочной

кислоты и последующее ее окисление до CO_2 и H_2O . Промежуточным этапом между расщеплением гликогена и образованием молочной кислоты в мышцах является соединение сахара с фосфорной кислотой. Чем интенсивнее мышечная деятельность, тем больше потребление углеводов в организме.

Часть углеводов идет на образование более сложных соединений в клетках. Таковы соединения углеводов с белками и соединения с аминогруппой – аминсахара, например глюкозамин $\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_5\text{NH}_2$, входящий в состав белка слюны – муцина. В значительном количестве в организме встречаются углеводы в соединении с фосфорной кислотой.

Также возможно образование углеводов из жиров. Таким образом, существует взаимосвязь различных видов обмена веществ и возможность перехода одних веществ в другие.

Обмен воды и минеральных солей чрезвычайно важен для функционирования организма человека.

Значимость воды для организма сложно переоценить. Поступление различных питательных веществ и выделение продуктов распада, а также почти все химические реакции в живом организме возможны только при достаточном количестве воды. Без воды организм не может существовать, т. к. вода необходима также для поддержания нормального состояния белковых веществ и для растворения большинства химических соединений, встречающихся в организме. Организм постоянно теряет воду, выделяя ее вместе с продуктами распада почками и кожей, отдавая ее легкими вместе с выдыхаемым воздухом. Прекращение поступления воды в течение нескольких суток влечет за собой тяжелые нарушения и смерть.

В большинстве тканей содержание воды составляет 75–80 % по массе. Примером может служить мышечная ткань, в которой содержится 78–80 % воды. В костной, хрящевой и соединительной тканях количество воды меньше. Напротив, в плазме крови и лимфе воды содержится больше (до 92 %).

В состав плотных веществ, остающихся после удаления воды (высушиванием) из тканей, входят органические соединения и неорганические соли, образующие золу.

Некоторые элементы в организме находятся в малых количествах, но их значение велико благодаря особенностям действия тех

соединений, в которых они участвуют. Железо в форме органического соединения, входящего в состав гемоглобина, занимает исключительно важное место в окислительных процессах. Большое значение имеют соединения йода, выделяемые щитовидной железой. Некоторые другие элементы обладают также способностью оказывать влияние на ход физиологических процессов. Таково действие кальция и фосфорной кислоты, необходимых для нормальной деятельности мышц и нервной системы. Неорганические соли или находятся в чистом виде, в форме так называемых истинных растворов, или входят в состав органических веществ клетки, образующих особые коллоидные растворы.

Все жизненные процессы, в частности процессы внутриклеточного обмена веществ, связаны с выведением из клетки и поступлением в клетку различных химических соединений. Эти явления связаны с необходимостью наличия достаточных количеств неорганических солей.

Организм постоянно с мочой, потом, слезами, выделениями кишечника теряет неорганические соединения: хлористые соли натрия, калия, кальция, углекислые, сернокислые и фосфорнокислые соли натрия, калия, магния и железа. Часть этих минеральных соединений образуется в результате распада органических веществ, часть солей выводится из организма в форме тех же соединений, в которых они в организм поступили. Ввиду непрерывного выделения солей и их важности для существования организма необходимо поступление минеральных веществ в тело. Обычная смешанная пища является достаточным источником пополнения организма всеми неорганическими соединениями. Исключение представляет хлористый натрий, которого в пище часто может недоставать. Как правило, при приготовлении пищи хлористый натрий – поваренная соль – добавляется. Недосток в хлористом натрии испытывается при использовании преимущественно растительной пищи, т. к. растения обычно содержат значительные количества солей калия и малые – соединений натрия. При использовании растительной пищи организм испытывает большую потребность в хлористом натрии потому, что введение больших количеств калия увеличивает выведение из организма натрия. В плазме крови в норме преобладают соли натрия (NaCl) над солями калия (KCl). В случае поступления больших количеств калия в крови происходит образование большого количества KCl

Процентный состав нескольких важнейших пищевых продуктов

Пищевой продукт	Белки	Жиры	Углеводы	Минеральные соли	Вода
Мясо тощее (говядина)	20,57	2,01	–	1,21	76,17
Мясо жирное	18,38	21,40	–	0,97	58,74
Яйца куриные	12,55	12,11	0,55	1,12	73,67
Ржаной хлеб	7,84	0,30	43,70	1,55	43,58
Картофель (свежий)	2,14	0,22	19,56	0,98	70,16
Яблоки сушеные	1,42	1,94	54,16	1,59	31,28

Кроме того, необходимо учитывать, что не вся пища усваивается, т. е. поступает из пищеварительного тракта в соки (кровь и лимфу) организма. Часть введенной пищи удаляется из кишечника в виде шлаков, отбросов. Усвояемость при употреблении животной пищи (95 %) больше усвояемости растительной (80 %) и смешанной пищи (от 82 до 90 %). В практике чаще всего ведут учет, исходя из 90%-го усвоения пищи. Усвояемость питательных веществ из разных пищевых продуктов различна (табл. 29).

Таблица 29

Усвояемость 100 г пищевого продукта, %

Пищевой продукт	Усвояемость питательных веществ			
	Белки	Жиры	Углеводы	Минеральные соли
Мясо	95	95	–	80,4
Яйца	97	95	–	81,8
Ржаной хлеб грубого помола	60	85	90	–
Рис	80	90	95	57,0
Картофель	65	85	95	64,2

Зная количество питательных веществ в пищевых продуктах, можно вычислить энергетическую ценность принятой пищи. Вычисление калорийности пищи по отношению ко всему принятому ее количеству принято называть калоражем «брутто». Вычисление

путем замещения хлора в молекуле хлористого натрия; натрий же вступает в соединение с угольной кислотой, при этом накапливаются избыточные количества KCl и Na₂CO₃, которые выводятся из организма. Таким образом, вместе с выведением излишнего калия выводится и необходимый натрий, отсюда увеличенная потребность в NaCl.

Интенсивность обмена веществ и превращения энергии при значении температуры, равной 16–18 °С, в полном покое и натошак, составляют так называемый основной обмен, который выражает траты организма, необходимые для деятельности сердца, дыхательных мышц, печени, почек и т. п. Величина основного обмена довольно постоянна при нормальном протекании физиологических процессов и может быть (в случае их крушения) меньше или больше. Основной обмен обычно выражают количеством тепла в калориях на 1 кг массы тела за 1 ч или за одни сутки. Для человека среднего возраста, роста и веса основной обмен равен 1 кал на 1 кг массы в 1 час. Во время сна интенсивность обмена понижается на 8–10 % по сравнению с бодрствованием. Сон, слишком глубокий и продолжительный, длительный покой, многие болезни могут значительно понизить основной обмен.

Так как нормальная величина основного обмена довольно постоянна, то понижение основного обмена часто служит одним из средств распознавания болезни. То же самое относится и к состоянию повышения основного обмена.

Изучение процессов обмена веществ и энергии в организме является научным обоснованием питания. От состава, количества пищи и ее соответствия потребностям организма в большой степени зависит общее его состояние. Существенное значение в питании имеет также ряд других условий, например: приготовление и хранение пищи, комбинирование отдельных ее видов, распределение ее приема по часам суток и т. п.

Понятие «пищевые продукты» или «пищевые средства» не следует смешивать с понятием «питательные вещества». К питательным веществам мы относим определенные химические вещества, как, например, белки, жиры, углеводы, минеральные соли. Эти вещества в том или ином количестве содержатся в любом пищевом продукте, который представляет собой в большинстве случаев смесь ряда веществ (табл. 28).

калоража с поправкой на усвояемость принято называть калоражем «нетто». Разумеется, физиологическую ценность представляет калораж «нетто», имеющий в случае приведенных пищевых продуктов (на 1 кг) следующие значения (кал): мясо тощее – 800, мясо жирное – 2140, яйца куриные – 1400, ржаной хлеб – 1895, рис – 2775, картофель свежий – 625.

Увеличение количества пищи требуется при мышечной работе. Затраты энергии сверх основного обмена тем выше, чем интенсивнее физический труд. Чрезвычайно трудно, однако, дать конкретные указания по этому вопросу. Практически, в известной мере, можно пользоваться схемой, в которой различные затраты энергии в связи с профессиональным трудом разделены на шесть групп (табл. 30).

Суточные затраты энергии во взаимосвязи с профессиональным трудом

Таблица 30

Группа профессионального труда	Характеристика труда работника	Затраты энергии, ккал
Первая	Занятия в положении «сидя»	2200–2400
Вторая	Мышечная работа в положении «сидя»: портные, механики по тонким работам; ходьба и разговорная речь (учителя)	2600–2800
Третья	Умеренная мышечная работа: сапожники, переплетчики, врачи, почтальоны, лабораторная работа	около 3000
Четвертая	Более напряженная мышечная работа: металлисты, маляры, столяры	3400–3600
Пятая	Тяжелый физический труд	4000
Шестая	Исключительно тяжелый труд	5000 и более

В техническом регламенте Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011), а также в СанПиН «Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам» прописана средняя суточная потребность в основных пищевых веществах и энергии для нанесения маркировки пищевой продукции (табл. 31).

Средняя суточная потребность в основных пищевых веществах и энергии для нанесения маркировки пищевой продукции

Таблица 31

Основные пищевые вещества	Рекомендуемый уровень суточного потребления*
Энергетическая ценность, кДж/ккал:	10 467/2 500
белки, г	75
жиры, г, в том числе полиненасыщенные жирные кислоты, г	83 11
усвояемые углеводы, г, в том числе, сахар (сахароза), г	365 65
Пищевые волокна, г	30
Минеральные вещества, мг:	
кальций	1000
фосфор	800
железо	14
магний	400
цинк	15
йод	0,15
калий	3 500
селен	0,07
Витамины:	
А, мкг	800
Д, мкг	5**
Е, мкг	10
С, мг	60
В ₁ , мг	1,4
В ₂ , мг	1,6
РР, мг	18
В ₆ , мг	2
В ₉ , мкг	200
В ₁₂ , мкг	1
Н, мг	0,05
В ₅ , мг	6

* При указании энергетической ценности в джоулях для пересчета применяется соотношение: 1 кал равна 4,1868 Дж.

** 5 мкг холекальциферола – 200 МЕ витамина D.

В этих документах даны коэффициенты пересчета энергетической ценности основных веществ пищевой продукции и правила округления значений количества белков, жиров, углеводов и энергетической ценности пищевой продукции (табл. 32–34).

Таблица 32
Коэффициенты пересчета энергетической ценности основных веществ пищевой продукции

Основное вещество пищевой продукции	Коэффициент пересчета
Белки	4 ккал/г – 17 кДж/г
Углеводы, в том числе моно- и дисахариды (за исключением сахароспиртов)	4 ккал/г – 17 кДж/г
Сахароспирты (за исключением эритрита)	2,4 ккал/г – 10 кДж/г
Жиры, жирные кислоты	9 ккал/г – 37 кДж/г
Органические кислоты	3 ккал/г – 13 кДж/г
Этанол	7 ккал/г – 29 кДж/г
Пищевые волокна	2 ккал/г – 8 кДж/г

Таблица 33
Правила округления значений энергетической ценности пищевой продукции

Энергетическая ценность (калорийность) кДж/ккал	Правила округления и указания
Менее 1	Указывается «1»
От 1 до 5 включительно	До ближайшего целого числа
От 5 до 100 включительно	До ближайшего целого числа, кратного 5
Свыше 100	До ближайшего целого числа, кратного 10

Таблица 34
Правила округления значений количества белков, жиров, углеводов пищевой продукции

Количество белков, жиров, углеводов, г	Правила округления и указания
Менее 0,5	Указывается значение до первого десятичного знака после запятой
От 0,5 до 10,0 включительно	До ближайшего значения, кратного 0,5
Свыше 10,0	До ближайшего целого числа, кратного 1,0 г

Усвояемость (в %) для отдельных макронутриентов составляет: белки – 84,5; жиры – 94,0; углеводы – 95,6.

По энергетической ценности (калорийности) пищевые продукты делят на 4 группы:

особо высокоэнергетичные (400–900): шоколад, жиры, халва;

высокоэнергетичные (250–400): мука, крупа, макаронны, сахар;

среднеэнергетичные (100–250): хлеб, мясо, колбаса, яйца, яичный ликер, водка;

низкоэнергетичные (до 100): молоко, рыба, картофель, овощи, фрукты, пиво, белое вино.

Энергетическая ценность является одним из основных свойств пищевого продукта, определяющих его пищевую ценность.

Пищевая ценность продукта – совокупность свойств пищевого продукта, при наличии которых удовлетворяются физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии.

Энергия, которой обеспечивается организм при потреблении и усвоении питательных веществ, расходуется на осуществление трех главных функций, связанных с жизнедеятельностью организма. К ним относятся основной обмен, переваривание пищи, мышечная деятельность.

Основной обмен – это минимальное количество энергии, необходимое человеку для поддержания жизни в состоянии полного покоя (во время сна в комфортных условиях).

Энергия, необходимая человеку для обеспечения основного обмена, зависит от возраста, пола, внешних условий и т. п. Считают, что человек среднего возраста за 1 ч расходует 1 ккал на 1 кг массы тела. Для мужчины в возрасте 30 лет при средней массе тела 65 кг (условный стандарт) потребность составляет 1570 ккал, для женщины (30 лет, 55 кг) – 1120 ккал. У детей она в 1,3–1,5 раза выше.

Переваривание пищи, связанное с ее специфическим динамическим действием в отсутствие мышечной активности, также требует энергии. Установлено, что поступление пищи в пищеварительный тракт на определенный период увеличивает энергию, характерную для основного обмена. Наибольший расход энергии требуется для переваривания белковой пищи, наименьший – для переваривания углеводов. Считается, что при оптимальном количестве потребляемых веществ в условиях смешанного питания увеличение основного обмена за счет специфического динамического действия пищи составляет в среднем 10–15 %, что соответствует 140–160 ккал/сут.

Мышечная деятельность, определяемая активностью образа жизни человека, требует различной энергии, которая зависит от вида физической активности и прямо связана с характером работы. Даже самые простые, легкие движения увеличивают расход энергии сверх основного обмена – об этом свидетельствуют данные по энергетическим затратам человека (ккал/ч) при разных видах деятельности (табл. 35):

Таблица 35

Энергетические затраты человека при разных видах деятельности

Вид деятельности	Затраты энергии, ккал/ч	Вид деятельности	Затраты энергии, ккал/ч
Работа за компьютером	20–40	Работа: лаборанта каменщика столяра химика	150–200 300–330 137–176 170–250
Сидя: чтение вслух, разговор, письмо	20		
Стояние	20–30		
Ходьба	130–200	Плавание	200–700
Восхождение на гору	200–960	Бег	500–930
Работа домашняя	87–174	Езда на велосипеде	180–300
Стирка белья домашняя	130		

В среднем на мышечную деятельность требуется ежедневно 1000–2500 ккал. Расход энергии при различных видах нагрузки, включая основной обмен, представлен в табл. 36.

Объективным физиологическим критерием, определяющим количество энергии, адекватное характеру деятельности, является соотношение общих энергозатрат на все виды жизнедеятельности с величиной основного обмена (табл. 36), которое названо коэффициентом физической активности (КФА).

Таблица 36

Энергозатраты человека при активной жизнедеятельности

Вид деятельности	Энергозатраты, ккал	
	в минуту на 1 кг массы тела	в час на человека (масса тела 70 кг)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Бег со скоростью 8 км/ч	0,1357	570
Гребля	0,1100	462
Езда в автомашине (сидя)	0,0267	112

Окончание табл. 36

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Езда на лошади верхом, походным маршем	0,0619	260
Езда на велосипеде со скоростью 13–21 км/ч	0,1285	540
Копание рва	0,1157	486
Катание на коньках	0,1071	450
Лыжный спорт	0,2086	876
Передвижение по пересеченной местности	0,0343	144
Мытье посуды	0,0281	118
Надевание обуви и одежды	0,0264	111
Отдых:		
стоя	0,0229	96
сидя	0,0183	77
лежа	0,0402	169
Подметание пола	0,1190	500
Плавание	0,0290	122
Пение	0,0236	99
Прием пищи (сидя)	0,0333	140

В зависимости от этого показателя все трудоспособное мужское население дифференцировано на пять групп (табл. 37). Физическая активность, которая оценивается коэффициентом 2,4, касается, как правило, мужчин (женское население в зависимости от энергозатрат дифференцируется только на четыре группы).

Таблица 37

Основные группы интенсивности труда

Группа	Физическая активность	КАФ	Профессии
Первая	Очень легкая	1,4	Работники умственного труда, студенты, педагоги
Вторая	Легкая	1,6	Водители транспорта, работники сферы обслуживания, медсестры, продавцы протмтоваров

Группа	Физическая активность	КАФ	Профессии
Третья	Средняя	1,9	Слесари, буровики, водители автобусов и экскаваторов, врачи-хирурги, продавцы продовольственных товаров, работники химзаводов, металлурги-доменщики
Четвертая	Высокая	2,2	Доярки, строительные рабочие, металлурги-литейщики
Пятая	Очень высокая	2,4	Механизаторы, землекопы, каменщики

Суммарный расход энергии (в ккал) на выполнение всех функций, обеспечивающих процессы жизнедеятельности работающего человека с учетом пола и вида его профессиональной деятельности, следующий: физическая и умственная работа, соответственно, мужчины – 2750–3000 и 2550–2800; женщины – 2350–2550 и 2200–2400.

У детей в возрасте до 18 лет и пожилых людей старше 60 лет средний энергетический обмен меньше по сравнению со среднестатистическими данными: у детей – из-за меньшей массы тела, у пожилых людей – из-за общего снижения интенсивности обменных процессов и физической деятельности.

Следовательно, для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека необходимо создание условий относительного равновесия между энергией, которую человек расходует, и энергией, которую он получает с пищей. Баланс энергии означает соотношение между энергией потребляемой и расходуемой. В случае положительного баланса энергии, который будет сохраняться в течение определенного периода времени, избыток энергии будет накапливаться в виде жира в жировой ткани, что в конечном итоге может привести к избыточной массе тела, а затем – к ожирению.

Расчеты показывают, что при длительном ежедневном превышении калорийности пищи над энергозатратами организма на 300 ккал, т. е. десятой доли суточной энергетической потребности, накопление резервного жира увеличивается на 15–30 г в день, что в год составит около 5,4–10,8 кг.

Энергетическая ценность рациона человека, как уже известно, складывается из энергетической ценности белков, жиров и углеводов при их различных комбинациях в составе разнообразных пищевых продуктов. При этом функции макронутриентов в организме различаются. Основная функция углеводов связана с обеспечением организма энергией, жиры и белки, наряду с функцией поставщиков энергии, являются также источниками пластических материалов для постоянно протекающих процессов обновления клеточных и субклеточных структур. Кроме того, различным клеткам и тканям организма необходимы разные источники энергии. Например, в скелетных мышцах и клетках нервной системы в качестве источника энергии используется глюкоза, входящая в состав углеводов, а для сердечной мышцы в значительном количестве необходимы жирные кислоты, входящие в состав жиров. При этом, в соответствии с теорией адекватного питания, нормальный ход обмена веществ обеспечивается не одним потоком макронутриентов, а несколькими потоками питательных и регуляторных веществ, функции которых выполняют макронутриенты – витамины и минеральные вещества.

Для нормальной жизнедеятельности человека необходимо такое же определенное соотношение макро- и микронутриентов.

5.4. Безопасность продуктов питания и ее обеспечение в производстве

Питание является одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на здоровье, работоспособность и продолжительность жизни человека. Пищевые продукты, потребляемые в процессе питания, представляют собой сложные многокомпонентные системы, состоящие из сотен химических соединений.

Эти соединения условно можно разделить на три группы (рис. 13).

В условиях интенсивной глобализации рынка продовольственных товаров, усиления конкуренции, увеличения количества источников и факторов опасности особое значение для предприятий пищевой промышленности имеет обеспечение качества, безопасности и конкурентоспособности производимых продуктов.

В последние годы наблюдается снижение потребления таких продуктов питания, как мясо, молочные продукты, рыба, фрукты

и овощи; остро стоит вопрос обеспеченности населения витаминами, макро- и микроэлементами (кальций, фтор, йод, железо, селен). Дефицит полноценного белка в рационах составляет 25 %, пищевых волокон – 40, витаминов – 20–30 %.

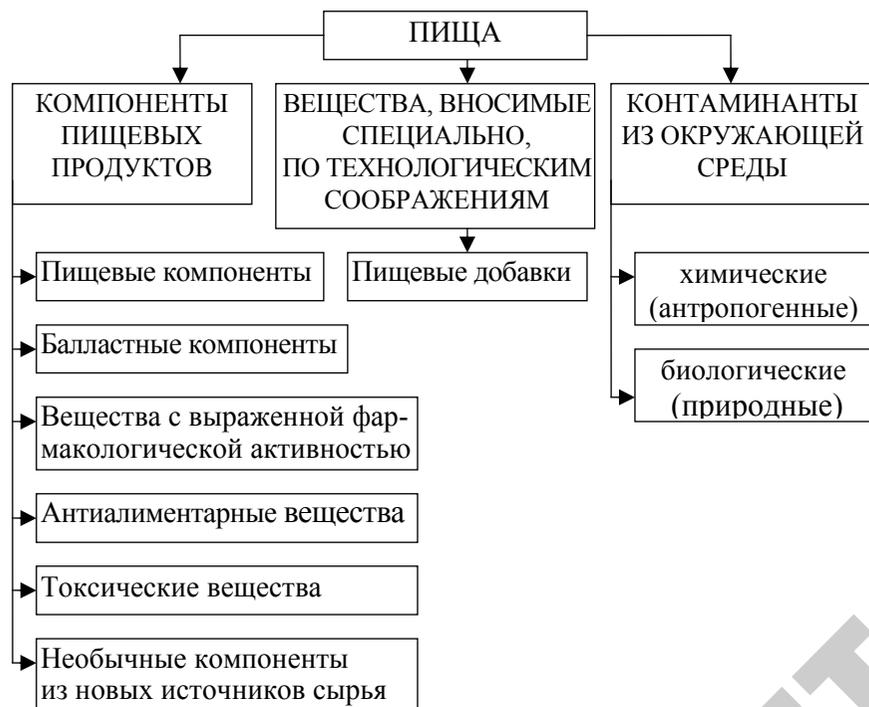


Рис. 13. Химический состав пищи

Из известных факторов, негативно влияющих на организм человека, наиболее разрушительно действуют экологически загрязненные продукты питания, использование которых приводит к тяжелейшим последствиям: они могут вызывать как острые, так и латентные формы поражения организма. Их симптомы установить на ранних стадиях затруднительно, а принятие каких-либо мер, в том числе и лечебных, на более поздних этапах проявления заболевания оказывается малоэффективным ввиду глубокого и значительного поражения отдельных тканей, органов и систем.

Проблема качества и безопасности продуктов питания неразрывно связана не только с экологическими условиями, способами получения сырья животного и растительного происхождения, его хранения и переработки, но и с социально-экономическими аспектами.

Для обеспечения качества и гарантии безопасности необходимы разные формы контроля: государственный, промышленный, сельскохозяйственный, карантинный, таможенный, рыночный и потребительский. Каждая из этих форм требует индивидуального подхода к организации контроля и законодательных основ, гарантирующих должное качество и безопасность продуктов питания. Действующая на данный момент система контроля пищевых продуктов себя не оправдывает.

В то же время медико-биологические требования, предъявляемые к продуктам питания, предусматривают наличие совокупности следующих свойств:

- присутствие пищевых веществ и соединений разной природы, и особенно эссенциальных, не синтезируемых организмом;
- способность удовлетворять физиологические потребности с учетом возраста, состояния здоровья, пола, экологических факторов, условий профессиональной деятельности и географических зон проживания человека;
- отсутствие в пищевых субстратах вредных примесей естественного, химического, микробного и техногенного происхождения;
- отсутствие способности вызывать негативные эффекты: мутагенный (изменения в генетическом аппарате клетки), тератогенный (аномалии в развитии плода), канцерогенный (возникновение раковых опухолей), гонадотоксический (изменения репродуктивной функции женского и мужского организма).

При оценке безопасности пищевой продукции базисными регламентами являются ПДК, ДСП и ДСД.

ПДК в продуктах питаниях – установленное законом предельно допустимое количество вредного (чужеродного) вещества. Это такие концентрации, которые при ежедневном воздействии в течение сколь угодно длительного времени не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследования.

ДСД ксенобиотиков – это максимальная доза (мг на 1 кг живой массы человека), ежедневное пероральное поступление которой на

протяжении всей жизни безвредно, т. е. не оказывает неблагоприятного влияния на жизнедеятельность и здоровье настоящего и будущего поколений.

ДСП ксенобиотика (мг/сут) в составе пищевого рациона определяется путем умножения ДСД на массу взрослого человека или ребенка.

Установлено, что при воздействии малых доз загрязнителей чаще всего наблюдается суммирование токсического эффекта. Это позволяет рассчитать аддитивный эффект двух и более факторов, выражая каждый из них в долях ПДК.

Разную степень опасности для человека представляют патогенные микроорганизмы, микроорганизмы порчи, искусственные и естественные радиоактивные изотопы, соли тяжелых металлов, нитриты и нитраты, нитрозамины, пестициды, некоторые продукты нефтеперегонки (диоксины), антибиотики, сульфаниламиды, нитрофураны, гормональные препараты (диэтилстильбэстрол, синэстрол, диенэстрол, гексэстрол), транквилизаторы, антиоксиданты (бутилгидроксианизол, бутилгидрокситолуол, сантохин), консерванты, красители, естественно образующиеся и накапливающиеся вещества у съедобных растений, грибов и животных при определенных экологических факторах и условиях.

Микроорганизмы, опасные и вредные для человека вещества попадают в пищевые продукты в процессе переработки сырья и хранения готовой продукции, а также из-за нарушения санитарно-гигиенических условий. Некоторые из них способны накапливаться или образовываться в растениях, животных и рыбе в результате метаболических реакций, биоаккумуляции и биотрансформации с увеличением токсичности. Накопление нитратов из почвы свойственно и питьевой воде.

Нитраты не обладают выраженной токсичностью, но в больших количествах опасны для человека, поскольку при определенных условиях могут восстанавливаться до нитритов, вызывающих серьезные нарушения здоровья детей и взрослых. В этой связи различают первичную токсичность нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов, являющихся сильнейшими канцерогенами.

Источниками нитрозаминов являются продукты, в производстве которых используются нитриты или копчение. ДСД нитратов для

человека составляет 300–350 мг, для грудных детей – 10 мг. Допустимые уровни нитратов в плодах и овощах колеблются от 50 до 3000 мг/кг в зависимости от вида продукта. В повышенном количестве нитраты в пищеварительном тракте (желудке, кишечнике) или непосредственно в полости рта восстанавливаются до более токсичных нитритов.

Основным источником нитритов в продуктах питания является нитрит натрия, вводимый в состав мясных изделий для стабилизации окраски, подавления развития патогенных микроорганизмов и торможения процессов окисления в липидной фракции продуктов. Нитрит натрия или калия в качестве пищевой добавки (как консервант) используют также в производстве отдельных видов сыров и рыбы.

Механизм токсического действия нитритов на организм человека заключается в их взаимодействии с гемоглобином крови. В результате окисления двухвалентного железа образуется метмиоглобин, неспособный связывать и переносить кислород. ДСД нитритов – 0,2 мг/кг. Острое отравление отмечается при однократной дозе в 200–300 мг, летальный исход – 300–2500 мг.

Большинство нитрозаминов оказывает специфическое действие на определенные органы, но при высоких дозах эта специфичность не проявляется. Действие частых небольших доз является более опасным, чем действие однократных больших доз. Низкие однократные дозы суммируются и затем вызывают злокачественные опухоли. Безопасная суточная доза низкомолекулярных нитрозаминов для человека – 10 мкг/сут.

Поступление с пищей предельно допустимых остаточных количеств пестицидов, как правило, не приводит к острым отравлениям. Оно проявляет себя растянутым во времени хроническим действием со слабовыраженной этиологией либо практически никак себя не проявляет. Пестициды подразделяются на хлор-, ртуть- и фосфорорганические соединения, карбаматы (производные карбаминовой кислоты), синтетические пиретроиды, медьсодержащие фунгициды.

В соответствии с СанПиН, во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов контролируются такие хлорорганические пестициды (ХОП), как гексахлор-циклогексан, ДДТ и его метаболиты. ХОП обладают эмбриотоксическим действием, вызывают

пороки развития и мутагенные изменения, некоторые из них являются канцерогенами и аллергенами, оказывают негативное влияние на эндокринную систему, снижают умственные способности и нарушают иммунный статус человека. Период полураспада этих соединений в большинстве случаев превышает 1,5 года, а для ДДТ и его метаболитов – 15–20 лет.

Все приемы переработки и приготовления продуктов, как правило, способствуют уменьшению остатков пестицидов в пище. При хранении продовольственного сырья и пищевых продуктов происходит деструкция пестицидов, скорость которой зависит от вида продукта, условий и сроков хранения. Так, при низкотемпературном хранении даже через 2 года снижение остаточных количеств пестицидов весьма незначительно.

Всего по воздействию на организм к токсичным относят 18 металлов; As, Be, Cd, Cu, Co, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Pd, Se, Si, Sn, Ti, V, Zn. При этом 10 из перечисленных элементов относятся к группе металлов, необходимых в питании человека и животных: Co, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Se, Si, V, Zn, но все металлы могут проявлять токсичность, если они потребляются в избыточном количестве.

В то же время существуют металлы, обладающие сильно выраженными токсическими свойствами, которые даже в малых дозах приводят к отравлениям. В группу особо вредных для здоровья человека веществ из-за сильного токсического действия включены ртуть, свинец, кадмий, мышьяк. Предельно допустимые концентрации ртути – от 0,005 до 0,030 мг/кг, свинца – от 0,05 до 5,00, кадмия – от 0,02 до 0,20 и мышьяка – от 0,05 до 5,00 мг/кг.

Согласно Пищевому кодексу контролируется содержание ртути, кадмия, свинца, мышьяка, меди, стронция, цинка, железа (8 элементов). В Республике Беларусь подлежат контролю еще 6 элементов (сурьма, никель, хром, алюминий, фтор, йод), а при наличии показаний могут контролироваться и некоторые другие металлы. Медико-биологическими требованиями СанПиН подлежат контролю 6 токсических элементов: ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, олово и хром.

Одним из эффективных методов снижения концентрации тяжелых металлов является механическое удаление критических, или тропных, органов, животных тканей, частей растений. Так, для кадмия тропными органами являются почки и печень; для ртути –

почки, печень, мозг; для свинца – костная ткань, почки и печень. С учетом этого при забое скота необходимо удаление этих органов с последующей технической утилизацией. При этом туши должны быть хорошо обескровлены, а кровь не должна использоваться для производства пищевых продуктов.

Тропными органами рыб являются внутренние органы, жабры, чешуя, кости. Условно-годная рыба должна разделяться с удалением и технической утилизацией внутренних органов и головы. Для растениеводческой продукции характерно накопление тяжелых металлов в стеблях, листьях, оболочке и зародыше злаков. В связи с этим условно-годное зерно может использоваться только для производства муки высшего сорта, где предусматривается максимальное удаление оболочек.

Пищевой (алиментарный) путь является наиболее значимым в попадании в организм человека радионуклидов. При этом биологические эффекты воздействия внутреннего облучения такие же, как и внешнего (воздействие на кожу радиоактивных веществ, находящихся в воздухе и на поверхности земли).

Чувствительность различных органов и тканей человека к ионизирующему облучению неодинакова. Наиболее чувствительны кроветворная система, форменные элементы крови, лимфоциты, железистый аппарат кишок, половые железы, эпителий кожи и хрусталик глаза; менее чувствительны – хрящевая и фиброзная ткани, паренхима внутренних органов, мышцы и нервные клетки.

Эффект облучения зависит от величины поглощенной дозы и временного распределения ее в организме. Облучение может вызывать повреждения от незначительных до смертельных. Однократное острое, а также пролонгированное, дробное или хроническое облучение увеличивают риск отдаленных эффектов – рака и генетических нарушений.

Основная доза внутреннего облучения, по данным ООН, приходится на 8 радионуклидов, в том числе на ^{131}I , ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Радиоактивные изотопы йода, попадающие в организм человека с пищей, уже через час всасываются на 90 % и накапливаются преимущественно в щитовидной железе. Период полувыведения радиоактивного йода – 138 сут.

Цезий практически полностью всасывается в пищеварительном тракте. Примерно 80 % его накапливается в мышечной ткани и 8 % –

в костях. Биологический период полувыведения этого радионуклида составляет в среднем 100 сут.

Стронций усваивается на 5–100 %. В организм человека он попадает преимущественно с растительной пищей (бобовые культуры, корне- и клубнеплоды, злаки), молоком и яйцами. Растворимые соединения радиоактивного стронция избирательно накапливаются в костной ткани, вызывая лейкемию. Биологический период выведения из организма – от 90 до 154 сут.

Увеличение содержания в пищевом рационе солей калия, натрия, кальция и фосфора, воды и пищевых волокон (использование высокоэффективных сорбентов-протекторов) ускоряет выведение радионуклидов и замедляет их всасывание.

Серьезными источниками диоксиновых загрязнений (полихлорированные дибензодиоксины), обладающих мутагенными, канцерогенными и тератогенными свойствами, являются предприятия нефтеперерабатывающей, металлургической, целлюлозно-бумажной, химической и текстильной промышленности. На процесс их образования оказывают влияние уничтожение химического оружия и старты твердотопливных стратегических ракет. При попадании в окружающую среду диоксины (большая группа ароматических трициклических соединений и родственные химические соединения – полихлорированные дибензофураны и полихлорированные бифенилы) интенсивно накапливаются в почве, водоемах, активно мигрируют по пищевой цепи.

Опасные концентрации этих веществ обнаруживаются в мясе, молочных продуктах и рыбе. Источниками диоксинов могут быть картофель, морковь, другие корнеплоды. Диоксины токсичны при любых концентрациях. Их опасность настолько велика, что эти соединения относят к группе суперэкоотоксикантов. ДСД для человека согласно рекомендациям ВОЗ – 10 нг на 1 кг его массы. Аналогичный уровень принят в Республике Беларусь.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются сильными канцерогенами. Они присутствуют и в копильном дыме. К наиболее активным канцерогенам относят 3,4-бенз(а)пирен, являющийся одним из компонентов дыма, сажи и смолы. ПАУ (бенз(а)пирен) накапливаются в пищевых продуктах при отдельных видах термической обработки: сушка зерна дымовыми и топочными газами, копчение мясных и рыбных продуктов.

Он обнаружен также в хлебе, овощах, фруктах, в обжаренных зернах кофе, маргарине, растительных маслах, молоке, мясе и рыбе. Загрязнение пищевых продуктов ПАУ возможно и при использовании отдельных видов упаковочных материалов. При попадании с пищей в организм человека ПАУ под действием ферментов образуют эпоксисоединения, реагирующие с гуанином, что приводит к возникновению мутаций, способствующих развитию таких раковых заболеваний, как карциномы и саркомы.

Критерием безопасности консервированных пищевых продуктов является отсутствие в них микроорганизмов, способных развиваться при установленной температуре хранения, а также микроорганизмов и токсинов, опасных для здоровья человека, что характеризует промышленную стерильность консервов.

При нарушении технологического процесса производства и хранения консервов возможен переход солей тяжелых металлов в продукт, образование канцерогенных веществ (при высокотемпературной тепловой обработке) и продуктов пиролиза аминокислот (при жарении говядины и рыбы), отдельным из которых присущи мутагенные свойства.

Заболевания человека (пищевые отравления и пищевые инфекции) обусловлены зачастую потреблением недоброкачественной и инфицированной микроорганизмами пищи (стафилококковая интоксикация, ботулинтоксины, дизентерийные палочки, сальмонеллы, холерный вибрион).

Этому способствуют нарушение санитарно-гигиенических правил, активное распространение и интенсивное накопление в окружающей среде микроорганизмов, опасных для человека, животных и растений, чему в немалой степени причиной служит утилизация пораженного микроорганизмами сырья, пищевых и бытовых отходов, выбрасываемых на свалки без предварительного обеззараживания.

Биологическая и продовольственная безопасность продуктов стала актуальной и вышла за рамки экономических вопросов, став одной из основных современных социальных проблем.

Безопасность пищевых продуктов рассматривается как совокупность свойств всех компонентов, полностью исключающих вредное воздействие на здоровье человека. Ее обеспечивают путем систематического контроля, в процессе которого определяют соответствие

качества продуктов установленным требованиям, а также наличие вредных ингредиентов. Известно, что более 70 % чужеродных веществ попадают в наш организм с пищевыми продуктами.

Питание было и всегда останется важнейшим фактором, определяющим состояние здоровья. Одно из главных, ключевых прав потребителя – это право на качество и безопасность продуктов питания.

В категории безопасности пищевых продуктов можно выделить «активную» и «пассивную» безопасность. К элементам «активной» безопасности относится улучшение контроля показателей, которые могут вызвать ухудшение здоровья и различные заболевания.

Не менее важны элементы «пассивной» безопасности. Они должны обеспечивать, с одной стороны, такие свойства продукта, потребление которого не вызывает заметного ухудшения здоровья. С другой стороны, данные свойства исключают ухудшение здоровья даже при длительном потреблении продукта.

Управление безопасностью пищевых продуктов может быть осуществлено следующими путями:

– наличием систематического контроля, т. е. проверкой соответствия пищевых продуктов установленным требованиям;

– недопущением в производство продуктов питания вредных и небезопасных ингредиентов, целенаправленным воздействием на условия и факторы, от которых зависит безопасность пищевых продуктов при их изготовлении и холодильном хранении.

Параметры качества питания должны стать повсеместно определяющим приоритетом производителя продукции.

Наиболее эффективным инструментом защиты потребителей является система обеспечения безопасности пищевой продукции, включающая в себя такие системообразующие элементы, как: нормативная база, устанавливающая требования к продукции, метрология, оценка соответствия, система контроля и надзора за рынком.

Учитывая, что в рамках Таможенного союза складывается новая, современная система технического регулирования, в том числе в области пищевой продукции, важно проанализировать европейский подход к обеспечению безопасности пищевой продукции.

Европейское законодательство в отношении пищевой продукции можно разделить на три основные части.

1. Законодательство в отношении безопасности пищевой продукции, которое распространяется на такие области, как гигиена

пищевой продукции, пищевых добавок, материалов, контактирующих с пищевой продукцией, новых видов пищевой продукции, а также на системы контроля. Большинство данных законов имеет горизонтальный характер. Это означает, что требования устанавливаются для широкого диапазона видов продукции и процессов ее производства.

2. Законы, относящиеся к информации для потребителей, которая в основном представляется на этикетках.

3. Законы, устанавливающие требования к качеству пищевой продукции, включающие в себя «вертикальные» директивы, т. е. директивы в отношении конкретной продукции, например, молочной, диетической и специфической продукции, производимой в отдельных регионах.

Распространение принципов общего «горизонтального законодательства» в продовольственном сегменте права привело к формированию правовой вертикали, в рамках которой разместились «горизонтальные» и «вертикальные» директивные документы в порядке соподчиненности их правовых норм (рис. 14).

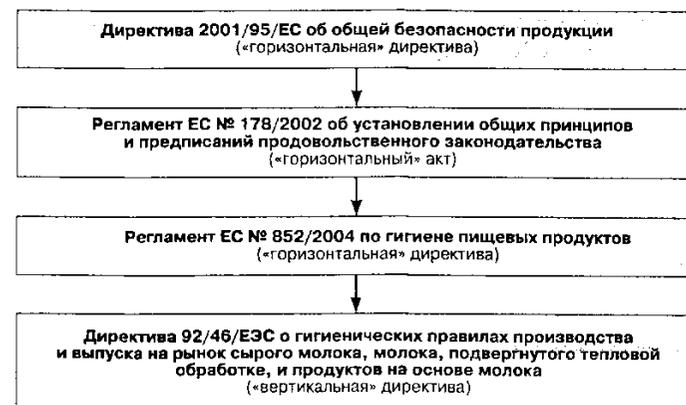


Рис. 14. Относительное расположение документов ЕС в порядке соподчиненности их правовых норм

В целом можно констатировать, что европейское продовольственное законодательство – хорошо сформировавшаяся отрасль права, которая, однако, не могла бы дать нужного эффекта без развитой инфраструктуры системы технического регулирования.

В рамках этой инфраструктуры тесно взаимодействуют Европейский парламент, Совет ЕС, Комиссия Европейского парламента, постоянные комитеты, нотифицированные органы (органы по сертификации, инспекции, испытательные лаборатории), компетентные органы, заявители, изготовители и другие структуры представительной и исполнительной власти, коммерческие и некоммерческие организации. Таким образом, охватываются области как обязательных, так и добровольных требований, рыночных и нерыночных взаимодействий в отношении пищевой продукции.

Правовой режим функционирования большинства этих субъектов права ставит их также в существенную зависимость от институтов гражданского общества. Например, от Европейского форума по обеспечению безопасности продукции (PROSAFE), Союза промышленных и предпринимательских конфедераций Европы (UNICE), Европейской организации потребителей (BEUC) и др.

Основные принципы обеспечения безопасности пищевых продуктов, принятые в европейском сообществе, взяты за основу в нормативных документах Таможенного союза.

ГЛАВА 6. МАРКЕТИНГ И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОДУКТОВ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

6.1. Маркетинг в агропромышленном комплексе

При работе с продуктами рационального питания необходимо тщательно подходить к проводимым маркетинговым мероприятиям. Предприятию следует создать свой собственный, уникальный набор маркетинговых действий, чтобы стать лучше конкурентов.

Основные мероприятия в процессе управления маркетингом:

И → СВП → КМ → О → К,

где И – исследование;

СВП – сегментирование, выбор и позиционирование;

КМ – комплекс маркетинга (набор основных компонентов: товар, цена, методы распространения и стимулирования);

О – обеспечение;

К – контроль (получение обратной связи, оценка результатов, пересмотр и улучшение стратегии СВП и тактики КМ).

Эффективный маркетинг начинается с исследования (И). Исследование рынка открывает различные сегменты (С), состоящие из покупателей с разными потребностями. Предприятие поступит мудро, осуществляя выбор (В) только тех сегментов, которые сможет удовлетворить наилучшим образом. Для каждого целевого сегмента предприятие должно осуществить позиционирование (П) своих предложений, чтобы целевые потребители оценили, насколько ее предложения отличаются от предложений конкурентов. СВП представляет стратегическое маркетинговое мышление предприятия. Далее развивается тактический комплекс маркетинга (КМ), состоящий из товара, цены, методов распространения и стимулирования. Затем осуществляется обеспечение (О) комплекса маркетинга. И, наконец, применяются контрольные меры (К), чтобы отследить и оценить результаты, а также улучшить стратегию СВП и КМ.

Для успешной деятельности предприятия ему необходимо решить определенные вопросы: какие товары производить и в каком

количестве, на каких рынках и по какому уровню цены их реализовывать, как донести до потребителя информацию о товаре, как сделать так, чтобы товар закупался в большом количестве. Предприятие должно уметь прибыльно работать в рыночной среде, и во многом этому способствует маркетинг.

Маркетинг – экономическое понятие, означающее особый вид коммерческой деятельности, возник в начале XX ст. в США.

При маркетинговом исследовании внимание уделяется одному из ключевых понятий – сегментации рынка, которая может рассматриваться и как специальный термин для классификации потребителей (разделяя на группы со схожими потребностями), и как специальный метод нахождения частей рынка, целевых групп потребителей, для которых предназначены товары. Различают следующие виды сегментации :

стратегическая (макросегментация) – выделение стратегических зон хозяйствования на уровне фирмы (определение базовых рынков, отраслей, на которых предприятие намерено работать в соответствии с имеющимися ресурсами);

товарная (микросегментация) – выделение рыночных сегментов на основе потребительских и товарных признаков;

конкурентная – нахождение незанятой ниши с целью получения преимуществ, что позволяет предприятию занять определенное положение в том или ином рыночном сегменте.

Изучение конъюнктуры и емкости рынка, а также его сегментация невозможны без изучения покупателей и потребителей. Маркетинговая деятельность основана на удовлетворении нужд, потребностей целевого рынка. Маркетолога интересуют те потребители, которые не просто имеют потребность в товаре, но и приобретают его, пользуются товаром. Таких потребителей можно назвать «покупателями», и именно они являются объектом внимания и изучения. Поведение потребителей анализируется с точки зрения принятия решения о покупке, совершения покупки и послепокупочного поведения. Процесс покупки – это продвижение товара к потребителю с момента, когда потребность в товаре возникает в его сознании, до того момента, когда он оценивает совершенную покупку. Следовательно, покупка начинается задолго до выбора и оплаты товара в магазине.

Товар является основой всего комплекса маркетинга, средством решения потребностей потребителя. Разумеется, в маркетинге речь

идет о товарах надлежащего уровня качества. Хорошей рекламой, мероприятиями по продвижению продукции можно заинтересовать потребителя совершить первоначальную покупку, но обмануть его можно только один раз.

Товарная политика предприятия должна быть направлена в будущее и учитывать, что все товары, независимо от своего успеха, рано или поздно уходят с рынка. Поэтому необходимо постоянно планировать замены и предлагать новые товары.

Этапы разработки новых товаров можно представить следующим образом:

- генерация идей (систематический поиск возможностей создания новых товаров, которым необходимо заниматься постоянно);

- оценка и фильтрация идей (на этом этапе неподходящие идеи исключаются из дальнейшего рассмотрения);

- разработка и проверка концепции (идея нового товара трансформируется в концепцию – описание или замысел будущего товара, – которая предлагается для оценки потребителям, экспертам, торговым работникам);

- экономическая оценка идей (изучается прогноз спроса, прогноз издержек, прибыльность, требуемые инвестиции, конкуренция);

- разработка товара (выпуск небольшой пробной партии товаров, которые затем предлагаются рынку);

- пробный маркетинг (проводится испытание товара в реальных рыночных условиях тест-рынка, а после проведения пробных продаж необходимо ответить на вопрос: следует ли заниматься производством этого товара, и определить дальнейшую его судьбу);

- коммерческая реализация.

Каждый товар имеет свой жизненный цикл – время нахождения на рынке, – который может составлять от нескольких дней до нескольких лет. Развитие прогресса в целом приводит к тому, что продолжительность жизненных циклов товаров сокращается. Это связано со стремительным ростом на рынке новых моделей, инновационных товаров. С течением времени спрос на конкретный товар (в той форме, в которой он первоначально был выпущен на рынок) начинает падать. Потребности, удовлетворяемые этим товаром, остаются, меняются сами товары: под влиянием научно-технического прогресса, новых технологий изменяются товары, появляются качественно новые их варианты.

В классическом понимании маркетинга жизненный цикл товара состоит из следующих этапов: внедрение, рост, зрелость и спад. Для каждого этапа характерны определенные показатели сбыта и объема продаж, маркетинговые стратегии и задачи.

Этап внедрения характеризуется тем, что товар только начинает свою жизнь на рынке. Количество покупателей незначительно, объемы продаж невелики, зачастую товар прибыли не приносит, поскольку не успевают окупиться издержки на его производство и внедрение на рынок. Потенциальные покупатели еще недостаточно хорошо осведомлены о товаре. Иногда по отношению к внедряемым товарам наблюдается «барьер недоверия». Предприятие на этапе внедрения предлагает ограниченное количество ассортиментных позиций. Этап внедрения завершается тогда, когда начинается лавинообразный рост продаж.

Этап роста характеризуется признанием товара покупателями, расширением границ рынка, выходом на новые сегменты рынка, быстрым ростом объемов продаж. Прибыль растет значительными темпами.

Этап зрелости характеризуется стабильностью объемов продаж, усилением конкуренции. Продажа товара полностью поддерживается повторными покупками. Поскольку на этом этапе не ожидается появление значительного числа новых потребителей, следует продумать комплексную программу сохранения существующих приверженцев товара. Постепенно на этапе зрелости объем прибыли начинает снижаться, хотя остается довольно значительным.

Этап спада характеризуется устойчивым падением объемов продаж, прибыли. Упадок может быть обусловлен моральным старением товара либо более низкими издержками у конкурентов на производство аналогичной продукции. Изменения вкусов и предпочтений потребителей, а также неэффективная маркетинговая стратегия и тактика по отношению к товару также способствуют спаду продаж.

Каждый производитель стремится подчеркнуть уникальность и достоинства своих товаров, поэтому очень важно, чтобы потребители могли узнать товары фирмы среди конкурирующих моделей. Этому помогает такой важный и обязательный в современном маркетинге инструмент, как товарный знак – термин, имя, знак, символ, рисунок или их сочетания, используемые для отличия (идентификации) товаров или услуг одного предприятия от товаров или услуг других предприятий.

6.2. Особенности рынка продовольственных товаров

Рынок является местом действия трех основных экономических субъектов, вступающих в товарно-денежные отношения посредством купли-продажи: государство, предприятия различных форм собственности, домашние хозяйства.

Сущность продовольственного рынка раскрывается в его основных функциях, к которым относятся следующие:

– *ценообразующая* (определение рыночной стоимости товаров и услуг и цен их реализации);

– *стимулирующая* (побуждение производителей товаров и услуг к снижению индивидуальных расходов по сравнению с общественно необходимыми, повышение общественной полезности товаров и услуг, их качества и потребительских свойств);

– *регулирующая* (оказывающая влияние на соотношение между различными сферами и отраслями экономики, приведение в соответствие платежеспособного спроса и предложения, накопления и потребления, других пропорций, контролирующая рациональность производства уровнем цен);

– *конкурентная* (формирующая отношения конкурентности между производителями товаров и услуг в пределах отдельных стран и мирового хозяйства);

– *санитрующая* (обеспечивающая очищение экономической системы от неэффективных и нежизнеспособных предприятий через механизм конкуренции. Это исключает или значительно уменьшает вероятность осуществления производства как самоцели, значит, и затратного характера экономики);

– *информационно-корректирующая* (с помощью которой можно оперативно вносить изменения в планы хозяйственной деятельности).

Рынок продовольствия определяется как вид хозяйственной деятельности, связанной с производством и реализацией продуктов питания.

Понятие «рынок продовольствия» характеризуют не только условия реализации, но также и процесс реализации, имеющий определенное экономическое содержание и включающий совокупность экономических отношений. Структурные элементы этих отношений формируются на основе прямых и обратных рыночных связей, находящихся под постоянным воздействием региональных особенностей, платежеспособного спроса и предложения. Суть экономических

отношений на рынке продовольствия заключается в необходимости возмещения затрат и удовлетворения потребностей на основе эквивалентного обмена, обусловленного законом стоимости.

Рассматривая экономическую сущность рынка продовольствия, ученые пришли к выводу, что он охватывает сферу товарного производства продуктов питания, сферу их потребления и сферу инфраструктуры, которая призвана поддерживать и управлять нормальным протеканием рыночных отношений по поводу производства и реализации продовольствия.

С точки зрения С. Сазонова, в состав субъектов продовольственного рынка должны входить все хозяйствующие субъекты замкнутой цепи от производства до потребления. Причем взаимодействие субъектов и их структуру следует рассматривать как целостную систему во взаимосвязи всех ее составляющих.

Злобиным Е. предложены состав субъектов рынка и схема их взаимодействия (рис. 15).

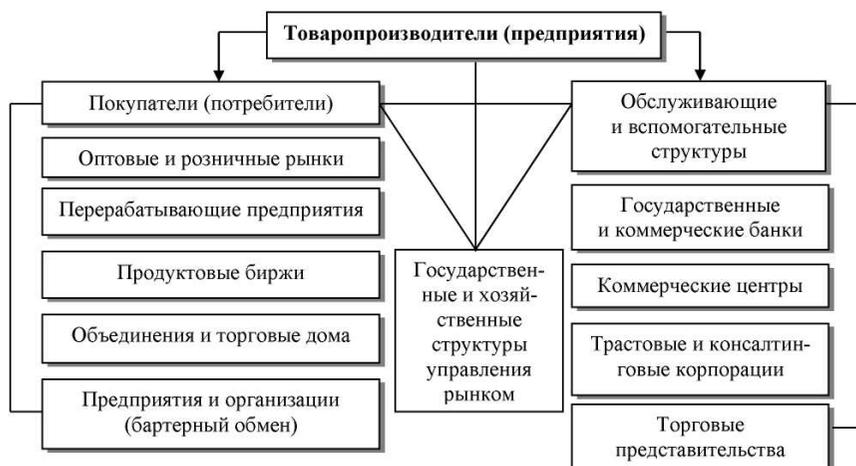


Рис. 15. Состав субъектов продовольственного рынка

Соглашаясь с представленным на схеме составом участников продовольственного рынка, все же сложно определить характер их взаимодействия, роль и место в процессе рыночного обмена. Неясно также, что относится к инфраструктуре рынка. Кроме того, данный

состав субъектов не может в полной мере охарактеризовать реальные рыночные отношения, потому что покупатели (потребители) отождествляются не с конечным, а с распределительным элементом рынка. Конечный же потребитель из состава субъектов продовольственного рынка выпадает.

Логичную, объективную и достоверную схему предлагает Л. С. Чешинский, где состав и взаимосвязь субъектов рынка показаны системно. Субъекты рынка классифицируются на основные и вспомогательные: к первым причисляются производители, поставщики сырья, материалов и оборудования, специалисты по маркетингу; ко вторым – оптовая и розничная торговля, а также промежуточные потребители (рис. 16).



Рис. 16. Взаимосвязь субъектов рынка

Таким образом, общим для представленных подходов является выделение в качестве ключевых субъектов рынка производителей (продавцов) и потребителей. Других же субъектов рынка, учитывая различия в их понимании исследователями, можно отнести к элементам инфраструктуры рынка.

В инфраструктуру включают вспомогательные и дополнительные отрасли, виды производств и виды деятельности, обслуживающие

производство и население. К отраслям инфраструктуры в этой связи следует отнести научные исследования, информационное обеспечение, транспорт и связь, материально-техническое снабжение и торговлю, природоохранную деятельность, ремонтные службы, подготовку и переподготовку кадров для производства товаров и услуг, а также для обслуживания населения.

Понятию «рынок» близко понятие «отрасль». Если рынок объединяет покупателей и продавцов товаров, являющихся близкими субститутами с точки зрения их покупателей, то отрасль объединяет продавцов (производителей) товаров (услуг), являющихся близкими субститутами в производстве. Рынок в определенном смысле больше отрасли, т. к. он включает не только продавцов близких по спросу субститутов, но и их покупателей. Однако отрасль, как правило, шире рынка.

Проведенные исследования показывают, что терминами «аграрный рынок» и «сельскохозяйственный рынок» следует пользоваться применительно к сельскому хозяйству в целом. «Аграрный рынок» – более широкое понятие, а «сельскохозяйственные рынки» – это только структурный элемент аграрного рынка. Именно такое толкование этих терминов преобладает в отечественной учебной и научной экономической литературе. Соотношение понятий «аграрный рынок» и «продовольственный рынок» можно прояснить на основе сравнительного анализа понятий «аграрные товары», «продовольственные товары». Как правило, аграрии производят не непосредственно продовольственные товары, а сырье для производства продовольствия. В этом смысле аграрный рынок – это уровень первичных рынков, объектом купли-продажи на которых является сельскохозяйственное сырье.

Сельскохозяйственные рынки имеют свои особенности. Это – система экономических отношений между субъектами рынка в сфере обращения сельскохозяйственной и продовольственной продукции, факторов сельскохозяйственного производства, услуг. Рассматривают сельскохозяйственные и продовольственные рынки. Границы продовольственного рынка шире границ сельскохозяйственного рынка, поскольку некоторая часть продовольственной продукции имеет несельскохозяйственное происхождение, например продукция рыбного хозяйства.

Для сельскохозяйственного производителя характерно несовпадение периода производства и рабочего периода, что определяет

сезонный характер рыночных параметров: предложения, спроса, ценнообразования. Например, производство молока увеличивается летом, а сокращается зимой; сбор урожая большинства сельскохозяйственных культур приходится на относительно короткий период времени, с августа по октябрь. Соответственно меняются цены.

Еще одна специфическая черта аграрного рынка – географическая рассредоточенность предложения продукции сельского хозяйства. Это удлиняет каналы товародвижения и завышает транспортные затраты.

Результаты сельскохозяйственного производства характеризуются высокой степенью неопределенности. В связи с этим аграрному рынку присущ высокий уровень рисков – погодных, экономических, ценовых, кредитных, управленческих и пр.

6.3. Методы и формы сбыта продукции АПК

Сбыт в широком смысле слова – это все операции с момента выхода товара за пределы предприятия до передачи его покупателю. В узком смысле сбыт – это конечная операция передачи товара покупателю, все остальные действия – это товародвижение. Слаженно функционирующая система товародвижения предприятия гарантирует, что срок поставки товара после получения заказа не будет зависеть от дальности транспортировки. Наилучшим будет такой вариант организации товародвижения, который позволит выполнить функции товародвижения лучше и при более низких затратах.

Канал товародвижения (распределения) – это путь, по которому товары движутся от производителей к потребителям, благодаря чему устраняются длительные разрывы во времени, месте и праве собственности, отделяющие товары и услуги от тех, кто хотел бы ими воспользоваться.

Канал товародвижения характеризуется двумя показателями (длиной и шириной). Длина канала – понятие, характеризующее число независимых участников товародвижения, т. е. промежуточных звеньев между производителем и потребителем. Ширина канала определяется числом посредников, используемых на каждом уровне (широкие и узкие каналы сбыта).

Существуют следующие виды каналов товародвижения:

1) прямой – отсутствие посредника на пути движения товара от производителя к покупателю (реализация товара через фирменный магазин производителя);

2) косвенный – наличие посредников в цепочке товародвижения, например: двухуровневый канал – это два посредника, участвующих в товародвижении (оптовый и розничный продавец), трехуровневый канал – это три посредника (оптовый–мелкооптовый–розничный);

3) смешанный – использование как прямых способов сбыта товаров производителем, так и посредников в цепочке товародвижения.

Охват рынка может быть реализован с помощью одной из следующих стратегий.

Стратегия интенсивного сбыта, которая предполагает максимальное число торговых точек и складов, чтобы обеспечить широкий охват рынка. Однако при этом не всегда удастся эффективно поддерживать имидж производителя и марки и решать задачи позиционирования товара (частичная потеря контроля производителя над качеством обслуживания, проведением акций по стимулированию сбыта).

Стратегия избирательного сбыта. Среди множества посредников, с которыми производитель работал, он отбирает нескольких (как правило, наилучших) для продолжения дальнейшего сотрудничества. При этом следует ожидать, что доступ товара на рынок будет сокращен, т. к. количество посредников невелико.

Стратегия эксклюзивной системы сбыта, при которой только один посредник имеет право реализации товара производителя на определенной территории в течение определенного периода времени.

При выборе торгового посредника требуется осмотрительность, т. к. под угрозу ставится не одна сделка, а качество сбытовой деятельности производителя, следовательно, реализация продукции и прибыль.

Эффективное функционирование каналов сбыта определяет оптимизацию товародвижения.

Управление процессом товародвижения включает следующие этапы:

1. Подготовительный этап – планирование и выработка стратегии действия; расчет прогнозных объемов сбыта в соответствии с конкретным местом продажи, категорией покупателей.

2. Анализ сбытовых издержек. Общие затраты по функционированию системы товародвижения определяются как сумма затрат

предприятия на информационное обеспечение, складирование, поддержание товарно-материальных запасов, транспортировку.

3. Формирование решений по основным функциям товародвижения.

4. Конкретная деятельность по организации системы физического перемещения товаров от изготовителей до пунктов назначения.

5. Организация розничной продажи сбытовой деятельности покупателям.

Оптовая торговля – любая деятельность по продаже товаров или услуг для их дальнейшей перепродажи или производственного использования. Оптовая торговля не связана с реализацией продукции конечным потребителям, т. е. она позволяет изготовителям с помощью посредников сбывать товар с минимальными непосредственными контактами с потребителями.

Розничная торговля – предпринимательская деятельность, связанная с продажей товаров конечным потребителям для личного, семейного или домашнего использования.

Понятие сбыта тесно связано с ценой. Цены и ценовая политика – одна из главных составляющих маркетинговой деятельности. Суть ценовой политики заключается в том, чтобы устанавливать цены на товары и изменять их в зависимости от положения предприятия на рынке, состояния рыночной конъюнктуры. Цена – единственный незатратный инструмент маркетинга, позволяющий управлять рыночным спросом на товары фирмы. От того, насколько правильно и продуманно построена ценовая политика, зависят коммерческие результаты, степень эффективности всей производственно-сбытовой деятельности предприятия.

В маркетинговом понимании цена основана на поиске оптимальной равновесной цены, которая в наибольшей степени учитывает соотношение спроса и предложения на рынке в каждый текущий момент. Цена – это компромисс между интересами трех субъектов рынка:

– производителя, который заинтересован в соответствии запрашиваемой цены полной или частичной компенсации издержек;

– потребителя, который заинтересован в приобретении товаров по приемлемому для него уровню цены;

– конкурентов, с ценами которых необходимо согласовывать собственный уровень цены для поддержания конкурентоспособности продукции.

Цена – это денежное выражение стоимости товара. Она является основным регулятором экономической системы, главным показателем рыночного спроса.

При установлении цены определяющими величинами являются затраты, поведение покупателей и конкурентов. В зависимости от этого применяются определенные методы ценообразования, калькуляция цен. При этом предприятие исходит из того, что минимальная цена определяется себестоимостью продукции, а максимальная – наличием каких-то уникальных ценностей у товара или монопольным положением на рынке.

Ценообразование может происходить согласно одной из следующих стратегий.

Стратегия высоких цен (снятия сливок). Первоначальные продажи по завышенной цене с целью быстрой окупаемости вложенных средств, затем – постепенное снижение цены. Стратегия применима для дорогих высококачественных товаров-новинок, защищенных патентами на стадии внедрения, привлекающих покупателей-новаторов.

Стратегия низких цен (проникновения, прорыва). Первоначальная продажа товаров, не имеющих патентной защиты, по низким ценам с целью стимулирования спроса, конкурентной победы. Возможно незаметное для потребителя повышение цен (например, снижение скидок или введение в ассортимент дорогостоящих товаров). Разновидность данной стратегии – сохранение низких цен в дальнейшем, а не их повышение, когда массовость поставок на рынок обеспечит прибыль в целом при небольшой прибыли с единицы товара.

Стратегия дифференцированных цен. Установление шкалы возможных скидок и надбавок к среднему уровню цен для различных сегментов и рынков.

Стратегия гибких, эластичных цен предусматривает возможность поторговаться продавцу и покупателю. Она применима для индивидуальных сделок по каждой партии неоднородных товаров.

Стратегия ценового лидера. Предусматривает соотнесение своего уровня цен с ценами лидирующих фирм на рынке, как правило, с первой тройкой. Собственные цены меняются при изменении цен этими фирмами. Также возможно заключение соглашения, как правило, негласного, с лидером в данном сегменте об изменении цен.

Стратегия привлекательна для фирм, не имеющих возможности проводить собственные разработки ценовой политики.

Стратегия конкурентных цен связана с проведением агрессивной ценовой политики фирмами-конкурентами, снижающими свои цены.

Практика развития наиболее успешных фирм и преуспевающих экономических систем показывает, что наиболее эффективной формой экономического роста является теория кластерного механизма. В ее основе находится понятие «кластер» – сосредоточение наиболее эффективных и взаимосвязанных видов экономической деятельности. Для всей экономики государства кластеры исполняют роль точек роста внутреннего рынка и базы. Высокая конкурентоспособность страны держится именно на сильных позициях отдельных кластеров, тогда как вне них даже самая развитая экономика может давать посредственные результаты.

Весьма необходимым для предприятий-производителей является применение кластерного подхода. Это значит, что необходимо применять организационно-экономические меры к созданию холдинга, возможно вертикально интегрированного типа. Все стратегические вопросы изучения рынка, маркетинга, брендинга взяло бы на себя интеллектуальное ядро холдинга – обособленная структура, имеющая в своем штате специалистов, должностными обязанностями которых будет именно решение подобных вопросов. На основании выводов интеллектуального ядра холдинга будут ставиться задачи по выпуску того или иного продукта производственному ядру холдинга – заводам-производителям. Также в холдинг должны входить и сырьевые ядра – аграрные хозяйства, специализирующиеся на выращивании определенной сельскохозяйственной культуры (или нескольких) или же на выращивании рыбы или животных. При этом специализация будет определяться по принципу экономической обоснованности и целесообразности выращивания культуры (рыбы или животных) в местности расположения хозяйства. Например, Витебская область может подходить для выращивания КРС элитной породы. При этом мясо будет высшего качества, экологически чистым и будет сравнимо с мраморным. Это значит, что в мясные и мясо-растительные консервы пойдет сырье высокого качества.

Кроме того, что указанный подход позволит повысить доверие со стороны потребителей к отечественной продукции, он будет способствовать рациональному использованию сельскохозяйственными

предприятиями своих ресурсов. Также аграрное хозяйство будет уверено в востребованности выращиваемой продукции, значит, в ее сбыте. Как следствие, будет гарантирована занятость населения, что является социально-значимым фактором.

Когда формируется кластер, все производства в нем начинают оказывать друг другу поддержку. Выгода распространяется по всем направлениям связей. Взаимосвязи внутри кластера ведут к разработке новых путей в конкуренции и порождают совершенно новые возможности. Таким образом, наличие кластера позволит национальной экономике поддерживать свое преимущество.

Очевидно, что национальная конкурентоспособность во многом зависит от уровня развития отдельных кластеров. Крупные компании и фирмы нуждаются в большом количестве приспособленного к их технологиям оборудования, материалов, что создает емкий рынок для небольших фирм. Кластер дает работу множеству мелких фирм – поставщиков простых комплектующих, сырья. Предприятия кластера заставляют поднять качество поставляемых им полуфабрикатов, тем самым вынуждая своих поставщиков также повысить конкурентоспособность.

Кластерным структурам свойственны комплексность, концентрация производства, технологичность, качество, НИОКР, соответственно, более низкие издержки и высокая конкурентоспособность. Зарубежный опыт позволяет заключить, что роль государства в вопросах функционирования кластеров определяется вариантом их формирования. Если кластер создается по принципу «снизу-вверх», когда инициатива исходит от субъектов хозяйствования, государство оказывает поддержку преимущественно косвенными способами. В данном случае политика кластеризации носит либеральный характер. При формировании кластерных систем «сверху-вниз» органы власти непосредственно определяют стратегию кластера, выделяют ресурсы для его развития. Государством в данном случае выбираются регионы для создания кластерных систем, и целенаправленно формируется инфраструктура.

Особого внимания с точки зрения организации кластеров в АПК заслуживает опыт кластерного развития виноделия в Чили. В состав отрасли входят не только хозяйства, выращивающие виноград, и предприятия по его переработке, но и образовательные учреждения, научно-исследовательские центры, отраслевые средства массовой

информации, поставщики и подрядчики, деятельность которых предусматривает обучающие курсы по охране труда, повышению урожайности, эффективному применению пестицидов, технике сбора винограда и т. п. Они также занимаются вопросами стимулирования экспорта и участия в заключении межгосударственных договоров, обеспечивающих льготный или беспошлинный режим для вина из Чили. Однако залогом успешного развития кластера стало его взаимодействие именно с государственными организациями и агентствами, которые оказывают прямую или опосредованную поддержку отрасли. В число данных организаций входят:

- корпорация поощрения производства, осуществляющая поиск и привлечение финансовых ресурсов в отрасли;
- фонд инноваций в сельском хозяйстве при Министерстве сельского хозяйства Чили, который создан для содействия внедрению инновационных технологий;
- фитосанитарное агентство Чили, занимающееся лицензированием и ведением реестра прав собственности;
- служба исследований и сельскохозяйственной политики при президенте республики, исполняющая функции координатора усилий по развитию сельского хозяйства и контролю исполнения бюджетов финансирования инноваций в сельском хозяйстве.

Разработаны рекомендации по формированию вертикально интегрированной структуры в виде холдинга ОАО «Белорусские масложировые продукты» на базе Белорусского государственного концерна пищевой промышленности «Белгоспищепром». В его состав включены:

- 1) предприятия по производству маслосемян рапса;
- 2) предприятия по хранению и переработке масличного сырья, включающие структуры маслодобывающей подотрасли, которая представлена организациями, специализирующимися на извлечении масла из семян масличных культур;
- 3) предприятия маслоперерабатывающей подотрасли Беларуси:
 - ОАО «Минский маргариновый завод»;
 - ОАО «Гомельский жировой комбинат»;
 - ОАО «Витебский МЭЗ»;
 - ОАО «Бобруйский завод растительных масел»;
- 4) научные организации, обеспечивающие научное сопровождение;
- 5) обслуживающие организации;
- 6) торговые организации.

Механизм функционирования создаваемого вертикально интегрированного формирования призван решать задачу стабилизации экономики предприятий масложирового подкомплекса за счет сближения интересов партнеров. Также он способствует оздоровлению финансового состояния предприятий и организаций отрасли, расширению возможности формирования эффективного рынка сбыта конечной продукции и увеличению возможности продвижения на рынок конкурентоспособной масложировой продукции. Кроме того, механизм позволяет централизовать финансовые средства с целью их первоочередного инвестирования в наиболее «узкие места» технологического процесса и более широко применять в производстве технико-технологические инновации.

Успешной реализации рационального питания предшествует грамотная политика в области ассортимента. Производители должны знать потребности своих потенциальных потребителей и полностью удовлетворять их, вовремя вводя в ассортимент необходимые продукты. Покупатель всегда должен найти то, что ему нужно. Это укрепит имидж производителя и его доходы.

Глава 7. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

В процессе изучения дисциплины «Основы рационального питания» рекомендуется выполнить следующие практические работы:

1. Расчет степени удовлетворения формулы сбалансированного питания для пищевых продуктов.
2. Расчет рецептур молочных продуктов с учетом содержания жира и белка.
3. Расчет энергетической ценности пищевого продукта.

7.1. Практическая работа

«Расчет степени удовлетворения формулы сбалансированного питания для пищевых продуктов»

Цель работы: освоить расчеты по степени удовлетворения формулы сбалансированного питания для пищевых продуктов.

Задачи:

- дать оценку эссенциальным факторам питания;
- освоить основы расчета интегрального сора продуктов питания;
- изучить показатели, применяемые при оценке степени удовлетворения формуле сбалансированного питания.

Объекты исследования: нормативные документы, раздаточный материал, справочные таблицы по химическому составу пищевых продуктов.

Оборудование: микрокалькулятор.

Методические указания. В качестве исходных для расчетов используют справочные табл. 38–40, а также задание преподавателя для расчета формулы пищевой ценности (степени удовлетворения формулы сбалансированного питания) отдельных пищевых продуктов.

Теоретическая часть

При разработке режима рационального питания принимают во внимание современное учение о потребности человека в пище, т. е. концепцию сбалансированного питания. Согласно этой концепции главное внимание привлекают компоненты пищи, которые не могут быть заменены, это – эссенциальные факторы питания. Средние данные о потребности взрослого человека в пищевых веществах приведены в табл. 38.

В табл. 38 внесены только те показатели, которые могут быть использованы при расчетах по заданию преподавателя.

Таблица 38

Формула сбалансированного питания

Пищевое вещество	Дневная потребность
Вода, г	1750–2200
в том числе: питьевая (вода, чай, кофе и пр.)	800–1000
супы	250–500
продукты питания	700
Белки, г	80–100
в том числе животные	50
Незаменимые аминокислоты, г:	
триптофан	1
лейцин	4–6
изолейцин	3–4
валин	3–4
треонин	2–3
лизин	3–5
метионин	2–4
фениланин	2–4
Углеводы, г:	400–500
крахмал	350–450
моно- и дисахариды	50–100
Жиры, г:	80–100
в том числе растительные	20–25
Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, мг	2–6
Минеральные вещества, мг	
кальций	800–1000
фосфор	1000–1500
Витамин С, мг	50–70

Пищевая ценность продукта может быть выражена методом интегрального сора продуктов питания. В основу расчета этого

показателя положено определение процента соответствия каждого из наиболее важных компонентов пищевых продуктов формулы сбалансированного питания. Удобной основой для расчета энергетического сора является 300 ккал (1255 кДж), что составляет в среднем около 10 % суточных энергетических затрат.

Энергетическая ценность некоторых пищевых веществ показана в табл. 39.

Таблица 39

Энергетическая ценность пищевых веществ

Вещество	Теплота сгорания, ккал/г	Энергетическая ценность при окислении в организме	
		ккал/г	кДж/г
Белки	5,65	4,00	16,70
Жиры	9,35	9,00	37,70
Усвояемые углеводы	3,75	3,75	15,70
Этиловый спирт	7,07	7,00	29,30

Степень удовлетворения формулы сбалансированного питания можно рассчитать для белков, жиров, углеводов, витамина С, минеральных веществ – кальция и фосфора (табл. 40). Эти показатели наиболее часто используют в технических условиях, государственных стандартах на продукцию (ТУ, СТБ, ГОСТ).

Таблица 40

Содержание основных пищевых веществ в пересчете на 100 г съедобной части продукта

Продукт	Белки, г	Жиры, г	Углеводы общие, г	Минеральные вещества, мг		Витамин С, мг
				Са	Р	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
Рис	7,3	2,0	63,1	66	328	–
Хлеб пшеничный	7,6	0,9	49,7	26	83	–
Сахар-песок	0	0	99,8	2	сл.	–
Карамель леденцовая	сл.	0,1	83,3	14	6	–
Масло сливочное несоленое	0,6	82,5	0,9	22	19	–
Сыр «Российский»	23,4	30,0	–	1000	544	1,6

1	2	3	4	5	6	7
Картофель	2,0	0,1	20,0	10	58	20,0
Говядина I категории	18,9	12,4	–	9	198	сл.
Свинина жирная	11,4	49,3	–	6	130	сл.
Колбаса «Докторская»	13,7	22,8	–	29	178	–
Колбаса «Отдельная»	10,1	20,1	1,8	7	167	–
Яйца куриные	12,7	11,5	0,7	55	185	–
Треска	17,5	0,6	–	39	222	сл.

Коэффициенты усвояемости отдельных пищевых веществ равны (в %): для белков – 84,5; жиров – 94,0; углеводов – 96,5 (сумма усвояемых и неусвояемых углеводов).

Практическая часть

Для расчетов формулы пищевой ценности (степени удовлетворения формулы сбалансированного питания) используют данные табл. 38–40 и задание преподавателя.

На примере картофеля свежего определить интегральный скор, т. е. формулу пищевой ценности продукта (по белку). Для расчетов данные взять из табл. 38–40.

1. Энергетическая ценность 100 г картофеля: $2 \cdot 4 + 20 \cdot 3,75 =$
(белок) (углеводы)
 $= 83$ ккал. В пересчете на 300 ккал: 83 ккал – в 100 г картофеля;
 $300 - x$; $x = 361$ г картофеля.

2. Найти, сколько граммов белка содержится в 400 г картофеля:
2 г белка – в 100 г картофеля; x – в 361 г; $x = 7,22$ г белка.

3. Сравнить с суточной потребностью в белке: 80 г белка – 100 % потребности; $7,22 - x$; $x = 9,02$ %.

Аналогично выполняются расчеты по жирам, углеводам, минеральным веществам и витамину С. Результаты расчетов сводятся в табл. 41.

Задание для магистрантов, студентов

Рассчитать степень удовлетворения формулы сбалансированного питания (формулу пищевой ценности) для следующих показателей: белки, жиры, углеводы, витамин С, кальций, фосфор.

Формула пищевой ценности некоторых продуктов в энергетическом выражении на 300 ккал/1255 кДж

Показатель	Степень удовлетворения потребностей человека в основных пищевых веществах, %		
	Рис	Хлеб пшеничный	Карамель
Белки			
Жиры			
Углеводы			
Минеральные вещества:			
кальций			
фосфор			
витамин С			
Калорийность	10	10	10

Вариант 1: рисовая крупа, говядина I категории, карамель леденцовая.

Вариант 2: сыр «Российский», колбаса «Отдельная», сахар.

Вариант 3: масло сливочное несоленое, водка, колбаса «Докторская».

Вариант 4: картофель свежий, хлеб пшеничный, свинина жирная.

Вариант 5: говядина I категории, яйца куриные, треска.

Для расчетов пользоваться табл. 38–40, результаты расчетов записать в табл. 41.

Сделать выводы о степени удовлетворения формулы сбалансированного питания анализируемыми продуктами.

Содержание отчета

В отчете записать:

- цель практической работы, задание;
- таблицы 38–40 с информацией для расчетов;
- расчеты степени удовлетворения формулы сбалансированного питания в процентах для пищевых продуктов (по заданию преподавателя);
- заполнить табл. 41 расчетами, сделать соответствующие выводы.

7.2. Практическая работа «Расчет рецептур молочных продуктов с учетом содержания жира и белка»

Цель работы: научиться составлять технологический документ (рецептуру) на многокомпонентную по составу (два и более компонента) продукцию, устанавливающий перечень и количественное содержание (соотношение) используемых компонентов.

Задачи:

- подобрать расчетные рецептурные показатели пищевого сырья и полуфабрикатов;
- определить расчетную массовую долю жира и белка в пищевом сырье и полуфабрикатах;
- рассчитать расход сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов на 1000 кг смеси без учета потерь;
- сравнить химический состав конечного продукта с расчетными показателями по массовой доле белка и жира.

Объекты исследования: нормативные документы: технологическая инструкция, технические условия, стандарты по производству кисломолочных продуктов.

Оборудование: микрокалькулятор.

Методические указания. В качестве исходных для расчетов используют СТБ 1450–2006 «Технологическая документация. Рецепттура. Общие требования к разработке», а также задания преподавателя по исходным расчетным показателям.

Теоретическая часть

Рецептура, как правило, включает:

- требования к качеству (характеристики) применяемого сырья, материалов и полуфабрикатов;
- нормы расхода сырья и материалов на производство установленной единицы готовой продукции;
- нормы расхода сырья и материалов на производство установленной единицы готовой продукции (расход дополнительного сырья и полуфабрикатов на единицу основного сырья или выход готовой продукции);
- значение физико-химических показателей, органолептические характеристики и другие свойства продукции.

В рецептуре могут быть приведены сведения о возможных заменах компонентов, отсутствующие в других технологических документах.

В расчетах используются формулы:

$$M_1 = \frac{M(\text{Ж}_2\text{К}_2\text{Б} - \text{ЖБ}_2\text{К}_2)}{\text{Ж}_2\text{К}_2\text{Б}_1\text{К}_1 - \text{Ж}_1\text{К}_1\text{Б}_2\text{К}_2}; \quad (1)$$

$$M_2 = \frac{M(\text{ЖБ}_1\text{К}_1 - \text{Ж}_1\text{К}_1\text{Б})}{\text{Ж}_2\text{К}_2\text{Б}_1\text{К}_1 - \text{Ж}_1\text{К}_1\text{Б}_2\text{К}_2}; \quad (2)$$

$$M_3 = M - M_1 - M_2, \quad (3)$$

где М, Б, Ж – масса, кг, массовые доли жира и белка в восстановленной смеси, %;

М₁, М₂ – масса в сухих молочных компонентах, кг;

Ж₁, Ж₂ – массовая доля жира в сухих молочных компонентах, %;

Б₁, Б₂ – массовая доля белка в сухих молочных компонентах, %;

К₁, К₂ – поправочные коэффициенты на растворимость сухих молочных продуктов, К₁, К₂ = Р/100, где Р – растворимость сухих молочных компонентов, %, или К = 100 – И_р · 10/100, где И_р – индекс растворимости сухих молочных компонентов.

М₃ – масса воды питьевой, кг.

Расчеты типовых рецептур выполняются с учетом 100 %-й растворимости сухих молочных продуктов.

Каждое предприятие должно самостоятельно установить этот показатель на основе контрольных выработок.

Молочные продукты вырабатывают из смеси молока натурального нормализованного, восстановленного и рекомбинированного молока. При этом учитывают содержание молочного жира и белка в конечном продукте.

Практическая часть

Для расчета рецептуры кисломолочного напитка с учетом расхода сырья на 1000 кг смеси без учета потерь необходимы исходные данные по содержанию в сырье жира и белка. Ниже приведен контрольный

пример по расчету рецептуры кисломолочного напитка 2,5%-й жирности из смеси натурального и восстановленного молока.

*Кисломолочный напиток 2,5%-й жирности
из смеси натурального и восстановленного молока*

Расчетные показатели: смесь натурального и восстановленного молока с закваской: М – 1000 кг, Ж – 2,5 %, Б – 2,95 % не менее (на основании условных контрольных выработок).

Сырье:

1. Молоко натуральное сырое: М₁, Ж₁ – 3,6 %, Б₁ – 3 %.

2. Молоко восстановленное – М₂.

2.1. Молоко обезжиренное сухое: М_{2,1}, Ж_{2,1} – 1 %, Б_{2,1} – 32 %, Р_{2,1} – 97 %, К_{2,1} – 0,97.

2.2. Молоко цельное сухое: М_{2,2}, Ж_{2,2} – 25 %, Б_{2,2} – 24,6 %, Р_{2,2} – 98 %, К_{2,2} – 0,98.

2.3. Вода питьевая – М_{2,3}.

3. Закваска на обезжиренном молоке: М₃ – 50 кг, Ж₃ – 0,05 %, Б₃ – 2,8 %.

Из общего состава смеси исключить закваску по массе, жиру и белку.

Масса: 1000 – 50 = 950 кг.

Жир: 25,000 – 0,025 = 24,975 кг.

Белок: 29,5 – 1,4 = 28,1 кг.

Масса молока натурального сырья в общем составе смеси натурального и восстановленного молока составляет 30 % – 285 кг (950 · 30/100), жира – 10,26 кг (285 · 3,6/100) и белка – 8,55 кг (285 · 3/100).

Из состава смеси молока натурального и восстановленного исключить молоко натуральное по массе, жиру и белку.

Масса: 950 – 285 = 665 кг.

Жир: 24,975 – 10,260 = 14,715 кг.

Белок: 28,10 – 8,55 = 19,55 кг.

Расчетная массовая доля жира в восстановленном молоке составляет 2,21 % (14,72 · 100/665), белка – 2,94 % (19,55 · 100/665).

На 665 кг восстановленного молока:

1) масса молока обезжиренного сухого 97 %-й растворимости – расчеты по формуле (1):

$$M_{2,1} = \frac{665(25 \cdot 0,98 \cdot 2,94 - 2,21 \cdot 24,6 \cdot 0,98)}{25 \cdot 0,98 \cdot 32 \cdot 0,97 - 1 \cdot 0,97 \cdot 24,6 \cdot 0,98} = 16,85 \text{ кг.}$$

2) масса молока цельного сухого 98 %-й растворимости – расчеты по формуле (2):

$$M_{2,2} = \frac{665(2,21 \cdot 32 \cdot 0,97 - 1 \cdot 0,97 \cdot 2,94)}{25 \cdot 0,98 \cdot 32 \cdot 0,97 - 1 \cdot 0,97 \cdot 24,6 \cdot 0,98} = 59,39 \text{ кг.}$$

3) масса воды питьевой – расчеты по формуле (3):

$$M_{2,3} = 665 - 16,85 - 59,39 = 588,76 \text{ кг.}$$

Расход сырья на 1000 кг смеси без учета потерь представлен в табл. 42.

Таблица 42

Расход сырья на 1000 кг смеси без учета потерь

Сырье	Расход, кг		
	Масса	Жир	Белок
Молоко натуральное сырое с массовыми долями: жира – 3,6 %, белка – 3 %	285,00	10,260	8,55
Молоко обезжиренное сухое с массовыми долями: жира – 1 %, белка – 32 %; растворимость – 97 %	16,85	0,165	5,23
Молоко цельное сухое с массовыми долями: жира – 25 %, белка – 24,6 %; растворимость – 98 %	59,39	14,550	14,32
Вода питьевая	588,76	–	–
Закваска на обезжиренном молоке с массовыми долями: жира – 0,05 %, белка – 2,8 %	50,00	0,025	1,40
Итого	1000,00	25,00	29,50

Химический состав кисломолочной смеси соответствует расчетным показателям: массовая доля жира – 2,5 %, белка – 2,95 %.

Варианты заданий для магистрантов, студентов

Вариант 1: рассчитать рецептуру кисломолочного напитка 4 %-й жирности из смеси нормализованного и восстановленного молока.

Расчетные показатели

Смесь: М – 1000 кг, Ж – 4 %, Б – 2,85 %, не менее (на основании условных контрольных выработок). Закваска прямого внесения.

Сырье:

1. Молоко нормализованное: М₁, Ж₁ – 3,2 %, Б₁ – 2,7 %.
2. Молоко восстановленное – М₂.
 - 2.1. Молоко обезжиренное сухое: М_{2,1}, Ж_{2,1} – 1 %, Б_{2,1} – 32 %, Р_{2,1} – 97 %, К_{2,1} – 0,97.
 - 2.2. Сливки сухие: М_{2,2}, Ж_{2,2} – 42 %, Б_{2,2} – 19 %, Р_{2,2} – 98 %, К_{2,2} – 0,98.

Масса молока нормализованного в общем составе смеси нормализованного и восстановленного молока составляет 30 % – 300 кг (1000 · 30/100), жира – 9,6 кг (300 · 3,2/100), белка – 8,1 кг (300 · 2,7/100).

После выполнения расчетов с применением формул (1–3) составить табл. 43.

Таблица 43

Расход сырья на 1000 кг смеси без учета потерь

Сырье	Расход, кг		
	Масса	Жир	Белок
Молоко нормализованное с массовыми долями: жира – 3,2 % и белка 2,7 %			
Молоко обезжиренное сухое с массовыми долями: жира – 1 %, белка – 3,2 %; растворимость – 97 %			
Сливки сухие с массовыми долями: жира – 42 %, белка – 19 %; растворимость – 98 %			
Вода питьевая	604,93		
Итого	1000,00	40,00	28,50

Вывод: химический состав кисломолочной смеси соответствует расчетным показателям: массовая доля жира – 4,0 %, белка – 2,85 %.

Вариант 2: рассчитать рецептуру кисломолочного напитка 3,5 %-й жирности из смеси натурального и рекомбинированного молока.

Расчетные показатели

Смесь: М – 1000 кг, Ж – 3,5 %, Б – 2,8 %, не менее (на основании условных контрольных выработок).

Сырье:

1. Молоко натуральное сырое: М₁, Ж₁ – 3,7 %, Б₁ – 3 %.
2. Молоко рекомбинированное.
 - 2.1. Молоко цельное сухое: М_{2,1}, Ж_{2,1} – 25,5 %, Б_{2,1} – 24,6 %, Р_{2,1} – 98 %, К_{2,1} – 0,98.
 - 2.2. Масло сладкосливочное «Крестьянское»: М_{2,2}, Ж_{2,2} – 72,5 %, Б_{2,2} – 0,8 %.
 - 2.3. Вода питьевая – М_{2,3}.
3. Закваска на обезжиренном молоке: М₃ – 50 кг, Ж₃ – 0,05 %, Б₃ – 2,8 %.

Из общего состава смеси исключить закваску по массе, жиру и белку.

Масса: 1000 – 50 = 950 кг.
 Жир: 35,000 – 0,025 = 34,975 кг.
 Белок: 28,0 – 1,4 = 26,6 кг.

Масса молока натурального сырого в общем составе смеси натурального и рекомбинированного молока составляет 40 % – 380 кг (950 · 40/100), жира – 14,06 кг (380 · 3,7/100), белка – 11,4 кг (380 · 3/100).

После выполнения расчетов с применением формул (1–3) составить табл. 44.

Таблица 44

Расход сырья на 1000 кг кисломолочной смеси без учета потерь

Сырье	Расход, кг		
	Масса	Жир	Белок
Молоко натуральное сырое с массовыми долями: жира – 3,7 %, белка – 3 %			
Молоко цельное сухое с массовыми долями: жира – 25,5 %, белка – 24,6 %; растворимость – 98 %			

Окончание табл. 44

Сырье	Расход, кг		
	Масса	Жир	Белок
Закваска на обезжиренном молоке с массовыми долями: жира – 0,05 %, белка – 2,8 %			
Вода питьевая			
Закваска на обезжиренном молоке с массовыми долями: жира – 0,05 %, белка – 2,8 %			
Итого	1000,0	35,0	28,0

Вывод: химический состав кисломолочной смеси соответствует расчетным показателям: массовая доля жира – 3,5 %, белка – 2,8 %.

Содержание отчета

В отчете записать:

- цель практической работы, задание;
- расчеты и рецептуру кисломолочного напитка;
- заполнить таблицы расчетами
- ответить на контрольные вопросы, сделать соответствующие выводы.

7.3. Практическая работа

«Расчет энергетической ценности пищевого продукта»

Цель работы: освоить методы расчета энергетической ценности продуктов питания

Задачи:

– изучить величину теплоты сгорания, энергетическую ценность при окислении в организме белков, жиров, усвояемых углеводов, этилового спирта, глицерина, некоторых органических пищевых кислот;

– научиться применять найденные величины в расчетах энергетической ценности продуктов питания.

Объекты исследования: молочные, мясные, хлебобулочные и другие группы продуктов питания (по заданию преподавателя).

Оборудование: микрокалькулятор.

Методические указания. В качестве исходных данных для расчетов используют справочные таблицы по энергетической ценности некоторых пищевых веществ, рецептуры пищевых продуктов.

Теоретическая часть

В практической работе, связанной с производством пищевых продуктов и организацией рационального питания, используют понятия «пищевая, биологическая и энергетическая ценность пищи». Все эти термины характеризуют полезность пищевых продуктов в зависимости от их химического состава и основываются на особенностях метаболических превращений отдельных пищевых веществ в организме человека.

Термин «энергетическая ценность» характеризует ту долю энергии, которая может высвободиться из пищевых веществ в процессе биологического окисления и использования для обеспечения физиологических функций организма (табл. 45).

Таблица 45

Энергетическая ценность некоторых пищевых веществ

Вещество	Теплота сгорания, ккал/г	Энергетическая ценность при окислении в организме	
		ккал/г	кДж/г
Белки	5,65	4,00	16,7
Жиры	9,35	9,00	37,7
Усвояемые углеводы	3,75	3,75	15,7
Этиловый спирт	7,07	7,00	29,3
Уксусная кислота	3,49	3,49	14,6
Яблочная кислота	2,39	2,39	10,0
Молочная кислота	3,62	3,52	15,1
Лимонная кислота	2,47	2,47	10,3
Глицерин	4,31	4,34	18,0

Практическая часть

Используя данные табл. 45, а также информацию о рецептуре продукта, магистранты и студенты делают расчет его энергетической

ценности. В качестве примера показан расчет энергетической ценности молочного продукта.

Расчет энергетической ценности продукта

Масса творожная с сахаром с массовой долей жира 15,85 %.

Рецептурный компонент	Количество, кг
Творог с массовой долей жира 5 %	757,70
Масло сливочное с массовой долей жира 72,5 %	166,35
Сахар-песок	75,90
Ванилин	0,05
Итого	1000,00

1. Рассчитать, сколько жира содержится в 100 г продукта, изготовленного по данной рецептуре.

1.1. Творог: $757,7 \cdot 5/1000 = 3,79$ г.

1.2. Масло: $166,35 \cdot 72,5/1000 = 12,06$ г.

Итого: $3,79 + 12,06 = 15,85$ г жира в творожной основе.

2. Рассчитать, сколько белка в 100 г продукта, изготовленного по этой рецептуре.

Белок содержится в твороге (16 %), масле сливочном (0,8 %).

2.1. Творог: $757,7 \cdot 16/1000 = 12,12$ г.

2.2. Масло: $166,35 \cdot 0,8/1000 = 0,13$ г.

Итого: $12,12 + 0,13 = 12,25$ г белка.

3. Рассчитать, сколько углеводов в 100 г продукта, изготовленного с использованием компонентов (соответственно 3,0; 1,3; 99,8 %), указанных в рецептуре.

3.1. Творог: $757,7 \cdot 3/1000 = 2,27$ г.

3.2. Масло: $166,35 \cdot 1,3/1000 = 0,22$ г.

3.3. Сахар: $75,9 \cdot 99,8/1000 = 7,57$ г.

Итого: $2,27 + 0,22 + 7,57 = 10,06$ г углеводов.

Таким образом, в 100 г продукта, изготовленного по данной рецептуре, содержится 15,85 г жира, 12,25 г белка и 10,06 г углеводов.

Энергетическая ценность составляет:

$$9ж + 4(Б + У)$$

или $9 \cdot 15,85$ г жира + $4(12,25$ г белка + $10,06$ г углеводов) =

= $142,65$ ккал + $89,24$ г ккал = $231,89$ ккал.

$231,89 \cdot 4,184 = 970,23$ кДж.

Задание для магистрантов, студентов

Рассчитать энергетическую ценность массы творожной с сахаром и курагой с массовой долей жира 15,55 %.

Рецептурный компонент	Количество, кг
Творог с массовой долей жира 9 %	697,70
Масло сливочное с массовой долей жира 72,5 %	166,35
Сахар-песок	75,90
Курага	60,00
Ванилин	0,05
Итого	1000,00

Рецептурный компонент	Белок	Углеводы
Творог	16	3,0
Масло сливочное	0,8	1,3
Курага	2,3	65,8
Сахар	—	99,8

Рассчитать энергетическую ценность массы творожной с сахаром и курагой с массовой долей жира 15,55 % в ккал и кДж.

Содержание отчета

В отчете записать:

- цель практической работы, задание;
- расчеты по энергетической ценности рецептурных ингредиентов;
- сделать выводы по конечным расчетам.

Глава 8. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. Тематика самостоятельной работы магистрантов и студентов

1. Современные подходы к оценке пищевой ценности и безопасности пищевых продуктов.
2. Создание продукции функционального назначения с использованием нанонутриентов, наноструктурированных пищевых добавок.
3. Консистенция пищевых жиров во взаимосвязи со строением жирных кислот.
4. Интегральный скор пищевых продуктов.
5. Молочные продукты питания с пробиотиками.
6. Органические продукты питания.
7. Процесс пищеварения и метаболизм макронутриентов.
8. Обмен веществ и энергии в организме человека.
9. Чужеродные вещества в пищевых продуктах.
10. Оптимизация питания. Рациональное питание.
11. Роль нанотехнологий в рациональном питании.
12. Влияние технологической обработки на качество пищевого сырья и конечной продукции.
13. Формы связи воды в продуктах питания и роль воды в организме.
14. Эссенциальные вещества в продуктах питания.
15. Конкурентоспособность продуктов питания.
16. Методы и формы сбыта рациональных продуктов питания.
17. Рациональное питание и нанотехнологии.

8.2. Текущий контроль знаний

1. Научные основы рационального питания. Основные химические вещества пищевых продуктов и их роль в питании.
 - 1.1. Что означает термин «рациональное питание»? Как можно оптимизировать питание?
 - 1.2. Что такое «аминокислотный скор»?

- 1.3. Перечислить незаменимые аминокислоты. Почему их так называют?
- 1.4. Физиологическое значение белков, углеводов, липидов в питании. Основные превращения в технологическом процессе.
- 1.5. Макро- и микро-, ультрамикрорезультаты, их роль в питании.
- 1.6. Классификация чужеродных веществ в питании.
- 1.7. Функциональная роль пищевых и биологически активных добавок.
- 1.8. Функциональные продукты в питании.
- 1.9. Продукты органического производства в питании.
2. Питание и пищеварение.
 - 2.1. Оценка схемы процессов переваривания пищи.
 - 2.2. Обмен веществ и энергии. Энергетическая ценность пищи.
 - 2.3. Степень удовлетворения формулы сбалансированного питания.
 - 2.4. Биологическая, энергетическая, пищевая ценность продуктов питания.
 - 2.5. Безопасность продуктов питания и ее обеспечение в производстве.
3. Маркетинг и реализация продуктов рационального питания.
 - 3.1. Дать определение маркетинга.
 - 3.2. Методы и формы сбыта продуктов рационального питания.

8.3. Вопросы к зачету по дисциплине

1. Дать определения понятий: пищевая ценность, биологическая ценность, энергетическая ценность продуктов, безопасность продуктов питания.
2. Белки. Их классификация, состав, свойства, биологические функции.
3. Аминокислоты. Их функции в организме, содержание в продуктах.
4. Превращения белков при технологической обработке сырья.
5. Углеводы. Их классификация, основные свойства.
6. Превращения углеводов при хранении и технологической обработке сырья и пищевых продуктов.
7. Изменения крахмала, структурных полисахаридов при тепловой обработке сырья.

8. Липиды. Их классификация, строение и свойства.
9. Превращения липидов в технологическом потоке.
10. Функция воды в организме человека. Формы связи воды в продуктах питания.
11. Водорастворимые витамины и их краткая характеристика, изменения при переработке сырья.
12. Жирорастворимые витамины и их краткая характеристика, изменения при переработке сырья.
13. Минеральные вещества: макро-, микроэлементы, ультрамикроэлементы. Роль отдельных минеральных элементов для организма человека.
14. Влияние технологической обработки на минеральный состав пищевых продуктов.
15. Научные основы рационального питания. Концепция здорового питания.
16. Функциональные продукты, продукты органического производства.
17. Основные пути загрязнения продуктов питания и продовольственного сырья.
18. Общие сведения о пищевых добавках. Классификация пищевых добавок.
19. Концепция безопасности продуктов питания.
20. Методы и формы сбыта рационального питания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стремление к здоровому образу жизни привело к тому, что потребители стали уделять больше внимания рациональному питанию. В связи с этим вопросы рационального питания практически во всех странах мира возведены в ранг государственной политики.

Продукты питания потребитель получает на продовольственном рынке. Рынок продовольствия как экономическая система объединяет свободно взаимодействующих производителей и потребителей, которые обмениваются товарами на основе полной и достоверной информации, что приводит к выравниванию и оптимизации издержек. Отечественный рынок функционирует, преломляясь через призму важнейших государственных интересов, включая безопасность в сфере продовольствия. В этой связи объективной необходимостью является формирование развитого сбалансированного рынка продовольствия и сырья, способного обеспечить достаточный уровень высококачественного и рационального питания населения, эффективное развитие внешнеторговых связей и усиление экспортной ориентации АПК.

Установлено, что эффективным можно считать рынок, сбалансированный по спросу и предложению, обеспечивающий устойчивое удовлетворение потребности населения в продуктах рационального питания высокого качества, повышение уровня жизни, продовольственную безопасность и независимость государства.

На качество жизни населения оказывает влияние энергетическая ценность рациона питания со следующей системой индикаторов:

I группа – уровень и качество рациона питания населения: энергетическая ценность рациона питания на 1 чел./сут – не менее 3000 ккал, потребление основных продуктов на 1 чел./год – 90–110 % медицинской нормы; удельный вес в рационе белков животного происхождения – не менее 55 %;

II группа – состояние здоровья населения (естественный прирост, ожидаемая продолжительность жизни в городской и сельской местности, распространенность заболеваний, характерных для низкого статуса питания);

III группа – уровень образования (удельный вес грамотного населения);

IV группа – физическая доступность продовольствия: темп роста сельскохозяйственного производства – не менее 5–7 % в год, доля рентабельно функционирующих сельскохозяйственных организаций – не менее 60 %, соотношение кредиторской и дебиторской задолженности сельскохозяйственных организаций – 1:1, удельный вес инвестиций в сельское хозяйство в общем объеме – не менее 10 %;

V группа – экономическая доступность продовольствия в разрезе социальных групп домохозяйств в городской и сельской местности: доля затрат на продовольствие в расходах – не более 35 %, темп роста покупательной способности реальных денежных доходов населения – не менее 1 %.

Учитывая факторы и закономерности мирового рынка, стратегическим направлением развития национального продовольственного рынка Республики Беларусь является достижение устойчивости собственного производства на инновационной основе и использование преимуществ межрегиональной интеграции в рамках ТС и ЕЭП.

Калорийность рациона – 3000 ккал/сут на душу населения – достаточна и практически исключает голод или недоедание. Вместе с тем внутренний рынок можно считать ненасыщенным по качественным параметрам.

Оценка устойчивости производства основных видов сырья и продовольствия в последние годы показала, что сравнительно высокий уровень устойчивости достигнут в Республике Беларусь по производству зерна – 83,2 %; картофеля – 91,5; сахарной свеклы – 89,7; мяса – 87,0; молока – 95,2; яиц – 93,2 %, что является результатом многолетней эффективной государственной аграрной политики. Вышеназванное пищевое сырье является основой в рецептурах продуктов рационального питания.

Рациональное питание будет развиваться на основе ресурсосберегающих технологических достижений по щадящей обработке пищевого сельскохозяйственного сырья. В частности, применение перспективных нанотехнологий в перерабатывающей промышленности будет способствовать производству продуктов низкокалорийных, но с эссенциальными ингредиентами, обогащенных натуральными пищевыми добавками. Рациональное питание дополнится органической продукцией. Ее преимущество в том, что она (по сравнению с обычной продукцией) позволяет улучшить здоровье потребителей,

потому что фрукты и овощи, полученные в органическом сельском хозяйстве, имеют повышенную концентрацию природных антиоксидантов. Мясо животных и птицы, произведенное органическим сельским хозяйством, содержит меньше жира, в нем больше ненасыщенных жирных кислот, что снижает риск развития сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, диабета и накопление избыточной массы тела.

Перерабатывающая промышленность республики будет наращивать выпуск органических, функциональных продуктов питания, используя для этого инновационные технологические разработки, что обогатит рациональное питание населения Беларуси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатырев, А. Н. Качество пищи и культура питания / А. Н. Богатырев // Пищевая промышленность. – 2006. – № 7. – С. 70–71.

2. Богатырев, А. Н. Качество современных пищевых продуктов и культура питания / А. Н. Богатырев // Пищевая промышленность. – 2008. – № 7. – С. 64–66.

3. Бренч, А. А. Технологии производства и реализации пищевой продукции : учебное пособие / А. А. Бренч [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2016. – 390 с.

4. Веденин, Г. А. Маркетинговые исследования: информация, анализ, прогноз / Г. А. Веденин. – Витебск : ВГТУ, 2007. – 278 с.

5. Гусаков, В. Приоритетные направления повышения эффективности и конкурентоспособности агропромышленного комплекса Беларуси / В. Гусаков, А. Шпак // Аграрная экономика. – 2013. – № 2. – С. 2–10.

6. Градова, Н. Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств : учебное пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов. – М. : Де Ли Принт, 2010. – 136 с.

7. Демидова, Н. А. Разработка концепции нового продукта питания / Н. А. Демидова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 3. – С. 58–59.

8. Демянович, А. Н. Основы рационального питания / А. Н. Демянович, Н. И. Пашкевич, О. М. Бондарькова // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2009. – № 3. – С. 47–50.

9. Диксон, М. Ферменты. / М. Диксон, Э. Уэбб ; под ред. д-ра хим. наук В. К. Антонова и акад. А. Е. Браунштейна. – М. : Мир, 1982. – 392 с.

10. Донцова, Н. Т. Качественные и безопасные продукты – основа здорового питания / Н. Т. Донцова [и др.] // Мясная индустрия. – 2009. – № 2. – С. 20–23.

11. Злобин, Е. Рыночные субъекты региональных АПК и их взаимодействие / Е. Злобин // АПК: экономика, управление. – 1996. – № 8. – С. 47–53.

12. Европейская декларация по пище, технологии и питанию : матер. Первого Европейского конгресса по пище // Пищевая промышленность. – 2009. – № 7. – С. 52–53.

13. Еделев, Д. А. Менеджмент риска в производстве продуктов питания / Д. А. Еделев, В. М. Кантере, В. А. Матисон // Пищевая промышленность. – 2011. – № 6. – С. 46–48.

14. Ильина, З. М. Продовольственный рынок Беларуси в условиях развития международных интеграционных процессов / З. М. Ильина, С. А. Кондратенко, С. Б. Бубен // Весці НАН Беларусі. – Сер. аграрных навук. – 2014. – № 2. – С. 39–51.

15. Казаровец, Н. В. Инновационные технологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / Н. В. Казаровец [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 288 с.

16. Казушик, А. А. Основы маркетинга : учебное пособие / А. А. Казушик. – Минск : Беларусь, 2008. – 247 с.

17. Каленик, Т. К. Возможности оптимизации питания / Т. К. Каленик, Д. В. Купчак // Пищевая промышленность. – 2010. – № 4. – С. 50–51.

18. Костылева, О. Обзор системы обеспечения безопасности пищевых продуктов в ЕС / О. Костылева, И. Аронов, О. Ковальчук // Стандарты и качество. – 2012. – № 9. – С. 16–19.

19. Котлер, Ф. Маркетинг по Котлеру: как создать, завоевать и удержать рынок / Ф. Котлер / пер. с англ. – 3-е изд. – М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. – 296 с.

20. Кукушкин, Ю. Н. Химические элементы организма человека / Ю. Н. Кукушкин // Соросовский образовательный журнал. 1998. – № 2. – С. 2–4.

21. Кухаренко, А. А. Здоровье в концепции человеческого капитала / А. А. Кухаренко [и др.] // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – № 1. – С. 90–96.

22. Лисицын, А. Б. Научное обеспечение инновационных технологий при производстве продуктов здорового питания / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха, Н. А. Горбунова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2012. – № 10. – С. 8–14.

23. Лысиков, Ю. Л. Основы нутрициологии. Витамины и здоровье / Ю. Л. Лысиков, П. Н. Дружинин, А. Ф. Новиков. – М. : Natures Sunshine Products, 2005. – 68 с.

24. Лысиков, Ю. Л. Основы нутрициологии. Макро- и микроэлементы и здоровье / Ю. Л. Лысиков, П. Н. Дружинин, А. Ф. Новиков. – М. : Natures Sunshine Products, 2006. – 51 с.

25. Матисон, В. А. Клиентно-ориентированное конструирование продуктов питания / В. А. Матисон, В. М. Кантере // Пищевая промышленность. – 2012. – № 2. – С. 8–11.

26. Никифорова, Т. А. Органическая продукция и пищевые добавки для ее производства / Т. А. Никифорова, Т. Н. Губасова // Пищевая промышленность. – 2012. – № 6. – С. 52–54.

27. Номенклатура ферментов / под ред. акад. А. Е. Браунштейна. – М. : Пищевая промышленность, 1979. – 640 с.

28. Регламент Совета (ЕС) о производстве и маркировке органических продуктов и отмене Регламента (ЕС) № 2092/91, утв. постановлением Совета (ЕС) от 28.06.2007 [Электронный ресурс]. – URL : http://www.ecounion.ru/doc/organic_norms/council_regulation_ec_no_834_2007_rus.pdf. – Дата обращения: 10.04.2014.

29. Рулинская, О. В. Здоровье в концепции человеческого капитала / О. В. Рулинская // Пищевая промышленность. – 2012. – № 3. – С. 90–96.

30. Савченко, И. И. Ты – то, что ты ешь / И. И. Савченко // Планета. – 2012. – № 10. – С. 80–87.

31. Сазонов, С. Формирование рыночной структуры регионального АПК / С. Сазонов // Экономика сельского хозяйства России. – 2004. – № 10. – С. 6–7.

32. Требования к потреблению пищевых веществ и энергии для различных групп населения: Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы. – Введены 14.03.2011. – Министерство здравоохранения Республики Беларусь // Консультант Плюс. – Минск : Юрспектр, 2011. – 3 с.

33. Требования к продовольственному сырью и пищевым продуктам: Санитарные нормы и правила. – Введены 21.06.2013. – Министерство здравоохранения Республики Беларусь // Консультант Плюс. – Минск : Юрспектр, 2013. – 4 с.

34. Самылина, В. А. Влияние пищевых продуктов, обогащенных про- и пребиотиками, на микробиологический статус человека / В. А. Самылина // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80. – № 2. – С. 31–35.

35. Синяева, И. М. Маркетинговые коммуникации : учебник / И. М. Синяева, С. В. Земляк, В. В. Синяев ; под ред. проф. Л. П. Дашкова. – М. : Дашков и К°, 2006. – 305 с.

36. Скальный, А. В. Микроэлементы для вашего здоровья / А. В. Скальный. – М. : Оникс-21 век, 2003. – 238 с.

37. Скорина, Л. М. Правила практического применения в ЕС принципов органического производства в животноводстве / Л. М. Скорина, Т. А. Филюкова // Стандартизация. – 2013. – № 3. – С. 20–23.

38. Скурихин, И. Н. Химический состав пищевых продуктов / И. Н. Скурихин, М. И. Волгарев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 584 с.

39. Тетеркина, А. Роль государства в финансовом обеспечении инновационного развития АПК в практике зарубежных стран / А. Тетеркина // Аграрная экономика. – 2012. – № 10. – С. 53–59.

40. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки (ТР ТС 022/2011).

Список принятых сокращений

АПК – агропромышленный комплекс
АТФ – аденозинтрифосфорная кислота
БАВ – биологически активные вещества
БАД – биологически активные добавки
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ГМО – генетически модифицированные продукты
ГНТП – Государственная научно-техническая программа
ДСД – допустимая суточная доза
ДСП – допустимое суточное потребление
ЕЭП – единое экономическое пространство
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт
ИНАК – индекс незаменимых аминокислот
ИНМ – искусственные наноматериалы
КОА – кофермент А
КПП – конструирование продуктов питания
КРАС – коэффициент различия аминокислотного сора
КРС – крупный рогатый скот
КСБ – концентрат сывороточный белковый
КЭБ – коэффициент эффективности белка
КЭМ – коэффициент эффективности метаболизации
эссенциальных жирных кислот
ЛД – летальная доза
НМ – нанометр
ОНТП – отраслевая научно-техническая программа
ПАУ – полициклические ароматические углеводороды
ПДК – предельно допустимые концентрации
ПНЖК – полиненасыщенные жирные кислоты
ПОЛ – продукты перекисного окисления липидов
РРР – регуляторы роста растений
СРО – свободные радикалы окисления
ТС – Таможенный союз
ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
ЧХВ – чужеродные химические вещества

Учебное издание

ГРУДАНОВ Владимир Яковлевич,
ПАШКОВА Екатерина Сергеевна,
РАСОЛЬКО Людмила Алексеевна

ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Ответственный за выпуск *В. Я. Груданов*
Редактор *Т. В. Каркоцкая*
Корректор *Т. В. Каркоцкая*
Компьютерная верстка *В. А. Гошко, Т. В. Каркоцкой*

Подписано в печать 13.06.2016. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 11,64. Тираж 100 экз. Заказ 204.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/359 от 09.06.2014.
№ 2/151 от 11.06.2014.
Пр-т Независимости, 99–2, 220023, Минск.