
А.А.КОЛЕСНИК
Л.Г.ЕЛИЗАРОВА

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
ТОВАРОВЕДЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ
ТОВАРОВ**

·ЭКОНОМИКА·

36.
К60

А.А.КОЛЕСНИК
Л.Г.ЕЛИЗАРОВА

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТОВАРОВЕДЕНИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

383949

*Допущено Министерством торгов-
ли СССР в качестве учебника
для товароведных факультетов
торговых вузов*

ADIS SO'IR TERMIZY NOMIDAGI
SURI'ONLARIYO VILOYATI A'VBOROT
KENTRUSKONA MARKAZI
Kot. № 7687
383949 2008 y.

МОСКВА „ЭКОНОМИКА“ 1985

ББК 65.9 (2) 421.5
К60

Рецензент д-р техн. наук, профессор Белорусского
института народного хозяйства имени В. В. Куйбышева
И. Ф. КРЮК

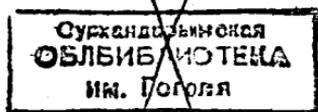
Колесник А. А., Елизарова Л. Г.
К60 Теоретические основы товароведения продо-
вольственных товаров: Учебник для товаровед.
фак. торг. вузов. — М.: Экономика, 1985. — 296 с.

В учебнике излагаются теоретические основы товароведной науки, являющиеся фундаментом глубокого освоения специальных разделов товароведения. Отражены исторические этапы развития товароведения.

На уровне современного состояния науки даются состав и качество пищевых продуктов, их значение в питании человека, а также условия хранения на предприятиях торговли. Показаны методы изучения качества продуктов питания, классификация и стандартизация продовольственных товаров.

К $\frac{3503000000-097}{011(01)-85}$ 114-85

ББК 65.9 (2) 421.5
6П9.85



© Издательство «Экономика», 1985

Глава первая

ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ТОВАРОВЕДЕНИЯ

К. Маркс дал очень точное определение товароведения: «Потребительные стоимости товаров составляют предмет особой дисциплины — товароведения»¹. Товар, по К. Марксу, «есть прежде всего внешний предмет, вещь, которая благодаря ее свойствам, удовлетворяет как-либо человеческие потребности».

Товароведение рассматривает товар с точки зрения полезных свойств, характеризующих его потребительную стоимость.

Международная теоретическая конференция преподавателей социалистических стран по вопросам общего товароведения, состоявшаяся в 1962 г. в Лейпциге, уточняя место товароведения среди других научных дисциплин, приняла следующее определение: «Товароведение представляет собой естественно-техническую дисциплину, предметом которой является потребительная стоимость товаров».

Не лишено интереса и определение товароведения, приведенное И. Вавиловым еще в 1856 г. «Товароведение — наука, научающая иметь точные и полные познания о товарах, их сортах, местах происхождения и сбыта, средствах к покупке и продаже, способах перевозки и хранения...»².

В настольном энциклопедическом словаре, изданном в 1896 г., приводится такое определение товароведения: «Товароведение — отрасль технологии в широком смысле этого слова, имеющая целью возможно точнее распознать употребление в технике сырых продуктов, определить их

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 23, с. 44.

² Вавилов И. Справочный коммерческий словарь. Спб, 1856.

происхождение и указать наилучшее употребление. Товароведение, как самостоятельная отрасль знания, обязано расширению торговли, способствовавшему успехам промышленности предоставлением в ее распоряжение многочисленных и разнообразных колониальных продуктов»¹.

Потребительную стоимость имеют все продукты труда независимо от того, являются ли они средством производства или предметом личного потребления. Потребительная стоимость продуктов труда — категория вечная, поскольку человек изготавливает их для удовлетворения своей жизненной потребности. Богатство общества состоит из продуктов труда, обладающих потребительными стоимостями.

Большие задачи стоят перед товароведением в условиях социалистического хозяйства, когда непрерывно растут материальное благосостояние и культурный уровень народа, увеличивается спрос на товары и повышаются требования к их качеству.

Товароведение ставит своей задачей выявить все полезные свойства товаров, установить наиболее рациональные способы их использования, правильный режим хранения для сохранения высокого качества и доведения до минимума потерь в процессе продвижения товаров от производства к потребителю. Товароведение должно сыграть важную роль в улучшении качества товаров и их сохранности, расширении ассортимента. Следовательно, *изучение качества товаров является главной проблемой товароведения.*

Под качеством товаров понимается совокупность свойств, обуславливающих их пригодность для удовлетворения определенных потребностей человека в соответствии с назначением товара. Качество товаров, как и составляющие его свойства, может быть измерено количественными показателями. Качество товаров должно непрерывно возрастать, но при этом необходимо учитывать технико-экономический уровень производства.

Товароведение как научная дисциплина должно помогать выявлению того, насколько производимые продукты соответствуют качеству, потребительным свойствам и общественным потребностям. Если продукт не будет соответствовать потребностям, то он не будет иметь и потребительную стоимость.

¹ Настольный энциклопедический словарь, т. IV. Издание товарищества А. Гранат и К^о, 1896, с. 4770.

Товароведение пищевых продуктов изучает их физические, химические и биологические свойства и изменения этих свойств на всех этапах продвижения от производства до потребителя. Вследствие этого товароведение пищевых продуктов тесно связано с торговлей, пищевой промышленностью и сельским хозяйством.

Непрерывно протекающие в организме человека процессы обусловлены, с одной стороны, энергетическими затратами, а с другой — пластическими изменениями, связанными с формированием новых клеток, синтезом гормонов, ферментов, пищеварительных соков и т. д. Нормальное течение указанных процессов может быть только при достаточном поступлении в организм необходимых ему веществ с пищевыми продуктами.

Пищевые продукты, как правило, представляют собой многокомпонентные системы с определенным химическим составом и физическими свойствами. Они должны содержать питательные вещества, обеспечивающие потребности организма в разнообразных энергетических, пластических и регуляторных (биологически активных) соединениях, обладать свойствами, соответствующими функциональным возможностям органов пищеварения. Пищевые продукты, употребляемые здоровыми людьми в разумном количестве, не должны оказывать на организм вредного действия.

Особое значение имеет соответствие пищевых продуктов сложившимся у населения представлениям о внешнем виде, запахе, вкусе, консистенции, цвете и других показателях. Пища не должна содержать посторонних веществ, уменьшающих ее пищевую ценность или вредных для организма человека. Поэтому в пищевых продуктах строго регламентируется содержание солей тяжелых металлов, патогенных микроорганизмов, ядовитых соединений.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Одним из основных факторов, определяющих качество пищевых продуктов, является сырье, из которого они готовятся. Для производства большинства пищевых продуктов сырьем служит продукция сельского хозяйства. Из сырья низкого качества нельзя приготовить высококачественные пищевые продукты. Так, из переспелых или незрелых фруктов невозможно получить компот или другие консервы высокого качества, а из муки,

выработанной из проросшего зерна, нельзя приготовить хорошие мучные изделия. Качество сырья, которое поступает на переработку, строго регламентируется действующими стандартами, а перед переработкой сырье подвергают тщательной проверке.

Сельскохозяйственная продукция может поступать к потребителю через торговлю и в непереработанном виде. На качество этой продукции существенное влияние оказывают район и условия выращивания, сбора, сорт и другие факторы. Так, картофель одних и тех же хозяйственных сортов, выращенный на различных почвах, различается товарными свойствами, содержанием крахмала и белков, развариваемостью и другими показателями. В ягодах винограда в сырые и прохладные сезоны накапливается меньше сахара, чем в теплые и более сухие. Томаты южных районов содержат больше сухих веществ, и в том числе сахара, чем плоды средней полосы.

Существенное влияние на качество продуктов переработки оказывает **т е х н о л о г и я**. Из одного и того же сырья могут быть получены продукты разного качества. Качество готовых изделий может зависеть от аппаратуры, рецептуры, технологического режима, квалификации кадров и степени освоения ими техники производства. Так, при неправильном режиме брожения теста можно получить хлеб недостаточно пористый или пережженный; при несоблюдении температуры сбивания сливок масло получается с липкой, мажущейся или крошливой консистенцией.

Неменьшее влияние на качество продуктов оказывают **у с л о в и я х р а н е н и я**, как длительного — на складе, так и кратковременного — в торговой сети, перед реализацией. Например, при длительном хранении картофеля при температуре около 0 °С клубни приобретают неприятный сладкий вкус. Сливочное масло даже после нескольких дней хранения на свету резко меняет вкус, цвет и запах вследствие существенных изменений, происшедших под влиянием света главным образом в составе жиров. Плохо упакованные продукты ухудшают за время хранения свои товарные свойства. Так, сушеные плоды при упаковке в неплотные материалы при пониженной относительной влажности окружающего воздуха подсыхают, а при высокой — увлажняются; незавернутая карамель при хранении обычно слипается и растекается.

При несоблюдении правил в процессе **т р а н с п о р т и р о в а н и я** качество продуктов может резко сни-

жаться. Так, при железнодорожной перевозке плодов на дальние расстояния необходимо поддерживать в вагонах пониженную температуру, чтобы плоды не перезревали и не поражались микроорганизмами. Перевозка недостаточно охлажденного молока может привести к его прокисанию.

При изготовлении пищевых продуктов часто применяют в небольших количествах добавки для улучшения внешнего вида изделий, консистенции, цвета, вкуса, аромата и др. Добавки могут резко изменять свойства продуктов. В качестве добавок при изготовлении разных продуктов используют консерванты, красители, ароматизаторы, антиокислители, антибиотики, эмульгаторы, сгустители, отбеливатели, нейтрализаторы, стабилизаторы, ферментные препараты, продуцируемые микроорганизмами. Некоторые соединения могут образоваться в процессе получения продуктов и их технологической обработки, например при копчении.

Отдельные добавки представляют собой вещества, получаемые синтетическим путем, поэтому требуются тщательная проверка их на безвредность и разрешение органов здравоохранения СССР на применение каждой новой добавки в производстве пищевых продуктов. Так, до недавнего времени для подкрашивания пищевых продуктов применяли около 200 искусственных красителей, но из-за вредности многих из них сейчас в СССР разрешено только 3 красителя.

Институт питания АМН СССР разработал нормы рационального питания для различных категорий насе-

Т А Б Л И Ц А 1

| Название продукта | Рекомендуемые нормы в год, кг |
|---|-------------------------------|
| Хлеб (в пересчете на муку) | 115 |
| Картофель | 110 |
| Овощи и бахчевые | 130 |
| Фрукты и ягоды (в пересчете на свежие) | 91 |
| Сахар и кондитерские изделия | 42 |
| Масло растительное, маргарин, кухонные жиры | 9,1 |
| Мясо и мясопродукты (в пересчете на мясо) | 78 |
| Рыба и рыбопродукты | 18,2 |
| Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко) | 405 |
| Яйца, шт. | 292 |

П р и м е ч а н и е. В нормы потребления не включены витамины и другие биологически активные вещества.

ления, в которых продукты животноводства занимают 37 %, а продукты растениеводства — 63 %. Указанные нормы не следует рассматривать как неизменные. По мере развития сельского хозяйства и пищевой промышленности, а также науки о питании менее ценные в пищевом отношении продукты в нормах будут уменьшаться или заменяться на более ценные.

Рекомендуемый среднелюдовой набор пищевых продуктов для полного удовлетворения потребности населения в энергии и основных пищевых веществах к 1990 г. приведен в табл. 1.

СВЯЗЬ ТОВАРОВЕДЕНИЯ С ДРУГИМИ НАУКАМИ И НАУЧНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

В век научно-технического прогресса науки тесно переплетаются между собой и не всегда удается установить между ними четкую границу. Тем не менее каждая наука имеет свой предмет и главную задачу своих исследований.

Товароведение пищевых продуктов тесно связано с общенаучными и смежными дисциплинами — техническими, естественными и экономическими. В первую очередь оно базируется на данных физики, химии и биологии. Только на базе этих наук можно выявлять полезные свойства пищевых продуктов. В зависимости от того, насколько глубоко в товароведении используются достижения физики, химии, биологии и некоторых других общенаучных дисциплин, во многом зависит научный уровень товароведения пищевых продуктов.

Физика и химия дают общие сведения о веществах, их строении, свойствах, а биология — данные об организмах, их строении и происходящих в них процессах жизнедеятельности. Товароведение широко применяет методы физики и химии при исследовании различных пищевых продуктов. Так, с помощью оптических методов удается определить содержание многих компонентов в пищевых продуктах. На основе биологических наук товароведение более полно выявляет потребительные свойства пищевых продуктов, получаемых из тканей и отдельных органов растений и животных.

Пищевые продукты, за некоторым исключением, представляют собой хорошую питательную среду для микроорганизмов, поэтому из микробиологии товароведение черпает сведения о возбудителях порчи продуктов и методах

предупреждения развития на них микроорганизмов. Микробиологические процессы лежат в основе переработки многих продуктов, а также производства витаминов, ферментов, антибиотиков, кормовых белков и др. Следовательно, микробиология, и особенно ее отрасль — пищевая микробиология, тесно связана с товароведением пищевых продуктов.

Условия развития животных и растительных организмов обуславливают качество получаемого пищевого сырья. Поэтому товароведение пищевых продуктов имеет непосредственную связь с агрономией и зоотехнией. Агрономия и зоотехния изучают методы создания таких условий для жизни и развития растений и животных, при которых можно получить наиболее ценное по качеству пищевое сырье. Они помогают определить способы использования сырья, условия и сроки его хранения.

Пищевые продукты растительного и животного происхождения употребляются человеком преимущественно после определенной технологической переработки, в процессе которой сырье подвергается различным изменениям. Поэтому имеется связь между товароведением и технологией пищевых продуктов, которая изучает сущность производственных процессов и влияние способов переработки на качество продуктов.

Поскольку пищевые продукты служат человеку для поддержания его жизнедеятельности, товароведение тесно соприкасается с физиологией и гигиеной питания. В процессе жизнедеятельности человека одновременно происходят два процесса — диссимиляция и ассимиляция. Непрерывно совершающийся процесс разрушения органических веществ в тканях человека — диссимиляция — требует созидательного процесса — ассимиляции, при котором пища обогащает ткани организма необходимыми ему органическими и минеральными соединениями. Пищевые продукты оценивают в физиологии питания с точки зрения целесообразности их использования, соответствия потребностям организма в необходимых ему соединениях. доброкачественности и безвредности.

Математика проникает во все науки, и ее отрасль — теория вероятности и математическая статистика — имеет особое значение в товароведении при обработке данных наблюдений и экспериментов, а также для более точного формулирования соотношений и закономерностей.

Из экономических наук особенно большое значение для товароведения имеет политическая экономия, изуча-

ющая законы общественного производства и распределения материальных благ на различных ступенях человеческого развития. Экономическая география дает сведения о размещении сырьевых ресурсов и районах производства различных товаров, о географических направлениях их транспортирования и местах потребления.

Экономика и организация советской торговли изучают спрос на различные пищевые продукты, их передвижение, сезонность потребления, экономическую эффективность различных методов торговли и ее организации. Результаты этих исследований используются товароведением. В свою очередь товароведные данные, т. е. знания материальной основы торговли, какую представляют пищевые продукты и другие товары (их качество, ассортимент, состав, пищевая ценность, лежкоспособность), необходимы при изучении экономики и планирования, а также организации торговли.

Такие научные дисциплины, как статистика, складское хозяйство, холодильная техника и холодильная технология, также связаны с товароведением.

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ТОВАРОВЕДЕНИЯ

С давних пор человек был хорошо знаком с некоторыми особенностями пищевых продуктов (их свойствами, хранением и переработкой) по результатам своих наблюдений без обобщений и объяснений сущности многих явлений.

Сведения по товароведению пищевых продуктов встречаются в работах древнегреческих и древнеримских авторов. Так, Плиний (27—29 г. н. э.) первым описал способы оценки пшеницы, и в частности определение ее объемной массы, а также сделал указания относительно обработки зерна различными экстрактами для предохранения его от действия вредителей.

С расширением товарного производства и торговли товароведение начало интенсивно развиваться. В 1575 г. впервые в России вышла «Торговая книга. Книжка описательная, как молодым людям торг вести и знати всему цену и отчасти в ней описаны всяких земель товары различные, их же привозят на Русь немцы и иных земель люди торговые». Имя автора книги неизвестно, но в ней приводилось много сведений, характеризующих качество некоторых товаров.

До второй половины XVI в. товароведение изучало и подробно описывало аптекарские, а также некоторые экспортно-импортные товары — воск, мед, жиры, зерно, пеньку и др. Но эти описания проводились без особой систематизации и часто в алфавитном порядке.

Важное значение в развитии товароведения имела книга К. Г. Людовици «Основы полной торговой системы», вышедшей первым изданием в 1756 г., а вторым — в 1789 г. В этой книге К. Г. Людовици сделал попытку определить предмет и содержание товароведения и довольно подробно перечислил вопросы, которые должны рассматриваться в нем: «Предмет товаропознания — в особенности есть познание товаров, смотря по купецкой в них нужде. Знание сие простирается на разделение и роды товаров, деление, свойство, испытание или разбирание, цену и доброту, порчу, сохранение и содержание, исправление, выделку, подделку, пользу и употребление, а также на знания, которые суть лучшие сорта и роды товаров...»

Со второй половины XVIII в. интенсивно исследовались отечественные товары, и результаты этих исследований публиковались на страницах журнала «Труды Вольного экономического общества», в котором были опубликованы работы по изучению качества, состава, свойств молока, жиров, мяса, зерна и др.

В этот же период академик Модель опубликовал книгу «Химические обследования пищевых продуктов», в которой приводились сведения о химическом составе отечественных пищевых продуктов.

В середине XIX в. издается ряд капитальных работ по товароведению пищевых продуктов. Опубликованный в 1859 г. А. И. Ходневым труд «Химическая часть товароведения» был первым серьезным руководством по товароведению на русском языке.

В 1856 г. И. Вавилов издал однотомный коммерческий словарь, в котором описывались отдельные товары и приводилось определение товароведения (см. с. 3 настоящего учебника).

В 1859 г. вышла в свет книга А. М. Наумова под названием «О питательных веществах и важнейших способах рационального их приготовления, сбережения и открытия в них примесей», в которой давалась товароведная характеристика пищевых продуктов.

Широкую известность приобрел многотомный капитальный труд И. Кёнига «Химия пищевых и вкусовых продуктов человека», вышедший из печати на немецком

языке в 1878 г., который широко использовался в руководствах по товароведению и при исследовании пищевых продуктов.

Развитие капиталистического способа производства и торговли в России в XVIII и XIX вв. вызвало потребность в специалистах, знающих технологию производства и торговлю. В 1772 г. в Москве было открыто первое в России коммерческое училище, которое в 1799 г. было переведено в Петербург. В 1804 г. в Москве было открыто новое коммерческое училище. В коммерческих училищах товароведение преподавалось сначала как часть физики и химии, а с 1842 г. — в качестве самостоятельной дисциплины. Поэтому с полным основанием можно сказать, что товароведение как научная дисциплина выросло в недрах физики и химии.

В 1810 г. была открыта Московская практическая академия коммерческих наук, в которой наряду с другими науками велось преподавание товароведения. В этой академии в 1827 г. был организован товарный кабинет и проводились лабораторные занятия по товароведению.

Коммерческое образование, включавшее знание товароведения, широко распространилось в России после отмены крепостного права в 1861 г. К концу XIX в. в России имелось 98 средних коммерческих училищ, из которых 37 являлись частными. Кроме того, работало около сотни торговых классов и курсов коммерческих знаний. Для коммерческих учебных заведений требовались преподаватели специальных дисциплин, в том числе и товароведения. Нужны были стабильные учебные планы, программы, учебники, а также новые лаборатории и руководства для лабораторных занятий.

Большую роль в развитии товароведения в России и подготовке товароведов сыграл профессор Московской академии коммерческих наук Модест Яковлевич Киттары (1825—1880 гг.). Он первым предложил развернутую классификацию товаров и разделил курс товароведения на две части — общую и частную. В общей части рассматривались основы товароведения, а в частной — характеризовались отдельные группы товаров. М. Я. Киттары считал, что «изучение технологии и товароведения должно основываться на изучении химии, физики и других естественных наук».

Огромное значение в развитии товароведения имели работы профессора П. П. Петрова (1850—1928 гг.) и профессора Я. Я. Никитинского (1854—1924 гг.).

С 1877 г. эти выдающиеся ученые работали преподавателями товароведения в Московской академии коммерческих наук и в коммерческом училище. Профессор П. П. Петров преподавал товароведение промышленных товаров 50 лет, а профессор Я. Я. Никитинский — курс товароведения пищевых продуктов 47 лет. Их большая заслуга в том, что они уточнили сущность, задачи и объем товароведения, преподавание его вели на основе данных физики, химии, естествознания, а также технологии, сельскохозяйственных и экономических наук. В предисловии к первому изданию учебника по товароведению промышленных товаров и пищевых продуктов в двух томах, вышедшему в 1906—1908 гг., они писали: «...преподавание товароведения должно быть поставлено научно и должно основываться на знаниях естествознания, физики, химии; технология в курсе товароведения должна иметь вспомогательное значение и излагаться настолько, насколько это необходимо для надлежащего понимания происхождения качества и значения описываемых товаров».

В 1907 г. в России был организован Московский коммерческий институт с коммерческо-техническим (товароведным) факультетом. В 1918 г. на базе коммерческого института создан Московский институт народного хозяйства имени К. Маркса, а с 1924 г. этот институт носит имя Г. В. Плеханова. В 1912 г. в Киеве также был открыт коммерческий институт с коммерческо-техническим факультетом. На этих факультетах товароведение преподавалось в больших объемах и велись лабораторные работы по исследованию как пищевых продуктов, так и промышленных товаров. С образованием коммерческих институтов товароведение в высшей школе утвердилось не только как специальная дисциплина, но и как специальность.

В 1902—1903 гг. товароведение преподавалось на экономических факультетах политехнических институтов Петербурга и Риги.

Из истории развития товароведения за рубежом известно, что первая кафедра товароведения (растительных, животных и фармацевтических материалов) была учреждена при Падуанском университете в 1549 г. Преподавание товароведения в Геттингенском университете началось в 1774 г., в Венском политехническом институте — в 1866 г., в Будапештской коммерческой академии труда — в 1877 г.

В коммерческих институтах России наряду с подготовкой специалистов по товароведению пищевых и промышленных товаров интенсивно велись научно-исследовательские работы и готовились учебники. Первый учебник для институтов «Руководство по товароведению с необходимыми сведениями из технологии» в дореволюционный период выдержал несколько изданий и непрерывно расширялся и обогащался новыми данными. Восьмое издание упомянутого учебника, вышедшее в свет в 1928 г. после смерти профессора Я. Я. Никитинского, редактировал заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор Федор Васильевич Церевитинов (1874—1947 гг.).

Особое значение товароведение приобрело после Великой Октябрьской социалистической революции. В нашей стране была утверждена социалистическая собственность на средства производства и открылись неограниченные возможности для непрерывного увеличения выпуска высококачественных товаров.

В связи с этим расширялись товароведные исследования. Товароведение выросло в крупную научную дисциплину с оригинальными методами исследования. Разрабатывались и совершенствовались методы хранения и транспортирования отдельных видов, групп и сортов товаров, применялись физико-химические, биохимические, микробиологические и другие методы для оценки их качества.

Развитие научно-исследовательской работы в области товароведения в вузах и специальных научно-исследовательских институтах позволило вести преподавание товароведения пищевых продуктов с использованием новейших достижений науки и в тесной связи с успехами современной техники. Значительно расширилась подготовка товароведов в вузах.

В настоящее время в вузах СССР имеется более 30 кафедр товароведения пищевых продуктов, которые ведут подготовку студентов, а некоторые из них и аспирантов по различным разделам товароведения пищевых продуктов.

Развитие товароведения пищевых продуктов в советский период во многом связано с именем профессора Ф. В. Церевитинова, отдавшего преподаванию и научным исследованиям в области товароведения около 50 лет. Он подготовил многочисленные кадры не только товаро-

ведов, но и технологов виноделия, кондитерского и консервного производства.

После смерти профессора Я. Я. Никитинского профессор Ф. В. Церевитинов возглавлял кафедру товароведения пищевых продуктов в Московском институте народного хозяйства имени Г. В. Плеханова с 1924 по 1947 г. Ф. В. Церевитинов исследовал химический состав и товарные качества пищевых продуктов, особенно плодов и овощей. Под его руководством впервые в СССР исследовались химические процессы, происходящие в плодах и овощах во время дальних перевозок и хранения при низких температурах. Его работы явились ценным вкладом в науку и нашли широкое применение в практике. Труд профессора Ф. В. Церевитинова «Химия и товароведение свежих плодов и овощей» объемом более 70 печатных листов вышел после его смерти третьим изданием в 1949 г. по специальному решению Совета Министров СССР. Профессор Ф. В. Церевитинов являлся автором многих оригинальных работ. Под его редакцией и при непосредственном участии был издан ряд учебников для вузов.

Ценный вклад в развитие товароведения пищевых продуктов внесли многие профессора Московского института народного хозяйства имени Г. В. Плеханова: В. С. Смирнов — автор многих научных работ и учебников для вузов по товароведению зерномучных продуктов; Н. И. Козин — автор монографий «Химия и товароведение пищевых жиров» и учебников для вузов по товароведению жиров и молока; В. С. Грюнер, разработавший методику органолептических исследований и являвшийся автором нескольких учебников по товароведению кондитерских продуктов.

Многое сделали для развития товароведения профессора других институтов: Г. С. Инихов — автор нескольких учебников по химии и товароведению молока и молочных продуктов и методов их исследования, М. С. Бродский — автор книги «Основы товароведения» и др.

Современное товароведение накопило огромное количество данных и поэтому специализируется по отдельным группам продуктов. Это позволяет глубоко исследовать и более полно выявлять их потребительные свойства, сохраняемость, устойчивость, транспортабельность и другие особенности.

Глава вторая

ОСНОВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Человек использует в пищу растительные, животные и минеральные продукты, например мясо, рыбу, молоко, плоды, овощи, хлеб, поваренную соль и др. Эти продукты содержат различные пищевые вещества.

Все вещества, входящие в состав пищевых продуктов, делят на две группы: неорганические и органические.

К веществам неорганическим относят воду и минеральные (зольные) элементы.

Основными веществами органического происхождения являются белки, жиры и углеводы. Органические вещества делят на нерастворимые и растворимые в воде. К нерастворимым органическим веществам относят целлюлозу, протопектин, крахмал, нерастворимые азотистые соединения, некоторые красящие соединения, витамины, жиры, жироподобные соединения и др. Растворимые органические вещества включают сахара (глюкозу, фруктозу, галактозу, сахарозу, лактозу, мальтозу, рафинозу, трегалозу и др.), многоатомные спирты (маннит, сорбит, инозит), пентозаны, пектин, кислоты (яблочную, лимонную, винную, уксусную, молочную, щавелевую, фумаровую, бензойную, салициловую, сорбиновую и др.), азотистые вещества (белки, аминокислоты, амиды аминокислот, аммиачные соединения, нитраты, нитриты), полифенолы, красящие и ароматические соединения, витамины, ферменты и др.

В большинстве пищевых продуктов находится то или иное количество органических и неорганических веществ. Так, молоко содержит почти все вещества, необходимые организму человека, овощи — углеводы, но мало белков

и жиров. Имеются продукты, состоящие почти целиком из одного какого-либо соединения, например сахар, крахмал, поваренная соль, топленое масло, говяжий или свиной жир и др.

Количество неорганических и органических веществ в различных продуктах неодинаково (табл. 2). По содержанию воды плоды, овощи, мясные и рыбные продукты превосходят все другие.

ТАБЛИЦА 2

| Название продукта | Содержание, % | | | | |
|--|---------------|--------|-----------|-------|------|
| | воды | белков | углеводов | жиров | зола |
| Крупа манная | 14,0 | 11,3 | 73,3 | 0,7 | 0,5 |
| Хлеб ржаной простой формовой | 47,5 | 6,5 | 40,1 | 1,0 | 2,5 |
| Хлеб пшеничный формовой, мука 1-го сорта | 39,5 | 7,6 | 49,7 | 0,9 | 1,8 |
| Сахар-песок | 0,14 | 0 | 99,8 | 0 | 0,03 |
| Капуста белокочанная | 90,0 | 1,8 | 5,4 | 0 | 0,7 |
| Картофель | 75,0 | 2,0 | 19,7 | 0,1 | 1,1 |
| Яблоки | 86,5 | 0,4 | 11,3 | 0 | 0,5 |
| Молоко пастеризованное | 88,5 | 2,8 | 4,7 | 3,2 | 0,7 |
| Масло сливочное несоленое | 15,8 | 0,6 | 0,9 | 82,5 | 0,2 |
| Сыр Российский | 40,0 | 23,4 | 0 | 30,0 | 4,6 |
| Говядина I категории | 67,7 | 18,9 | 0 | 12,4 | 1,0 |
| Печень говяжья | 72,9 | 17,4 | 0 | 3,1 | 1,3 |
| Колбаса вареная Докторская | 60,8 | 13,7 | 0 | 22,8 | 2,8 |
| Карп | 79,1 | 16,0 | 0 | 3,6 | 1,3 |
| Семга | 62,9 | 20,8 | 0 | 15,1 | 1,2 |
| Вобла | 34,6 | 46,4 | 0 | 5,5 | 11,3 |

385578

По содержанию белков выделяются мясные, рыбные, зерновые продукты и сыр. Наибольшее количество углеводов в зерновых продуктах, картофеле и особенно в сахаре. Жиры больше всего в масле, вареной колбасе и семге. Поскольку в отдельных пищевых продуктах преобладают те или иные соединения, один какой-либо продукт не может полностью обеспечить потребность организма человека в необходимых ему веществах. Ввиду этого пища должна включать продукты разного происхождения.

Несмотря на большое разнообразие, пищевые продукты имеют много общего как в химическом составе, так и в процессах, происходящих, например, во время хранения и транспортирования. Все эти процессы происходят под

Среднеазиатский институт
 СУРХОНДАРЫО ВИЛОЯТИ АХЕСРОТ
 КИТУРКОНА МАРКАЗИ
 Кол. № *7085*
 200 *8* у.

Среднеазиатская
 ОБЛЕБЛИОТЕКА
 ИМ. ГОЛЛА

влиянием одних и тех же факторов — влаги, температуры, света, воздуха, ферментов самих продуктов и микроорганизмов, в результате чего пищевые продукты могут быстро менять свой состав и свойства. Такие продукты относят к группе скоропортящихся.

Некоторые продукты используют в пищу в малых количествах для улучшения вкуса, запаха, цвета, консистенции пищи. Такие продукты улучшают процесс ее усвоения, усиливая аппетит и выделение пищеварительных соков. Особую роль играют вкусовые продукты, которые содержат специфические вещества, влияющие возбуждающим образом на нервную систему или пищеварение. К ним относятся кофеин чая и кофе, теобромин какао, пиперин перца, эфирные масла пряностей.

ВОДА

Вода — самое распространенное соединение в живых организмах: она составляет основную массу тела человека, животных, растений и микроорганизмов. Так, в организме взрослого человека содержится 58—67 % воды, что составляет в среднем $\frac{2}{3}$ массы его тела. Следовательно, вода представляет собой одно из наиболее распространенных веществ на земле.

Отдельные ткани и органы человека содержат неодинаковое количество воды: кожа, печень, мозг — до 70 %, мышцы — 76, а легкие, почки, соединительная ткань — 80—83 %.

Несмотря на то что свойствам и структуре воды посвящено большое количество исследований, до настоящего времени не существует единого мнения о структуре воды и не объяснены закономерности ее взаимодействия с другими веществами.

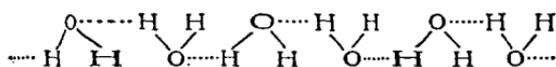
Часто воду рассматривают как инертную жидкость. На самом деле вода представляет реакционноспособное соединение, очень сильно отличающееся от большинства других жидкостей составом и свойствами.

Вода и продукты ее диссоциации (водородные и гидроксильные ионы) определяют структуру и биологические свойства белков, нуклеиновых кислот, липидов и других элементов клеточных структур.

Вода обладает высокими температурами плавления, кипения, испарения и большим поверхностным натяжением. Эти свойства обусловлены тем, что силы притяжения между молекулами воды очень велики и соответ-

ственно этому велико их внутреннее сцепление. При испарении воды требуется энергия для преодоления сил сцепления между соседними молекулами жидкости, вследствие чего эти молекулы могут отрываться друг от друга и переходить в газообразное состояние.

Формула воды H_2O применима только к водяным парам при высокой температуре. В жидком состоянии вода состоит из более сложных молекул и представляет собой полимер. Молекулы воды соединяются между собой вследствие их дипольного характера и возникновения водородной связи, которая образуется между атомом водорода одной полярной молекулы и атомом кислорода другой полярной молекулы:



Водородная связь обусловлена свойствами атома водорода одной молекулы воды взаимодействовать с отрицательным атомом кислорода соседней молекулы. Водородная связь в своей молекуле является более прочной, чем с кислородом другой молекулы.

Характер расположения электронов в молекуле воды придает ей электрическую асимметрию. Более отрицательный атом кислорода стремится притянуть атомы водорода, оставляя водородные ядра обнаженными. В результате каждый из двух атомов водорода обладает частичным положительным зарядом, а атом кислорода несет частичный отрицательный заряд (рис. 1). Таким образом, молекула воды в целом представляет собой диполь, хотя и не имеет суммарного заряда.

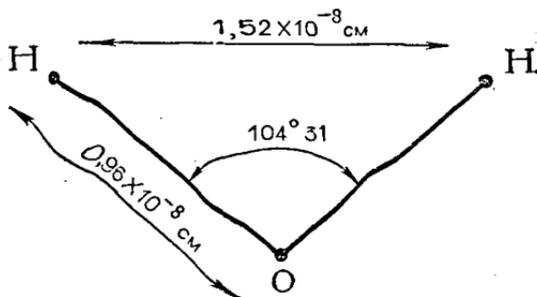


Рис. 1. Схема строения молекулы воды

Силы межмолекулярного притяжения, или так называемые водородные связи, оказываются весьма значительными. Благодаря им каждая молекула может притянуть до четырех других молекул воды. Однако наибольшей устойчивостью обладают удвоенные молекулы воды. Полагают, что при 0 °С вода в значительной мере состоит из утроенных молекул (H₂O)₃. При нагревании от 0 до 4 °С утроенные молекулы распадаются с образованием (H₂O)₂, которые сообщают воде большую плотность.

При повышении температуры прочность водородной связи уменьшается, количество ассоциированных молекул (H₂O)_n падает и вместе с этим также уменьшается плотность воды. Так, при температуре 0 °С ассоциированные молекулы в воде составляют 81 %, а при 98 °С — до 64 %. Хотя молекулы воды очень прочны, небольшая их часть все же диссоциирует: H₂O ⇌ H + OH.

В природе встречаются три изотопа водорода и кислорода — H¹, H² и H³, O¹⁶, O¹⁷ и O¹⁸, которые, взаимодействуя между собой, могут образовывать воду. Но поскольку водород H¹ и кислород O¹⁶ распространены в природе очень широко, а H², H³, O¹⁷ и O¹⁸ редко, то главную массу в воде составляют H¹ и O¹⁶. Так, в обычной воде водород почти целиком представлен протием (H¹), а на каждые 6700 атомов протия в воде приходится только один атом дейтерия (H²). В науке и ядерной технике воду, соответствующую химическим формулам D₂O¹⁶, D₂O¹⁷ и D₂O¹⁸, условно называют тяжелой.

Вода характеризуется рядом специфических физических свойств. При нагревании от 0 до 4 °С ее объем не увеличивается, а уменьшается, и максимальной плотности она достигает при 3,98 °С. При замерзании объем воды увеличивается, а не уменьшается, как объемы всех других тел. Объем льда на $\frac{1}{11}$ больше объема воды, из которой он образовался. Плотность льда 0,92 г/см³, он легче воды. Температура замерзания воды понижается с увеличением давления. Кроме того, вода отличается высокой диэлектрической постоянной, при 0 °С диэлектрическая постоянная равна 88,3, а при 18 °С — 81,0. После ртути вода обладает самым большим поверхностным натяжением. Она отличается высокой степенью смачивания, способна подниматься высоко вверх по тонким капиллярам и прилипать к поверхности многих тел, является универсальным и сильнейшим растворителем очень многих веществ, обладает чрезвычайно большой удель-

ной теплоемкостью по сравнению с удельной теплоемкостью других тел.

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 кожей представляет мощное приспособление, посредством которого поддерживается температура организма на постоянном уровне. С потом 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 на килограмм массы его 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 л и более. Потребление воды человеком должно балансироваться с ее расходом. Потребность организма в воде удовлетворяется разными путями. Так, при употреблении человеком в сутки 2,6 л воды на долю питьевой воды приходится примерно 0,9 л, воды пищевых продуктов — 1,35 л 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 л и через легкие — 0,35 л.

В организме человека вода образуется при окислении различных органических соединений: при окислении 100 г белков — 41 мл, при окислении углеводов — 55, при окислении 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 организма человек впадает в полубморочное состояние; потеря 10 % воды приводит к нарушению глотательного рефлекса, галлюцинациям, потере сознания, сердце оказывается не в состоянии проталкивать по кровеносным сосудам сгустившуюся кровь; потеря же 12 % и более воды приводит к смерти. Голодание переносится человеком до 21—35 дней и более при употреблении 300—400 мл воды в сутки, а при ее отсутствии — 4—5 дней.

Излишняя вода в организме временно удерживается главным образом в мышечной ткани и в коже.

Поддержание воды в различных тканях тела человека на определенном уровне осуществляется специальными механизмами водного обмена. Жажда возникает в результате рефлекторного возбуждения определенных участков коры головного мозга при первых признаках осмотического давления плазмы крови. Всасывание воды в кровеносную систему начинается в желудке, но основная ее масса переходит в кровеносные капилляры и отчасти в лимфатические сосуды лишь в кишечнике. Из крови вода поступает в межклеточную жидкость, а также в брюшную полость, и поэтому разжижения крови даже при усиленном потреблении воды не наблюдается.

Водный обмен тесно связан с белковым, жировым, углеводным и другими обменами. 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.

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

Вода является основным компонентом многих пищевых продуктов и оказывает преобладающее влияние на многие показатели качества.

Продукты с высоким содержанием воды нестойки при хранении, так как 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 самосогреваться, прорасти, плесневеть, тогда как сухое зерно хорошо сохраняется в сухом помещении годами. Также долго сохраняются мука, крупа, сушеные плоды и овощи и другие продукты.

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

В продуктах растительного и животного происхождения имеются соединения с резко выраженными коллоидными свойствами, способные при набухании воспринимать огромное количество воды. Примером таких соединений являются неденатурированные белки. В коллоидном состоянии в пищевых продуктах могут находиться некоторые жироподобные вещества, например лецитины или высокомолекулярные углеводы — крахмал, пектиновые и другие вещества, которые также могут связывать воду. Скорость набухания и максимум поглощения воды зависят от многих причин — характера коллоидов, их индивидуальной гидрофильности, концентрации, присутствия различных солей.

Пищевые продукты представляют собой многокомпонентные системы. Содержащуюся в пищевых продуктах воду можно разделить, по крайней мере, на два типа: свободную и связанную. Свободная вода — это вода, обладающая теми же свойствами, что и чистая вода. Большой интерес представляет связанная вода, настолько прочно соединенная с другими компонентами пищевых продуктов, что проявляет свойства, отличные от свойств свободной воды. 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, по академику П. А. Ребиндеру, определяется энергией, которую надо затратить на нарушение этой связи при удалении влаги из материала.

По классификации П. А. Ребиндера, формы связи влаги с материалом в порядке убывающей энергии делятся на три группы: химическую, физико-химическую и физико-механическую.

Химически связанная вода может быть связана в виде гидроксильных ионов или заключена в кристаллогидраты.

Такая связь является самой прочной и вода может быть удалена из продукта только путем химического взаимодействия или при прокаливании.

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

Адсорбционно-связанная вода удерживается силовым полем на внешней и внутренней поверхностях мицелл коллоидного тела. Коллоидные материалы характеризуются весьма значительной дисперсностью частиц, условный радиус которых составляет 0,1—0,01 мкм. Вследствие такой дисперсности коллоидные тела обладают огромной внутренней поверхностью, а следовательно, и свободной поверхностной энергией, за счет которой происходит адсорбционное связывание воды. 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 также прочно ими удерживается. При образовании геля часть воды захватывается внутрь скелета геля и находится там в полупроницаемом мешочке. Другая часть осмотически поглощенной воды проникает внутрь скелета геля через стенки клеток из окружающей среды в результате осмоса, так как 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 определенных соотношениях и обычно свободно выделяется из продуктов высушиванием или даже прессованием. Физико-механически связанную воду делят на связанную макрокапиллярами и микрокапиллярами. Пищевые продукты в большинстве имеют макро- и микрокапиллярное строение. Капилляры, средний радиус которых больше 10^{-5} см, называют макрокапиллярами, а меньше 10^{-5} см — микрокапиллярами. Капиллярную влагу можно рассматривать как свободную, она перемещается в капиллярах продукта в виде жидкости и пара.

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 перемещается при сушке в материале как в виде пара, так и в виде жидкости.

В начале 50-х годов нашего столетия появилось новое понятие «активность воды», обозначаемое знаком a_w . Активность воды a_w выражается отношением давления паров воды над данным продуктом к давлению паров воды над чистой водой при одной и той же температуре.

Активность воды характеризует состояние воды в пищевых продуктах и определяет доступность ее для химических, физических и биологических реакций. Обычно чем больше воды находится в связанном состоянии, тем меньше ее активность. Но даже связанная вода при некоторых условиях может обладать известной активностью. Прочно связанная вода не является растворителем для других соединений, не вступает в реакцию и не служит катализатором.

По активности воды пищевые продукты делят на три группы:

1) свежие пищевые продукты, богатые водой, в которых ее активность составляет 0,95—2. К ним относятся свежие овощи, фрукты, соки, молоко, мясо, рыба и др.;

2) переработанные пищевые продукты с активностью воды 0,90—0,95. К ним относятся хлеб, вареные колбасы, ветчина, творог и др. Такие продукты по содержанию воды занимают среднее положение;

3) пищевые продукты с активностью воды до 0,90. К ним относятся сыр, сливочное масло, копченые колбасы, сухие фрукты и овощи, крупа, мука, варенье и др. Активность воды в этих продуктах чаще 0,65—0,85, а содержание влаги составляет 15—30 %.

Низкая активность воды сдерживает развитие микроорганизмов и физико-химические и биохимические реакции. Для каждого вида микроорганизмов существует нижний порог активности воды, ниже которого их развитие прекращается.

Пищевые продукты обладают гигроскопичностью. Под гигроскопичностью понимают свойства продуктов поглощать из окружающей атмосферы и удерживать водяные пары. 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.

В процессе хранения пищевых продуктов создается авновесное влагосодержание, при котором не происходит

поглощения влаги продуктами из окружающей среды, а из продуктов влага не переходит в окружающую среду. Такое состояние наступает тогда, когда давление водяного пара над продуктами будет равно парциальному давлению водяного пара в окружающем пространстве при одинаковой температуре окружающего воздуха и продукта. Равновесное влагосодержание определяется только экспериментальным путем; при этом продукт выдерживают в воздушной среде с постоянной влажностью и температурой до наступления равновесного влагосодержания.

Равновесная влажность носит динамичный характер, так как она меняется в зависимости от внешних условий — влажности, температуры воздуха и давления, а также от физико-химических свойств продукта. При изменении внешних условий равновесная влажность продукта изменяется, а затем вновь устанавливается на новом уровне. В качестве примера ниже приводятся данные, характеризующие изменение равновесной влажности сушеного картофеля в зависимости от относительной влажности окружающего воздуха и при постоянных температуре и давлении (табл. 3).

ТАБЛИЦА 3

| Относительная влажность воздуха, % | Средняя равновесная влажность сушеного картофеля, % | Относительная влажность воздуха, % | Средняя равновесная влажность сушеного картофеля, % |
|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| 10 | 2,35 | 60 | 11,10 |
| 20 | 3,75 | 70 | 14,71 |
| 30 | 5,15 | 80 | 19,45 |
| 40 | 7,00 | 90 | 26,61 |
| 50 | 8,56 | | |

При выборе условий хранения многих пищевых продуктов рекомендуется создавать в хранилище такую относительную влажность воздуха, чтобы продукты не подвергались порче микроорганизмами или не снижали своего качества вследствие усыхания, увядания или слишком большого увлажнения. Так, относительная влажность воздуха должна составлять при хранении муки, сушеных плодов и овощей не более 70 %, свежего картофеля — 90—95, винограда — 85, свежих яблок — 90—95, зеленных овощей — 100 %.

Требования к качеству питьевой воды. В природе различают три категории воды: атмосферную — дождь, снег, иней, роса, туман; наземную — океан,

моря, реки, озера, ручьи и т. д.; подземную — собирающуюся в различных слоях земли и получающую выход на поверхность естественным путем в виде родников или добываемую через колодцы и скважины.

В нашей стране на личные нужды одного человека приходится в сутки около 350 л воды¹. Если же учесть потребность в пресной воде промышленных предприятий и сельского хозяйства, то в среднем необходимо расходовать на одного жителя страны до 500 л воды в сутки. Так, многомиллионная Москва ежедневно использует около 5 млн. м³ воды.

98 % природной воды образуют моря и океаны. Однако эта вода для питьевых и промышленных целей не может быть использована без очень дорогой и сложной обработки.

В большинстве случаев население городов и промышленных центров пользуется предварительно очищенной речной водой. Эта вода, как и любая другая, никогда не бывает чистой, она загрязнена органическими и минеральными веществами. В ней могут находиться, например, известь, поваренная соль, соли железа, алюминия, калия, магния и др. В воде растворены также газы — азот, кислород, углекислота и др. Естественно, что в речной воде содержится большое количество микроорганизмов, в том числе возбудителей заболеваний, особенно желудочно-кишечных.

Практически любую воду из естественных источников, которая подается для питья и бытовых нужд, необходимо предварительно подвергать специальной очистке. Прежде всего воду отстаивают месяцами и даже годами в больших бассейнах или водохранилищах для удаления взвешенных частиц. В некоторых случаях в нее добавляют коагулянты (сульфат алюминия или алюминат натрия), которые способствуют быстрому оседанию взвесей. Важной операцией при приготовлении питьевой воды является также ее фильтрование через песочные фильтры, проходя через которые вода не только фильтруется, но и частично обеззараживается.

Нередко вода имеет темный цвет из-за наличия растворимых соединений железа, неприятный запах из-за присутствия в ней сероводорода или других газов, кислую или щелочную реакцию. Для устранения указанных

¹ Гурвич Л. С., Лукьянов В. С. Вода — наш друг. М.: Знание, 1968.

недостатков воду осветляют и обесцвечивают, удаляют агрессивные и вредные газы, соли железа, марганца и другие, освобождают от запахов и привкусов, нейтрализуют кислоты или щелочи и обеззараживают, т. е. освобождают от бактерий и других микроорганизмов.

Среди указанных способов очистки питьевой воды важным является обеззараживание. Наиболее широко применяют обеззараживание воды хлорированием. Под действием хлора погибают находящиеся в ней микроорганизмы. Одновременно хлор окисляет органические вещества и служит хорошим средством борьбы с развитием в воде мельчайших водорослей. Дозу хлора устанавливают пробным хлорированием, так чтобы в 1 л воды, поступающей потребителю, оставалось не более 0,5 мг свободного хлора. Остаточный хлор — показатель надежно обеззараженной воды, в которой погибают все болезнетворные микроорганизмы.

Обеззараживать воду можно и с помощью озона, который, будучи сильным окислителем, уничтожает бактерии, споры и вирусы, а также окисляет растворенные в воде органические вещества. Кроме того, озон обесцвечивает воду, устраняет посторонние запахи и привкусы и придает ей голубоватый оттенок, приятный освежающий привкус. Непрореагировавший озон через несколько минут превращается в кислород. Для обеззараживания 1 л воды требуется около 1 мг озона. Однако озонирование воды для ее обеззараживания распространено еще мало из-за дороговизны озона (озонирование примерно в 6 раз дороже хлорирования).

Хорошие результаты при обеззараживании дает пропускание воды через серебряный песок, облучение ее ультрафиолетовыми лучами, обработка ультразвуком, γ -лучами.

Питьевая вода должна соответствовать определенным требованиям: быть прозрачной, бесцветной, без запаха и постороннего привкуса, не иметь видимых глазом взвешенных частиц, иметь определенный химический состав и не содержать болезнетворных микроорганизмов; при отстаивании в течение суток при 15—20 °С питьевая вода не должна давать осадка.

В соответствии со стандартом (вступившим в действие с 1 января 1975 г.) состав и свойства питьевой воды из любого водонесточника, при любом способе обработки и конструктивных особенностях водопроводной сети должны быть безопасны в эпидемиологическом отношении, химически

безвредны и иметь благоприятные органолептические свойства.

Состав воды должен соответствовать следующим требованиям:

сухой остаток, мг/л — не более 1000;

общая жесткость, мг-экв./л — не более 7,0;

содержание, мг/л: свинца — не более 0,1; мышьяка — 0,05; фтора — 1,5; цинка — 5,0; меди — 3,0; бериллия — 0,0002; селена — не более 0,05;

общее количество бактерий при посеве 1 мл неразбавленной воды, определяемое числом колоний, после 24-часового выращивания при температуре 37 °С, — не более 100;

коли-титр — не более 300;

коли-индекс — не более 3.

Поскольку очень сложно и кропотливо определять собственно болезнетворные бактерии, это делают косвенным путем по содержанию в воде бактерий группы кишечной палочки, потому что болезнетворные бактерии обладают в воде меньшей жизнеспособностью, чем кишечные палочки. Исследованиями доказано, что если при обеззараживании воды количество кишечных палочек в 1 л не превышает 3, то можно быть уверенным, что вода стерильна, в ней отсутствуют патогенные микробы тифозной группы, дизентерии, бруцеллеза, туляремии и др. Концентрация кишечных палочек (бактерий коли) может выражаться двумя способами: либо как наименьший объем воды (в миллилитрах), содержащий одну кишечную палочку, — так называемый коли-титр, либо как количество кишечных палочек в 1 л воды — коли-индекс.

К воде, применяемой в производстве пищевых продуктов, предъявляют такие же требования, как и к питьевой. Но в некоторых производствах, например в ликероводочном и безалкогольных напитков, водопроводную воду подвергают дополнительной обработке главным образом для ее умягчения. Так, для ликероводочного производства применяют воду, имеющую жесткость 0,15—1,60 мг-экв./л, для пивоваренного — 0,5—5,1, для крахмального — 7,0, маслодельного и сыроваренного производства — 7,5 мг-экв./л.

МИНЕРАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Минеральные (зольные) элементы находятся в пищевых продуктах в виде органических и неорганических соединений. Они входят в состав многих органических

веществ различных классов — белков, жиров, гликозидов, ферментов и др. Обычно минеральные элементы определяют в золе после сжигания пищевых продуктов, так как точно определить, в состав каких веществ и в каком количестве входят эти элементы, довольно трудно.

Роль минеральных элементов в жизни человека, животных и растений огромна: все физиологические процессы в живых организмах протекают при участии этих элементов. Так, в организме человека и животных минеральные элементы участвуют в пластических процессах, формировании и построении тканей, в водном обмене, в поддержании осмотического давления крови и других жидкостей организма, в поддержании кислотно-щелочного равновесия в организме, входят в комплекс веществ, составляющих живую протоплазму клеток, в состав некоторых эндокринных желез и т. д.

Минеральный состав организмов с возрастом меняется; при старении наблюдается минерализация организмов. Так, новорожденные дети содержат около 34 г минеральных веществ на 1 кг массы тела, у взрослого человека содержание этих веществ повышается до 43 г и более.

В теле человека и животных обнаружено свыше 70 минеральных элементов. Многие ферментативные процессы, протекающие в различных тканях организма, требуют участия ряда минеральных элементов. Так, для превращения пировиноградной кислоты в уксусную или глюкозы во фруктозу либо фосфоглицерина в глюкозо-6-маннито-6- и фруктозо-6-фосфат обязательно участие ионов магния. Ионы кальция тормозят развитие указанного процесса.

Минеральные вещества неравномерно распределены в тканях организма человека. В твердых тканях преобладают двухвалентные элементы: кальций (Ca) и магний (Mg), а в мягких тканях — одновалентные: калий (K) и натрий (Na). В твердых тканях к тому же накапливается много фосфора (P), главным образом в виде фосфорнокислых солей. При недостатке в пище минеральных веществ эти соединения выводятся из организма и нарушается нормальный обмен веществ.

Минеральные вещества, растворенные в плазме крови, межклеточной и других жидкостях организма, создают определенное осмотическое давление, которое зависит от молярной концентрации растворенных в жидкости веществ. Соли повышают осмотическое давление в большей

степени, чем неэлектролиты при той же молярной концентрации, так как соли диссоциируют с образованием ионов. Осмотическое давление зависит от суммарного количества недиссоциированных молекул и ионов. Осмотическое давление крови, лимфы и межклеточной жидкости организма человека и животных зависит главным образом от растворенной в них поваренной соли (NaCl).

Осмотическое давление в жидкостях организмов влияет на распределение в тканях воды и растворенных веществ. У высших животных осмотическое давление постоянно и составляет 7,5—9,0 атм. Поддержание постоянного осмотического давления обеспечивается деятельностью выделительных органов, главным образом почек и потовых желез.

Поступление в кровь минеральных солей приводит к поступлению в кровь межклеточной воды, и поэтому концентрация соли в крови снижается. Затем избыток воды и соли удаляется почками. Снижение в тканях воды, рефлекторно действуя на нервные центры, вызывает жажду.

Нормальная жизнедеятельность организма человека может протекать только при определенных свойствах межклеточной и межтканевой жидкостей. В этом постоянстве среды важную роль играет кислотно-щелочное равновесие, при котором реакция крови, лимфы и других жидкостей организма близка к нейтральной. Кислотно-щелочное равновесие поддерживается благодаря сложной системе регуляторов, объединяемых в единое целое центральной нервной системой. Такими регуляторами являются буферные системы крови, обмен кислорода и углекислоты, углекислых и хлористых солей, выделительные функции почек, легких, потовых желез и др.

В процессе сложного превращения в организме человека продуктов, богатых кальцием, магнием, натрием или калием, могут образовываться щелочные соединения. К источникам щелочеобразующих элементов следует отнести плоды, овощи, бобовые культуры, молоко и кисломолочные продукты.

Другие продукты, такие, как мясо, рыба, яйца, сыр, хлеб, крупа, макароны, в процессе превращения в организме человека дают кислые соединения.

Характер питания может оказывать влияние на сдвиги кислотно-щелочного равновесия в тканях организма человека. Кислотно-щелочное равновесие чаще сдвигается в сторону кислотности. В результате резкого сдвига

кисотно-щелочного равновесия может снижаться защитная функция организма, сопротивляемость к инфекциям и приспособляемость организма к неблагоприятным факторам внешней среды. Поэтому в пищевые рационы людей необходимо включать достаточное количество овощей, фруктов, молочных и бобовых продуктов.

В табл. 4 показаны потенциальные кислото- и щелочеобразующая способности некоторых продуктов.

ТАБЛИЦА 4

| Название продукта | Приближительная потенциальная кислотность, мл нормальной кислоты на 100 г продукта | Название продукта | Приближительная потенциальная щелочность, мл нормальной щелочи на 100 г продукта |
|--------------------------------|--|---------------------|--|
| Мясо тощее | 12 | Яблоки | 3 |
| Яйца | 11 | Бананы | 8 |
| Овсяная крупа | 15 | Дыни | 7 |
| Рис | 12 | Морковь | 14 |
| Пшеничная мука | 9 | Груши | 4 |
| Хлеб из пшеничной муки | 6 | Помидоры | 5 |
| | | Арбузы | 4 |
| | | Апельсины | 5 |

Кислоты пищевых продуктов почти полностью сгорают в организме при нормальных окислительных процессах и поэтому не оказывают влияния на кислотно-щелочное равновесие.

Минеральные элементы, входящие в состав пищевых продуктов, условно делят на три группы: макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Макроэлементы содержатся в пищевых продуктах в количестве более 1 мг%; к ним относятся калий, натрий, кальций, магний, фосфор, хлор, железо и др. Содержание микроэлементов в продуктах не превышает 1 мг%; к ним относятся йод, фтор, медь, цинк, мышьяк, бром, алюминий, хром, никель, кобальт и др. Ультрамикроэлементы содержатся в микрограммах и менее на 100 г продукта; к ним относятся олово, свинец, ртуть и др.

Количество того или иного элемента еще не определяет его значения в жизни живых организмов. Так, хотя количество йода в организме человека составляет около 25 мг,

роль его огромна: при недостатке йода резко нарушается функция щитовидной железы.

Содержание минеральных элементов в пищевых продуктах зависит от вида растений и животных, из которых они получены, возраста и корма животных и многих других факторов, а также от тех добавок, которые используют при изготовлении продуктов. Натуральные растительные продукты обычно богаче минеральными веществами, чем продукты животного происхождения. Состав золы тканей животных зависит в основном от состава золы растений, которыми они питались. Общее количество минеральных элементов (золы) в продуктах неодинаково (табл. 5).

ТАБЛИЦА 5

| Название продукта | Содержание, % | Название продукта | Содержание, % |
|---|---------------|--------------------|---------------|
| Рожь | 1,7—2,0 | Овощи свежие | 0,4—1,8 |
| Пшеница | 1,7—1,9 | Грибы свежие . . | 0,6—2,0 |
| Ячмень без пленок | 1,1—1,3 | Сахар-песок . . . | 0,03 |
| » спленками | 2,5—3,5 | Шоколад | 1,2—2,0 |
| Крупа манная | 0,65—0,85 | Карамель | 0,2—0,6 |
| » гречневая | 1,8—2,2 | Кофе жареный . . | 3,9—4,5 |
| Мука пшеничная (в зависимости от сорта) | 0,55—1,9 | Чай | 5,4—7,7 |
| Мука ржаная . . . | 0,75—1,9 | Мясо | 0,8—1,1 |
| Плоды свежие . . | 0,3—1,2 | Рыба | 0,7—1,9 |
| | | Молоко | 0,6—0,9 |
| | | Яйца | 1,1 |

Количество золы различно в разных частях одного и того же продукта. Так, при сжигании внутренней части верна (эндосперма) пшеницы образуется примерно 0,5 % золы, при сжигании оболочек зерна — 4,5, при сжигании зародыша — 5,3 %. Поэтому различные сорта пшеничной муки различаются по зольности. Так, зольность муки высшего сорта не превышает 0,55 %, 1-го сорта — 0,75, 2-го сорта — 1,25 %.

Зольность является важным показателем товарного сорта крахмала. Чем чище крахмал, тем меньше в нем содержится минеральных веществ. В картофельном крахмале высшего сорта зольность в пересчете на абсолютно сухой крахмал не должна превышать 0,35 %, 1-го сорта — 0,50, 2-го сорта — 1,0 %. Содержание золы является важным показателем для оценки качества многих пищевых продуктов. В действующих стандартах приводятся

допускаемые максимальные нормы содержания золы, и при оценке таких продуктов в них определяют ее количество.

Обычно различают два понятия — «общая (сырая) зола» и «чистая зола». Под понятием «общая зола» подразумевают сумму минеральных элементов или их оксидов, входящих в химическую структуру пищевых продуктов, а также внесенных в продукт при его производстве или погавших случайно в качестве примесей. «Чистая зола» означает сумму минеральных элементов или их оксидов без примесей.

Зольность продукта определяют сжиганием. Для этого навеску сначала осторожно сжигают, а затем прокалывают до постоянной массы. Повышенное против нормы количество золы указывает на загрязнение продукта песком, металлическими частицами, землей.

Для определения «чистой золы» полученную золу обрабатывают 10 %-ной соляной кислотой. При этом «чистая зола» растворяется в соляной кислоте, а остаток будет свидетельствовать о наличии в продукте посторонних неорганических примесей. Так, в томатопродуктах при плохой промывке томатов перед переработкой или в картофельном крахмале при недостаточной промывке клубней содержится повышенное количество золы за счет посторонних минеральных примесей.

К а л ь ц и й в организме человека находится в составе костной ткани и зубов — около 99 %. Остальная часть кальция входит в состав крови в форме ионов и в связанном с белками и другими соединениями состоянии.

Суточная потребность взрослого человека в кальции составляет 0,8—1,0 г. В повышенных количествах кальция нуждаются беременные и кормящие женщины, до 1,5—2 г в сутки, а также дети, в организме которых кальций усиленно используется на образование костей. Недостаток кальция вызывает в организме деформацию скелета, ломкость костей и атрофию мышц. Кальций характеризуется той особенностью, что даже при его недостатке в пище он продолжает выделяться из организма в значительных количествах.

В пищевых продуктах кальций встречается в форме хлористых фосфорнокислых, щавелевокислых солей, а также в соединении с жирными кислотами, белками и др.

Все соединения кальция, за исключением CaCl_2 трудно растворимы в воде, а поэтому плохо усваиваются

организмом человека. Нерастворимые соединения кальция частично переходят из продуктов в раствор в желудке под действием соляной кислоты желудочного сока. Усвояемость кальция пищевых продуктов организмом человека зависит в значительной степени от наличия в пище фосфатов, жиров, соединений магния и др. Так, усвояемость кальция наиболее высокая при соотношении в пище кальция и фосфора 1 : 1,5 или 1 : 2. Повышенное против указанных соотношений количество фосфора в пище приводит к резкому снижению усвояемости кальция. Неблагоприятное влияние на усвоение организмом человека кальция также оказывает избыток магния. Резко отрицательное влияние на усвояемость кальция оказывают соединения кальция с инозитфосфорной кислотой, которая содержится в значительных количествах в зерне злаковых и продуктах его переработки.

Очень важную роль в усвоении кальция играет витамин D, который содействует переходу солей кальция и фосфора из кишечника в кровь и отложению в костях в виде фосфорнокислого кальция.

Содержание кальция в некоторых пищевых продуктах следующее (мг%): в мясе тощем — 7; в яйцах — 54; в молоке — 118; в сыре — 930; в твороге — 140; в крупе овсяной — 65; в муке пшеничной — 15; в рисе — 9; в яблоках — 7; в апельсинах — 45; в орехах грецких — 89; в свекле — 29; в капусте цветной — 89; в капусте белокочанной — 45; в моркови — 56; в картофеле — 14. Из приведенных данных видно, что наиболее важным источником кальция для человека являются молочные продукты. Кальций молочных продуктов, а также овощей и фруктов относится к легкоусвояемым соединениям.

Магния в теле человека в 30—35 раз меньше, чем кальция, но он имеет очень важное значение. Большая часть магния находится в костной ткани. Особая роль принадлежит магнию в хлорофиллоносных растениях, где он входит в состав молекулы хлорофилла. Как и кальций, магний образует труднорастворимые соединения. Особенно трудно усваивается магний в присутствии иона SO_4 .

Содержание магния в некоторых пищевых продуктах следующее (мг%): в фасоли — 139; в крупе овсяной — 133; в горохе — 107; в пшенице — 87; в хлебе пшеничном — 30; в картофеле — 28; в моркови — 21; в капусте белокочанной — 12; в яблоках — 8; в лимонах — 7; в говядине — 15; в яйцах — 11; в молоке — 12. Следовательно,

магний содержится в наибольших количествах в зерно-бобовых продуктах.

Потребность взрослого человека в магнии составляет 400 мг в сутки.

Н а т р и й широко встречается в пищевых продуктах, особенно животного происхождения. Основным источником натрия для организма человека является NaCl (поваренная соль). Натрий играет важную роль в процессах внутриклеточного и межтканевого обменов. Около 90 % осмотического давления плазмы крови зависит от содержания в ней NaCl. Обычно в литре плазмы крови человека растворено 3,3 г натрия. NaCl играет также важную роль в регулировании водного обмена организма. Ионы натрия вызывают набухание коллоидов тканей и тем самым способствуют задержке в организме связанной воды. Из организма NaCl выделяется главным образом с мочой и потом. При усиленной работе и потреблении жидкостей человек теряет до 3—5 л пота, который на 99,5 % состоит из воды. В сухом веществе пота главную часть составляет NaCl.

Поваренная соль, поступающая в организм человека с пищей, пополняет расход NaCl в крови и используется для образования соляной кислоты желудочного сока, а также для синтеза панкреатической железой NaHCO_3 . Присутствием NaHCO_3 объясняется щелочная реакция поджелудочного сока, что является необходимым для расщепления белков пищи ферментом трипсином.

Содержание натрия в отдельных пищевых продуктах следующее (мг%): в хлебе ржаном — 701; в рисе — 25; в картофеле — 21; в сыре — 606; в моркови — 101; в яблоках — 11; в говядине — 84; в масле сливочном — 220; в яйцах — 143; в икре рыб — 874; в молоке коровьем — 51.

Суточная потребность взрослого человека в натрии составляет 4—6 г, что соответствует 10—15 г поваренной соли. Обычные пищевые рационы населения содержат достаточные количества натрия, так как в пищу добавляется поваренная соль.

К а л и й постоянно и в значительных количествах присутствует в пищевых продуктах, особенно растительного происхождения. В золе растений содержание калия иногда более 50 % ее массы.

В организме человека калий участвует в ферментативных реакциях, образовании буферных систем, предотвращающих сдвиги реакции среды. Калий уменьшает

водоудерживающую способность белков, снижая их гидрофильность, и тем самым способствует выведению из организма воды, а также натрия. Поэтому калий может рассматриваться как некоторый физиологический антагонист натрия.

Содержание калия в некоторых пищевых продуктах составляет (мг%): в хлебе ржаном — 227; в пшеничном — 208; в фасоли — 1144; в картофеле — 429; в моркови — 287; в капусте — 247; в абрикосах — 1780; в говядине — 338; в яйцах — 140; в рыбе — 162; в молоке коровьем — 143; в сыре — 89; в яблоках — 248.

Суточная потребность взрослого человека в калии составляет 3—5 г.

Железо широко распространено в природе. Обычно почти все естественные пищевые продукты содержат железо, но в малых количествах.

В организмах человека и животных железо входит в состав важнейших органических соединений — гемоглобина крови, миоглобина, некоторых ферментов — каталазы, пероксидазы, цитохромоксидазы и др. В состав гемоглобина крови входит $\frac{2}{3}$ железа организма. Заметное количество железа находится в селезенке и печени. Железо обладает способностью накапливаться в организме. Гемоглобин в крови в процессе жизнедеятельности разрушается, а освобожденное при этом железо может вновь использоваться организмом для образования гемоглобина.

Железо, входящее в состав плодов и овощей, хорошо усваивается организмом человека, тогда как большая часть железа зерновых продуктов находится в неусвояемой для организма форме.

Содержание железа в отдельных пищевых продуктах составляет (мг%): в хлебе ржаном — 3,0, в пшеничном — 1,6; в фасоли — 7,9; в соевой муке — 7,7; в картофеле — 0,9; в моркови — 0,6; в капусте — 1,3; в яблоках — 2,0; в винограде — 0,9; в печени — 8,4; в твороге — 7,7; в говядине — 3,0; в яйцах — 3,0; в молоке коровьем — 0,2; в рыбе — 5,0.

Суточная потребность взрослого человека в железе составляет 15 мг.

Хлор входит в состав естественных пищевых продуктов в небольших количествах. Продукты растительного происхождения содержат мало хлора, а животного происхождения — несколько больше. Так, содержание хлора в говядине составляет 76 мг%, в молоке — 106, в яйцах —

106, в сыре — 880, в пшене — 19, в картофеле — 54, в яблоках — 5 мг%.

Содержание хлора значительно в крови и других жидкостях организма, а также в коже, легких, почках. Хлор в организме находится в ионизированном состоянии в виде анионов солей натрия, калия, кальция, магния, марганца. Соединения хлора пищевых продуктов хорошо растворимы и легко всасываются в кишечнике человека. Анионы хлора вместе с катионами натрия играют важную роль в создании и регулировании осмотического давления крови и других жидкостей организма. Соли хлора обеспечивают образование соляной кислоты слизистой оболочкой желудка.

Основную потребность в хлоре человек удовлетворяет за счет хлористого натрия, который добавляется в пищу в виде соли.

Общее количество хлористого натрия в теле человека обычно составляет 10—15 г, но при употреблении пищи, богатой солями хлора, содержание хлора в организме человека может достигать большего количества. Суточная потребность человека в хлоре составляет 5—7 г.

Сера в наибольших количествах содержится в продуктах из хлебных злаков, бобовых, молочных продуктах, мясе, рыбе и особенно в яйцах. Она входит в состав почти всех белков тела человека и особенно ее много в аминокислотах — цистине, метионине. Обмен серы в организме в основном представляет собой ее превращения в указанных аминокислотах. Она участвует также в образовании витамина В₁ (тиамина), инсулина и некоторых других соединений. Много серы в протеиноидах опорных тканей, например в кератине волос, ногтях и т. д.

При окислении в организме соединений значительная часть серы выделяется с мочой в виде солей серной кислоты.

Суточная потребность взрослого человека в сере при умеренной работе составляет около 1 г.

Йод содержится в теле здорового человека массой 70 кг в количестве примерно 25 мг. Половина этого количества находится в щитовидной железе, а остальная часть — в мышечной и костной тканях и в крови. Йод неорганических соединений в щитовидной железе заменяется органическими соединениями — тироксином, ди-йодтироксидом, трийодтироксидом. Йод быстро усваивается щитовидной железой и через несколько часов после поступления в нее превращается в органические

соединения. Эти соединения стимулируют обменные процессы в организме. При поступлении в организм с пищей недостаточного количества йода нарушается деятельность щитовидной железы и развивается тяжелое заболевание, называемое эндемическим зобом.

Наибольшее количество йода содержится в растительных и животных продуктах приморских районов, где он сосредоточен в морской воде, воздухе и почве приморских районов. В растениях и организмах животных горных или отдаленных от морского побережья районов йода накапливается мало.

Содержание йода в зерновых продуктах, овощах, пресноводной рыбе не превышает 5—8 мкг на 100 г сырого продукта. Более высоким содержанием йода отличаются говядина, яйца, масло, фрукты. Морская капуста, морские рыбы и рыбий жир содержат наибольшее количество йода. В плодах фейхоа, произрастающих на Черноморском побережье Грузии, накапливается до 390 мкг йода на 100 г плодовой массы, что намного превышает содержание этого элемента в других плодах и овощах.

В районах, где в пищевых продуктах содержится недостаточное количество йода, к пищевой поваренной соли добавляют йодистый калий из расчета 25 г KI на тонну поваренной соли. При нормальном питании человек потребляет с йодированной солью в сутки 200 мкг йода. Однако при хранении йодированной соли йод постепенно улетучивается, поэтому через 6 месяцев йодированную соль реализуют как обычную поваренную.

Суточная потребность человека в йоде составляет 100—260 мкг.

Фтор играет важную роль в пластических процессах при образовании костной ткани и зубной эмали. Наибольшее количество фтора сосредоточено в костях — 200—490 мг/кг и зубах — 240—560 мг/кг.

Содержание фтора в сырых продуктах растительного происхождения составляет 0,02—0,05 мг%, в молоке — 0,01, в мясе — 0,02 мг%. В отрубях количество фтора достигает 0,1 мг%, поэтому хлеб из муки простых помолов содержит фтора больше, чем хлеб из муки высоких помолов.

Вода, по-видимому, является основным источником поступления фтора в организм человека, причем фтор воды усваивается лучше, чем фтор пищевых продуктов. Содержание фтора в питьевой воде колеблется от 1 до 1,5 мг/л. Недостаток фтора в воде часто оказывает влия-

ние на развитие заболевания зубов, известного под названием кариеса. Избыток же фтора в воде вызывает заболевание флюорозом, при котором нарушается нормальное строение зубов, на эмали появляются пятна и увеличивается хрупкость зубов. От недостатка или избытка фтора особенно страдают дети.

Суточная потребность человека во фторе пока не установлена. Полагают, что оптимальное для здоровья количество фтора в питьевой воде должно быть 0,5—1,2 мг/л.

Медь в животном организме наряду с железом играет важную роль в процессах кроветворения, стимулирует окислительные процессы и тем самым связана с обменом железа. Она входит в состав ферментов (лактазы, аскорбинатоксидазы, цитохромоксидазы и др.) в качестве металлокомпонента.

В растениях медь усиливает окислительные процессы, ускоряет рост и повышает урожайность многих сельскохозяйственных культур.

Содержание меди в некоторых продуктах составляет (мг/кг): в печени говяжьей — 21,8—73,7; в говядине — 3,7—5,4; в рыбе — 0,6—6,8; в злаках — 1,3—3,8; в бобовых — 3,0—6,8.

В тех небольших количествах, в которых медь содержится в естественных продуктах, она не приносит организму человека вреда. Но повышенные количества меди могут вызвать отравление. Так, одновременный прием 77—120 мг меди может вызвать тошноту, рвоту, а иногда и понос. Поэтому содержание меди в пищевых продуктах регламентируется действующими положениями Министерства здравоохранения СССР. На 1 кг продукта в зависимости от содержания в нем сухих веществ допускается от 5 до 30 мг меди. Так, в концентрированной томатопасте содержание меди не должно превышать 30 мг/кг, в томате-пюре — 15—20, в овощных консервах — 10, в варенье и повидле — 10, во фруктовых компотах — 5 мг/кг.

Медь может попадать в пищевые продукты при их изготовлении — с медных частей аппаратуры, при обработке виноградинок ядохимикатами, содержащими медь, и т. д.

Суточная потребность взрослого человека в меди составляет 2 мг.

Цинк содержится во всех тканях животных и растений. При недостатке цинка в организмах молодых жи-

вотных задерживается их рост, а при его недостатке в почве возникают заболевания многих растений, что нередко приводит к их гибели.

Цинк входит в состав ряда ферментов, и особенно важна его роль в молекуле фермента карбоангидразы, участвующей в связывании и выведении из животного организма углекислоты. Цинк необходим для нормальной функции гормонов гипофиза, надпочечников и поджелудочной железы. Он оказывает также влияние на жировой обмен, усиливая расщепление жиров и предупреждая ожирение печени.

Содержание цинка в отдельных пищевых продуктах следующее (мг/кг): в муке пшеничной — 9,3; в картофеле — 4,0; в капусте белокочанной — 1,7; в луке репчатом — 13,8; в яблоках — 0,4; в орехах лесных — 10,0; в говядине — 10—30; в печени животных — 44; в яйцах куриных — 9,8; в молоке — 3,9.

Цинк в пищевых продуктах в повышенных количествах может служить причиной отравлений. Кислые и жировые продукты растворяют металлический цинк, и поэтому приготовление или хранение пищевых продуктов в цинковой аппаратуре или посуде недопустимо. Отравление цинком подобно отравлению медью, но более выражено и сопровождается жжением и болью во рту и желудке, рвотой, поносом и сердечной слабостью. Цинковая посуда допускается только для хранения холодной питьевой воды, так как в этом случае растворимость цинка ничтожно мала.

Суточная потребность взрослого человека в цинке составляет 10—15 мг. Повышенная потребность в цинке наблюдается в период роста и полового созревания. При нормальном питании человек получает достаточное количество цинка с пищевыми продуктами.

Свинец встречается в животных и растительных продуктах в очень малых количествах. Так, в яблоках, грушах, винограде, землянике содержание свинца составляет около 0,1 мг на 1 кг продукта, в молоке — 0,8, в мясе — 0,05, в осетрине — 0,06 мг на 1 кг.

Свинец является ядовитым для человека металлом, обладает способностью аккумулироваться в организме, главным образом в печени, и вызывать тяжелые хронические отравления.

При ежедневном употреблении с пищей 2—4 мг свинца через несколько месяцев могут обнаружиться признаки свинцового отравления.

Загрязнение пищи свинцом может быть от посуды, припоев, глазури, оборудования, а также от инсектицидов, содержащих свинец. Чаще всего свинцовые отравления возникают при хранении пищевых продуктов в кустарной глиняной посуде, недостаточно хорошо покрытой свинцовой глазурью.

Ввиду большой ядовитости содержание свинца в пищевых продуктах не допускается.

Олово в пищевых продуктах обнаруживается в незначительных количествах. Так, в печени быка и барана найдено 0,14 мг/кг олова, в почках — 0,003, в легких — 0,63, в мозгу — 0,019 мг/кг.

Олово не является таким ядовитым металлом, как свинец, цинк или медь, поэтому допускается в ограниченных количествах в аппаратуре пищевых предприятий, а также для лужения поверхности жести, из которой готовят консервные банки, предохраняя ее от коррозии. Однако нередко при длительном хранении консервов в жестяных банках происходит взаимодействие массы продукта с оловянным покрытием жести, вследствие чего образуются оловянные соли органических кислот. Этот процесс происходит особенно активно, когда в жестяной банке находятся продукты с повышенной кислотностью — плоды, рыбные и овощные консервы в томатном соусе и др. При длительном хранении содержание олова в консервах может значительно возрасти. Особенно быстро увеличивается содержание олова в продуктах, находящихся в открытых металлических банках, покрытых оловом.

Для усиления защиты жестяной консервной банки от коррозии на поверхность олова дополнительно наносят специальные кислотоустойчивые лаки или эмаль либо создают на поверхности жести тонкую пленку устойчивых окислов олова.

Содержание олова в консервах допускается от 100 до 200 мг на 1 кг продукта.

Марганец широко распространен в продуктах животного и растительного происхождения. Он принимает активное участие в образовании многих ферментов, формировании костей, процессах кроветворения и стимулирует рост. В растениях марганец усиливает процесс фотосинтеза и образования аскорбиновой кислоты.

Растительные продукты в большинстве случаев богаче марганцем, чем животные. Так, содержание марганца в злаковых продуктах достигает 1—15 мг на 1 кг, в листо-

вых овощах — 10—20, в плодах — 0,5—1, в молоке — 0,02—0,03, в яйцах — 0,1—0,2, в печени животных — 2,65—2,98 мг на 1 кг.

При недостатке в почве марганца растения заболевают и плохо развиваются, снижается урожай плодов, овощей и других культур. Добавка в почву микроудобрений, содержащих марганец, способствует повышению урожая.

Суточная потребность взрослого человека в марганце составляет 5—10 мг в сутки.

Радиоактивные изотопы присутствуют в организме человека, они непрерывно поступают и выводятся из организма. Существует равновесие между поступлением в организм радиоактивных соединений и выведением их из организма. Во всех пищевых продуктах содержатся радиоактивные изотопы калия (K^{40}), углерода (C^{14}), водорода (H^3), а также радия с продуктами его распада.

Наибольшая концентрация приходится на калий (K^{40}). Изотопы участвуют в обмене веществ наряду с нерадиоактивными.

Полагают, что в течение ближайшего в геологическом отношении времени в интенсивности радиации на Земле не было больших изменений, поэтому в животном и растительном мире выработалась своего рода невосприимчивость к этим уровням радиации. Но к повышенным концентрациям живые организмы весьма чувствительны. Небольшие концентрации повышают рост живых организмов, большие — вызывают появление активных радикалов, вследствие чего происходит нарушение жизнедеятельности отдельных органов и тканей, а также всего организма в целом.

При атомных взрывах на поверхность Земли выпадают радиоактивные изотопы, которые загрязняют атмосферу, воду, почву и растения. Через пищу, атмосферу и воду радиоактивные изотопы попадают в организм человека.

Установлено, что при обработке излучениями радиоактивных изотопов пищевых продуктов увеличивается срок их хранения, задерживается прорастание картофеля. Но обычно у подвергшейся облучению пищи может появиться специфический запах и вкус и не исключено, что могут образоваться токсические вещества. Для определения безвредности таких продуктов требуются длительные опыты.

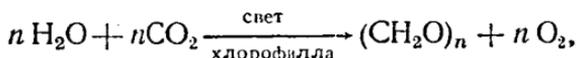
УГЛЕВОДЫ

Углеводы являются наиболее распространенными органическими соединениями нашей планеты. Они составляют до 90 % сухого вещества растений. В организме человека и животных углеводы в расчете на сухую массу занимают около 2 %.

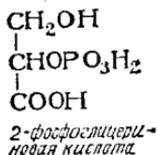
В наибольшем количестве углеводы встречаются в продуктах растительного происхождения. Имеются продукты, которые состоят почти из одних углеводов. К ним относятся крахмал, сахар, карамель, мед и др. В таких продуктах, как мука, картофель, виноград, плоды, углеводы преобладают над другими соединениями.

Образование органических веществ в природе начинается с фотосинтеза углеводов зелеными частями растений. Листья и другие зеленые части растений поглощают углекислый газ из воздуха, воду получают из почвы; в присутствии хлорофилла из углекислого газа и воды под влиянием солнечного света образуются углеводы. Синтез углеводов растениями сопровождается поглощением громадного количества солнечной энергии, которая запасается в виде химической энергии органических соединений.

В процессе фотосинтеза вода выступает в роли донора электронов или атомов водорода для последующего восстановления углекислого газа, и в результате этого в окружающую среду выделяется кислород. Суммарное уравнение фотосинтеза для зеленых растений можно представить в следующем виде:



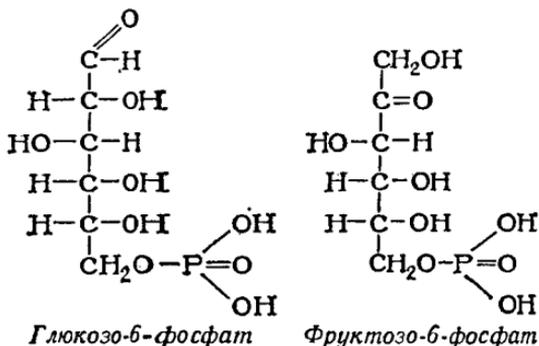
где n чаще всего принимается равным 6. Первичным улавливаемым продуктом фотосинтеза является фосфоглицериновая кислота, которая при дальнейшем превращении дает моносахариды — глюкозу, фруктозу и галактозу:



Полагают, что прежние представления о том, что первым видимым продуктом фотосинтеза из углеводов является глюкоза, оказались неточными. Применение в про-

цессе фотосинтеза радиоактивной углекислоты $C^{14}O_2$ показало, что вскоре после начала фотосинтеза из всех образовавшихся сахаров радиоактивный углерод C^{14} обнаруживается в сахарозе и только спустя некоторое время его находят в глюкозе, фруктозе и некоторых других соединениях.

Сахароза синтезируется из глюкозо-6-фосфата и фруктозо-6-фосфата:



Сахарá в процессе дальнейших изменений в живых организмах дают начало другим органическим соединениям — полисахаридам, жирам, органическим кислотам, а в связи с усвоением азотистых веществ из почвы — белкам и многим другим.

В питании человека и животных углеводы играют главную роль источника энергии, а у растений они к тому же служат для построения опорных тканей. Так, стенки клеток растений состоят из полисахаридов. В пластических и некоторых других процессах организма человека углеводы принимают незначительное участие.

Углеводы составляют основную массу пищи человека. За счет углеводов обеспечивается около половины суточной энергетической потребности пищевого рациона. Углеводы способствуют предохранению белка от трат на энергетические цели. Естественно, что растительная часть пищевых продуктов служит основным источником углеводов для человека, так как животные продукты содержат их мало.

При избыточном введении в организм человека углеводы могут превращаться в жиры или откладываться в небольших количествах в печени и мышцах в виде животного крахмала — гликогена.

Потребность человека в углеводах составляет 400—500 г в сутки (в том числе в крахмале — 350—400 г, в са-

харах — 50—100, в других углеводах — 25 г), но при тяжелой физической нагрузке она может повыситься в 2—3 раза. Сахарá легко и быстро используются организмом человека. Сахароза как основной сахар пищи в пищеварительном тракте быстро расщепляется на глюкозу и фруктозу и всасывается в кровь, а затем в тканях используется в качестве источника энергии и для других целей.

Все углеводы делят на две группы: моносахариды и полисахариды. К моносахаридам относят соединения, имеющие в молекуле не менее трех атомов углерода. В зависимости от количества атомов углерода в молекуле их называют триозами, тетрозам, пентозам, гексозам и гептозам.

В состав пищевых продуктов чаще всего входят следующие углеводы: из моносахаридов — пентозы (арабиноза, ксилоза, рибоза) и гексозы (глюкоза, фруктоза, галактоза); из полисахаридов первого порядка (олигосахариды) — дисахариды (сахароза, мальтоза, лактоза, трегалоза) и трисахариды (рафиноза); из полисахаридов второго порядка (полиозы) — пентозаны (арабан, ксилан), гексозаны (крахмал, инулин, гликоген, клетчатка, или целлюлоза) и пектиновые вещества.

Моносахариды и полисахариды первого порядка имеют сладкий вкус, поэтому их называют с а х а р а м и.

Моносахариды

Пентозы ($C_5H_8O_5$)_n. Они содержатся в растительных продуктах в свободном виде, но чаще в форме высокомолекулярных полисахаридов пентозанов, которые при гидролизе переходят в сахара пентозы:

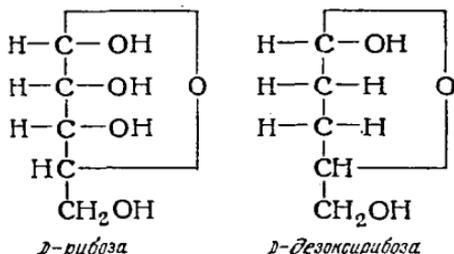


Арабиноза входит в состав полисахарида арабана, который встречается в слизях, пектиновых веществах, гемицеллюлозах. Арабан содержится в зерне пшеницы, свекле, плодах, овощах и др. Арабиноза образуется при кислотном гидролизе из свекловичного жома, получаемого при переработке сахарной свеклы. Выход арабинозы при этом достигает 4—5 %.

Ксилоза (древесный сахар) в виде ксилана содержится в соломе, древесине, кукурузных початках и других растительных материалах. Она получается при гидролизе слабыми кислотами кукурузных початков,

соломы или древесины. На растворах ксилозы хорошо развиваются некоторые дрожжеподобные микроорганизмы, которые дают весьма ценный, богатый белком и витаминами кормовой продукт.

Р и б о з а в виде D-рибозы и D-дезоксирибозы входит в состав рибонуклеиновых кислот, которые играют огромную роль в живых организмах при передаче наследственных свойств и синтезе белков.

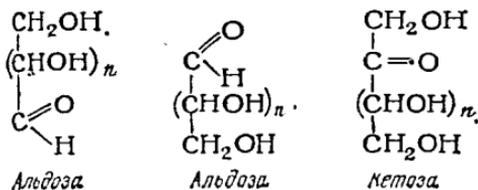


Гексозы (C₆H₁₂O₆). В пищевых продуктах гексозы представлены главным образом D-глюкозой, D-фруктозой и D-галактозой. Глюкоза и галактоза являются альдозами, а фруктоза — кетозой.

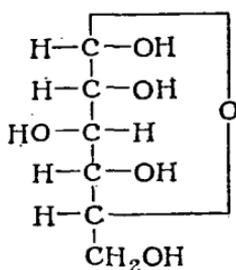
Один из атомов углерода в молекуле моносахаридов содержит карбонильную группу C=O. Если карбонильная группа находится на каком-либо одном конце молекулы моносахарида, т. е. занимает терминальное положение, то моносахарид называют альдегидспиртом, но чаще **альдозой**. Альдозы содержат в молекуле альдегидную группу

—C $\begin{array}{l} \text{//O} \\ \text{H} \end{array}$. Если карбонильная группа не

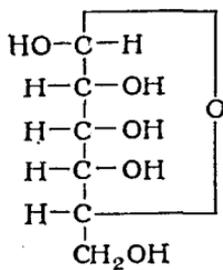
занимает краевого положения, то она представлена кетонной группой C=O, и такие моносахариды называются **кетозами**. Строения всех моносахаридов, независимо от количества углеродных атомов в молекуле, можно изобразить следующим образом:



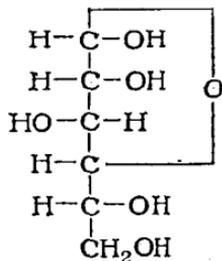
Моносахариды встречаются в α -, β - и γ -формах. Содержащиеся в пищевых продуктах α - и β -формы отличаются низкой активностью. В организме человека α - и β -формы моносахаридов под действием гормонов, выделяемых в кровь поджелудочной железой, превращаются в активную γ -форму, в виде которой они и усваиваются. В случае отсутствия в крови гормона поджелудочной железы, превращающего α - и β -формы глюкозы в γ -форму, гексозы выводятся из организма с мочой. Так, при диабете в кровь не поступает гормон инсулин, вследствие чего не происходит превращения α - и β -форм моносахаров в усвояемую организмом форму:



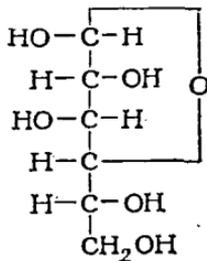
α -D-глюкоза



β -D-глюкоза



γ -форма α -D-глюкозы



γ -форма β -D-глюкозы

Аналогичные приведенным α -, β - и γ -формы существуют для фруктозы и галактозы. Глюкоза в природе встречается преимущественно в виде α -формы.

При наблюдении удельного вращения водных растворов моносахаридов обнаруживается, что оно начинает быстро изменяться сразу же после растворения сахаров и достигает постоянной величины только через некоторое время. Это явление получило название мутаротации. Явление мутаротации связано с установлением равновесия между циклическими и открытыми цепными

модификациями глюкозы, каждая из которых обладает своим удельным вращением, а их смесь — средней величиной удельного вращения, равной $52,5^\circ$. Свежеприготовленный водный раствор α -формы D-глюкозы имеет удельное вращение $112,2^\circ$, а раствор β -формы D-глюкозы — $17,5^\circ$. При стоянии удельное вращение водного раствора α -формы D-глюкозы снижается, так как D-глюкоза частично переходит в β -форму. Образующаяся смесь содержит 36 % α -формы D-глюкозы и 64 % β -формы D-глюкозы, а удельное вращение этой смеси двух форм глюкозы равно $52,5^\circ$.

Небольшие различия в строении гексоз приводят к тому, что они с разной интенсивностью сбраживаются дрожжами. Легче всего сбраживаются глюкоза и фруктоза, слабее манноза и с большим трудом галактоза.

Все гексозы обладают восстановительными свойствами, и их растворы восстанавливают из окисных соединений меди закись меди Cu_2O . На этой реакции основаны классические методы определения сахаров в пищевых продуктах.

Д-глюкоза (декстроза, виноградный сахар) широко распространена в природе; ее находят в листьях, плодах, овощах, семенах растений, меде и т. д. Остатки глюкозы входят также в состав молекул многих более сложных соединений — сахарозы, крахмала, клетчатки, гликозидов, некоторых протендов и др.

В организме человека и животных глюкоза содержится в небольшом количестве, преимущественно в крови, лимфе, мышечной ткани. Нормальное содержание глюкозы в крови человека от 80 до 120 мг на 100 г.

В промышленности глюкозу получают при кислотном гидролизе крахмала. Чаще всего для этой цели используют соляную кислоту.

Глюкозу широко применяют в кондитерской промышленности. Она служит также исходным материалом для получения аскорбиновой кислоты (витамина С).

Поскольку глюкоза быстрее многих других сахаров усваивается организмом человека, ее растворы применяют в медицине для инъекций больным или когда требуется быстро снять усталость мозга и мышц, поддержать содержание сахара в крови и восстановить запасы гликогена в печени.

Для определения глюкозы в присутствии фруктозы в пищевых продуктах пользуются йодометрическим мето-

дом. Под действием йода в щелочной среде глюкоза окисляется до глюконовой кислоты.

D-фруктоза (левулеза, плодовый сахар) распространена в растениях так же часто, как и глюкоза. Около 35 % фруктозы содержится в меде.

Фруктоза входит в состав полисахарида инулина, который находится в цикории, земляной груше, кокагызе. Она получается путем гидролиза инулина под действием серной кислоты. Фруктоза обладает высокими гигроскопическими свойствами, и поэтому ее иногда применяют там, где надо поддержать продукт во влажном состоянии. Она хорошо усваивается организмом человека; сбраживается дрожжами медленнее, чем глюкоза; от других сахаров отличается большей сладостью.

D-галактоза в свободном виде в природе не встречается. Она входит в состав олигосахаридов — лактозы, рафинозы, а также высокомолекулярных полисахаридов — агар-агара, различных гуми и слизей, гемцеллюлоз, пектиновых веществ.

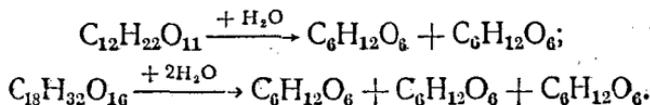
Галактоза получается гидролизом лактозы, сбраживается только так называемыми лактозными дрожжами, при окислении образует сначала D-галактоновую, а затем слизевую кислоту.

Полисахариды первого порядка (олигосахариды)

К ним относят дисахариды и трисахариды.

Дисахариды. Они построены из остатков двух молекул моносахаридов и имеют одинаковую молекулярную формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$. При этом в дисахариде могут соединяться две гексозы, две пентозы или гексоза и пентоза. Дисахариды можно рассматривать как гликозиды, так как две молекулы моносахаридов соединены между собой гликозидным гидроксилом одного моносахарида и одной из гидроксильных групп другого. При таком соединении двух молекул моносахаридов выделяется молекула воды. Подобно моносахаридам дисахариды легко растворяются в воде, образуя истинные молекулярные растворы.

При гидролизе молекулы дисахаридов образуются две молекулы моносахаридов, а при гидролизе рафинозы — три:



Сахароза (свекловичный или тростниковый сахар) представляет собой глюкозо-фруктозид. Она широко распространена в растениях и быстрее других сахаров передвигается по растению. В некоторых растениях она может накапливаться в больших количествах. Так, в сахарной свекле сахарозы до 24 %, в сахарном тростнике — до 26, в бананах — до 13, в сливах — до 9, в дынях — до 8,5, в яблоках — до 5,5, в моркови — до 6,4 %.

В СССР сахароза получается из сахарной свеклы, а в тропических и субтропических странах — из сахарного тростника. Хорошо очищенный сахар более чем на 99 % состоит из сахарозы.

Из сахарной свеклы сахарозу получают извлечением ее водой, очисткой водного раствора от сопутствующих веществ, концентрированием раствора и последующей ее кристаллизацией.

В настоящее время сахар является одним из наиболее распространенных продуктов питания населения многих стран. Полагают, что высокое содержание сахара в рационе питания, особенно пожилых и не занятых физическим трудом людей, является нежелательным из-за способности избыточного количества сахара превращаться в организме человека в жир. Избыточное потребление сахара приводит к развитию диабета.

Сахароза при гидролизе ферментом инвертазой или кислотами гидролизуется (инвертируется) с образованием равных количеств глюкозы и фруктозы. Смесь равных количеств глюкозы и фруктозы после гидролиза называется **инвертным сахаром**. Сахароза не сбраживается непосредственно дрожжами, но под действием фермента инвертазы превращается в глюкозу и фруктозу, которые сбраживаются.

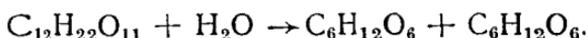
Мальтоза (солодовый сахар) в свободном виде в природе не встречается, а образуется в качестве промежуточного продукта при гидролизе под действием фермента амилазы (диастаза) или кислот.

В пищеварительном тракте человека крахмал пищи сначала подвергается действию фермента слюны птимальна, а затем панкреатического сока поджелудочной железы, в результате чего появляется мальтоза. Мальтоза распадается на глюкозу и усваивается организмом.

Мальтоза интенсивно образуется из крахмала при прорастании зерна, при этом в зерне накапливается фермент амилаза, под действием которого осахаривается бо-

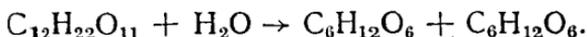
гатое крахмалом сырье (картофель, зерно). Зерно проращивают специально для получения солода, применяемого при производстве пива, этилового спирта, браги, кваса и других продуктов.

Мальтоза представляет собой D-гликозидглюкозу. При гидролизе молекула мальтозы расщепляется на две молекулы глюкозы:



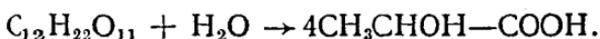
В молекуле мальтозы имеется свободный гликозидный гидроксил, и поэтому мальтоза, как и глюкоза, обладает восстанавливающими свойствами.

Лактоза (молочный сахар) содержится в молоке млекопитающих. Содержание лактозы в коровьем молоке достигает 4,7 %, в козьем — 4,5, в курысе — 6,5, в овечьем молоке — 4,0 %. При гидролизе лактозы образуются глюкоза и галактоза:



В молекуле лактозы имеется один свободный гликозидный гидроксил, и поэтому она, как и мальтоза, восстанавливает фелингову жидкость. Водные растворы лактозы склонны к потемнению, и это затрудняет получение молочных консервов, так как при повышенных температурах лактоза подвергается карамелизации, а продукт при этом приобретает коричневый цвет и специфический привкус. В сыродельной промышленности в качестве отхода получается сыворотка, содержащая лактозу. Из сыворотки выделяют значительные количества лактозы, которую используют в пенициллиновой промышленности для приготовления питательных сред.

Под влиянием молочнокислых бактерий лактоза сбраживается в молочную кислоту:

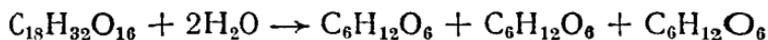


На свойстве лактозы превращаться в молочную кислоту основано получение кисломолочных продуктов.

Трегалоза (грибной сахар) содержится в пекарских дрожжах, грибах, некоторых водорослях. Она состоит из двух остатков глюкозы, связанных 1,1. В этом случае обе молекулы теряют свои гидроксилы, и поэтому трегалоза неспособна восстанавливать фелингову жидкость. Трегалоза сбраживается большинством дрожжей.

Трисахариды. Из трисахаридов в продуктах встречается рафиноза ($C_{18}H_{32}O_{16}$).

Рафиноза (мелитриоза) находится во многих растениях: в сахарной свекле, семенах хлопчатника, сои, гороха и др. При производстве свекловичного сахара рафиноза переходит в побочный продукт, называемый мелассой. При содержании в сахарной свекле до 20 % сахарозы содержание рафинозы составляет от 0,2 до 1 % из расчета на сахарозу. В процессе хранения свеклы содержание в ней рафинозы увеличивается. Рафиноза не содержит свободного гликозидного гидроксила и поэтому не восстанавливает фелингову жидкость. При кислотном гидролизе из рафинозы образуются глюкоза, фруктоза и галактоза:



Под действием фермента сахарозы от рафинозы отщепляется фруктоза и остается дисахарид **меллибиоза** ($C_{12}H_{22}O_{11}$).

Степень сладости сахаров. Сахара обладают сладким вкусом. Но существуют вещества несахарной природы, которые также отличаются сладким вкусом. К таким веществам относят сахарин, некоторые аминокислоты и др. Сахарин слаще сахарозы в 400 раз. Из ягод тропического растения диоскорефиллиум, произрастающего в Западной Африке, выделен белок монелин, который слаще сахарозы в 3000 раз. Полагают, что монелин можно применять для больных диабетом вместо сахарина, ксилита и сорбита. Из другого африканского растения тауматоккоккус выделен белок, который в 750—1000 раз слаще сахарозы.

Степень сладости сахаров определяется органолептически. Для таких определений пользуются чистыми растворами сахаров точной концентрации. Точно приготовленные растворы химически чистых сахаров различных концентраций помещают в мерную посуду. Перед испытанием того или иного раствора сахара небольшой стакан ополаскивают дистиллированной водой и вносят в него 10 мл. раствора определенной концентрации, который берут на 10 секунд в рот и отмечают вкусовое ощущение. Каждую пробу берут по несколько раз.

Установлено, что **порог ощущения сладкого вкуса**, т. е. минимальные количества сахаров, при которых ощущается сладкий вкус, составляет для

фруктозы 0,25 %, для сахарозы — 0,38, для глюкозы — 0,55 %.

Если сладость сахарозы принять за 100, то сладость других сахаров выражается следующими значениями: фруктоза — 173; инвертный сахар — 130; глюкоза — 74; мальтоза — 32; рамноза — 32; галактоза — 32; рафиноза — 23; сорбоза — 48; ксилоза — 40; лактоза — 16.

Полисахариды второго порядка (полиозы)

Молекулы полисахаридов второго порядка состоят из сотен и тысяч остатков молекул моносахаридов. Эти полисахариды можно рассматривать как ангидриды моносахаридов $(C_6H_{10}O_5)_n$, построенных из остатков одного какого-либо моносахарида или остатков различных моносахаридов и их производных. Остатки моносахаридов связаны между собой гликозидообразно в длинные цепи.

Полисахариды второго порядка встречаются преимущественно в растениях, некоторые из них (целлюлоза, гемицеллюлозы, протопектин) образуют в растениях опорные ткани, а другие (крахмал, инулин) служат в растениях запасными веществами. Полисахарид гликоген, называемый животным крахмалом, в организме человека и животных является запасным веществом, а хитин у насекомых служит структурным компонентом.

К р а х м а л $(C_6H_{10}O_5)_n$ в растениях находится в виде крахмальных зерен, различающихся по свойствам и химическому составу как в одном и том же растении, так и в разных растениях. Он откладывается в качестве запасного вещества в клубнях, корнях, плодах и других частях растений.

Наиболее богаты крахмалом зерна злаковых. Так, содержание крахмала в пшенице достигает 70 %, во ржи — 65, в кукурузе — 75, в рисе — 80, в горохе — 60, в картофеле — 24 %.

В пищевых рационах человека из всех углеводов на долю крахмала приходится до 80 %.

Крахмальные зерна имеют различную форму и размер, характерные для отдельных растений. Так, зерна рисового крахмала мелкие, у картофельного — они обычно крупные, овальные и имеют слоистое строение. Поэтому по форме зерен под микроскопом можно определить природу крахмала (рис. 2).

Рентгеноскопические исследования показали, что крахмальные зерна обладают кристаллической структурой и отдельные кристаллы группируются в тонкие микрокристаллы.

Диаметр крахмальных зерен от 0,002 до 0,15 мм; наибольший размер имеют зерна картофельного крахмала, наименьший — рисового. Плотность крахмала близка к 1,5. Характерной реакцией на крахмал является его окрашивание йодом в синий цвет.

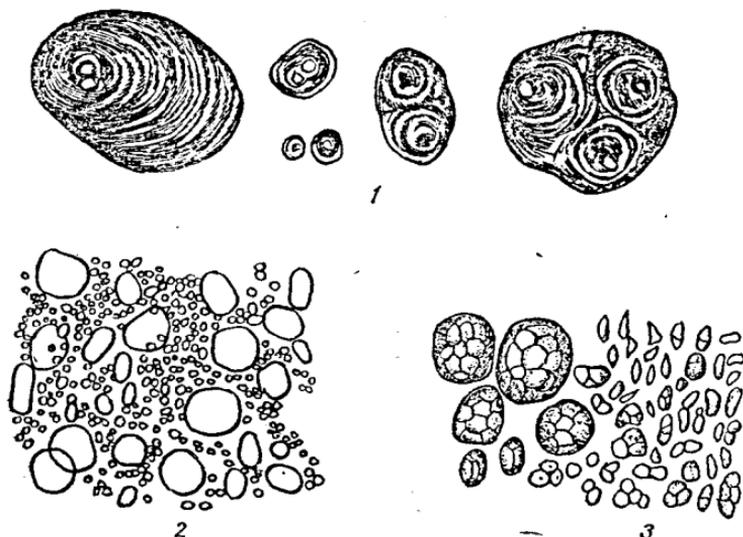


Рис. 2. Зерна крахмала под микроскопом:
1 — картофельного; 2 — пшеничного; 3 — кукурузного

Крахмал способен поглощать воду. Помещенный в насыщенную парами воды атмосферу он поглощает влагу до 30 % собственной массы; крахмал способен отнимать воду даже от 90 %-ного этилового спирта.

Крахмал не растворяется в холодной воде и лишь слегка набухает. В горячей воде он образует густой, вязкий коллоидный раствор — крахмальный клейстер. Температура клейстеризации картофельного крахмала 62,5 °С, пшеничного — 67,5, рисового — 61,2 кукурузного — 62,5, ячменного — 80 °С.

Крахмальные зерна на 96,1—97,6 % состоят из углеводов, образующих при гидролизе глюкозу. Зерна содержат от 0,2 до 0,7 % минеральных веществ (главным образом фосфорную кислоту) и до 0,6 % жирных кислот, адсорбированных на углеводной части крахмала. В карто-

фельном крахмале фосфорная кислота связана фосфорно-эфирной связью с углеводной частью, и от этого зависят многие физические и химические свойства картофельного крахмала.

Крахмал не однороден по составу углеводной части; он состоит из полисахаридов амилозы и амилопектина, которые различаются по строению, физическим и химическим свойствам.

Амилоза растворяется в горячей воде при температуре 80 °С и образует слабвязкие растворы. Амилопектин только набухает в горячей воде и образует вязкий клейстер. Поэтому крахмальный клейстер можно рассматривать как раствор амилозы, который сгущен коллоидально-растворенным амилопектином.

Содержание амилозы и амилопектина в зернах крахмала разного происхождения неодинаково (%):

| | Амилоза | Амилопектин |
|--------------------------|---------|-------------|
| Крахмал картофельный | 19—22 | 78—81 |
| Крахмал пшеницы | 22—24 | 76—78 |
| Крахмал кукурузы | 21—22 | 78—79 |
| Крахмал риса | 16—17 | 83—84 |

Молекулы амилозы представляют собой неразветвленные длинные цепи, содержащие 1000—1600 остатков глюкозы общим молекулярным весом 160 000—1 000 000 (рис. 3). Глюкозные остатки в молекуле амилозы связаны за счет первого и четвертого атомов углерода с помощью α -гликозидной связи.

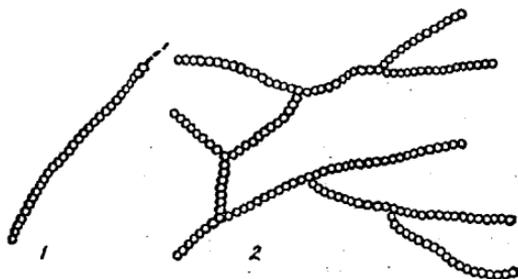


Рис. 3. Схема строения молекулы:
1 — амилозы; 2 — амилопектина

Молекулы амилопектина также состоят из цепей глюкозных остатков, но в отличие от амилозы эти цепи сильно разветвлены. В амилопектине, кроме связи остатков глюкозы α -1,4-гликозидной связью, имеются еще α -1,6-гликозидные связи, т. е. первый атом одного глюкозного

остатка связан с шестым атомом другого глюкозного остатка с помощью α -гликозидной связи.

При гидролизе слабыми растворами кислот крахмал в течение нескольких дней при комнатной температуре становится растворимым в виде слегка вязкого раствора.

При кислотном или ферментативном гидролизе с помощью фермента амилазы, которого много в проросшем зерне и соке поджелудочной железы, а также птимальная слюны крахмал превращается в мальтозу. В качестве промежуточных продуктов при гидролизе крахмала получают декстрины. На первом этапе гидролиза декстрины мало отличаются от крахмала. Сначала образуется амилодекстрин, который окрашивается йодом в фиолетово-синий цвет. Амилодекстрин переходит в эритродекстрин, дающий при взаимодействии с йодом красно-бурый цвет. При дальнейшем гидролизе появляются ахродекстрин и мальтодекстрин, не окрашивающиеся йодом, и мальтоза. При длительном гидролизе крахмала соляной или серной кислотой образовавшаяся мальтоза расщепляется до глюкозы. На этом основано получение крахмальной патоки и глюкозы, широко используемых в кондитерской, ликеро-водочной и других отраслях пищевой промышленности.

Инулин $(C_6H_{10}O_5)_n$ содержится в клубнях и корнях некоторых растений: в клубнях земляной груши — около 17 %, в клубнях георгина — 18, в корнях цикория — 15—17, в корнях одуванчика — 17 %.

Инулин легко растворяется в теплой воде, образуя при этом коллоидные растворы. Он не окрашивается йодом и не восстанавливает фелингову жидкость. При кислотном гидролизе или под действием фермента инулазы инулин превращается во фруктозу.

Гликоген (животный крахмал) $(C_6H_{10}O_5)_n$ близок по строению к амилопектину, содержится в различных тканях человека и животных, а также в грибах, дрожжах, зерне кукурузы. В печени человека содержание гликогена достигает 20 %, он служит запасным веществом; в мышцах количество его достигает до 0,9 %, в сердечной мышце — около 0,5, в мозге — 0,20 %.

Молекула гликогена состоит примерно из 30 000 остатков глюкозы.

Гликоген растворяется в теплой воде, образуя коллоидный опалесцирующий раствор. С йодом дает красно-бурое окрашивание. При гидролизе гликоген подобно крахмалу превращается сначала в декстрины, затем в мальтозу и

глюкозу. Молекулярный вес различных гликогенов колеблется от 400 000 до 4 000 000.

Клетчатка $(C_6H_{10}O_5)_n$ составляет основную массу органического вещества на земном шаре и является главной структурной частью клеточных стенок хлорофиллоносных растений. Содержание клетчатки в древесине достигает 50—70 %, а хлопок почти на 90 % состоит из клетчатки.

Пищевые растения и продукты их переработки содержат мало клетчатки. Так, в зерне пшеницы и ржи количество клетчатки составляет от 1,7 до 2,5 %, в крупе манной, макаронных изделиях, очищенном рисе — 0,2—0,4, в гречневой крупе — 1,0—2,0, в плодах — 0,5—1,3, в овощах — 0,7—2,8, в клубнях картофеля — 0,7—1,0 %.

Клетчатка не растворяется в воде и других растворителях, за исключением реактива Швейцера, состоящего из раствора гидрата окиси меди в аммиаке. При полном гидролизе крепкой серной или соляной кислотой из клетчатки образуется глюкоза. При гидролизе теми же кислотами, но более слабой концентрации или ферментом целлюлазой конечным продуктом гидролиза оказывается дисахарид целлобиоза, построенный из двух остатков α - и β -D-глюкозы.

Молекулярный вес клетчатки от 50 000 до 500 000. Согласно рентгеноструктурным данным молекулы целлюлозы соединены в пучки или волокна, состоящие из параллельных цепей, скрепленных поперечными водородными связями.

В пищеварительном тракте человека не вырабатываются ферменты, которые могли бы подвергать клетчатку гидролизу. Однако многие микроорганизмы вырабатывают весьма активные ферменты, расщепляющие клетчатку до простейших составных частей. Такие микроорганизмы широко встречаются в природе, особенно они активны в кишечнике животных. Благодаря этим микроорганизмам многие животные легко усваивают клетчатку. В кишечнике человека также находятся в небольшом количестве бактерии, которые выделяют фермент целлюлазу, частично расщепляющую нежную клетчатку картофеля, капусты, шпината, щавеля, салата и других продуктов до усвояемых организмом соединений. Клетчатка оболочек зерновых культур устойчива против целлюлаз и в желудочно-кишечном тракте человека не подвергается гидролизу.

Клетчатка усиливает перистальтику кишечника и тем самым способствует прохождению пищевых масс через кишечный тракт. Она обладает свойством выводить из организма холестерин, в результате чего у человека задерживается развитие атеросклероза.

Г е м и ц е л л ю л о з ы (п о л у к л е т ч а т к а) объединяют большую группу высокомолекулярных полисахаридов, нерастворимых в воде, но растворимых в слабых растворах щелочей и легко гидролизующихся под влиянием слабых кислот. При гидролизе кислотами гемицеллюлозы образуют маннозу, галактозу, арабинозу или ксилозу.

В зависимости от входящего в их состав моносахарида гемицеллюлозы называют г е к с о з а н а м и, к которым относятся галактан и маннан, и п е н т о з а н а м и, включающими арабан и ксилан.

Гемицеллюлозы сопутствуют клетчатке и находятся в семенах, орехах, кожице плодов и овощей, оболочках зерна, древесине и др.

П е к т и н о в ы е в е щ е с т в а в отличие от крахмала, клетчатки и других полисахаридов второго порядка построены из остатков галактуроновой кислоты, являющейся продуктом окисления глюкозы. Пектиновые вещества широко распространены в растениях — плодах, ягодах, овощах, листьях и др. Общее содержание пектиновых веществ составляет (%): в абрикосах — 0,5—1,2; в вишне — 0,4—0,8; в землянике — 0,5—0,8; в крыжовнике — 0,3—1,4; в яблоках — 0,3—1,5; в моркови — 0,3—0,5; в тыкве — 0,5—0,6.

Эти вещества неоднородны и встречаются в виде протопектина, пектина, пектиновой и пектовой кислот.

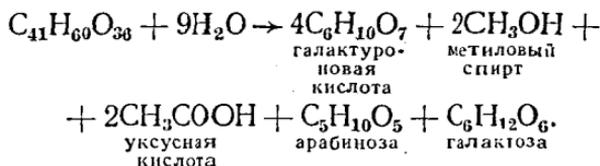
Пектиновые вещества играют очень важную роль в качестве регуляторов водного обмена в растениях. Обладая большой гидрофильностью, способностью к набуханию и коллоидальным характером растворов, они затрудняют испарение влаги из тканей растений и отдельных их органов.

В основе структуры пектиновых веществ лежит цепь из остатков D-галактуроновой кислоты, соединенных между собой 1,4-гликозидными связями. Пектиновым веществам в растениях обычно сопутствуют полисахариды: галактаны, построенные из остатков молекул галактозы, и арабаны (пентозаны), состоящие из остатков арабинозы.

Пектин является сложным эфиром метилового спирта и пектиновой кислоты. Молекулы пектиновой кислоты

содержат мало метоксильных групп, а молекулы пектовой кислоты не содержат их вовсе.

Из водных растворов пектин осаждается спиртом в виде студенистой массы. Под действием разбавленных щелочей или фермента пектазы от растворимого пектина отщепляется метиловый спирт и свободная пектиновая кислота, которая в присутствии кислоты и сахара уже не образует студни. Дальнейший гидролиз приводит к образованию пектовой кислоты, представляющей собой полигалактуроновую кислоту $C_{41}H_{60}O_{36}$, которая гидролизуется по такой схеме:



Протопектин нерастворим в воде и находится, по-видимому, в связанном с арабаном состоянии, образуя межклеточную прослойку в растительных тканях. Он служит как бы цементирующим материалом для клеток плодов и овощей, обуславливая твердость тканей. Под действием кислот или фермента протопектиназы протопектин переходит в растворимый в воде пектин, который в присутствии кислот и сахара образует студни. Свойство пектина давать студни широко используется в кондитерской промышленности для производства желе, варенья, джема, мармелада, пастилы, зефира, карамельных начинок и др.

Процесс созревания плодов и овощей тесно связан с превращением в их тканях пектиновых веществ. При переходе протопектина в пектин ткани плодов и овощей становятся мягче и нежнее.

Для промышленных целей пектин в СССР получают из отходов яблок и других плодов и ягод при их переработке, а также из корзинок подсолнечника.

ЛИПИДЫ

Липиды объединяют природные органические вещества, многие из которых являются эфирами жирных кислот — в основном высокомолекулярных и спиртов — чаще многоатомных. Общими свойствами липидов являются их гидрофобность и нерастворимость в воде, но все они по-разному растворяются в органических раство-

рителях — эфире, бензине, хлороформе, толуоле, ацетоне, спирте и др.

Из липидов в товароведении пищевых продуктов изучают жиры, высокомолекулярные жирные кислоты и такие липоиды, как фосфоглицериды, воска, стерониды и некоторые другие. В значительных количествах липиды сосредоточены в семенах растений, ядрах орехов, а в животных организмах — в жировой и нервной тканях, особенно в мозговой.

Жиры в пищевых продуктах встречаются чаще и в больших количествах, чем другие соединения группы липидов. Как правило, жирам сопутствуют липоиды.

Жиры

Жиры входят в состав всех живых клеток растительного и животного происхождения, и поэтому они должны постоянно поступать с пищей.

Содержание жира в организме человека массой 70 кг составляет около 12 кг, из которых 9 кг служат источником потенциальной энергии.

Жиры в организме являются важным источником энергии, так как при полном сгорании 1 кг жира образуется в два с лишним раза больше энергии, чем из такого же количества белков и углеводов. Жиры участвуют также в пластических процессах организма и являются структурными элементами клеток. Значение жиров в питании человека повышается еще и потому, что в них растворяются биологически активные вещества — витамины А, D, E, K, фосфолипиды, ненасыщенные жирные кислоты, стеринны.

Природным жирам сопутствуют вкусовые и ароматические вещества, пигменты, липоиды, белки и другие соединения, которые влияют на качество и свойства жиров. Так, растительные жиры имеют желтоватый или зеленоватый цвет из-за наличия в них каротиноидов и хлорофилла. Желтый цвет сливочному маслу придают каротиноиды, зеленоватый цвет конопляному и оливковому маслам — хлорофилл. Специфический вкус отдельных жиров обусловлен кетонами, свободными жирными кислотами и др. Свободные жирные кислоты в жирах могут появляться в результате их гидролиза. При дальнейшем превращении жирных кислот часто образуются альдегиды, кетоны, перекисные и другие соединения.

Жиры широко используют при производстве многих пищевых продуктов. Они повышают вкусовые свойства

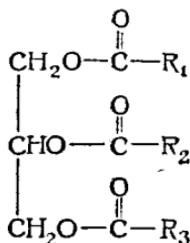
пищи, ее энергетическую ценность и вызывают длительное чувство насыщения.

По происхождению жиры делят на растительные и животные.

Растительные жиры, называемые маслами, делят на твердые и жидкие. К твердым жирам относят масло какао, кокосовое и пальмовое. Жидкие жиры в зависимости от свойств делят на невысыхающие (оливковое, миндальное и др.), полувывсыхающие (подсолнечное, хлопковое и др.) и высыхающие (льняное, конопляное, маковое и др.).

Животные жиры также подразделяют на жидкие и твердые. Различают жидкие животные жиры наземных животных (копытный жир) и жидкие жиры морских животных и рыб (рыбий жир, жир печени китовых). К животным твердым относят жиры говяжий, бараний, свиной, а также коровье масло.

Строение и свойства жиров. По химическому составу жиры представляют собой смесь сложных эфиров трехатомного спирта глицерина $C_3H_5(OH)_3$ и жирных кислот. Формулу триглицерида в общем виде можно представить так:



Для большинства жиров пищевых продуктов характерно наличие разнокислотных триглицеридов, содержащих в молекуле две или три различные жирные кислоты. Однокислотные жиры встречаются реже, чем разнокислотные. В отдельных видах жиров преобладают те или иные жирные кислоты. Так, в говяжьем сале основной жирной кислотой триглицеридов является оленновая, а в подсолнечном — линолевая.

Жиры различного происхождения отличаются друг от друга по составу жирных кислот. В природе известно около 70 различных жирных кислот, но наиболее часто в жирах встречаются только пять: пальмитиновая — $CH_3(CH_2)_{14}COOH$; стеариновая — $CH_3(CH_2)_{16}COOH$; олеи-

новая — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{—CH=CH—}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$; линолевая — $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH=CH—}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$; линоленовая — $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH=CH—CH}_2\text{—CH=CH—}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$. Из приведенных формул видно, что из пяти кислот две являются предельными и три непредельными.

Природные жиры, выделенные из свежих масличных семян растений или из жиросодержащих тканей животных, обычно бывают нейтральными полными эфирами, но в некоторых случаях, например при получении масла из незрелых и несвежих семян, может происходить частичный распад молекул жиров с выделением свободных жирных кислот и глицерина. Растворы жиров имеют кислую реакцию.

Свойства триглицеридов в основном обусловлены свойствами жирных кислот. Так, преобладание предельных или непредельных жирных кислот оказывает существенное влияние на температуру плавления жиров. Чем выше молекулярный вес предельных жирных кислот, тем выше температура их плавления (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6

| Название кислоты | Молекулярный вес | Температура плавления, °С |
|-------------------------|------------------|---------------------------|
| Масляная | 88 | —7,9 |
| Капроновая | 116 | —1,5 |
| Каприновая | 172 | 31,6 |
| Лауриновая | 200 | 44,2 |
| Пальмитиновая | 256 | 62,6 |
| Стеариновая | 284 | 69,3 |
| Арахидовая | 312 | 74,9 |

Непредельные жирные кислоты благодаря наличию в молекуле двойных связей обладают более низкой температурой плавления по сравнению с предельными, имеющими в молекуле то же количество атомов углерода (табл. 7).

Все жирные кислоты, входящие в состав жиров, содержат четное число атомов углерода — от 14 до 22, но чаще 16 или 18. Содержание непредельных жирных кислот, как правило, в растительных жирах выше, чем предельных (табл. 8).

Большинство растительных жиров, богатых непредельными жирными кислотами, остается в жидком со-

ТАБЛИЦА 7

| Название кислоты | Молекулярный вес | Температура плавления, °С |
|------------------------|------------------|---------------------------|
| Олеиновая | 282 | -14 |
| Линолевая | 280 | -5 |
| Линоленовая | 278 | -11 |
| Арахидоновая | 304 | -4 ... -5 |

ТАБЛИЦА 8

| Название жира | Содержание жирных кислот, % общего количества | | | | Температура плавления жира, °С |
|------------------------------|---|-------------|--------------|-----------|--------------------------------|
| | предельных | | непредельных | | |
| | пальмитиновой | стеариновой | олеиновой | линолевой | |
| Баранье сало | 26 | 28 | 39 | 3 | 44—50 |
| Говяжье сало | 28 | 24 | 44 | 2 | 42—49 |
| Сливочное масло | 28 | 12 | 30 | 27 | 28—30 |
| Подсолнечное масло | — | 9 | 39 | 46 | -21 |
| Хлопковое масло | 20 | 2 | 31 | 40 | -34 |

стоянии при температурах, близких к 0 °С и ниже. Только кокосовое масло и масло бобов какао при комнатных температурах остаются твердыми, так как в составе триглицеридов этих масел преобладают предельные жирные кислоты — пальмитиновая и стеариновая. Некоторые жирные кислоты имеют неприятный запах, особенно масляная, капроновая и каприловая.

Предельные жирные кислоты менее реактивны, чем непредельные. Так, в жирах морских животных и рыб содержатся жирные кислоты, в молекулах которых имеется четыре и пять двойных связей, и это обуславливает нестойкость таких жиров при хранении. Так, ржавчина, появляющаяся при хранении сельди, обусловлена окислением жиров с большим количеством двойных связей.

Жирные кислоты в триглицеридах находятся в различных сочетаниях. Так, в состав кокосового масла входит девять жирных кислот, а в состав льняного — только шесть. Это сказывается на свойствах жиров, образованных с участием разнообразных жирных кислот.

Температура плавления жиров при известных соотношениях в их составе жирных кислот будет ниже плавления каждой из кислот. Так, жир, состоящий из 47,5 % стеариновой кислоты и 52,5 % пальмитиновой кислоты, имеет температуру плавления 54,8 °С, тогда как стеариновая кислота плавится при 69—70 °С, а пальмитиновая — при 62 °С.

Усвояемость жиров в значительной степени зависит от их температуры плавления. Жир, поступающий из желудка в двенадцатиперстную кишку, должен быть в жидком состоянии, чтобы превратиться в тонкую эмульсию. Эмульгирование жира происходит под влиянием мыла, образующегося из свободных жирных кислот, которые всегда имеются в некотором количестве в пищевом жире, и щелочей поджелудочного сока. Эмульгирование жира вызывается также желчью, поступающей в двенадцатиперстную кишку, и холестерином, поступающим с желчью и с пищевыми продуктами. В процессе эмульгирования жир превращается в мельчайшие частицы, которые в целом имеют огромную поверхность, что обеспечивает быстрое воздействие на жировую раздробленную массу фермента липазы, расщепляющего триглицериды на глицерин и жирные кислоты. Чем выше температура плавления жира, тем он труднее усваивается.

По усвояемости жиры можно разделить на три группы:

с температурой плавления ниже 37 °С, усвояемость их составляет 97—98 %; к ним относят все жидкие растительные жиры, жиры молока, свиное топленое и гусиное сало, жиры других птиц и разных рыб;

с температурой плавления выше 37 °С, к которым относят тканевый жир рогатого скота; усвояемость такого жира около 90 %;

с температурой плавления 50—60 °С, такие жиры усваиваются плохо.

Температура плавления гусиного жира 26—34 °С, куриного — 33—40, свиного — 36—46, говяжьего — 31—38, бараньего — 44—51, коровьего масла — 26—32, подсолнечного масла — 21, хлопкового масла — 34 °С. В различных тканях одного и того же животного в зависимости от расположения тканей жир имеет разную температуру плавления.

В растениях одного и того же вида состав и свойства жира могут колебаться в зависимости от климатических условий произрастания. Растительные жиры растений

южных районов чаще содержат больше низкомолекулярных жирных кислот.

Жидкие растительные жиры с помощью катализаторов могут превращаться в твердые путем насыщения водородом непредельных жирных кислот. Процесс этот носит название гидрогенизации. Гидрогенизированные жиры широко используют в пищевой промышленности для получения маргарина. По месту двойных связей к жирным кислотам могут присоединяться кислород, бром, йод и некоторые другие простые и сложные вещества.

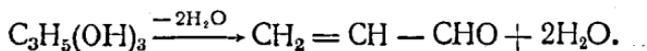
В чистом виде жиры растворимы в растворителях — серном и петролейном эфирах, хлороформе, сероуглероде, четыреххлористом углероде, бензине и др. Некоторые растворители, в особенности бензин, находят промышленное применение при получении жиров из масличных семян методом экстракции, при котором семена после измельчения обрабатывают растворителем, извлекающим жир, а затем раствор жира в растворителе подвергают дистилляции.

Жиры способны растворять некоторые ароматические вещества. Поэтому при складировании с продуктами, имеющими запах (сливочное масло и сельдь или масло и чай), жиры могут приобретать несвойственный им аромат.

Жиры нерастворимы в воде, но в присутствии белковых слизистых или некоторых других веществ, называемых эмульгаторами, способны образовывать с водой стойкие эмульсии. На этом свойстве жиров основано получение маргарина, майонеза, различных кремов. Сами жиры могут растворять в пределах температуры до 100 °С небольшое количество воды, не превышающее 1 % массы жира. Жиры обладают плохой теплопроводностью, поэтому жировая ткань хорошо развита у водных млекопитающих животных — китов, моржей, тюленей и др.

Плотность жиров колеблется от 0,92 до 0,95 и уменьшается с увеличением содержания в них высокомолекулярных жирных кислот.

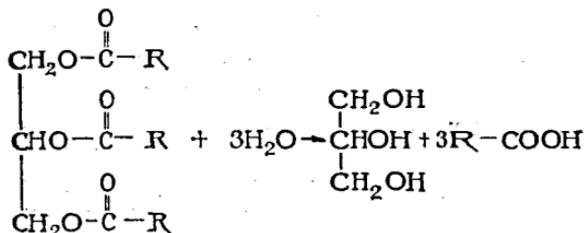
При сильном нагревании до 250—300 °С жиры разрушаются с выделением свободных жирных кислот и различных смолособразных продуктов их полимеризации. Эти продукты образуются и при жарке пищи. При этом глицерин расщепляется до акролеина, обладающего резким и неприятным запахом, который вызывает раздражение слизистых оболочек носа, горла и слезотечение:



Температура кипения акролеина 52,4 °С.

Жиры относятся к группе нестойких соединений, подвергающихся главным образом реакциям гидролиза, окисления и гидрогенизации.

В процессе гидролиза жиры расщепляются на глицерин и свободные жирные кислоты:



Важное значение при гидролизе жиров имеет присутствие воды, так как она принимает непосредственное участие в реакциях. Гидролиз жиров ускоряется под действием содержащихся в них ферментов липаз, а также ферментов микроорганизмов и сопутствующих жирам веществ — белков, липоидов, слизи и др. Реакция гидролиза жиров усиливается при повышении температуры.

Гидролиз жиров используют в жироперерабатывающей промышленности при получении мыла, глицерина и некоторых других продуктов.

Едкие щелочи (NaOH и KOH) также вызывают гидролиз жиров. Этот процесс называют омылением, так как в результате воздействия NaOH или KOH образуются натриевые или калиевые соли жирных кислот, называемые мылами.

Окисление жиров представляет собой реакцию непредельных жирных кислот с кислородом. Эта реакция активизируется под действием света, кислорода, тепла и некоторых веществ, содержащихся в жирах. Масло, хорошо очищенное от сопутствующих веществ, изолированное от кислорода воздуха, в темноте сохраняется в течение длительного времени. Присутствие в жирах таких металлов, как кобальт, марганец, медь, железо и некоторых других, ускоряет процесс окисления. Металлы в реакциях окисления играют роль катализаторов.

В процессе окисления жиры прогоркают и претерпевают изменения, которые резко ухудшают их пищевое достоинство. Они часто становятся непригодными для употребления в пищу из-за неприятного жгучего или

горького вкуса и резкого запаха. Быстрее прогоркают жиры, содержащие непредельные жирные кислоты, особенно олеиновую, линолеовую и линоленовую.

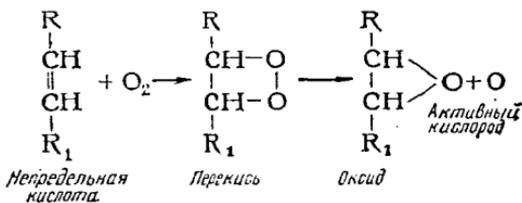
Предельные жирные кислоты реакциям самоокисления не подвергаются.

Существуют различные теории обоснования причин прогоркания жиров. По одной из них наличие в жирах воды, белков и слизистых веществ создает благоприятные условия для развития микроорганизмов, которые совместно с тканевыми ферментами вызывают расщепление жиров с образованием свободных жирных кислот.

Однако накопление свободных жирных кислот еще не обуславливает прогоркания жиров. Микроорганизмы могут расщеплять сопутствующие жирам вещества, в результате чего появляются неприятные запах и вкус.

Другая теория объясняет причину прогоркания жиров окислительными процессами под влиянием кислорода воздуха и света, в результате чего образуются альдегиды, кетоны и соединения перекисного характера.

На основании большого количества исследований сделаны выводы, что прогоркание жиров вызывается исключительно окислительными процессами. Согласно этой теории непредельные жирные кислоты или жиры при самоокислении присоединяют по месту двойной связи кислород и превращаются в перекись, переходящую с отщеплением атома кислорода в оксид:



В дальнейшем оксиды могут перейти в кетокислоты, пероксиды и оксикислоты. Под действием озона, находящегося в воздухе, возможно также образование из непредельных жирных кислот альдегидов и кетонов. Следовательно, в процессе самоокисления в прогорклых жирах накапливаются разнообразные продукты распада.

В настоящее время механизм самоокисления жиров объясняется на основе цепной реакции, предложенной академиком Н. Н. Семеновым. Согласно этой теории окисление жиров проходит по цепной реакции с образованием свободных радикалов и их дальнейшим превращением.

Многие пищевые продукты, содержащие значительное количество жира, способны прогоркнуть во время хранения, например пшено, кукурузная мука, орехи, семена подсолнечника, растительные и коровье масла и др.

Прогоркание сливочного и топленого коровьего масла и маргарина под действием света сопровождается явлением о с а л и в а н и я, которое состоит в том, что масло белеет на поверхности и приобретает свойственные салу вкус и запах. Осаливание масла — результат перехода под действием света непредельных жирных кислот в оксистероиновые кислоты, имеющие белый цвет.

В природных жирах часто присутствуют или добавляются специально вещества, препятствующие окислению; они тормозят окислительные процессы и тем самым замедляют порчу жиров. Такие вещества называют а н т и о к с и д а н т а м и. Роль естественных антиоксидантов в растительных жирах играют токоферолы (витамины E), фенольные соединения, витамин C и др.

Для длительного хранения пригодны только хорошо очищенные жиры, свободные от остатков тканей, белковых слизистых веществ и с минимальным количеством воды. Хранить жиры необходимо хорошо упакованными для предохранения от действия воздуха и света, при пониженных температурах, в чистых помещениях.

Содержание жиров в пищевых продуктах. Жиры широко распространены в пищевых продуктах (табл. 9).

ТАБЛИЦА 9

| Название продукта | Примерное содержание жиров в пищевых продуктах, % на сырую массу | Название продукта | Примерное содержание жиров в пищевых продуктах, % на сырую массу |
|--------------------------------|--|---------------------|--|
| Семена: | | Хлеб ржаной . . . | 0,4—0,6 |
| подсолнечника | 35—55 | Овощи свежие | 0,1—0,5 |
| конопли | 31—38 | Фрукты свежие . . . | 0,2—0,4 |
| мака | 40 | Говядина | 3,8—25,0 |
| Какао-бобы | 55 | Свинина | 6,3—41,3 |
| Орехи арахиса | 40—55 | Баранина | 5,8—33,6 |
| Орехи грецкие (ядра) | 58—74 | Рыба | 0,4—20 |
| Хлебные злаки: | | Молоко коровье | 3,5—4,5 |
| пшеница | 1,5 | Масло сливочное | 80,0—84,0 |
| рожь | 2,0 | Яйца | 12,1 |
| овес | 6,0 | | |

Из табл. 9 видно, что высоким содержанием жиров отличаются сливочное масло, жирная свинина, семена растений и особенно ядра грецких орехов.

Потребность в жирах зависит от возраста, характера работы, климатических условий и других факторов, но в среднем в сутки взрослому человеку необходимо от 80 до 100 г жиров. Из этого количества не менее 20—30 г должны составлять жиры растительные, 25—30 г — молочный жир, а остальное — другие пищевые жиры. Следовательно, в суточном рационе должно быть примерно 70 % животных и 30 % растительных жиров. Избыточное потребление жира приводит к его отложению в организме и нарушению обменных процессов.

Растительные жиры содержат непредельные жирные кислоты, из которых наиболее важное значение имеют линолевая и линоленовая. Эти кислоты в организме человека используются для синтеза очень важной непредельной арахидоновой кислоты. Без указанных трех непредельных жирных кислот (линолевой, линоленовой и арахидоновой) задерживается нормальное развитие организма, нарушается холестериновый обмен и ускоряется развитие атеросклероза.

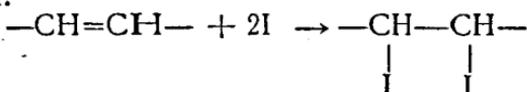
Физико-химические показатели жиров. Жиры характеризуются некоторыми общими физико-химическими показателями, к которым относятся плотность, температуры плавления и застывания, число рефракции, вязкость, кислотное число, число омыления, йодное число и др. Сопоставление полученных при анализе физико-химических показателей позволяет установить природу и качество жира. Чаще других определяют кислотное число, число омыления, йодное число.

Кислотное число показывает, сколько миллиграммов едкого калия требуется для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в грамме жира. Свободные жирные кислоты накапливаются в жире при его гидролизе. Чем более неблагоприятны и продолжительны условия хранения, тем больше накапливается свободных жирных кислот. Кислотное число характеризует свежесть и доброкачественность жира и богатых жиром пищевых продуктов.

Число омыления характеризуется количеством миллиграммов едкого калия, необходимого для нейтрализации как свободных, так и связанных с глицерином жирных кислот, содержащихся в грамме жира.

Йодное число показывает количество граммов

йода, которое может присоединиться к 100 г жира. Йод, как известно, может вступать в реакцию с непредельными жирными кислотами, присоединяясь к ним по месту двойных связей:



Чем больше ненасыщенных жирных кислот содержится в молекуле жира, тем большее количество йода он может связать. Так, йодное число бараньего сала — 31—45, говяжьего — 32—57, свиного — 50—75, масла подсолнечного — 120—130, конопляного — 140—167, льняного — 171—206. Чем выше йодное число, тем жир легче окисляется и менее устойчив при хранении.

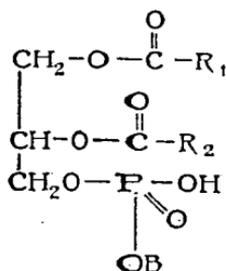
Липиды

Из липондов (жироподобных веществ) в пищевых продуктах чаще и в больших количествах встречаются фосфоглицериды, стерины и воска.

Большинство липондов содержится в каждой клетке, особенно богата ими нервная ткань, главным образом ткань мозга, а также ткани сердца и печени.

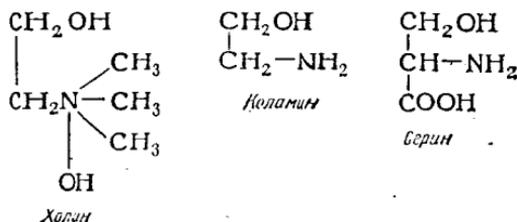
Основная масса липондов, содержащихся в клетках, сосредоточена в поверхностном слое протоплазмы, вследствие чего такой слой оказывается полупроницаемым. Благодаря этому в клетку проникают и выходят из нее все вещества, а только низкомолекулярные, растворимые в воде и липидах, что имеет важное значение для регулирования процессов обмена в организме. Липиды встречаются в тканях в свободном и непрочно связанном с белками состоянии.

Фосфоглицериды. Это близкие к жирам соединения, в состав которых, кроме жирных кислот и глицерина, входит остаток фосфорной кислоты и одно из азотистых оснований — холин, коламин или серин. Общая формула строения фосфатидов приведена ниже:



где OCR_1 и OCR_2 — остатки жирных кислот; В — остаток азотистого основания.

Формулы строения отдельных азотистых оснований следующие:

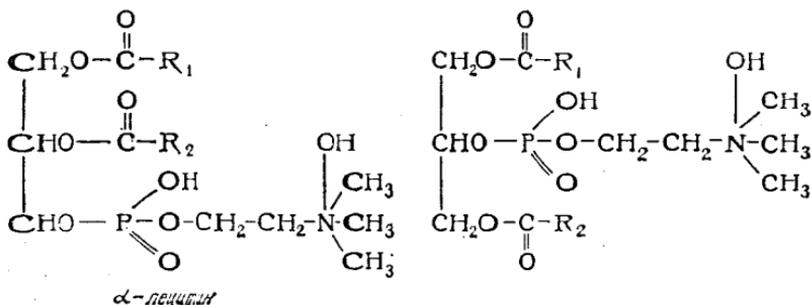


Фосфолипиды растворимы в жирах и органических растворителях. Благодаря наличию в молекуле остатка фосфорной кислоты фосфатиды могут образовывать стойкие эмульсии и коллоидные растворы.

Фосфолипиды, состоящие из остатков глицерина, жирных кислот, фосфорной кислоты и холина, называют лецитинами. Фосфолипиды, в которых вместо холина содержится остаток аминоэтилового спирта коламина, называют кефалинами. В состав лецитинов и кефалинов могут входить как предельные, так и непредельные жирные кислоты, от чего и зависит разнообразие свойств лецитинов и кефалинов. Лецитины различаются также местом связи в молекуле остатков фосфорной кислоты и остатками глицерина.

Если остаток фосфорной кислоты связан с одним из крайних гидроксильных, то получается α -лецитин, а если со средним, то β -лецитин.

Формулы строения α - и β -лецитинов следующие:



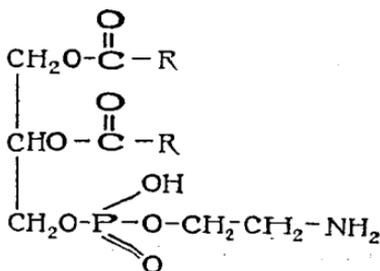
В чистом виде лецитины представляют собой воскообразное вещество белого цвета, которое обладает большой эмульсионной способностью и легко гидролизуется под действием фермента липазы. Лецитины раство-

римы в спирте эфире, но в отличие от жиров нерастворимы в ацетоне.

В больших количествах они находятся в клетках живогных тканей; растительные же ткани содержат лецитинов меньше. Так, содержание лецитина в яичном желтке — 9,4 %, в молочном жире — 1,3, в мозгу быка — 6, в грибах — 7, в горохе — 1,03, в сое — 1,65, в семенах подсолнечника — 0,41, в пшенице — 0,65, во ржи — 0,57 %.

Из растительных продуктов, содержащих значительное количество лецитина, например из сои, его выделяют в чистом виде. Он применяется в качестве эмульгатора в маргаринном и шоколадном производствах для повышения текучести шоколадной массы, в производстве мороженого, а также в медицине для введения в организм фосфора в легкоусвояемой форме.

Кефалины встречаются в тех же клетках и тканях, что и лецитины, но в меньших количествах. В природе известны только α -кефалины:



При хранении продуктов фосфоглицериды могут расщепляться под влиянием кислот, щелочей или соответствующих ферментов. Так, лецитин под влиянием фермента фосфатазы распадается на холин, жирные кислоты и глицеринфосфатную кислоту, которая под действием других ферментов дальше расщепляется на глицерин и фосфорную кислоту. В результате такого процесса повышается кислотность продукта.

Стерины. Стерины относятся к классу стероидов, к которым причисляют желчные кислоты, гормоны надпочечников, мужские и женские половые гормоны. В клетках эти соединения присутствуют в виде следов, и только представители одного класса стероидов — стерины — содержатся в клетках в заметных количествах.

Стерины — высокомолекулярные гидроароматические спирты. В организме они содержатся в свободном состоя-

нии и в виде эфиров с высокомолекулярными кислотами. Стерины, находящиеся в тканях животных, называют зоостеринами, в растительных — фитостеринами.

Представителем зоостеринов является высокомолекулярный спирт холестерин $C_{25}H_{45}OH$. В чистом виде холестерин — кристаллическое вещество белого цвета, нерастворимое в воде, но растворимое в эфире, хлороформе, бензоле, сероуглероде; температура плавления холестерина $148,5^{\circ}C$.

Холестерин и другие стерины в организмах содержатся в свободном состоянии и в виде эфиров с высокомолекулярными кислотами. Такие эфиры называют стероидами.

Холестерин находится во всех клетках животных организмов, особенно много его в животных жирах: в веществе нервов, головном мозге. Он играет важную физиологическую роль в жизни организма человека и животных, участвует в образовании некоторых гормонов надпочечников и других биологически активных веществ. В организм холестерин поступает с пищей и синтезируется самим организмом. Если холестерина в организме накапливается больше нормы, то создаются условия для нарушения обмена. Холестерин, откладываясь на стенках артериальных сосудов, становится причиной уменьшения просвета этих сосудов, что приводит к атеросклерозу, а скапливаясь в желчи, способствует развитию желчно-каменной болезни.

Известно, что жир в клетках находится в состоянии тончайшей эмульсии с белковыми веществами. Холестерин и его эфиры способствуют эмульгированию жира и стабилизации образовавшейся эмульсии; холестерин способен также связывать и обезвреживать в организме бактериальные гемотоксины.

Из фитостеринов в растительных продуктах встречаются эргостерины, ситостерины и стигмастерины. Фитостерины отличаются от холестерина и различаются строением боковой цепи, а также количеством и положением двойных связей в циклической системе и боковой цепи.

Из известных фитостеринов наиболее важное значение имеет эргостерол ($C_{27}H_{44}O$). При облучении ультрафиолетовыми лучами эргостерол переходит в витамин D.

Содержание стеринов в жирах следующее (%): в льняном масле — 0,42, в оливковом — 0,13, в хлопковом — 0,31, в кукурузном — 1,31, в коровьем — 0,07; в сале

свином — 0,09; в тресковом жире — 0,52; в жире яичных желтков — 1,6. Дрожжи в пересчете на сухое вещество содержат свыше 2 % стерина и стероидов. Из дрожжей выделяют эргостерин, служащий сырьем для получения витамина D.

Воска. Это группа жироподобных веществ, построенных эфинообразно из высокомолекулярных одноатомных спиртов и высших монокарбоновых жирных кислот. В отличие от жиров в образовании восков глицерин не принимает участия. Все воска при обычных условиях твердые. Воска, как и жиры, растворяются в эфире, хлороформе, бензине и некоторых других растворителях.

В состав восков также входят пальмитиновая, стеариновая, олеиновая и другие жирные кислоты с более высоким молекулярным весом: карнаубовая — $C_{24}H_{48}O_2$, церотиновая — $C_{27}H_{54}O_2$, монтановая — $C_{28}H_{56}O_2$ и др. В состав восков входят спирты: цетиловый — $CH_3(CH_2)_{14}CH_2OH$, н-гексакозанол — $CH_3(CH_2)_{24}CH_2OH$, н-октазанол — $CH_3(CH_2)_{26}CH_2OH$, н-трикозанол — $CH_3(CH_2)_{28}CH_2OH$.

В восках содержатся свободные жирные кислоты и высшие спирты, немного углеводов парафинового ряда, красящих и ароматических веществ. Общее количество сопутствующих воскам веществ может достигать до 50 %.

Различают воска растительного и животного происхождения. Воска в растениях и животных выполняют главным образом защитную функцию. В растениях воска покрывают тонким слоем листья, стебли, плоды, предохраняя их от смачивания, проникновения микроорганизмов и испарения влаги.

К представителям восков животного происхождения относятся пчелиный воск, ланолин — воск, содержащийся в овечьей шерсти, и спермацет, добываемый из черепных полостей кашалота. Различные воска широко используют при изготовлении свечей, помад, мыла, разных пластмасс и др.

АЗОТИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА

Азотистые соединения составляют значительную часть сухого вещества пищевых продуктов. К ним относятся белки, аминокислоты, амиды аминокислот, нуклеиновые кислоты (см. с. 91), аммиачные соединения, нитраты, нитриты и многие другие. В некоторых пищевых

продуктах находятся азотсодержащие соединения — производные ксантина (кофеин и теобромин), алкалоиды, гликозиды, представляющие собой соединения азотистых веществ с сахарами (амигдалин в горьком миндале, соланин в картофеле, синнигрин в хрене и т. д.).

Из азотистых соединений наиболее важное значение для питания человека имеют белки, которые встречаются в пищевых продуктах в значительно больших количествах, чем другие азотистые вещества.

Аминокислоты являются основными структурными компонентами молекул белка и в свободном виде появляются в пищевых продуктах в основном в процессе распада белка.

Амиды аминокислот содержатся в растительных продуктах в качестве естественной составной части. Так, в спарже находят 0,2 % амида аспарагина, а в капусте его 0,3 %.

Аммиачные соединения встречаются в пищевых продуктах в малых количествах в виде аммиака и его производных. Аммиак представляет собой один из конечных продуктов распада белка. Значительное содержание аммиака и аминов указывает на гнилостное разложение белков пищевых продуктов. Поэтому при исследовании свежести мяса и рыбы часто определяют содержание в них аммиака.

К производным аммиака относятся моноамины CH_3NH_2 , диметиламины $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ и триметиламины $(\text{CH}_3)_3\text{N}$, которые обладают специфическим запахом. Метиламин — газообразное вещество с запахом, сходным с аммиаком; содержится в некоторых растениях. Диметиламин — газообразное вещество с запахом, напоминающим запах селедочного рассола; чаще всего образуется при гниении белков рыбы и некоторых других продуктов. Триметиламин — газообразное вещество, содержащееся в заметных количествах в селедочном рассоле; в концентрированном виде обладает запахом, сходным с аммиаком, но в слабых концентрациях имеет запах гнилой рыбы.

Нитраты, т. е. соли азотной кислоты, в качестве естественного соединения пищевых продуктов, как правило, встречаются в незначительных количествах. Но в некоторых продуктах количество нитратов оказывается заметным. Так, в крапиве в пересчете на сухое вещество содержится до 5 % нитратов. Значительное содержание нитратов в тыкве и кабачках затрудняет производство из

них консервов в жестяной таре, так как нитраты сильно разъедают полуду и желье банок.

Нитриты вводят в очень малых количествах при посоле мяса и в колбасный фарш для придания мясу розового цвета. Но нитриты обладают высокой токсичностью, поэтому их количество при посоле мяса и производстве колбасных изделий строго лимитируется. Так, в мясной колбасный фарш добавляется раствор нитрита из расчета не более 0,005 % массы мяса.

Белки

Белки — наиболее сложные из азотистых соединений. Они являются важнейшими частями животных и растительных клеток. С белками связаны процессы обмена в организмах, способность к росту и размножению, раздражимость, защитная функция против микроорганизмов, создание опорных тканей—соединительных, хрящевых и костных, образование гормонов, антител, ферментов, участие в формировании клеточного субстрата. Клетка любого растительного и животного организма содержит смесь разных белков в виде важнейшей части протоплазмы и клеточного ядра. В животных в отличие от растений клеточные оболочки состоят из белков. Белки входят в состав межклеточных веществ и всех жидкостей организма, кроме нормальной мочи и желчи.

На особую роль белков указывал Ф. Энгельс: «Жизнь есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является *постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой*, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка»¹. «Повсюду, где мы встречаем жизнь, мы находим, что она связана с каким-либо белковым телом, и повсюду, где мы встречаем какое-либо белковое тело, не находящееся в процессе разложения, мы без исключения встречаем и явления жизни... Самые низшие живые существа, какие мы знаем, представляют собой не более как простые комочки белка, и они обнаруживают уже все существенные явления жизни»². Белки непрерывно разрушаются, и поэтому организму необходимо их ресинтезировать, обновлять.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 10, с. 616.

² Там же, с. 83.

В современном мире проблема белка является весьма актуальной. Особенно остро ощущает недостаток белка население малоразвитых стран, и в первую очередь бывших колоний. С недостатком белка в питании связана низкая средняя продолжительность жизни населения указанных стран и многие болезни, которых не знают народы развитых стран.

Растения способны синтезировать белки из углеводов и неорганических азотистых веществ, а организмы животных и человека для образования белков используют белки растений и животных.

От углеводов и жиров белки отличаются тем, что в их молекуле, кроме углерода, водорода и кислорода, всегда содержатся азот, часто сера, реже фосфор, железо, медь, йод, марганец, кальций и другие элементы. Состав белков каждой клетки и каждого биологического вида организмов отличается большим разнообразием и в то же время строгим постоянством.

Белки, несмотря на их огромное разнообразие по основным элементам, входящим в молекулу, мало различаются между собой. В молекуле белка углерод занимает 50,6—54,5 %, кислород — 21,5—23,5, азот — 15,0—17,6, водород — 6,5—7,3, сера — 0,5—2,5 %. Содержание других элементов в молекуле белка составляет от 0,3 до 0,00001 %. Содержание азота в белке является наиболее характерным и в большинстве составляет в среднем 16 %, поэтому по содержанию белкового азота в пищевых продуктах часто вычисляют процентное содержание белка.

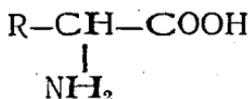
Молекулярный вес белков колеблется от 6000 до 1 000 000 и выше. Так, молекулярный вес белка альбумина молока равен 17 400, глобулина молока — 35 200, яичного альбумина — 45 000, эдестина — 310 000.

В организме животных и растений белок встречается в трех состояниях: жидком (молоко и кровь), сиропообразном (яичный белок) и твердом (волосы, шерсть, кожа). Обычно белки представляют собой аморфные вещества, но некоторые из них могут быть выделены в кристаллическом виде, например яичный и молочный альбумины, эдестин — белок конопляного семени, казеиноген молока, гемоглобин крови. Кристаллы белков не растворяются в воде, а только набухают (рис. 4).

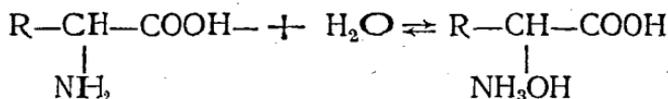
Благодаря большому молекулярному весу белки находятся в коллоидном состоянии и диспергированы (распределены, рассеяны, взвешены) в растворителе. Поэтому коллоидные растворы белков состоят из двух несмешиваю-

кислотную группу — карбоксильную, так и щелочную — аминную. Поэтому в водных растворах они обладают нейтральной реакцией, так как в каждой молекуле аминокислоты на одну кислотную группу приходится одна основная.

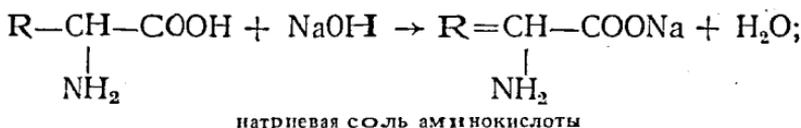
Аминокислоты относятся к амфотерным электролитам, они обладают свойствами кислот и оснований. В одном растворе карбоксильная группа отщепляет ионы водорода, и аминокислота начинает функционировать как кислота:



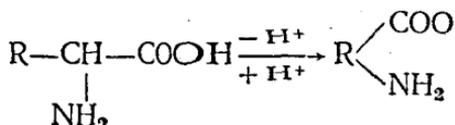
В то же время основные группы аминокислот в растворе являются источником гидроксильных ионов, что определяет основные свойства аминокислоты:



Следовательно, аминокислоты являются одновременно и кислотами, и основаниями. Поэтому в зависимости от состава раствора аминокислоты способны образовывать различные соли, реагируя как с кислотами, так и с основаниями:

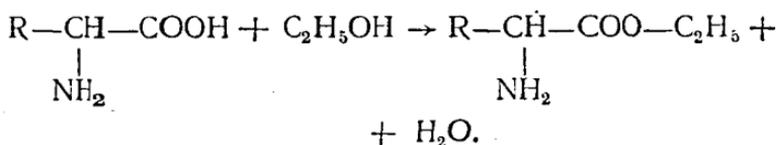


Водные растворы моноаминодикарбоновых кислот обладают щелочной реакцией, так как у них на одну основную группу приходится две кислотные. Диаминокарбоновые аминокислоты в водных растворах обладают щелочной реакцией. Все аминокислоты в водных растворах диссоциируют на ионы:



Существуют реакции, которые характерны для всех аминокислот и часто используются как для качественного, так и количественного их определения.

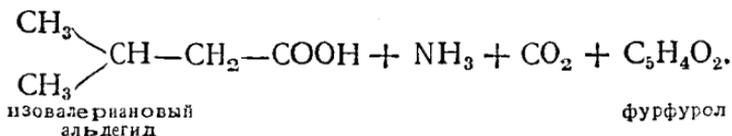
Карбоксильная группа аминокислот может реагировать со спиртами, образуя при этом сложные эфиры:



Разные аминокислоты со спиртами образуют эфиры, различающиеся физико-химическими свойствами. Реакция этерификации применяется для разделения и определения аминокислот путем фракционной перегонки.

Почти все аминокислоты реагируют с нингидрином (дикетогидриндегидратом), причем характер образующихся продуктов зависит от pH среды. Реакция с нингидрином широко применяется для идентификации и количественного определения свободных аминокислот по выделившемуся углекислому газу или по интенсивности образующейся синне-фиолетовой окраски. Реакция с нингидрином широко применяется в лабораторной практике при хроматографическом определении аминокислот на бумаге.

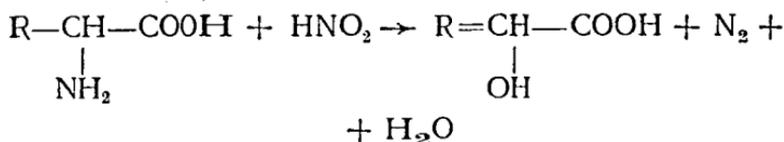
Аминокислоты могут вступать в реакцию с соединениями, содержащими карбонильную группу C=O, например с различными альдегидами и редуцирующими сахарами. При этой реакции происходит расщепление как исходной аминокислоты, так и реагирующего с ней редуцирующего сахара. При этом из аминокислоты образуются соответствующий альдегид, аммиак и углекислота, а из сахара — фурфурол или метилфурфурол. Так, при реакции аминокислоты с ксилозой образуется изовалериановый альдегид, аммиак, углекислота и фурфурол:



Альдегиды, образующиеся в результате взаимодействия аминокислот с редуцирующими сахарами, обладают определенным запахом, от которого в значительной степени зависит аромат многих пищевых продуктов — печеного хлеба, стерилизованного молока, чая, кофе и др.

Фурфурол и оксиметилфурфурол, получающиеся в результате расщепления сахара, легко вступают в соединение с аминокислотами и белками, образуя при этом темноокрашенные продукты, называемые меланоидинами. Образование меланоидинов является причиной потемнения многих пищевых продуктов при их изготовлении, сушке и хранении, например сушеного картофеля и капусты — при хранении, а солода, молока, фруктов и других продуктов — при сушке. Реакция образования меланоидинов проходит интенсивнее при повышенной температуре.

С азотистой кислотой реагируют аминокислоты, при этом выделяется азот:

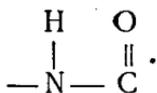


По количеству выделившегося азота судят о количестве аминокислот. Эта реакция служит также для количественного определения аминокислот по Ван-Сляйку.

Все аминокислоты, за исключением гликокола, являются оптически активными, т. е. способны в жидком и газообразном состоянии и в растворах вращать плоскость поляризации света. Все правовращающие аминокислоты обозначаются знаком «+», а левовращающие — знаком «-».

Свойства белков

Молекулы белков построены из остатков сотен и тысяч аминокислот, соединенных пептидной связью:



Такая связь образуется после выделения молекулы воды за счет аминокислотной группы одной аминокислоты и карбоксильной группы другой аминокислоты. Продукт соединения аминокислот называют пептидом. В зависимости от количества остатков аминокислот, образующих пептиды, различают дипептиды, трипептиды и т. д. Продукты соединения многих аминокислот называют полипептидами. Белок можно рассматривать как высокомолекулярный полипептид.

Многие полипептиды встречаются в свободном виде в тканях животных и растений. Так, простой полипептид глутатинон является сильным восстановителем и легко подвергается окислению. Глутатинон оказывает также большое влияние на активность многих ферментов, особенно тех, действие которых связано с превращением белков. Некоторые антибиотики, образующиеся микроорганизмами, например грамицидин, являются полипептидами. Они применяются в медицине для борьбы с патогенными микроорганизмами.

Отдельные белки различаются по аминокислотному составу, т. е. по количеству образующихся из них при гидролизе аминокислот. Аминокислотная последовательность является специфичной для определенного белка. В настоящее время известен аминокислотный состав многих белков, однако последовательность расположения аминокислот установлена только для небольшого количества белков.

Все белки по форме молекул делят на две основные группы: фибриллярные и глобулярные. Молекулы фибриллярных белков представляют собой нитевидные вытянутые полипептидные цепи; эти белки принимают участие в построении опорных тканей, особенно важно их участие в построении мышечной ткани. Молекулы глобулярных белков могут иметь форму от шаровидной до веретенообразно вытянутой и даже палочковидной. К глобулярным принадлежит преобладающее количество белков животных, растений и микроорганизмов. При нагревании белковых растворов или под действием спирта кислот, щелочей и некоторых других реагентов глобулярные белки могут превращаться в фибриллярные, теряя при этом свои нативные свойства.

Для каждого белка характерна структура, в которой он стабилен и проявляет свойственную ему биологическую активность. Различают первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белков. Составом и последовательностью аминокислот в молекуле обусловлена первичная структура белка. Первичные структурные элементы в молекуле белка часто имеют форму изогнутой спирали, называемой α -спиралью. Зная первичную структуру белка, можно написать полную его формулу. Длинные цепи белков изогнуты в виде спирали или образуют складки. Чаще всего распространена α -спираль, в которой пептидная цепь закручена по часовой стрелке. Такой способ свертывания полипептидной цепи характеризует вторичную структуру

белка. Если белковые молекулы изгибаются наподобие жгута и укладываются в клубок, образуя глобулу, то такую структуру белка называют третичной. Многие белки образуют комплексы из нескольких молекул, функционирующие как единое целое. Такие комплексы называют четвертичной структурой белка (миоглобин).

Белки многих пищевых продуктов (мяса, молока, плодов, овощей, зерна, яиц и др.) чрезвычайно сложны по строению, и воздействие на эти продукты высокой температуры, спирта, некоторых солей может приводить к нарушению конфигурации белков, а следовательно, к изменению их структуры и свойств.

Белки, состоящие из остатков α -аминокислот, содержат определенное количество аминных и карбоксильных групп, поэтому подобно аминокислотам также являются амфотерными электролитами. Они могут диссоциировать и как кислоты, и как основания. В щелочной среде белок будет диссоциировать как кислота, а в кислой как щелочь, поэтому в щелочном растворе молекулы белка будут заряжены отрицательно, а в кислом — положительно. Если через щелочной раствор белка пропускать электрический ток, то молекулы белка будут двигаться к аноду, а в кислом растворе — к катоду. В изоэлектрической точке, т. е. в той среде, в которой будет равенство положительных и отрицательных зарядов и когда электрический заряд равен нулю, белковые молекулы остаются неподвижными и не передвигаются ни к аноду, ни к катоду. Изоэлектрическая точка разная для различных белков. Так, изоэлектрическая точка белка пшеничного зерна глинадина равна рН 7,1, белка кукурузного зерна зеина — рН 6,2, белка семян конопли эдестина — рН 5,5, яичного альбумина — рН 4,8. В изоэлектрической точке растворы белка наименее устойчивы и легко осаждаются.

Очень важным свойством белков является их растворимость. Многие белки растворяются в воде, другие — только в солевых растворах или в спирте определенной концентрации, а некоторые нерастворяются вовсе. С растворимостью белков в известной степени связана их усвояемость организмом человека. Легче всего усваиваются растворимые белки и почти не усваиваются белки нерастворимые.

Белки оптически деятельны, так как они состоят из молекул аминокислот, которые являются оптически активными. Белки в растворах вращают плоскость поляризации влево, и только белок гемоглобин вращает плоскость поляризации вправо.

Классификация белков

В основу классификации белков положены их физико-химические и химические особенности. Белки делят на простые (протены) и сложные (протеиды). К простым относят белки, которые при гидролизе дают только аминокислоты, к сложным — белки, состоящие из простых белков и соединений небелковой группы, называемой протестической.

Простые белки. К простым белкам относят протамины, гистоны, альбумины, глобулины, проламины, глютелины, протенноиды.

Протамины отличаются небольшим молекулярным весом, не превышающим 10 000. В водных растворах они обладают щелочным характером, так как в молекуле этих белков содержится до 80 % остатков диаминомонокрибоновых кислот. Протамины находятся преимущественно в икре и мольках некоторых пород рыб.

Гистоны по свойствам близки к протаминам, растворимы в воде, а их растворы обладают щелочной реакцией. Встречаются они в животных продуктах, некоторые из гистонов входят в состав гемоглобина крови.

Альбумины растворимы в воде. При кипячении свертываются, а при действии на их водные растворы сернокислого аммония высаливаются. Содержат много серы — до 2,25 %. Важнейшими представителями этих белков являются альбумин яичного белка (овальбумин), лактоальбумин (белок молока), сывороточный альбумин крови, лейкозин пшеницы, легумелин гороха. Пена, образующаяся при варке плодов и овощей, частично состоит из свернувшихся растительных альбуминов.

Глобулины нерастворимы в чистой воде, но в 5—15 %-ных растворах нейтральных солей растворяются, при нагревании свертываются. Растительные глобулины труднее высаливаются и свертываются, чем животные. Глобулины широко распространены в пищевых продуктах. В горохе содержится белок легумин, в сое — глицинин, в семенах фасоли — фазеолин, в картофеле — туберин, в крови — фибриноген, в молоке — лактоглобулин, в яйцах — яичный глобулин; важнейший белок мышц — миозиноген.

Проламины незначительно растворяются в воде, но хорошо растворяются в 60—80 %-ном этиловом спирте, тогда как другие белки в спиртовых растворах указанной концентрации денатурируют и выпадают в осадок. Про-

ламнины встречаются только в семенах растений. К ним относятся глиадин семян пшеницы и ржи, горденин семян ячменя, зеин семян кукурузы, авенин семян овса и др.

Г л ю т е л и н ы встречаются исключительно в семенах злаковых и зеленых частях растений. Эти белки не-растворимы в воде, нейтральных солях и спирте, но растворимы в слабых растворах щелочей. Типичными представителями таких белков являются глютелин пшеницы и ржи, оризенин, глютелин кукурузы.

Проламины и глютелины при замешивании муки с водой образуют клейковину теста, благодаря которой оно приобретает эластичность.

П р о т е и н о н ы нерастворимы в воде, слабых кислотах и щелочах. Встречаются они только в тканях животных. К протейноидам относятся коллаген — основной белок кожи, костей и хрящей, эластин — белок сухожильный и соединительной ткани, кератин — белок волос, шерсти, копыт и рогов. Все протейноиды растворяются только при энергичной обработке кислотами и щелочами. Коллаген, долго нагреваемый в воде при 56—100 °С, переходит в растворимый клей, или глютин (желатин). Полагают, что образование глютина является результатом распада сложных мицелл коллагена на более простые.

Сложные белки. К сложным белкам относятся фосфопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, хромопротеиды и нуклеопротеиды.

Ф о с ф о п р о т е и д ы содержат остаток фосфорной кислоты. Фосфопротеидами являются казеиноген молока, вителлин яиц, иктулин икры рыб. С биологической точки зрения фосфопротеиды являются важным питательным веществом для растущих организмов. Казеиноген в воде почти нерастворим; в молоке он находится в виде кальциевой соли, которая под действием кислоты расщепляется, образуя гель свободного казеиногена, в результате чего происходит свертывание молока.

Г л и к о п р о т е и д ы — сложные белки, простетическими группами которых являются углеводы. При гидролизе гликопротеидов, кроме аминокислот и углеводов, нередко выделяются серная и уксусная кислоты. Основными представителями гликопротеидов являются муцины и мукоиды, которые входят в состав хрящей, костной ткани, роговицы глаз, а также встречаются в пищеварительных соках. Муцины обуславливают высокую вязкость слюны и тем самым способствуют легкому прохождению пищи через пищевод в желудок. Муцины обволакивают

слизистую оболочку желудка и кишечника и предохраняют ее от воздействия протеолитических ферментов, находящихся в желудочном и кишечном соках.

Л и п о п р о т е и д ы в качестве простетической группы содержат жиры и различные липонды — фосфолипиды, холестерин и др. В отличие от липидов липопропротеиды растворимы в воде и нерастворимы в органических растворителях — эфире, бензоле, хлороформе и др. Липопропротеиды чрезвычайно широко распространены в природе, они входят в состав пластид растительной клетки, плазмы крови и протоплазмы клеток, играют большую роль в образовании мембран растений и животных, регулирующих проникновение веществ из клетки и в клетку.

Прочность связи белков с жирами и липоидами у различных липопропротеидов неодинакова. Иногда эта связь бывает настолько прочной, что ее можно разрушить только при длительном гидролизе, но бывает и настолько слабой, что напоминает адсорбционную связь.

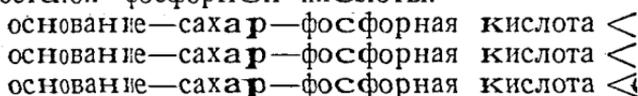
Х р о м о п р о т е и д ы состоят из простого белка и небелкового окрашенного соединения. Они весьма распространены в животных и растительных организмах. Примерами хромопротеидов могут служить соединения хлорофилла с белком, играющие важную роль в усвоении углекислоты воздуха растениями, гемоглобин крови, состоящий из белка и гема, с помощью которого осуществляется перенос кислорода и отчасти углекислоты кровью, а также гемоглобин — дыхательный пигмент мышечных клеток позвоночных и беспозвоночных животных. В состав гема входит атом двухвалентного железа, а в молекуле гемоглобина содержится четыре атома железа. Из этого следует, что в молекулу гемоглобина входят четыре гема. Очень близким к гему является зеленый пигмент хлорофилл, содержащийся в хлоропластах растений и придающий им зеленый цвет. Но в молекуле гема содержится железо, а в молекуле хлорофилла магний.

Н у к л е о п р о т е и д ы представляют собой белки, связанные с нуклеиновыми кислотами. Эти белки входят в состав любой клетки, являются компонентами ядра клетки и цитоплазмы, играют большую биологическую роль не только потому, что участвуют в образовании структурных элементов клеток, но и потому, что выполняют такие важные функции в организме, как передача наследственных свойств.

К группе нуклеопротеидов относятся и белки вирусов. Много нуклеопротеидов находится в за-

родыше семян злаковых растений — пшеницы, ржи и др.

Главным компонентом этих белков являются нуклеиновые кислоты. Они и представляют собой полимеры, состоящие из мононуклеотидов. В состав мононуклеотидов входят пуриновые и пиримидиновые основания, пентоза и остаток фосфорной кислоты:



В некоторых нуклеиновых кислотах в небольших количествах вместо пентозы находится глюкоза.

Состав нуклеотидов и последовательность их расположения характеризуют особенности отдельных нуклеиновых кислот.

Нуклеиновые кислоты обладают огромным молекулярным весом, превышающим иногда 10 000 000. Длина нуклеотидных цепочек в отдельных случаях достигает 0,5 см. Нуклеиновые кислоты находятся в клетках живых организмов вместе с белками, соединяются с ними, образуя нуклеопротеиды.

По структуре и функциям различают два типа нуклеиновых кислот — РНК (рибонуклеиновые) и ДНК (дезоксирибонуклеиновые). В молекуле РНК находится рибоза, в молекуле ДНК — дезоксирибоза (см. с. 47). Кроме того, РНК и ДНК различаются составом азотистых оснований, входящих в их молекулу (табл. 10). ДНК сосредоточена главным образом в ядрах клеток, а РНК — только в протоплазме.

ТАБЛИЦА 10

| Химическое соединение в составе нуклеиновых кислот | Тип нуклеиновых кислот | |
|--|------------------------|-------------------|
| | ДНК | РНК |
| Пуриновые основания | Аденин Гуанин | Аденин Гуанин |
| Пиримидиновые основания | Цитозин Тимин | Цитозин Урацил |
| Углеводы | D-дезоксирибоза | D-рибоза |
| Неорганическое соединение | Фосфорная кислота | Фосфорная кислота |

Нуклеиновым кислотам принадлежит важнейшая роль в биосинтезе макромолекул, в том числе белковых. Генетическую информацию переносит только ДНК.

Различное сочетание в цепочке нуклеиновых кислот отдельных компонентов обуславливает огромное разнообразие нуклеиновых кислот и выполняемых ими функций в живом организме.

Различают три типа РНК — информационную (и-РНК), транспортную (т-РНК) и рибосомальную (р-РНК). Информационная РНК снимает с ДНК ядра информацию и переносит ее к месту синтеза белка; является связующим звеном между ДНК и другими клеточными элементами, и в первую очередь с белками. Транспортная РНК выполняет функцию переносчика активированных аминокислот к месту синтеза белка; так как аминокислот в белках не менее 20, то должно быть не менее 20 разновидностей т-РНК; молекулярный вес т-РНК составляет 25 000—35 000. Рибосомальная РНК находится в рибосомах клетки, в которых происходит синтез белка; р-РНК обладает большим молекулярным весом (от 1 500 000 до 2 000 000), в состав ее молекулы входят до 4000—6000 нуклеотидов.

Содержание белков в пищевых продуктах

Содержание белков в пищевых продуктах колеблется в широких пределах. Более богаты белками продукты животного происхождения, а также бобовые и зерновые культуры. Фрукты, ягоды и большинство овощей содержат мало белков (табл. 11).

ТАБЛИЦА 11

| Название продукта | Содержание белка, % | Название продукта | Содержание белка, % |
|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Пшеница | 12—16 | Фрукты свежие . . | 0,5—1,5 |
| Рожь | 9—17 | Овоще свежие | 1—4,8 |
| Рис | 8—11 | Мясо | 14—20 |
| Горох | 23—30 | Рыба | 13—18 |
| Соя | 33—40 | Молоко | 3—4 |
| Мука пшеничная | 9,5—15 | Сыр | 22—29 |
| Картофель | 1,5—2 | Яйца | 12—13 |

Пищевая ценность белков обусловлена качественным и количественным составом входящих в них аминокислот. Чем полнее используется организмом человека белок пищи для синтеза тканевых белков и других соединений, тем выше его пищевая ценность. Наиболее ценны такие белки,

состав которых ближе всего к составу белков организма человека.

Более ценными для человека, как правило, являются белки животного происхождения, но это не значит, что человек должен питаться только животными продуктами. Белки злаковых и бобовых культур по аминокислотному составу также являются высокоценными.

В животных продуктах отсутствуют некоторые компоненты, которые очень необходимы организму человека, поэтому в рационе питания в определенных сочетаниях наряду с животными продуктами должны быть и растительные.

Белки в организмах человека и животных не только используются для создания и воспроизводства тканей, гормонов, ферментов, некоторых витаминов и других соединений, но также могут служить источником энергии.

При нормальном состоянии организмов и достаточном поступлении с пищей углеводов и жиров незначительная часть белков используется для энергетических целей.

Из 20 аминокислот, которые участвуют в построении белка, не все обладают одинаковой биологической ценностью.

Некоторые аминокислоты синтезируются организмом человека, и потребность в них удовлетворяется без поступления извне. Такие аминокислоты называют **заменимыми**. К ним относят гистидин, аргинин, цистин, тирозин, аланин, серин, глутаминовую и аспарагиновую кислоты, пролин, оксипролин, гликокол (глицин).

Другая часть аминокислот обязательно должна поступать в организм с пищей в готовом виде, и их называют **незаменимыми**. Некоторые из незаменимых аминокислот хотя и синтезируются в организме, но в таких малых количествах, что их недостаточно для удовлетворения потребностей организма в белках. Исключение из пищи хотя бы одной из незаменимых аминокислот делает невозможным синтез белка в организме.

К незаменимым аминокислотам относят триптофан, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, фенилаланин, треонин, валин.

Средняя суточная потребность взрослого человека в отдельных незаменимых аминокислотах следующая (г): валин — 3—4, изолейцин — 3—4, лейцин — 4—6, лизин — 3—5, метионин — 2—4, треонин — 2—3, триптофан — 1, фенилаланин — 2—4.

Примерное содержание незаменимых аминокислот в пищевых продуктах приведено в табл. 12.

| Название продукта | Содержание, % | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------|---------|-----------------|--------|----------|--------|-----------|-------------------|--|
| | незаменимых аминокислот (по данным Maria Krause, 1961 ¹) | | | | | | | | | |
| | Белка | трипто- фана | лейцина | изолей- цина | валина | треонина | лизина | метионина | фенил- аланина | |
| Молоко свежее | 3,5 | 0,05 | 0,34 | 0,22 | 0,24 | 0,16 | 0,27 | 0,09 | 0,17 | |
| Творог нежирный | 16,0 | 0,21 | 1,61 | 1,05 | 1,19 | 0,69 | 1,29 | 0,50 | 0,88 | |
| Сыр Швейцарский | 27,5 | 0,38 | 2,69 | 1,85 | 1,98 | 1,02 | 2,01 | 0,72 | 1,47 | |
| Говядина средней упитанно- сти | 17,5 | 0,20 | 1,43 | 0,92 | 0,97 | 0,77 | 1,53 | 0,43 | 0,72 | |
| Треска | 16,5 | 0,16 | 1,25 | 0,84 | 0,88 | 0,72 | 1,45 | 0,48 | 0,61 | |
| Горох лущеный | 24,5 | 0,26 | 2,03 | 0,38 | 1,37 | 0,95 | 1,80 | 0,29 | 1,24 | |
| Соевые бобы | 34,9 | 0,53 | 2,95 | 2,01 | 2,00 | 1,50 | 2,41 | 0,51 | 1,89 | |
| Яйца | 12,8 | 0,21 | 1,13 | 0,85 | 0,96 | 0,64 | 0,82 | 0,40 | 0,74 | |
| Картофель | 2,0 | 0,02 | 0,10 | 0,09 | 0,11 | 0,08 | 0,11 | 0,03 | 0,09 | |
| Морковь | 1,2 | 0,01 | 0,07 | 0,05 | 0,06 | 0,04 | 0,05 | 0,01 | 0,04 | |
| Помидоры | 1,0 | 0,01 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | 0,03 | |
| Мука пшеничная | 13,3 | 0,16 | 0,89 | 0,58 | 0,62 | 0,38 | 0,37 | 0,20 | 0,66 | |

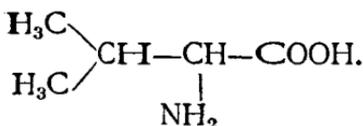
¹ Таблица Maria Krause приводится по кн.: Петровский К. С. Гигиена питания. М.: Медгиз, 1972, т. I, с. 30—34.

Из данных табл. 12 видно, что по составу и количеству незаменимых аминокислот весьма ценными являются такие продукты, как творог, сыр, мясо, треска и бобовые культуры.

Роль незаменимых аминокислот для организма человека недостаточно изучена, но все они выполняют важные функции.

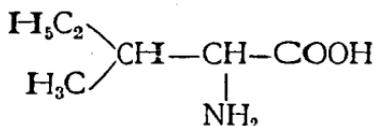
Недостаток той или иной аминокислоты в пище отражается в первую очередь на регенерации белков.

При отсутствии или недостатке в корме валина животные теряют аппетит и могут погибнуть или у них нарушается координация движений:



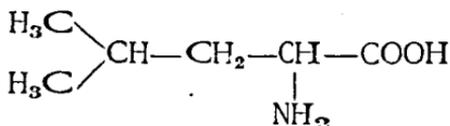
L-валин (α -аминоизовалериановая кислота)

Из лейцина необходим для роста молодого организма:



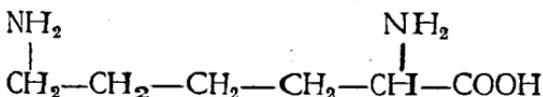
L-изолейцин (α -амино- β -этил- β -метилпропионовая кислота)

Лейцин особенно важен для роста молодых организмов. При недостатке лейцина в пище уменьшается масса тела. Лейцин широко распространен в животных и растительных белках и много его накапливается в пророщенном зерне:



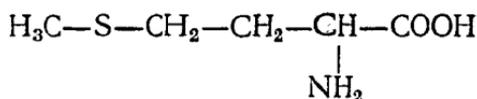
L-лейцин (α -аминоизокапроновая кислота)

Лизин является одной из наиболее важных незаменимых аминокислот. Недостаток лизина в пище приводит к нарушению кровообразования, снижению количества эритроцитов и уменьшению в них гемоглобина, истощению мышц, нарушению кальцификации костей:



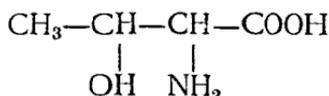
L-лизин (α -диаминокапроновая кислота)

Мет и о н и н играет важную роль в процессе роста и азотистого равновесия в организме. Значение метионина определяется еще тем, что в его молекуле имеется подвижная метильная группа CH_3 , которая может передаваться на другие соединения:



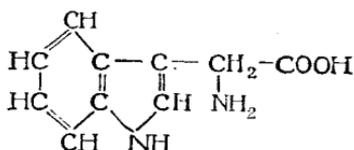
L-метионин (α -амино- γ -метилтион- ν -масляная кислота)

Тр е о н и н играет важную роль в развитии животных. Отсутствие в корме треонина вызывает уменьшение массы тела животных и последующую их гибель:

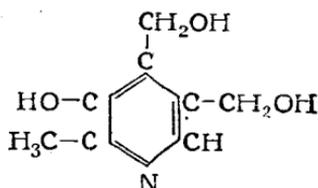


L-треонин (α -амино- β -оксималяная кислота)

Т р и п т о ф а н необходим для поддержания роста организмов, образования гемоглобина крови. Основными источниками триптофана являются белки мяса, молока, яиц, зерновых продуктов, особенно белки пшеницы и бобовых культур: L-триптофан (α -амино- β -индоллилпропионовая кислота)



Ф е н и л а л а н и н играет большую роль в деятельности щитовидной железы, он образует ядро для синтеза тироксина, входит в состав многих белков растительных и животных тканей: L-фенилаланин (α -амино- β -фенилпропионовая кислота)



Все белки пищевых продуктов условно делят на полноценные и неполноценные.

Полноценными называют белки, которые, будучи введены в организм с пищей в достаточном количестве, способны поддерживать жизнедеятельность и нормальное развитие организма. Такие белки содержат все незаменимые аминокислоты. Примером полноценных белков могут служить казеин молока и яичный альбумин.

Неполноценными называют белки, которые не содержат хотя бы одну из незаменимых аминокислот. Примером неполноценного белка является зеин кукурузы, который не содержит лизина и содержит мало триптофана, а также белок яичного желтка, в котором отсутствуют аминокислоты тирозин и триптофан. Питание только каким-либо одним неполноценным белком приводит к нарушению обмена веществ. Но человек никогда не употребляет в пищу какой-либо один белок, а в смешанной пище содержатся разные белки, поэтому наличие одного неполноценного белка в одном каком-либо продукте не может изменить полноценность пищи.

Усвояемость разных белков неодинакова. Если усвояемость белков молока принять за 100 %, то усвояемость белков мяса составит 90, картофеля — 80, пшеницы — 50, белков некоторых овощей — более 25 %. Растительные белки усваиваются хуже, чем животные, потому что в клетках растений они защищены клетчаткой и другими соединениями.

Белки пищи в желудочно-кишечном тракте под действием протеолитических ферментов расщепляются через ряд промежуточных продуктов до аминокислот, которые проникают в кровеносную систему и разносятся с кровью по тканям организма. Из комбинации различных аминокислот в организме создаются необходимые ему белки. Неиспользованные остатки белков подвергаются разрушению до более простых соединений и выводятся из организма.

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 различных более простых соединений — аминов, жирных кислот, спиртов, фенолов, индола, скатола, меркаптана, сероводорода и др. Эти соединения придают продуктам неприятный запах, изменяют их консистен-

цию, цвет и многие другие свойства. Некоторые из аминов, образующиеся при глубоком распаде белков, являются сильными ядами. Ряд органических оснований, которые появляются при гниении белков мяса, получил название птоманнов, или трупных ядов, хотя ядовитость этих соединений незначительна.

Суточная потребность человека в белках обусловлена многими факторами — возрастом, полом, характером трудовой деятельности, климатическими условиями жизни. Более 50 % белков в рационе питания человека должны составлять белки животного происхождения. Потребность в белках принято рассчитывать на 1 кг массы тела человека. Так, при активной физической деятельности человеку требуется примерно 1,5 г белка на 1 кг массы тела в сутки, при малоподвижном образе жизни, отсутствии физической нагрузки, склонности к ожирению, а также в возрасте старше 70 лет — 1 г. Взрослому человеку в сутки требуется 90—100 г белка, а при большой физической нагрузке — 120 г и более.

Основные методы исследования белков

Как важнейшая часть всего живого белки изучаются специалистами разных областей знаний — биологами, химиками, физиками, медиками, товароведами, учеными сельского хозяйства, пищевой промышленности и др.

Для определения общего количества белков и других азотистых веществ в продуктах чаще всего применяют метод Кьельдаля. Сущность этого метода состоит в том, что навеску продукта сжигают в концентрированном растворе серной кислоты. В результате этого все органические вещества распадаются до воды и углекислого газа, а азот азотистых соединений превращается в аммиак, который с серной кислотой образует $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Затем отгоняют аммиак и определяют количество азота. Это количество азота умножают на коэффициент 6,25 и получают общее количество азотистых веществ в продукте в пересчете на белок. Коэффициент 6,25 вычислен по среднему содержанию в молекуле белков:

$$\frac{100}{16} = 6,25,$$

где 16 — показатель среднего содержания азота в молекуле белка, выраженный в процентах.

Если в белке содержится не 16 % азота, то коэффициент для пересчета на белок будет не 6,25, а другим. Так, если содержание белка в пшенице составляет 17,5 %, то коэффициент для пересчета азота на белок будет равен 5,7, для овса — соответственно 15,8 % и 6,31, а для кукурузы — 15,6 % и 6,39.

Белки обладают высокой чувствительностью к действию различных химических реагентов, тепла, холода, рН среды и др. Поэтому выделить белки в чистом виде очень трудно. Для выделения их из биологического объекта растворимые белки переводят в раствор с помощью определенных реагентов, а нерастворимые оставляют в твердом состоянии и удаляют сопутствующие белкам вещества. Полученные растворы представляют собой смеси различных белков, которые служат для выделения их отдельных фракций.

Фракционирование белков ведут разными способами: солями, органическими растворителями, электрофоретически, хроматографически и др.

Метод фракционирования белков солевыми растворами, этиловыми и метиловыми спиртами и другими органическими растворителями основан на том, что каждый индивидуальный белок осаждается из раствора при определенной концентрации той или иной соли или органического растворителя, тогда как другие белки при этом остаются в растворе.

Метод электрофореза основан на способности различных белков с неодинаковой скоростью, а иногда и в противоположных направлениях перемещаться в растворе, на влажной бумаге или твердой поддерживающей среде под воздействием электрического тока.

Разделить белки можно методом хроматографии. При этом методе растворы белков пропускают через хроматографическую колонку, наполненную адсорбентом (крахмалом, целлюлозой, ионообменными смолами, силикагелем и др.). Затем эти белки элюируют специальными растворами и собирают отдельные фракции.

КИСЛОТЫ

Почти во всех пищевых продуктах содержатся кислоты или их кислые и средние соли. В продукты переработки кислоты переходят из сырья, но их часто доба-

влияют в процессе производства или они образуются при брожении. Кислоты придают продуктам специфический вкус и тем самым способствуют их лучшему усвоению.

В растительных продуктах чаще всего встречаются органические кислоты — яблочная, лимонная, винная, щавелевая, пировиноградная, молочная. В животных продуктах распространены молочная, фосфорная и другие кислоты. Кроме того, в свободном состоянии в небольших количествах находятся жирные кислоты, которые иногда ухудшают вкус и запах продуктов. Как правило, в пищевых продуктах содержатся смеси кислот.

Благодаря наличию свободных кислот и кислых солей многие продукты и их водные вытяжки обладают кислой реакцией.

При переработке и хранении продуктов кислотность может изменяться. Так, кислотность капусты, огурцов, яблок и некоторых других овощей и плодов возрастает в процессе квашения в результате новообразования кислот. Кислотность теста увеличивается в процессе брожения, а кислотность молока — при изготовлении, например, кефира, сметаны, простокваши; при этом кисло-молочные продукты отличаются новыми свойствами по сравнению с исходным сырьем, а некоторые из них относятся к диетическим.

Кислотность может увеличиваться при хранении готовых продуктов, в результате чего их качество снижается (прокисание столовых виноградных вин, пива, прогоркание жиров и др.). Свежая пшеничная и ржаная мука всегда имеют кислую реакцию, обусловленную содержанием кислых солей, главным образом KH_2PO_4 и $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. В процессе длительного хранения кислотность муки увеличивается вследствие ферментативного распада фосфоглицеридов с образованием жирных кислот и фосфорной кислоты, а также в результате гидролиза жиров на жирные кислоты и глицерин. При повышенной влажности в процессе хранения сахара и муки под влиянием молочнокислых бактерий образуется молочная кислота, которая в дальнейшем при действии соответствующих бактерий может превращаться в пропионовую и уксусную кислоты.

Кислотность имеет большое значение для оценки качества пищевых продуктов. Повышенная кислотность может характеризовать их несвежесть и недоброкачественность. Поэтому в стандартах на многие пищевые про-

дукты (свежее молоко, сметана, пиво, соки, фруктовые воды и др.) указывают нормы содержания кислот.

Лимонную, виннокаменную, яблочную, молочную и уксусную кислоты в небольших количествах используют в кондитерской, безалкогольной, ликеро-водочной и консервной промышленности для улучшения вкуса продуктов. Уксусную, сорбиновую, молочную и бензойную кислоты добавляют к некоторым продуктам в качестве консерванта.

Кислотность твердых пищевых продуктов определяют титрованием водных вытяжек растворами щелочей, а кислотность жидких продуктов — путем титрования навесок или объемов. Определяют также показатель активной кислотности — рН. При титровании определяют суммарное содержание в продукте свободных кислот и кислых солей. Результаты титрования выражают в процентах по преобладающей в продукте кислоте или в градусах. Поскольку в лимонах преобладает лимонная кислота, то кислотность лимонов рассчитывают по лимонной кислоте, кислотность винограда — по винной, яблок, груш, слив и томатов — по яблочной, квашеной капусты, молока и кисломолочных продуктов — по молочной.

Пример. Для определения кислотности молока берут 10 мл молока, добавляют индикатор и титруют 0,1 н. раствором щелочи. Количество пошедшей на титрование щелочи умножают на 0,009 и получают содержание в молоке молочной кислоты в процентах.

Число 0,009 соответствует количеству граммов молочной кислоты, необходимому для приготовления 1 мл 0,1 н. ее раствора. Для приготовления 1 л 0,1 н. раствора надо брать 9 г молочной кислоты, так как это одноосновная оксикислота и ее молекулярный вес равен 90.

Под градусом кислотности подразумевается количество миллилитров одно- или децинормальной щелочи, необходимое для нейтрализации кислот и кислых солей, которые содержатся в 100 г или 100 мл испытуемого продукта. Так, кислотность муки выражается в градусах количеством миллилитров 1 н. раствора щелочи, необходимым для нейтрализации кислот в 100 г муки, а кислотность крахмала — числом миллилитров 0,1 н. раствора щелочи на 100 г крахмала.

В пищевых продуктах наряду с нелетучими могут находиться летучие кислоты — уксусная, муравьиная, масляная и другие, которые перегоняются с парами воды. По количеству летучих кислот можно судить о качестве

таких продуктов, как вино, пиво, плодово-ягодные и овощные соки и др. Допускаемые стандартами нормы летучих кислот должны соответствовать тем количествам, которые могут получиться в продукте из полноценного сырья и при нормальном ходе технологического процесса.

Существующие методы определения летучих кислот подразделяют на прямые и косвенные. При прямых методах сначала отгоняют летучие кислоты, которые затем оттитровывают щелочью. При косвенных методах сначала определяют общее количество кислот в растворе, после чего путем выпаривания из него удаляют летучие кислоты и в остатке определяют количество нелетучих кислот.

Некоторые органические кислоты обладают способностью подавлять развитие микроорганизмов за счет концентрации водородных ионов или за счет токсичности недиссоциированных молекул либо анионов. Если токсическое действие минеральных кислот связано главным образом с концентрацией водородных ионов, то токсичность органических кислот не пропорциональна степени их диссоциации и обусловлена в основном действием недиссоциированных молекул или анионов.

Общее количество органических кислот недостаточно характеризует вкусовую кислотность продуктов. Кислый вкус зависит главным образом от степени диссоциации кислот, т. е. от активной кислотности. Чем выше концентрация ионов водорода, тем кислый вкус кислоты будет более сильным. Концентрацию ионов водорода выражают в единицах водородного показателя рН, который является отрицательным логарифмом ионов H^+ ($pH = \log [H^+]$). Ощущение кислого вкуса увеличивается с понижением значения рН, начиная от 7, которое характеризует нейтральную реакцию.

Растворы различных кислот одинаковой нормальности и, следовательно, с одинаковой титруемой кислотностью могут иметь разную активную кислотность в зависимости от степени диссоциации кислот.

Муравьиная кислота CH_2O_2 , или $H-COOH$, содержится в небольших количествах в пчелином меде, малине, черешне, хвойных иглах. Эта кислота обладает сильными антисептическими свойствами и благодаря этому в некоторых зарубежных странах используется для консервирования фруктовых соков и пюре, мяса и других продуктов в количестве 0,15—0,25 % их массы. В СССР муравьиную кислоту для кон-

сервирования пищевых продуктов не применяют, так как она вызывает раздражение почечного эпителия.

Уксусная кислота CH_3COOH широко используется в пищевой промышленности, на предприятиях общественного питания и в быту.

Слабый раствор уксусной кислоты, называемый уксусом, применяется в качестве добавки к приправам в кулинарии (к мясным, рыбным, овощным блюдам, салатам и соусам), а также для приготовления маринадов, соусов, майонезов, презервов и других продуктов.

Содержание уксусной кислоты в маринадах не должно превышать 600—800 мг/кг. В повышенных количествах уксусная кислота раздражает слизистую оболочку пищеварительного тракта, а в больших количествах может вызывать даже ожог слизистой оболочки.

Эта кислота образуется также в пищевых продуктах при уксуснокислом брожении, вызываемом уксуснокислыми бактериями. Поэтому в небольших количествах уксусную кислоту находят в виноградных плодово-ягодных винах, пиве, квасе и в продуктах квашения.

Уксусную кислоту можно получать тремя способами — биохимическим, синтетическим и при сухой перегонке дерева. В качестве исходного сырья при биохимическом способе чаще всего используют разбавленные растворы этилового спирта, а иногда виноградные и плодово-ягодные вина. Этиловый спирт сбраживается уксуснокислыми бактериями до уксусной кислоты. Кислоту, получаемую биохимическим путем, обычно выпускают в продажу концентрацией 6—9 %.

При синтетическом способе получения уксусной кислоты в качестве исходного сырья применяют ацетилен, который в присутствии катализаторов реагирует с водой, образуя ацетальдегид: $\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$. Далее уксусный альдегид окисляется кислородом до уксусной кислоты: $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH}$.

Уксусная кислота синтетическая и получаемая при сухой перегонке дерева выпускается в продажу в виде уксусной эссенции с содержанием уксусной кислоты до 70—80 %.

Яблочная кислота $\text{COOH}-\text{CH(OH)}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ известна в трех стереоизомерах: правая, левая и недеятельная. Левая яблочная кислота распространена в растениях, особенно в плодах; она отсутствует только в цитрусовых плодах и клюкве. Эта кислота применяется при производстве безалкогольных напитков и кондитер-

ских изделий. Яблочную кислоту получают синтетическим путем из малеиновой кислоты, которая легко окисляется при окислении бензола.

Винная кислота $\text{COOH}-\text{CHON}-\text{CHON}-\text{COOH}$ встречается в природе в четырех стереоизомерах: правая, левая, виноградная и мезовинная. В растениях находится преимущественно правая винная кислота в виде кислот калневого соли $\text{COOH}-\text{CHON}-\text{CHON}-\text{COOK}$, называемой винным камнем. В основном винная кислота и ее соли содержатся в винограде в количестве 0,3—1,7 %.

Винная кислота обладает незначительным раздражающим действием, поэтому эту кислоту и ее кислые соли используют в кондитерской и безалкогольной промышленности.

Получают винную кислоту из отходов виноделия — виноградных выжимок, остаточных винных дрожжей после брожения и винного камня, образующегося на дне и стенках бочек при выдержке вина. Сухие остаточные дрожжи содержат 20—30 %, а бочечный винный камень — 40—70 % винной кислоты.

Калнево-натриевая соль виннокаменной кислоты, называемая сегнетовой, $\text{NaOOC}-\text{CHON}-\text{CHON}-\text{COOK}$ часто применяется для приготовления фелингова раствора, который используют в лабораторной практике при определении количества редуцирующих сахаров.

Молочная кислота $\text{CH}_3\text{CHONCOOH}$ широко распространена в пищевых продуктах. В малых концентрациях она благоприятно влияет на их качество и не раздражает слизистых оболочек желудочно-кишечного тракта. В некоторых продуктах (квашеные плоды и овощи, кисломолочные продукты) молочная кислота накапливается в процессе брожения, а при производстве кондитерских изделий и безалкогольных напитков добавляется специально. В организме человека и животных молочная кислота образуется в небольших количествах из гликогена, но при напряженной мускульной работе содержание ее повышается.

Важную роль молочная кислота играет при созревании мяса после убоя животных, когда количество ее резко увеличивается, что приводит к улучшению консистенции и аромата мяса.

Молочная кислота имеет асимметрический атом углерода и поэтому существует в трех оптически изомерных формах: *d*-молочная кислота, *l*-молочная кислота и *i*-молочная кислота. Молочная кислота, образующаяся во время

молочнокислого брожения, представляет собой оптически недеятельную форму. Молочнокислое брожение вызывается действием молочнокислых бактерий *Bact. lactis acidī*, *Bact. Vulgaricum*, *Bact. Delbrucki*, *Bact. casei* и др. Под действием молочнокислых бактерий сахар превращается в молочную кислоту: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CH(OH)COOH$.

В качестве сырья для получения молочной кислоты используют растворы сахаров, мелассу, гидролизаты древесины и др.

В пищевых продуктах во время молочнокислого брожения молочная кислота может накапливаться в следующих количествах (%): в квашеной капусте — 0,7—2,0; в соленых огурцах — 0,6—1,2; в хлебе ржаном — до 1,08; в винах виноградных — 0,05 и более; в пиве — 0,3 и более; в квасе — 0,6; в молоке — 0,14; в простокваше — 0,7—1,1; в кефире — 0,54—0,65; в сметане — 0,54—1,08.

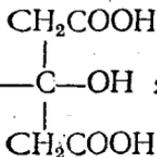
Молочная кислота обладает бактерицидным действием и в повышенных концентрациях подавляет жизнедеятельность гнилостных бактерий.

Щавелевая кислота $COOH-COOH$ встречается в щавеле, ревене, шпинате и других растениях. В очень малых количествах эта кислота найдена во многих органах животных. В растительных продуктах щавелевая кислота находится обычно в виде средних и кислых солей кальция и калия. Соли кальция щавелевой кислоты нерастворимы в воде и слабых растворах органических кислот. Кальциевые соли щавелевой кислоты при некоторых состояниях организма человека могут образовывать камни в почках.

Щавелевая кислота действует раздражающе и прижигающе на слизистую оболочку даже в небольших концентрациях. В значительных количествах щавелевая кислота ядовита, смертельная доза для человека — 5 г.

Янтарная кислота $COOH-CH_2-CH_2-COOH$ содержится во многих плодах и овощах, особенно ее много в недозрелых ягодах крыжовника, вишни, винограда, красной смородине, свекле и др. Небольшое количество янтарной кислоты образуется при спиртовом брожении, и поэтому ее обнаруживают в вине и пиве.

Лимонная кислота $HOOC-C(CH_2COOH)_2-OH$ является



трехосновой. Она очень распространена в растениях, особенно в плодах. В citrusовых содержится только лимонная кислота, например в лимонах ее до 8 %. В лимонах и стеблях махорки в пересчете на сухое вещество находится до 5 % кальциевых солей лимонной кислоты.

По сравнению с другими кислотами лимонная кислота отличается более мягким, приятным кислым вкусом, не оказывает раздражающего действия на слизистые оболочки и поэтому широко применяется в кондитерской, ликероводочной промышленности, производстве безалкогольных напитков, а также используется в медицинской практике.

Лимонную кислоту получают биохимическим путем, а в некоторых южных странах — из лимонного сока (обычно из 1 т лимонов получают около 25 кг лимонной кислоты).

В СССР лимонную кислоту получают брожением по способу, разработанному академиком С. П. Костычевым и профессором В. С. Бутквичем. Наилучшим сырьем для этого является сахар. Растворы сахара сбраживают плесневым грибом *Aspergillus niger*, а затем подвергают сложной химической обработке. Для получения лимонной кислоты используют также другие плесневые грибы (*Aspergillus awamori*) и некоторые роды вида *Penicillium*. Академик А. А. Шмук разработал способ получения лимонной кислоты из махорки.

Лимонную кислоту вырабатывают в кристаллическом виде, она хорошо растворима в воде и спирте.

А д и п и н о в а я кислота $\text{COOH}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ не встречается в природе, а получается синтетическим путем из фенолов. Эта кислота применяется в пищевой промышленности вместо винной и лимонной. Она отличается приятным кислым вкусом и совершенно безвредна для человека. Кислота используется также для получения синтетического волокна нейлона.

Б е н з о й н а я кислота $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ встречается в бруснике и клюкве в свободном и связанном состоянии в виде гликозида ванцинина ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_6 \cdot \text{C}_6\text{H}_5\text{CO}$). В бруснике количество свободной бензойной кислоты составляет 0,05—0,15 %, а в клюкве — 0,01—0,4 %. Бензойная кислота обладает антисептическими свойствами, поэтому брусника и клюква хорошо сохраняются в свежем виде. По мере хранения брусники и клюквы ванцинин частично гидролизуеться и появляется свободная бензойная кислота.

В небольших количествах бензойная кислота применяется для консервирования фруктовых пюре, соков, фруктовых кондитерских изделий, кетовой икры, кильки и других продуктов. Содержание бензойной кислоты в мармеладе и кильке не должно превышать 0,7 г, а в кетовой икре и плодово-ягодных соках — 1,0 г на 1 кг массы продукта. В СССР бензойная кислота в качестве консерванта допущена временно. Так как бензойная кислота раздражает слизистые оболочки, вместо нее для консервирования используют ее натриевую соль C_6H_5COONa .

С а л и ц и л о в а я к и с л о т а $C_6H_4 \begin{cases} \text{COOH} \\ \text{OH} \end{cases}$

встречается в незначительных количествах в ягодах малины, земляники и в еще меньших количествах в винограде, вишне, смородине и некоторых других. Так, в 1 л сока малины содержание салициловой кислоты составляет 1,1 мг, а в 1 л сока земляники — 2,8 мг.

Эта кислота представляет собой сильный консервант, но очень раздражает слизистую оболочку, поэтому в СССР не применяется в качестве консерванта.

С о р б и н о в а я (г е к с а д и е н о в а я) к и с л о т а $CH_2=CH=CH=CH=CH-COOH$ используется в качестве консерванта при производстве пищевых продуктов (примерно с 1945 г.). Эта кислота подавляет жизнедеятельность плесеней и дрожжей. Наиболее ярко выражается антимикробное действие сорбиновой кислоты при рН около 4,5. Ее применяют для консервирования соков, плодово-ягодных пюре. Хорошие результаты получаются при обработке сорбиновой кислотой заверточных материалов для сыров и творога. В СССР допущено применение сорбиновой кислоты 0,01—0,02 % для консервирования разных продуктов. Сорбиновая кислота в малых количествах не изменяет вкусовые свойства продуктов, не оказывает вредного действия на организм человека и быстро усваивается.

В растениях, за исключением плодов рябины, организмах животных и микроорганизмах сорбиновая кислота не обнаружена, и поэтому ее получают синтетическим путем. Получение сорбиновой кислоты из плодов рябины довольно сложно и экономически невыгодно: из 41,5 кг рябины можно получить не более 90 г сорбиновой кислоты.

Ф о с ф о р н а я (о р т о ф о с ф о р н а я) к и с л о т а H_3PO_4 находится в пищевых продуктах в виде кислых и средних фосфатов. Остатки фосфорной кислоты

входят также в состав лецитинов и кефалинов. Зерновые продукты содержат кислые фосфаты $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, K_2HPO_4 , KH_2PO_4 .

Эта кислота применяется в безалкогольной промышленности, для получения пекарских порошков и др. В слабых концентрациях она не раздражает слизистые оболочки. Пищевая фосфорная кислота должна быть химически чистой и не содержать примесей фосфористой кислоты, солей тяжелых металлов.

Вкусовые свойства кислот. Пищевые кислоты обладают различной вкусовой кислотностью. Для каждой кислоты существует порог ощущения кислого вкуса, т. е. минимальная концентрация кислоты в водном растворе, при которой начинает ощущаться кислый вкус.

Обычно порог ощущения кислого вкуса для различных кислот выражается в граммах на 100 мл водного раствора (табл. 13).

ТАБЛИЦА 13

| Название кислоты | pH | Молекулярная концентрация кислоты, миллимолей в 1 л | Количество кислоты, г на 100 мл раствора |
|--------------------|------|---|--|
| Уксусная | 3,70 | 2,2 | 0,0132 |
| Янтарная | 3,70 | 0,8 | 0,0095 |
| Винная | 3,52 | 0,4 | 0,0060 |
| Яблочная | 3,40 | 0,8 | 0,0154 |
| Лимонная | 3,30 | 0,8 | 0,0154 |
| Молочная | 3,30 | 2,3 | 0,0207 |
| Соляная | 3,00 | 1,0 | 0,0036 |

Различные кислоты обладают неодинаковым вкусом. Лимонная и адипиновая кислоты имеют чисто кислый, приятный, без привкуса, невяжущий вкус; винная — кислый, вяжущий; молочная кислота — чисто кислый, невяжущий, но на вкус этой кислоты оказывают влияние примеси и особенно содержание ангидридов; яблочная кислота имеет вкус кислый, мягкий, с очень слабым посторонним привкусом; уксусная — резкий кислый; янтарная кислота отличается очень неприятным вкусом, вследствие чего она не используется при производстве пищевых продуктов.

Кислый вкус пищевых продуктов несколько изменяется под влиянием сахаров, дубильных веществ и пова-

ренной соли. Сахарá маскируют кислый вкус, и при достижении известного предела их содержания наступает преобладание ощущения сладкого вкуса над кислым. Дубильные вещества и поваренная соль усиливают кислый вкус.

ВИТАМИНЫ

В группу витаминов входят низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, которые требуются в незначительных количествах для нормальной жизнедеятельности организмов человека, животных, растений и микробов. Это биологически активные вещества, обеспечивающие нормальное течение биохимических и физиологических процессов в организме.

Витамины не синтезируются в организме человека, а поступают с пищей и не обладают энергетическими и пластическими свойствами.

В настоящее время известно около 30 витаминов. Организм человека не способен синтезировать витамины и нуждается в поступлении их извне, тогда как многие животные и растения синтезируют большинство известных витаминов. Поэтому растительные и животные продукты служат для человека основными источниками витаминов.

В СССР создана мощная витаминная промышленность, вырабатывающая синтетические препараты и концентраты витаминов из растительного и животного сырья. Витамины промышленного производства используются не только для удовлетворения потребностей человека, но и для нужд сельского хозяйства при выращивании и откорме животных и птиц, для повышения яйценоскости кур и т. д. Доказано, что сельскохозяйственные растения при подкормке витаминами лучше наращивают продуктивную массу. Микроорганизмы для нормального развития и роста также нуждаются во многих витаминах.

Отсутствие или недостаток витаминов в пище даже при наличии в ней необходимого количества углеводов, жиров, белков и минеральных элементов вызывает в организме глубокие нарушения в процессах обмена веществ, вследствие чего возникают заболевания, называемые **авитаминозами**. При недостатке в пище какого-либо одного витамина возникает заболевание, известное под названием **гиповитаминоз**. Авитаминозы и гиповитаминозы излечиваются при введении в организм соответствующих витаминов. Чрезмерное поступление в ор-

ганизм некоторых витаминов может вызвать заболевание, называемое г и п е р в и т а м и н о з о м. Авитаминозы как массовые заболевания в СССР ликвидированы, но гиповитаминозы и гипертитаминозы вследствие разных причин еще встречаются.

Суточная потребность организма в различных витаминах ничтожно мала и составляет всего 0,1—0,2 г, тогда как за то же время необходимо около 700 г основных питательных веществ (в пересчете на сухое вещество).

В организме витамины непосредственно или в составе других более сложных соединений выполняют каталитические функции. Они относятся к регуляторным веществам, без которых невозможен нормальный обмен в организме. Многие витамины участвуют в образовании ферментов в качестве коферментов, намного усиливающих их активность. Установлено, что витамины входят в состав более 100 ферментов. Академик Н. Д. Зелинский еще в 1922 г. писал: «Связь между ферментами и витаминами, возможно, и выражается в том, что последние необходимы как строительный материал для первых».

Не менее важна роль витаминов и в поддержании иммунных свойств организма, особенно в повышении его защитных свойств к инфекции. Поэтому витамины широко применяют в медицинской практике при лечении инфекционных заболеваний и в послеоперационный период.

Учение о витаминах насчитывает около 100 лет, но за это время в области витаминологии достигнуты огромные успехи. Раньше считалось, что для нормальной жизнедеятельности организму человека необходимо получать с пищей достаточное количество жиров, углеводов, белков, минеральных веществ и воды. Однако многочисленные практические и специальные медицинские наблюдения показали, что отсутствие в течение длительного времени в составе пищи свежих плодов, овощей, мяса, молока и некоторых других продуктов приводит к тяжелым заболеваниям. Особенно часто болели, например цингой, участники длительных морских плаваний. Так, из 160 участников известной экспедиции Васко да Гама, прокладывавшей морской путь в Индию, 100 человек погибли от цинги.

В 1880 г. русский врач Николай Иванович Луниин одним из первых доказал наличие в пищевых продуктах небольшого количества веществ, которые предохраняют от некоторых заболеваний. Он провел опыты по кормлению одной группы белых мышей коровьим молоком, а

другой — смесью, состоящей из воды, жиров, углеводов, белков и минеральных солей в тех соотношениях, в которых эти вещества входят в состав коровьего молока. В результате оказалось, что мыши, получавшие свежее молоко, хорошо развивались и были здоровыми, а мыши, получавшие в пищу искусственную молочную смесь, вскоре погибали.

Опыты позволили Н. И. Лунину сделать следующее заключение: «Очевидно, в естественной пище — такой, как молоко, должны присутствовать в малых количествах, кроме известных главных пищевых ингредиентов, еще и неизвестные вещества, необходимые для жизни». Он писал: «... если, как учат вышеупомянутые опыты, невозможно обеспечить жизнь белками, жирами, сахаром, солями и водой, то из этого следует, что в молоке содержатся другие вещества, незаменимые для питания. Представляет большой интерес исследовать эти вещества и изучить их значение для питания».

Блестящим подтверждением правильности выводов Н. И. Лунина были опыты голландского врача Х. Эйкмана, установившего причину распространенной в Индонезии, Японии и других странах Дальнего Востока болезни бери-бери. Х. Эйкман провел на большом числе заключенных острова Явы опыты по питанию полированным и неочищенным рисом. Оказалось, что люди, питавшиеся полированным рисом, часто заболели бери-бери, а питавшиеся неочищенным рисом этим недугом не страдали. Аналогичную картину заболеваний Х. Эйкман наблюдал у кур. При добавлении к полированному рису рисовых отрубей или при переводе кур на питание неочищенным рисом птицы выздоравливали. Таким образом было доказано наличие в рисовых отрубях неизвестных веществ, предохраняющих людей и птиц от заболевания бери-бери.

Позже американский ученый Гопкинс в экспериментах на животных подтвердил, что некоторые вещества, требующиеся животным и человеку в мизерных количествах, не могут синтезироваться в организме и обладают биокаталитическим действием.

Важный шаг в развитии учения о витаминах сделал польский ученый биохимик Казимир Функ, который в 1911 г. выделил из рисовых отрубей вещество в кристаллическом виде, излечившее голубей от полиневрита (бери-бери). Поскольку выделенное вещество содержало амидную группу и обладало некоторыми свойствами аминов,

Функ предложил назвать его витамином (от лат. *vita* — жизнь, витамин — амин жизни).

Термином «витамин» стали называть также открытые позже дополнительные факторы питания. Впоследствии оказалось, что многие витамины не содержат аминокруппы и вообще азота, но этот термин настолько прочно вошел в жизнь, что его менять уже не было смысла.

Вначале витамины обозначали прописными буквами латинского алфавита — А, В₁, В₂ и т. д. и названием той болезни, которую предупреждал или излечивал данный витамин, причем к названию болезни прибавлялась приставка анти (против), например антирахитичный, антицинготный и т. д. Исследование химической природы витаминов показало, что все они представляют собой низкомолекулярные соединения. Отдельные витамины стали называть соответственно их химическому строению. Несмотря на это, до сих пор многие витамины сохраняют буквенные обозначения. Например, витамин В₁ — тиамин, витамин В₂ — рибофлавин, витамин С — аскорбиновая кислота и т. д.

Все витамины классифицируют на две большие группы по их растворимости в жирах и воде. Однако такая классификация является несовершенной, так как производные жирорастворимого витамина К хорошо растворяются в воде, а водорастворимые витамины РР (никотиновая кислота) и ПАБ (парааминобензойная кислота) растворяются в воде значительно лучше, чем в жирах.

К витаминам, растворимым в жирах, относят следующие: А — ретинол; D — кальциферол; Е — токоферол; К — филлохинон.

К витаминам, растворимым в воде, относят В₁ — тиамин, В₂ — рибофлавин, В₆ — пиридоксин, РР — никотиновую кислоту, В₃ — пантотеновую кислоту, ПАБ — парааминобензойную кислоту, В₁₂ — цианокобаламин, В₉ — фолиевую кислоту, Н — биотин, С — аскорбиновую кислоту, Р — биофлавоноиды и В₁₅ — пангамовую кислоту и др.

Полиненасыщенные жирные кислоты — линолевую, линоленовую и арахидоновую, а также отовую и липоевую кислоты, холин и витамин U относят к витаминоподобным веществам. Эти вещества не обладают всеми свойствами, характерными для витаминов, каталитической активностью, и потребность в них намного превышает нормы потребления витаминов. Так, суточная потребность в полиненасыщенных жирных кислотах составляет 8—10 г.

Однако в тканях имеются соединения, являющиеся антагонистами витаминов и называющиеся антивитаминами. Антивитамины способны вытеснять витамины из комплексных соединений с ферментами, лишая последние каталитической активности и нарушая тем самым нормальную цепь реакций обмена.

Различные витамины могут по-разному действовать на одну и ту же функцию организма человека. Так, витамины С и А повышают устойчивость организма к инфекции, стимулируют выработку антител, усиливают защитное свойство эпителия. Витамины А, В₂ и С усиливают остроту зрения, расширяют поле цветового зрения у человека.

Потребность в витаминах обычно определяется в миллиграммах на сутки. Нормы потребления различных витаминов зависят от возраста, пола, характера трудовой деятельности, физиологического состояния организма, пищевой и энергетической ценности пищи и многих других факторов (табл. 14).

ТАБЛИЦА 14

| Группа интенсивности труда | Суточная потребность в витаминах у мужчин ¹ , мг | | | | |
|--|---|----------------|----------------|-------|--------|
| | В ₁ | В ₂ | В ₆ | РР | С |
| I — работа умственного характера . . . | 1,5—1,7 | 1,8—2,0 | 1,8—2,0 | 17—18 | 64—70 |
| II — легкая физическая работа | 1,7—1,8 | 1,9—2,1 | 1,9—2,1 | 18—20 | 69—75 |
| III — физическая работа средней тяжести . . . | 1,8—1,9 | 2,1—2,2 | 2,1—2,2 | 19—21 | 74—80 |
| IV — физическая работа значительной трудоемкости . . . | 2,1—2,2 | 2,4—2,6 | 2,4—2,6 | 22—24 | 86—89 |
| V — тяжелая физическая работа | 2,3—2,6 | 2,7—3,0 | 2,7—3,0 | 25—28 | 98—108 |

¹ Потребность в витаминах у женщин трудоспособного возраста по группам интенсивности труда уменьшается примерно на 15 %.

Потребность в витаминах должна удовлетворяться в основном за счет продуктов питания. В зимне-весенний период, когда пища обеднена витаминами, рекомендуется использовать витаминные препараты.

Многие свойства витамина А и каротинов обусловлены наличием в молекуле двойных связей. В отсутствие кислорода витамин А и каротин можно нагревать до 120—130 °С, их состав и биологические свойства не изменяются. Но если пропускать через раствор витамина А воздух, то уже при 100 °С в течение 4 часов витамин полностью разрушается. Быстрое разрушение витамина А и каротина происходит также при сушке пищевых продуктов на воздухе. Особенно усиливается разрушение витамина и каротина под действием солнечных лучей.

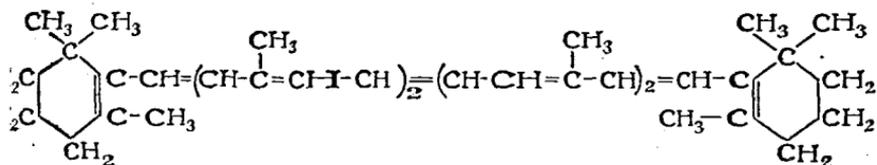
В организме человека и животных витамин А образуется из α-, β- и γ-каротинов. Наиболее распространен в природе β-каротин (C₄₀H₅₆). Так, β-каротин составляет около 90 % каротина моркови. Превращение каротинов в витамин А в организме происходит в основном в стенках тонких кишок под действием особых ферментов:



Отдельные каротины различаются по количеству в молекуле иононовых колец. Так, в молекуле β-каротина два β-иононовых кольца, в молекулах α- и γ-каротинов по одному β-иононовому кольцу. Поэтому из каждой молекулы β-каротина при окислительном превращении образуются две молекулы витамина А, а из каждой молекулы α- и γ-каротинов образуется только по одной молекуле витамина А.

В настоящее время промышленность получает каротин из красной моркови и богатых каротином сортов тыквы. Основная потребность в каротине удовлетворяется за счет его получения химическим путем.

Строение молекулы β-каротина показано ниже:



Содержание витамина А и каротина в пищевых продуктах следующее (мг%): витамина А в рыбьем жире — 19, в масле сливочном — 0,5, в молоке цельном — 0,02, в печени говяжьей — 0,2, в яйцах — 0,4; каротина в моркови красной — 9,0, в желтой — 1,1, в салате кочанном — 1,8, в картофеле — 0,02, в капусте белокочанной — 0,4, в луке зеленом — 6,0, в шпинате — 4,5, в щавеле — 2,5,

в томатах — 1,2, в яблоках — 0,03, в черной смородине — 0,1, в рябине садовой — 9,0. Из приведенных данных следует, что морковь красная, зеленый лук, шпинат, щавель и рябина являются хорошими источниками провитамина А. Зимнее молоко и сливочное масло беднее витамином А, чем летнее, из-за отсутствия в кормах зеленых трав.

Суточная потребность в витамине А для различных групп населения следующая (мг): взрослые мужчины и женщины — 1,5, беременные женщины — 2,0, кормящие матери — 2,5, дети до года — 0,5, от года до 7 лет — 1,0, от 7 до 15 лет — 1,5. Потребность в витамине А рекомендуется удовлетворять на $\frac{1}{3}$ продуктами, содержащими этот витамин, и на $\frac{2}{3}$ продуктами, содержащими каротин.

Для профилактики гиповитаминоза в СССР препараты витамина А добавляют в пищевые жиры — маргарин, комбиджир и растительные масла из расчета 2 мг витамина А на 100 г продукта. Для рабочих горячих цехов витамин А, в том числе витамин А, добавляют в пищевой рацион в количестве 2 мг.

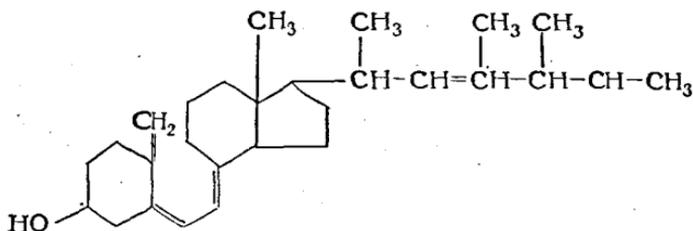
В и т а м и н Д (к а л ь ц и ф е р о л) имеет особо важное значение для предупреждения рахита у детей. При рахите изменяются состав и строение костей вследствие нарушения фосфорно-кальциевого обмена и нормального отложения в костях фосфора и кальция. Кости при рахите становятся настолько мягкими, что под тяжестью тела у детей ноги искривляются, а мышцы становятся вялыми и расслабленными. У детей, больных рахитом, живот дряблый и резко увеличенный, а голова непропорционально велика.

У взрослых людей отсутствие и недостаток витамина Д приводит к остеомалации, т. е. к состоянию, при котором происходит иногда даже самопроизвольный перелом костей. Полагают, что действие витамина Д заключается в регуляции обмена кальция и фосфора в организме путем превращения органического фосфора, находящегося в тканях, в неорганический. Витамин Д также повышает и ускоряет всасывание фосфора и кальция кишечником и способствует образованию фосфорно-кальциевых соединений, необходимых для процесса окостенения.

Известно несколько видов витамина Д: D₂, D₃, D₄, D₅, D₆, D₇, которые имеют сходное строение. Наиболее распространены витамины D₂ и D₃, являющиеся производными стеролов. Важнейший из стеролов — э р г о с т е р о л — под действием ультрафиолетовых лучей пре-

вращается в витамин D₂. При облучении же ультрафиолетовыми лучами широко распространенного в животных тканях 7-дегидрохолестерина образуется витамин D₃, обладающий высокой витаминной активностью. В связи с тем что витамины D образуются из стеролов под влиянием ультрафиолетовых лучей, эти стеролы называют про-витаминами D.

Формула витамина D₂ приводится ниже:

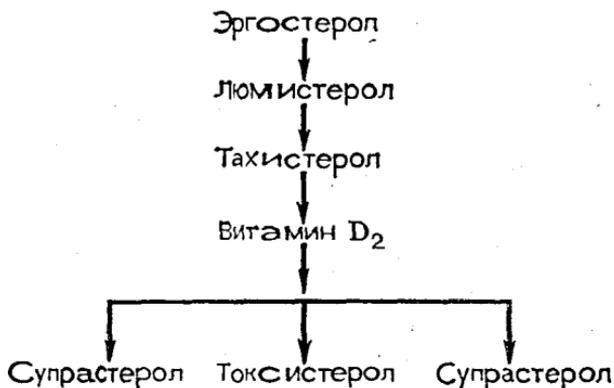


Из приведенной формулы видно, что витамин D₂ является ненасыщенным циклическим спиртом с четырьмя двойными связями.

Установлено, что рахит может быть предупрежден не только путем поступления в организм витамина D с пищей или специальных D-витаминных препаратов, но и действием на организм ультрафиолетовых лучей.

В животном организме стерол, находящийся в подкожном жировом слое, под действием солнечных лучей переходит в витамин D, который поступает в поток кровообращения и действует так же, как и витамин D, принятый с пищей.

Фотохимическое превращение эргостерола протекает по такой схеме:



Витамины группы D устойчивы к щелочам, медленно разрушаются под влиянием минеральных кислот, перекиси водорода, устойчивы также к кислороду воздуха, но свет и высокая температура оказывают на них отрицательное действие. При консервировании продуктов и приготовлении пищи витамин D обычно хорошо сохраняется.

Витамин D содержится главным образом в животных продуктах — рыбьем жире, сливочном масле, молоке, яичном желтке, икре, печени рыб и других органах животных. Эти же продукты являются основными источниками витамина D. Огромное влияние на количество витаминов D в молочных продуктах оказывает солнечный свет. Коровы при содержании в стойлах, даже получая зеленый корм, дают молоко, почти лишенное этого витамина. Между тем коровы на сухом корме, но находящиеся под солнечным светом, дают молоко, богатое витамином D. Богатое витамином D молоко получают и от коров, когда они находятся на пастбище, т. е. получают зеленый корм и облучаются солнечным светом. Яйца летней носки от кур, получающих зеленый корм на солнце, во много раз богаче витамином D, чем яйца кур, содержащихся в помещениях и не получающих зеленого корма. В настоящее время витамин D широко применяется в животноводстве для повышения продуктивности крупного рогатого скота и птицы.

В летний период, как правило, необходимое количество витамина D в организме человека образуется из стеролов под действием солнечных лучей.

Организм взрослого человека обычно не ощущает недостатка в витамине D, но он очень необходим для детей, беременных и кормящих женщин. Ежедневная потребность в этом витамине составляет не более 400 интернациональных единиц (одна интернациональная единица соответствует 0,025 мкг химически чистого витамина D).

Избыточное потребление витамина D вызывает гипервитаминоз D, который характеризуется повышенной возбудимостью, раздражительностью, плохим самочувствием, значительным повышением в крови кальция. Гипервитаминоз D постепенно исчезает после прекращения поступления в организм витамина.

Содержание витамина D в пищевых продуктах неодинаково (мкг на 100 г продукта): в треске, печеночном жире — 125—750; в печени животных — 0,2—1,2; в яичном желтке зимой — 3,5, летом — 12,5; в масле сливоч-

сах свежих — 1,5—2; в молоке — 0,1—0,5; в сливочном масле — 1,5—2,5; в яйцах — 1—3; в масле подсолнечном — 60, в соевом — 120, в кукурузном — 100.

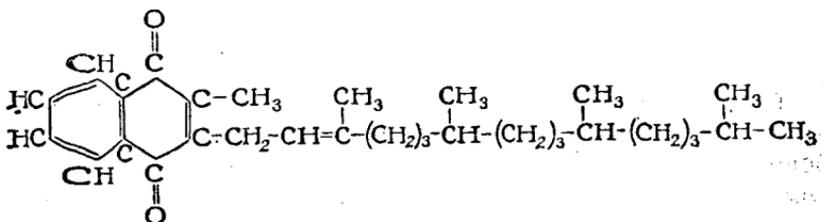
Потребность взрослого человека в витамине Е ориентировочно 12—15 мг в сутки.

Благодаря широкому распространению витамина Е в пищевых продуктах и его устойчивости человек не испытывает недостатка в этом витамине.

В и т а м и н К (ф и л л о х и н о н) участвует в образовании белка протромбина и способствует нормальному процессу свертывания крови. При авитаминозе К появляются подкожные и внутримышечные кровоизлияния, снижается скорость свертывания крови. Так, опыты на цыплятах показали, что кровь здоровых цыплят свертывается за 1—10 мин, а кровь К-авитаминозных не свертывается в течение многих часов. Если же к плазме крови больных К-авитаминозом цыплят прибавить небольшое количество плазмы здоровых, то происходит свертывание крови. Прибавление к корму витамина К приводит также к быстрому излечиванию больных цыплят. Полагают, что витамин К является активной группой фермента, принимающего участие в синтезе протромбина.

В организме человека витамин К синтезируется в достаточном количестве кишечной микрофлорой, а также поступает с пищей, и поэтому возможность возникновения К-авитаминоза у взрослых почти исключается. Однако К-авитаминоз может появиться у человека в результате прекращения синтеза витамина К кишечной микрофлорой или прекращения его всасывания из кишечника.

В природе существует несколько веществ, обладающих свойствами витамина К. Все они относятся к производным метилнафтохинона. В растениях содержится витамин К₁, в животных продуктах — К₂. Витаминная активность витамина К₁ примерно в 2 раза выше активности витамина К₂. Строение формулы К₂ показано ниже:



Длинная боковая цепь витамина К является остатком высокомолекулярного алифатического спирта фитола, входящего в состав хлорофилла.

Витамин К₁ — светлая маслянистая жидкость, а витамин К₂ — светло-желтое кристаллическое вещество. Оба витамина растворимы во многих органических растворителях и нерастворимы в воде.

В 1942 г. академиком А. В. Палладиным был получен водорастворимый высокоактивный витамин К₃, который обладал большой устойчивостью к кислороду даже при высоких температурах. Но витамин К₃ разрушается в щелочной среде и при действии прямых солнечных лучей. Прибавлением к раствору витамина К₃ бисульфита натрия академик А. В. Палладин получил водорастворимое соединение, названное викасол ом.

Викасол широко используется в медицине для остановки кровотечения, при язве желудка и двенадцатиперстной кишки, носовых кровотечениях, при подготовке больных к хирургическим операциям и др.

Источником витамина К для человека являются многие продукты растительного и животного происхождения, в которых содержание этого витамина составляет (мг%): в зеленом горошке — 0,1—0,3; в землянике — 0,12; в картофеле — 0,08; в моркови — 0,1; в помидорах — 0,4; в шпинате — 4,5; в курином мясе — 0,01; в молоке — 0,002; в мясе — 0,15; в свиной печени — 0,6; в треске — 0,1; в яйцах — 0,02.

Суточная потребность в витамине К не установлена; предполагают, что для взрослого человека она составляет 0,2—0,3 мг в сутки.

Водорастворимые витамины

В и т а м и н В₁ (т и а м и н) открыт раньше других витаминов. При недостатке в пище витамина В₁ появляется мышечная слабость, ухудшается аппетит, наступает быстрая утомляемость, бессонница, заболевание периферических нервов, сопровождаемое сердечно-сосудистыми расстройствами, нарушением пищеварения и уменьшением массы тела.

Полное отсутствие витамина В₁ в пище приводит к развитию тяжелой формы авитаминоза В₁ — болезни бери-бери, главным признаком которой является полиневрит. Болезнь бери-бери встречается среди беднейших слоев населения стран Восточной Азии, питающихся преиму-

поливитаминных препаратов для профилактики авитаминозов или при лечении некоторых заболеваний.

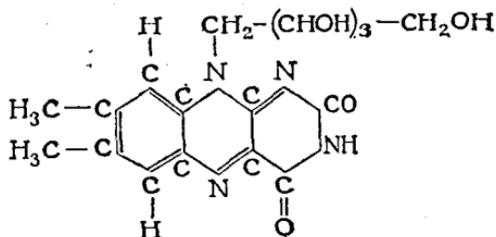
Суточная потребность взрослого человека в витамине В₁ в среднем составляет 1,5—2,6 мг, но при тяжелом физическом труде и большом нервно-психическом напряжении потребность в витамине В₁ может увеличиваться до 3 мг.

В некоторых северных районах СССР витаминизируют такие массовые продукты питания, как пшеничная мука высшего и 1-го сортов, которые используют для выпечки хлеба. В столовых предприятий с вредными условиями труда бесплатно витаминизируют обеденные блюда.

Содержание витамина В₁ в пищевых продуктах следующее (мг%): в зерне пшеницы — 0,41; в муке пшеничной 1-го сорта — 0,25, в муке пшеничной 2-го сорта — 0,35; в рисовых отрубях — 1,1; в хлебе ржаном из обойной муки — 0,18, из пшеничной обойной муки — 0,21, из пшеничной муки 1-го сорта — 0,16; в капусте белокочанной — 0,06; в картофеле — 0,12; в моркови — 0,1; в свекле — 0,02; в помидорах — 0,1; в яблоках — 0,01; в смородине черной — 0,02; в грибах подберезовиках сушеных — 0,3; в говядине — 0,07; в мозгах — 0,29; в печени — 0,38; в молоке — 0,03. Приведенные данные показывают, что наружные части зерна намного богаче витамином В₁, чем ядро. Основным источником витамина В₁ для человека являются зерновые продукты.

В и т а м и н В₂ (р и б о ф л а в и н) синтезируется только растениями и некоторыми микроорганизмами. Так, гриб *Eremothecium aschbii* образует так много витамина В₂, что он выделяется в мицелии в виде кристаллов. Этот гриб используется для промышленного получения рибофлавина. При недостаточном поступлении или при отсутствии в пище витамина В₂ у человека понижаются аппетит и масса тела, появляются слабость, головная боль, чувство жжения кожи, резь в глазах, болезненные ощущения в слизистых оболочках рта и нарушение сумеречного зрения.

Строение витамина В₂ следующее:



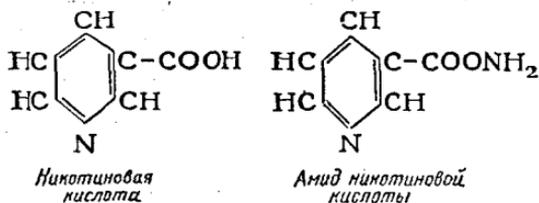
Витамин В₂ в связанном с белками виде в кишечнике не всасывается, и только после освобождения от белков происходит его всасывание в тонких и толстых кишках. В чистом виде он представляет собой кристаллическое вещество желто-оранжевого цвета, слабо растворимое в воде, разрушается при действии на него ультрафиолетовых лучей, легко окисляется и восстанавливается. В соединении с фосфорной кислотой этот витамин входит в состав простетических групп флавиновых ферментов, которые принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, протекающих в тканях организма. Следовательно, нарушение обмена, возникающее при недостатке витамина В₂, обусловлено замедленным синтезом ферментов, в строении которых витамин В₂ участвует.

Потребность человека в витамине В₂ удовлетворяется за счет поступления его с пищей. Основным источником витамина В₂ для человека являются продукты растительного и животного происхождения, в которых этот витамин содержится в следующих количествах (мг%): в говядине — 0,06; в молоке — 0,03; в яйцах — 0,44; в пшенице — 0,13; в пшеничном зародыше — 1,0; в хлебе пшеничном из муки 1-го сорта — 0,16; в крупе гречневой — 0,20; в салате — 0,08; в моркови — 0,07; в картофеле — 0,05; в зеленом горошке — 0,19; в помидорах — 0,04; в абрикосах — 0,06; в яблоках — 0,03; в меде — 1,04; в дрожжах пекарских прессованных — 0,6, в сухих пивных — 2,3. Высоким содержанием витамина В₂ отличаются яйца, пшеничные зародыши, мед и дрожжи, особенно пивные.

Суточная потребность взрослого человека в витамине В₂ составляет 1,8—3,0 мг.

В и т а м и н РР (н и к о т и н о в а я к и с л о т а) предохраняет человека от заболеваний пеллагрой (от итал. pelle agra — шершавая кожа). В начале заболевания пеллагрой появляются жжение во рту, поносы, краснота на шее, руках и ногах, кожа становится шершавой и в особенно тяжелых случаях нарушается деятельность нервной системы, наступают быстрая утомляемость, раздражительность, бессонница. Пеллагра встречается среди беднейшего населения южных районов США, Италии, Испании, Южной Африки, питающегося преимущественно пищей из кукурузы и свиного сала.

По химической природе витамин РР является никотиновой кислотой или ее производным — амидом никотиновой кислоты:



В чистом виде витамин РР представляет собой белое кристаллическое вещество, хорошо растворимое в воде и спирте, устойчивое к нагреванию, малорастворимое при замораживании и длительном хранении пищевых продуктов. Он входит в состав ферментов, которые играют важную роль в процессах углеводного, жирового и белкового обмена. Витамин РР входит в состав окислительно-восстановительных ферментов дегидраз, катализирующих отнятие водорода от окисляющихся при этом органических веществ. Отнятый водород эти же ферменты передают далее окислительно-восстановительным ферментам, в состав которых входит витамин В₂. Никотиновая кислота повышает тонус нервной системы, усиливает устойчивость организма против инфекций, расширяет капилляры, благодаря чему улучшается кровообращение.

Никотиновая кислота и ее амид широко распространены в растительных и животных продуктах. Источником витамина РР для человека служат хлеб, печень и почки животных, а также картофель и многие другие продукты.

Организм человека способен синтезировать витамин РР из аминокислоты триптофана, и поэтому чем больше триптофана содержится в пище, тем меньше потребность человека в витамине РР, поступающего в организм извне.

Содержание витамина РР в некоторых продуктах (мг%): в хлебе пшеничном из муки 2-го сорта — 1,92; в хлебе пшеничном из муки 1-го сорта — 1,54; в крупе гречневой — 1,19, в овсяной — 1,1; в говядине — 2,8; в печени говяжьей — 7,1; в кете — 2,8; в яйцах — 0,19; в молоке — 0,1; в сыре Голландском — 2,8; в картофеле — 0,9; в капусте — 0,4; в помидорах — 0,53; в моркови — 1,0; в яблоках — 0,3; в винограде — 0,3; в клюкве — 0,15; в грибах белых сушеных — 40.

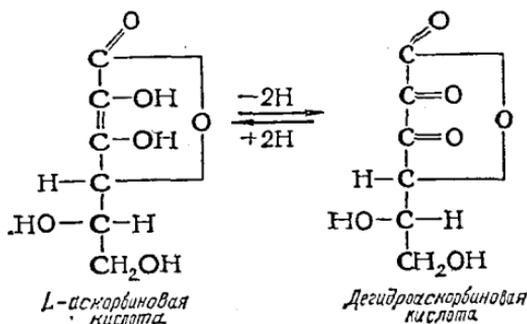
Суточная потребность человека в витамине РР составляет от 15 до 25 мг.

Витамин С (аскорбиновая кислота) играет очень важную роль в организме человека. Его отсутствие или резкий недостаток в пище вызывает за-

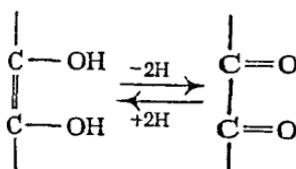
болевание цингой, при котором развивается общая слабость, воспаляются и кровоточат десны, расшатываются и выпадают зубы, резко падает сопротивляемость организма к различным инфекционным заболеваниям, повышается проницаемость и хрупкость мельчайших кровеносных сосудов.

В настоящее время хорошо изучена химическая природа витамина С и его природные источники, освоено промышленное его получение из глюкозы, и поэтому заболевание цингой в нашей стране не встречается. Но в связи с тем, что главными источниками витамина С для человека являются плоды и овощи, недостаток этих продуктов в пище может приводить к С-гиповитаминозу, который проявляется в быстрой утомляемости, сонливости, раздражительности, снижении иммунитета организма.

Аскорбиновая кислота впервые была выделена в кристаллическом виде в 1927—1928 гг. венгерским исследователем Сцент-Джорджи из апельсинового и капустного соков, а также из надпочечников быка. Оказалось, что аскорбиновая кислота играет важную роль в окислительно-восстановительных реакциях организма. В химическом отношении аскорбиновая кислота представляет одну из форм гексуриновых кислот — $C_6H_8O_6$. Аскорбиновая кислота существует в двух формах — собственно аскорбиновая кислота и образующаяся из нее при окислении дегидроаскорбиновая кислота.



Аскорбиновая кислота не содержит свободной карбоксильной группы и ее кислые свойства обусловлены группировкой



Легкой окисляемостью обусловлены также и восстановительные свойства аскорбиновой кислоты.

В растениях существует особый фермент аскорбинатоксидаза, который осуществляет превращение аскорбиновой кислоты в дегидроаскорбиновую. Плоды и овощи, обладающие высокой активностью окислительного фермента аскорбинатоксидазы, обычно содержат мало аскорбиновой кислоты. С активностью аскорбинатоксидазы связывается высокое напряжение окислительно-восстановительных процессов, которые протекают с участием аскорбиновой кислоты. Так, плоды шиповника, ягоды черной смородины, плоды стручкового перца не имеют аскорбинатоксидазы и отличаются высоким содержанием аскорбиновой кислоты. В огурцах, тыкве, кабачках, винограде и других плодах и овощах аскорбинатоксидаза обладает высокой активностью, поэтому они содержат мало аскорбиновой кислоты.

Обе формы аскорбиновой кислоты обладают С-витаминным действием. Но дегидроаскорбиновая кислота очень неустойчива и при действии восстановителей может вновь превращаться в L-аскорбиновую кислоту. Она также легко переходит в соединения, не обладающие свойствами витамина С.

В плодах и овощах дегидроаскорбиновой кислоты содержится намного меньше, чем L-аскорбиновой: так, содержание дегидроаскорбиновой кислоты от общего количества аскорбиновой кислоты в картофеле в период сбора доходит до 15 %, а в яблоках — до 6 %.

В водных растворах аскорбиновая кислота способна самоокисляться, и особенно ускоряется процесс окисления в присутствии ионов меди, железа, серебра.

Аскорбиновая кислота устойчива в кислых растворах и при этом выдерживает кипячение, менее устойчива в нейтральных и быстро теряет С-витаминную активность в щелочных растворах. L-аскорбиновая кислота представляет собой легкорастворимые в воде белые кристаллы, температура плавления которых 192 °С. Благодаря диссоциации энольных групп освобождаются ионы водорода, поэтому растворы аскорбиновой кислоты обладают кислым вкусом.

Наряду со свободными формами аскорбиновой кислоты в некоторых растениях находится связанная с другими соединениями форма, называемая аскорбигеном. Это устойчивое к окислению вещество. При гидролизе аскорбигена выделяется свободная аскорбиновая кислота.

Организмы многих животных синтезируют аскорбиновую кислоту, но человек, обезьяны и морские свинки этой способностью не обладают, поэтому потребность в ней удовлетворяют с пищей. В организме взрослого человека содержится около 5 г аскорбиновой кислоты, которая распределена по отдельным тканям, органам, системам и участвует в процессах обмена, синтеза и др. Так, в плазме крови содержится от 0,7 до 1,2 мг% аскорбиновой кислоты.

Аскорбиновая кислота участвует в белковом и углеводном обменах. При недостатке аскорбиновой кислоты снижается использование организмом белка, замедляется окисление аминокислот тирозина и фенилаланина и образование дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) из рибонуклеиновой (РНК). Особенно важную роль аскорбиновая кислота играет в создании нормального состояния стенок кровеносных капилляров и сохранении их эластичности.

Образуется аскорбиновая кислота в растениях и накапливается в листьях, плодах, клубнях, корнеплодах. В бесхлорофилльных растениях — грибах и дрожжах — аскорбиновая кислота не образуется, отсутствует она и в семенах злаков. Но при проращивании семян злаковых и бобовых аскорбиновая кислота интенсивно накапливается.

Ниже показано содержание аскорбиновой кислоты в овощах и плодах (мг%): в баклажанах — 5; в горошке зеленом — 25; в капусте белокочанной — 50, в капусте цветной — 70; в картофеле — 20; в луке репчатом — 10; в моркови — 5; в огурцах грунтовых — 10; в перце красном сладком — 250; в петрушке (зелень) — 35; в свекле — 10; в томатах грунтовых — 25; в шпинате — 55; в абрикосах — 10; в бананах — 10; в вишне — 15; в рябине черноплодной — 15; в сливе садовой — 10; в яблоках — 13; в апельсинах — 60; в лимонах — 70; в мандаринах — 38; в винограде — 6; в землянике садовой — 60; в крыжовнике — 30; в облепихе — 200; в смородине черной — 200; в шиповнике свежем — 470.

Накопление аскорбиновой кислоты в плодах и овощах является специфической особенностью сорта. Так, яблоки сорта Антоновка богаче аскорбиновой кислотой, чем другие сорта. Обычно поздние сорта плодов и овощей характеризуются более высоким содержанием витамина С.

Часто плоды и овощи одних и тех же сортов, выращенные в северных или высокогорных районах, накапли-

вают больше аскорбиновой кислоты, чем выращенные в южных и низинных местах.

В процессе длительного холодного хранения плодов и овощей содержание аскорбиновой кислоты уменьшается. При прорастании же лука количество аскорбиновой кислоты увеличивается.

В тканях плодов и овощей аскорбиновая кислота обычно распределяется неодинаково. В большинстве видов плодов кожица и прилегающие к ней слои богаче аскорбиновой кислотой, чем внутренние ткани.

При варке, сушке и консервировании плодов и овощей аскорбиновая кислота легко разрушается, поэтому при их переработке применяют различные способы инактивирования окислительных ферментов — обработку сернистым газом, бланширование, хранение подготовленных плодов и овощей под водой и др.

При сушке плодов и овощей в обычных плодоовощных сушилках или на солнце аскорбиновая кислота разрушается почти целиком. Но если сушка ведется в вакуум-сушилках или методом сублимации, то аскорбиновая кислота сохраняется достаточно хорошо. Сохранению аскорбиновой кислоты перед сушкой способствует окуривание очищенных и нарезанных плодов и овощей сернистым ангидридом.

Консервирование плодов и овощей методом стерилизации в герметичной таре приводит к хорошей сохранемости аскорбиновой кислоты в течение длительного времени. При этом перед укупоркой банок необходимо проводить эксгаустирование, т. е. удаление воздуха из консервной массы путем ее нагревания или вакуумирования, так как в отсутствие кислорода аскорбиновая кислота не окисляется при хранении консервов.

В правильно закусенной капусте сохраняется большая часть аскорбиновой кислоты.

Для сохранения аскорбиновой кислоты в плодах и овощах при кулинарной обработке следует подготовленные к варке плоды и овощи быстро опускать в кипяток для разрушения окислительных ферментов, а очищенный картофель помещать в воду.

В СССР проводят С-витаминизацию пищи в детских яслях и садах, домах ребенка, школах-интернатах, профессионально-технических училищах, больницах, санаториях, домах для престарелых, столовых многих предприятий. налажено также производство богатых витамином С концентратов из шиповника, черной смородины, выпу-

скают отдельные синтетические препараты витамина С и поливитаминные изделия в виде таблеток и драже.

Суточная потребность в витамине С для взрослого человека составляет 70—100 мг. Эта норма повышается на Крайнем Севере, при тяжелой работе, интоксикациях, в период беременности и лактации.

В и т а м и н Р (б и о ф л а в о н о и д ы) способствует укреплению стенок капилляров. При отсутствии в пище витамина Р у человека повышаются проницаемость и ломкость кровеносных сосудов, наступает слабость и быстрая утомляемость.

Совместно с аскорбиновой кислотой витамин Р обладает способностью активизировать окислительные процессы в тканях и восстанавливать дегидроаскорбиновую кислоту в L-аскорбиновую. Между витаминами С и Р существует синергизм в биологическом действии, оба они эффективны при лечении цинги. Установлено, что с помощью одной аскорбиновой кислоты нельзя излечить тяжелые формы цинги, для этого в организм должен поступать и витамин Р. Полагают, что витамин Р обладает антиоксидантными свойствами и предохраняет от окисления аскорбиновую кислоту.

Первоначально, еще в 1936 г., витамин Р был выделен из кожуры лимона и название свое получил от латинского слова permeability — проницаемость. В дальнейшем было обнаружено, что в растениях находится много веществ, обладающих Р-витаминной активностью и сопутствующих витамину С. К таким веществам относят рутин, кверцетин, гесперидин, катехины, антоцианы и др. Все они объединены в большую группу соединений, называемых ф л а в о н о и д а м и .

Практическое значение имеют следующие препараты витамина Р: рутин, выделяемый из листьев гречихи, катехины — из чайного листа, гесперидин — из кожуры цитрусовых, антоцианы — из плодов черноплодной рябины и из ягод черной смородины.

Содержание Р-витаминных веществ в растительных продуктах следующее (мг%): в черноплодной рябине — 2000; в черной смородине — 1000; в шиповнике — 680; в апельсинах и лимонах — 500; в клюкве — 240—330; в землянике — 150 — 172; в винограде — 290—430; в яблоках — 10—70; в свекле — 37 — 75; в капусте — 10—69; в моркови — 50—100; в картофеле — 15—35.

Р-витаминные вещества довольно устойчивы в процессе переработки плодов и овощей и при хранении их в свежем и переработанном виде.

Суточная потребность взрослого человека в витамине Р ориентировочно составляет 100—150 мг.

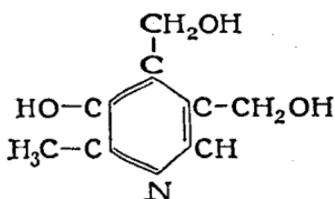
В и т а м и н В₆ (п и р и д о к с и н) играет большую роль в процессах обмена веществ, особенно в азотистом обмене и в деятельности нервной системы. При отсутствии или недостатке этого витамина у человека наблюдаются воспалительные поражения кожи, которые не устраняются ни рибофлавином, ни никотиновой кислотой. При В₆-авитаминозе прекращается рост молодых организмов.

В виде фосфорного эфира витамин В₆ входит в состав активных групп ферментов, катализирующих переаминование и декарбоксилирование аминокислоты.

В организме человека и животных пиридоксин может превращаться в пиридоксаль и пиридоксалин, которые обладают свойствами витамина В₆. В дальнейшем они участвуют в синтезе никотиновой кислоты из триптофана. Витамин В₆ синтезируется растениями и некоторыми микроорганизмами. Источником витамина В₆ являются продукты животного и растительного происхождения, и обычно В₆-авитаминозом человек не страдает.

Содержание витамина В₆ в различных продуктах составляет (мг%): в мясе — 0,5—0,7; в сельди — 1,0; в яйцах — 0,2; в сыре — 0,7; в дрожжах — 4—5; в муке — пшеничной — 0,3; в горохе — 0,3; в картофеле — 0,2; в моркови, свекле — 0,1; капусте — 0,15. Витамин В₆ хорошо сохраняется в продукте при нагревании.

Строение витамина В₆ показано ниже:



Суточная потребность в витамине В₆ для взрослого человека составляет 1,8—3 мг.

В и т а м и н В₁₂ (ц и а н к о б а л а м и н, или антианемический) в тканях растений не образуется. Его синтезируют главным образом микроорганизмы — бактерии и актиномицеты, а также синезеленые водоросли. Недостаток в пище витамина В₁₂ обычно приводит к развитию тяжелой формы анемии. При этом ухудшается усвоение пищи, нарушается обмен белков, углеводов и жиров. Препараты витамина В₁₂ успешно исполь-

зуют также для лечения лучевой болезни. Важное значение витамина B_{12} состоит и в том, что он интенсивно действует на органы кроветворения.

В организме животных и человека витамин B_{12} синтезируется микрофлорой кишечника, откуда поступает в отдельные органы. В наибольших количествах этот витамин накапливается в почках, печени и на стенках кишечника. Однако количество синтезированного микроорганизмами в кишечнике витамина B_{12} бывает недостаточным для покрытия в нем потребности организма, поэтому продукты животного происхождения, особенно печень и почки, служат для человека важным источником этого витамина.

Выделенный в кристаллическом виде витамин B_{12} имеет красный цвет из-за наличия в молекуле от 2 до 4 % кобальта. Это единственный из витаминов, в состав молекул которого входит металл.

Элементный состав витамина B_{12} следующий:
 $C_{63}H_{60}N_{14}O_{14}PCo$.

Витамин B_{12} встречается в нескольких формах, называемых кобаламинами. Он довольно хорошо растворяется в воде и спирте, устойчив при нагревании.

Содержание витамина B_{12} в некоторых пищевых продуктах характеризуется следующими данными (мкг на 100 г): говядина — 2—8; говяжьи почки — 20—50, печень — 50—130, сердце — 25; коровье молоко — 0,2—0,6; сыр — 1,4—3,6; яичный желток — 1,2; сельдь — 11.

Многочисленные наблюдения показывают, что в сутки человеку требуется от 2 до 5 мкг этого витамина.

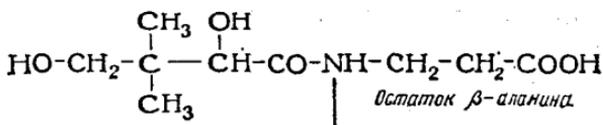
Фолиевая кислота (фолацин, витамин B_9), как и витамин B_{12} , оказывает влияние при лечении некоторых злокачественных анемий у человека. Опытами на животных установлено, что при недостатке в корме фолиевой кислоты задерживается рост и нарушается процесс кроветворения.

Фолиевая кислота содержится в листьях растений и в связи с этим получила свое название от латинского слова *folium* — лист. Эта кислота является необходимой составной частью ряда ферментов, катализирующих биосинтез пуриновых оснований, некоторых пиримидиновых оснований и таких аминокислот, как серин, гистидин и метионин, а также нуклеиновых кислот.

Содержание фолиевой кислоты в пищевых продуктах следующее (мкг на 100 г): в печени говяжьей — 160; в почках — 45; в говядине — 10; в молоке — 4; в яйцах —

Суточная потребность человека в витамине В₁₅ составляет около 2 мг.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота) входит в состав кофермента А, который участвует в активировании и переносе образующейся в организме уксусной кислоты и других кислотных остатков, синтезе лимонной и жирных кислот. Строение пантотеновой кислоты следующее:



При отсутствии или недостатке пантотеновой кислоты в кормах у животных наблюдаются разнообразные патологические явления — воспаление кожи, поражение надпочечников, желудка, кишечника, почек, нервной системы и др. У человека ярко выраженного проявления заболеваний от недостатка витамина В₃ не наблюдается.

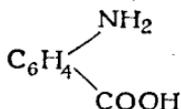
Пантотеновая кислота представляет собой вязкую жидкость желтого цвета, хорошо растворяющуюся в воде и в горячих кислых и щелочных растворах, устойчивую к свету и кислороду воздуха.

Название «пантотеновая» в переводе с греческого означает «вездесущая». Действительно, пантотеновая кислота широко распространена в пищевых продуктах. Так, в мясе ее 0,7 мг%, в печени бараньей — 30,0, в яйцах — 1,5—2,7, в молоке — 0,3, в сыре — 0,5, в картофеле — 0,6, в овощах — 0,3, в зеленом горошке — 0,7, в хлебе — 0,8, в крупе — 0,6 мг%.

Суточная потребность человека в витамине В₃ составляет 5—10 мг. Человек, по-видимому, не испытывает недостатка в витамине В₃, так как, кроме поступления этого витамина с пищей, он еще синтезируется в кишечнике человека с помощью микроорганизмов.

Парааминобензойная кислота (ПАБ) является фактором роста для некоторых бактерий и необходимой составной частью клеток и тканей растений и животных. Отсутствие в диете животных небольших количеств парааминобензойной кислоты приводит к поседению волос. Значение парааминобензойной кислоты для человека еще окончательно не установлено.

В качестве компонента парааминобензойная кислота входит в состав фолиевой кислоты. Строение парааминобензойной кислоты следующее:

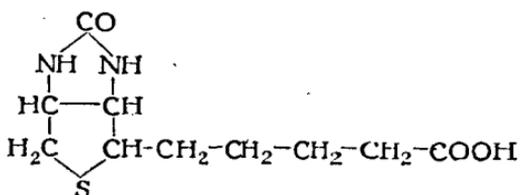


Парааминобензойная кислота встречается в природе в свободном и ацетилированном виде или в соединении с пептидами.

Содержание ее в пищевых продуктах составляет (мкг на 100 г): в мясе говяжьим — 65; в печени крупного рогатого скота — 250; в яйцах куриных — 40; в свинине — 80; в молоке коровьем — 10; в шпинате — 60; в картофеле — 36; в моркови — 22.

Потребность человека в парааминобензойной кислоте не установлена.

В и т а м и н Н (б и о т и н) влияет на рост дрожжей и ряда других микроорганизмов. При недостатке витамина Н у животных и человека происходит поражение кожи и выпадают волосы. Имеются также сведения о том, что биотин участвует в жировом обмене. Строение биотина следующее:



В чистом виде биотин образует игольчатые кристаллы, хорошо растворимые в воде, труднее — в спиртах и эфире. Биотин устойчив к действию молекулярного кислорода, но разрушается под влиянием неорганических кислот и щелочей.

В небольших количествах биотин встречается во многих продуктах, например (мкг на 100 г): в печени говяжьей — 200; в мясе — 5; в куриных яйцах — 9; в желтке куриных яиц — 30; в молоке — 5; в хлебе — 2—5; в рисе — 12; в цветной капусте — 17; в овощах — 2—4; в картофеле — 0,5—1.

Суточная потребность человека в витамине Н составляет 0,15—0,30 мг.

Липоевая кислота широко распространена в природе и содержится в большинстве пищевых продуктов, особенно много ее в печени, почках и сердце. Содержание ее в говядине 72,5 мкг на 100 г, в молоке — 500—1300, в белокочанной капусте — 115, в рисе — 220 мкг на 100 г продукта.

Получают липоевую кислоту также синтетическим путем.

Суточная потребность взрослого человека в липоевой кислоте составляет 0,5 мг.

ФЕРМЕНТЫ

Ферменты представляют собой высокоспециализированные катализаторы белковой природы, которые ускоряют химические реакции в животных и растительных организмах. Практически все химические преобразования в живом веществе осуществляются с помощью ферментов. Можно сказать, что ферменты являются движущей силой биохимических процессов в живых организмах.

В зависимости от природы и назначения ферменты могут выделяться в окружающую среду или удерживаться внутри клетки. Они не утрачивают каталитической способности и после выделения из организма. На этом основано их использование в пищевой, легкой и медицинской промышленности, сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства.

Академик И. П. Павлов писал: «Ферменты есть, так сказать, первый акт жизненной деятельности. Все химические процессы направляются в теле именно этими веществами, они есть возбудители всех химических превращений. Все эти вещества играют огромную роль, они обуславливают собою те процессы, благодаря которым проявляется жизнь, они и есть в полном смысле возбудители жизни».

Все ферментативные реакции протекают легко и быстро. Катализируемые в организме ферментативные реакции не сопровождаются образованием побочных продуктов, в то время как в органических реакциях, проводимых с помощью искусственных катализаторов, всегда образуется хотя бы один или несколько таких продуктов.

В живых организмах ферменты находятся в упорядоченном состоянии. В отдельных структурных образованиях клетки ферментативные реакции протекают в строго определенном порядке. Будучи точно скоординированными

друг с другом, отдельные циклы реакций обеспечивают жизнедеятельность клеток, органов, тканей и организма в целом. В отдельных частях клетки осуществляются строго определенные биохимические процессы.

Наряду с тем, что ферменты играют решающую роль в живых организмах, им принадлежит видное место в производстве пищевых продуктов и многих изделий других отраслей промышленности, а также в сельском хозяйстве. Производство этилового спирта, пива, вина, чая, хлеба, кисломолочных и многих других продуктов основано на действии ферментов. Ферменты участвуют в созревании и перезревании плодов и овощей, созревании и порче мяса и рыбы, сохранности зерна, муки, крупы и других продуктов.

В некоторых случаях присутствие ферментов в процессе переработки продуктов бывает нежелательным. Примером этого может служить реакция ферментативного потемнения плодов и овощей в результате воздействия фермента полифенолоксидазы или прогоркание жиров муки в результате действия присутствующих в зародыше зерна ферментов липазы и липооксидазы.

В настоящее время из биологических объектов выделено около 3500 и изучено несколько сотен ферментов. Полагают, что живая клетка может содержать более 1000 различных ферментов. Каждый фермент, как правило, катализирует только один тип химической реакции. Поскольку фермент способен ускорять только одну реакцию или редко группу реакций одного типа, не влияя при этом на другие, в живых организмах может одновременно происходить много различных реакций. Хотя реакции отдельных ферментов протекают независимо друг от друга, тем не менее чаще всего они связаны между собой сложной последовательностью образования промежуточных продуктов. При этом продукт одной реакции может служить субстратом или реагентом другой. Поэтому в одной и той же клетке одновременно происходят сотни и тысячи ферментативных реакций, протекающих в определенной последовательности и в таких количествах, которые обеспечивают нормальное состояние клетки.

Каждый живой организм непрерывно синтезирует ферменты. В процессе роста организма увеличивается и количество необходимых ферментов. Непропорциональное увеличение или уменьшение количества ферментов могло бы привести к нарушению сложившегося в организме характера обмена веществ.

В живой клетке ферменты могут синтезироваться в разных структурных образованиях — ядре, цитоплазме, хлоропластах, митохондриях, цитоплазматической мембране и др.

Как биологические катализаторы ферменты, находясь в ничтожных количествах, способны превращать огромные количества субстрата, на который они действуют. Так, фермент слюны амилаза обнаруживает заметную каталитическую активность в разведении 1 : 1 000 000, а фермент пероксидаза оказывается активным при разведении 1 : 5 000 000. Одна молекула каталазы расщепляет в одну минуту 5 миллионов молекул перекиси водорода.

Каталитическая активность ферментов во много раз превосходит активность неорганических катализаторов. Так, гидролиз белка до аминокислот в присутствии неорганических катализаторов при температуре 100 °С и выше осуществляется за несколько десятков часов. Такой же гидролиз при участии специфических ферментов заканчивается за время меньше часа и протекает при температуре 30—40 °С. Полный гидролиз крахмала с помощью кислоты происходит за несколько часов, тогда как на ферментативный гидролиз при комнатной температуре затрачивается несколько минут. Известно, что ионы железа каталитически ускоряют расщепление перекиси водорода на водород и кислород. Но атомы железа, входящие в состав фермента каталазы, действуют на перекись водорода в 10 миллиардов раз энергичнее обычного железа: 1 мг железа в ферменте способен заменить 10 т неорганического железа при каталитическом расщеплении перекиси водорода.

Важной характерной особенностью ферментов является специфичность их действия. Специфичность ферментов намного выше, чем у катализаторов неорганической природы. Незначительные иногда изменения в химической структуре вещества исключают проявление действия на это вещество специфического фермента. Специфичность действия ферментов проявляется и в тех случаях, когда вещество различается по химической структуре. Так, ферменты, ускоряющие гидролиз белков, не оказывают никакого влияния на гидролиз крахмала, и наоборот.

По степени специфичности ферменты различаются между собой. Одни ферменты катализируют только единственную реакцию, а другие большое число реакций. Так, фермент гликооксидаза катализирует окисление глю-

козы, а трипсин гидролизует специфические пептидные связи в белках и простые эфиры аминокислот.

Специфичность действия ферментов иногда приводит к тому, что на органическое соединение оказывает влияние не один, а два фермента.

Групповую специфичность представляют все ферменты, т. е. они катализируют только особый тип реакции, например окисление моносахаридов или гидролиз олигосахаридов.

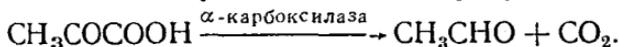
Ферменты, будучи специфическими катализаторами, ускоряют как прямую, так и обратную реакцию, т. е. гидролиз и синтез вещества, на которое они действуют. Направленность этого процесса зависит от концентрации исходных и конечных продуктов и условий, в которых протекает реакция. В то же время доказано, что в живой клетке большинство синтезов происходит под действием не тех ферментов, которые катализируют расщепление того или иного соединения.

Химическая природа ферментов

Ферменты делят на два больших класса — однокомпонентные, состоящие только из белка, и двухкомпонентные, состоящие из белка и небелковой части, называемой простетической группой. Белки ферментов могут быть простыми (протеннами) и сложными (протеидами). Активную простетическую группу фермента называют агонем, а белковый носитель — фероном. Простетическая группа в составе фермента занимает примерно до 1 % его массы.

Прочность связи простетической группы (агона) с фероном у разных ферментов неодинакова. При слабой связи происходит диссоциация фермента на белковую и простетическую часть, которую называют коферментом. Каждая из образовавшихся групп проявляет каталитическую активность. Роль коферментов играют большинство витаминов — С, В₁, В₂, В₆, В₁₂, Н, Е, К и др., а также нуклеотиды, РНК, сульфгидрильные группы, глутатион и т. д. Многие ферменты обладают высокой каталитической способностью только в том случае, если фермент не распадается на ферон и агон.

Типичным двухкомпонентным ферментом является α -карбоксилаза, катализирующая расщепление пировиноградной кислоты на углекислый газ и уксусный альдегид:



Химическая природа α -карбоксилазы полностью установлена, активная группа этого фермента содержит витамин В₁.

Часто коферменты действуют как промежуточные продукты ферментативных реакций, участвующих в переносе водорода. К ним относят никотинамидадениндинуклеотид (НАД), глутатион, L-аскорбиновую кислоту, хиноны и цитохромы. Другие коферменты действуют как носители или передатчики фосфатных, аминных и метильных групп.

Молекулярный вес ферментов колеблется в широких пределах — от нескольких тысяч до миллиона, но большинство ферментов имеют большой молекулярный вес.

Многие ферменты содержат металлы, которые принимают участие в каталитическом действии. Так, железо входит в состав простетической группы ферментов каталазы и пероксидазы, а также цитохромоксидазы, участвующей в процессах дыхания. Медь входит в состав окислительных ферментов полифенолоксидазы и аскорбинатоксидазы, играющих важную роль в обмене растений.

В чистом виде все ферменты являются кристаллами.

Каталитические реакции осуществляются на поверхности молекул ферментов. Фермент-белок образует диспергированную фазу, на поверхности которой происходят реакции между веществами, растворенными в дисперсионной среде. Поверхность молекулы фермента-белка неоднородна; на поверхности молекулы имеются разнообразные химически активные группировки, легко связывающие другие соединения.

Свойства ферментов обусловлены в первую очередь наличием особо активных центров на поверхности белковой молекулы — радикалов аминокислот или прочно присоединенных к белку особых химических группировок.

Общие свойства ферментов

Количество фермента, присутствующего в тканях в любой данный момент времени, определяется относительными скоростями его синтеза и распада, а также концентрациями различного рода ингибиторов и активаторов. Как правило, распад ферментов и снижение их количества в среде происходят медленно. Ингибирование и активация ферментов могут осуществляться довольно быстро — в течение секунд. Существует много методов для определения и выражения активности отдельных ферментов. Это обусловлено многообразием ферментов, наличием и использо-

ванием для определения их активности различных субстратов.

Международный биохимический союз предложил следующее определение единицы фермента: «За единицу любого фермента принимается то его количество, которое катализирует превращение одного микромоля субстрата в минуту при заданных стандартных условиях»¹. Число

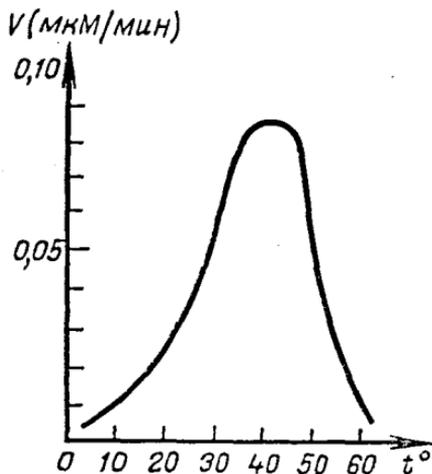


Рис. 5. Влияние температуры на активность фермента

микромолей и будет равно числу стандартных единиц.

Международная комиссия предложила, если это возможно, проводить определение активности ферментов при 30 °С и при оптимальных для ферментативной активности значениях рН и концентрации субстрата.

Общие свойства ферментов вытекают из их белковой природы. Ферменты термолабильны, их активность зависит от рН среды и влажности, в которой они действуют,

а также от влияния активаторов и ингибиторов.

При повышении температуры до определенных пределов активность ферментов усиливается. При достижении оптимальной для фермента температуры его каталитическая активность бывает наиболее высокой. Оптимальная температура для многих ферментов лежит чаще всего в пределах от 40 до 50 °С. Однако оптимальная температура не является строго постоянной и зависит от многих причин, и в частности от продолжительности нагревания. Чем продолжительнее действие фермента, тем оптимальная температура должна быть ниже.

В интервале температур от 0 до 50 °С при повышении или понижении температуры на каждые 10 °С активность ферментов возрастает или соответственно падает в 1,4—2 раза (рис. 5). При дальнейшем нагревании активность ферментов снижается, и при 80—100 °С ферменты обычно

¹ Номенклатура ферментов. Рекомендации международного биохимического союза. М.: Наука, 1966, с. 12.

полностью теряют каталитические свойства в связи с денатурацией белка.

После тепловой инактивации некоторые ферменты восстанавливают свою каталитическую активность. Примером может служить пероксидаза, которая даже при нагревании в течение 60 с до 150 °С не полностью теряет каталитические свойства. Поэтому пероксидазу считают самым термостабильным ферментом.

При температурах ниже 0 °С каталитическая деятельность ферментов резко снижается, но все же сохраняется даже при замораживании продуктов.

Температура инактивации у разных ферментов неодинакова. Так, инактивация фермента амилазы в растворе происходит при 70 °С, сахаразы — при 59, трипсина и пепсина — при 65 °С. В сухом состоянии ферменты могут переносить нагревание до более высоких температур. Но при очень высоких температурах инактивация ферментов наступает мгновенно.

Реакция среды оказывает существенное влияние на каталитическую активность ферментов. Ферменты изменяют свою растворимость, осмотическое давление, вязкость и другие свойства под влиянием рН среды. Полагают, что изменение ферментативной активности в зависимости от рН среды связано с изменением ионизации ферментов, субстрата или фермент-субстратного комплекса.

Ферменты проявляют оптимальную активность только в определенных, свойственных им пределах рН. Так, пепсин, который выделяется в сильноокислую среду желудка, имеет оптимум активности при рН 1,5 и 2,5. В то же время протеазы, которые выделяются поджелудочной железой в двенадцатиперстную кишку, имеют оптимальную активность в щелочной зоне рН, а оптимум действия трипсина лежит в пределах рН 8—9. При значении рН выше или ниже оптимальной активность ферментов снижается.

Большинство ферментов бывают наиболее активными в нейтральных, слабощелочных или слабокислых средах. По мере сдвига значения рН от оптимальной в кислую или щелочную среду активность ферментов падает (рис. 6).

Активаторы и ингибиторы (парализаторы) ферментов могут соответственно усиливать или ослаблять и даже прекращать их деятельность. Активаторами ферментов являются ионы металлов: Na^+ ; K^+ ; Rb^+ ; Mg^{++} ; Ca^{++} ; Cu^{++} ; Fe^{++} и соединения, содержащие сульфгидрильные группы: SH , HCN , H_2S . Наличие в растворе указанных металлов или соединений в определенной концентрации способ-

ствуется проявлению полной активности некоторых ферментов. Все ферменты подвержены ингибированию в результате денатурации или разрушения ферментного белка.

Различают ингибиторы общего и специфического характера. К общим ингибиторам, которые подавляют действие всех ферментов, относят соли тяжелых металлов (свинца, серебра, ртути), трихлоруксусную кислоту и

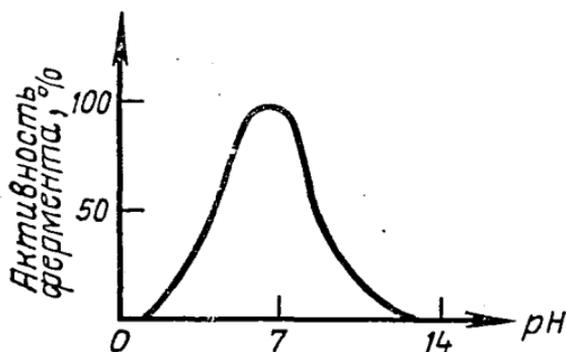


Рис. 6. Влияние pH среды на активность фермента

танин. Часто торможение или прекращение действия ферментов под влиянием тяжелых металлов носит обратимый характер, и если в среду добавить вещества, образующие соединения с этими металлами, то активность ферментов восстанавливается.

Специфические ингибиторы действуют только на определенные ферменты. Так, синильная кислота действует только на окислительные ферменты, содержащие в активном центре железо или медь. Синильная кислота вступает в соединение с металлами и фермент теряет активность.

Сущность действия ингибиторов в большинстве случаев состоит в том, что они соединяются с активными группами или активными центрами молекулы ферментов.

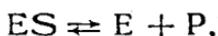
В живой клетке регулирование действия ферментов осуществляется не только с помощью специфических активаторов и ингибиторов, но также путем связывания ферментов на различных коллоидных структурах протоплазмы. Такое связывание ферментов приводит к потере ими активности. Освобождение фермента из соединения вновь восстанавливает его каталитическую активность.

Ферменты инактивируются при очень высоких давлениях. Однако после снятия давления ферменты восстанавливают свою каталитическую активность.

Действие ферментов сильно замедляется в сухих продуктах, однако полностью не прекращается. Результаты активности ферментов могут проявляться в изменении качества продукта — его потемнении, ухудшении аромата, вкуса, консистенции и т. д.

Скорость большей части ферментальных реакций пропорциональна концентрации фермента, по крайней мере на самых ранних стадиях. За пределами начальных стадий скорость ферментативных реакций падает.

Фермент образует с субстратом комплекс, который диссоциирует на свободный фермент и конечный продукт реакции:



где E — фермент; S — субстрат; ES — ферментно-субстратный комплекс; P — конечный продукт.

Количество субстрата очень велико по сравнению с количеством фермента, и поэтому концентрация субстрата сильно влияет на скорость ферментативных реакций. Если субстрат содержится в значительном избытке, то количество образующегося продукта пропорционально времени. По мере уменьшения концентрации субстрата количество образующегося в единицу времени конечного продукта (P) снижается.

О наличии в растворе фермента судят по его действию. Так, о наличии амилазы в слюне можно судить по способности слюны осахаривать крахмал, о наличии желудочного пепсина — по его способности растворять с достаточной быстротой яичный белок или фибрин.

Номенклатура и классификация ферментов

В начальный период развития учения о ферментах им давали названия без определенной системы, по случайным признакам, по названию субстрата или типу катализируемой реакции. Так, фермент пепсин получил название от греческого слова «пепсис» — перевариваю, папайн — от сока растения папайи, богатого ферментом. Случалось, что отдельные авторы одному и тому же ферменту давали разные названия.

В связи с бурным развитием науки о ферментах — ферментологии в 1961 г. постоянным комитетом по ферментам при Международном биохимическом союзе была разработана современная номенклатура и классификация фер-

ментов. В соответствии с этой классификацией название фермента составлялось из химического названия субстрата и названия той реакции, которая осуществлялась ферментом. К латинскому названию корня субстрата, на который действует фермент, или к названию процесса, катализируемого данным ферментом, добавлялось окончание «аза». Наряду с новыми названиями для многих ферментов сохранились старые, прочно вошедшие в научную литературу (пепсин, трипсин, папаин и др.).

По современной классификации все ферменты делят на шесть классов: оксидоредуктазы; трансферазы; гидролазы; лиазы; изомеразы; лигазы (синтетазы). Классификация ферментов основана на характере их действия.

Каждый класс подразделяют на подклассы, а каждый подкласс — на группы.

Оксидоредуктазы. Это ферменты, катализирующие окислительно-восстановительные реакции, которые происходят в живых организмах. Реакции окисления веществ в организмах всегда сопровождаются реакциями восстановления. Оксидоредуктазы делят на 14 подклассов.

Окисление протекает как процесс отнятия водорода (электронов) от субстрата, а восстановление — как присоединение атомов водорода (электронов) к акцептору. Эту реакцию схематично можно представить в следующем виде:



где AH_2 — вещество, отдающее свой водород и называемое донатором; B — вещество, отнимающее водород и называемое акцептором.

Окислению могут подвергаться разнообразные вещества — углеводы, жиры, белки, аминокислоты, витамины и др.

Роль оксидоредуктаз в живых тканях выполняют обширные группы дегидрогеназ и оксидаз, которые носят название в зависимости от окисляемого ими субстрата. Так, фермент, дегидрирующий яблочную кислоту, называется малатдегидрогеназой, дегидрирующий этиловый спирт — алкогольдегидрогеназой и т. д.

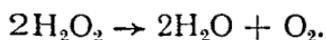
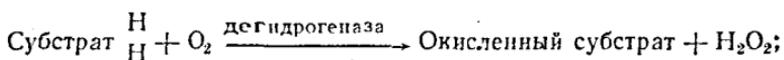
В классе оксидоредуктаз основное значение имеют дегидрогеназы, которые осуществляют реакцию дегидрирования. Все дегидрогеназы делят на две группы: анаэробные и аэробные, которые называют оксидазами.

Анаэробные дегидрогеназы представляют собой специфические ферменты, катализирующие отщепление водо-

рода от определенных химических веществ и передающие его другим ферментам — переносчикам водорода. Эти дегидрогеназы являются двухкомпонентными ферментами, в которых кофермент легко отделяется от белковой части. В качестве кофермента в состав анаэробных дегидрогеназ могут входить два вещества — никотинамидадениннуклеотид (НАД) или никотинамидаделининнуклеотидфосфат (НАДФ). Оба эти вещества обладают исключительно высокой реакционной окислительно-восстановительной способностью.

Известно очень много анаэробных дегидрогеназ, катализирующих окисление различных органических соединений. Так, лактатдегидрогеназа катализирует реакцию окисления молочной кислоты до пировиноградной, изоцитратдегидрогеназа — окисление изолимонной кислоты до шавелево-янтарной.

К группе **аэробных дегидрогеназ (оксидаз)** относят ферменты, в состав которых в качестве кофермента входит витамин В₂ (рибофлавин), поэтому такие ферменты называют флавиновыми. Флавиновые ферменты способны отнимать водород от окисляемого вещества и передавать его другим соединениям или кислороду воздуха:



Отнимая водород от окисляемого вещества и передавая его кислороду воздуха, оксидаза может при этом образовывать воду или перекись водорода (H₂O или H₂O₂). К этой группе ферментов относятся полифенолоксидаза, аскорбинатоксидаза, глюкооксидаза.

Полифенолоксидаза представляет собой аэробную дегидрогеназу, для которой акцептором водорода является газообразный кислород.

Она действует на о-дифенолы, полифенолы, дубильные вещества и тирозин. Полифенолоксидаза широко распространена в грибах и высших растениях, особенно ее много в зеленом чайном листе. Действием полифенолоксидазы объясняется потемнение на разрезе мякоти плодов и овощей, картофеля, а также потемнение свежего чайного листа при его скручивании. Полифенолоксидаза играет большую роль в качестве промежуточного звена при дыхании растений.

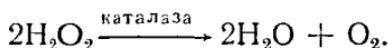
Фермент **пероксидаза** наряду с полифенолоксидазой активно участвует в процессах дыхания растений.

Активная группа пероксидазы содержит железо. С помощью фермента пероксидазы за счет перекиси водорода и некоторых других органических перекисей происходит окисление органических соединений. Пероксидаза образует комплексное органическое соединение, вследствие чего перекись активируется и приобретает способность действовать как акцептор водорода:



Многие органические соединения реагируют с кислородом воздуха и образуют перекиси. Особенно легко образуются перекиси при окислении кислородом воздуха соединений, имеющих непереломленные связи: каротиноидов, ненасыщенных жирных кислот, некоторых углеводов.

Фермент к а т а л а з а катализирует процесс расщепления перекиси водорода на воду и кислород:



В состав молекулы каталазы, как и пероксидазы, входит железо. Главное назначение каталазы в организме состоит в том, что она разрушает вредную для клеток перекись водорода, образующуюся в процессе дыхания.

Трансферазы, или ферменты переноса. Они ускоряют перенос целых атомных групп от одного соединения к другому. Трансферазы — один из наиболее обширных классов, которые имеют огромное значение для обмена веществ живых организмов.

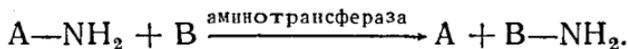
В зависимости от характера переносимых группировок различают аминотрансферазы, фосфортрансферазы, глюкозилтрансферазы, ацилтрансферазы и др. Каждый из указанных подклассов трансфераз переносит только свойственные ему атомные группировки.

А м и н о т р а н с ф е р а з ы ускоряют реакцию переаминирования аминокислот с кетокислотами.

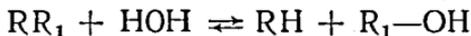
Ф о с ф о р т р а н с ф е р а з ы ускоряют перенос остатков фосфорной кислоты на спиртовые, карбоксильные, азотсодержащие и другие группы тех или иных органических соединений.

Г л ю к о з и л т р а н с ф е р а з ы катализируют реакции переноса глюкозидных остатков с молекул фосфорных эфиров или других соединений к молекулам моносахаридов, полисахаридов или других веществ. В качестве примера можно привести катализируемую трансферазами

реакцию переноса аминотрансферазой аминной группы с одного соединения на другое:



Гидролазы. Эти ферменты катализируют гидролиз, а иногда и синтез органических соединений при участии воды:



Этот класс подразделяют на 9 подклассов.

Гидролазы делят на ферменты, гидролизующие глюкозидные связи, подобные тем, которые встречаются в крахмале и целлюлозе и других полисахаридах. Эти же ферменты гидролизуют пептидные связи в белках, а также сложные эфиры (жиры и др.). Наиболее важными являются четыре подкласса гидролаз: эстеразы, карбогидразы, амидазы и пептидазы.

Эстеразы ускоряют реакции гидролиза и синтеза сложных эфиров:



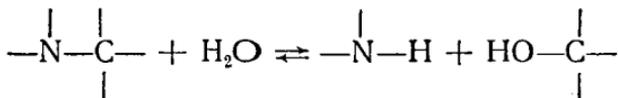
К эстеразам относятся липазы, эстеразы, лецитиназы и другие ферменты.

Карбогидразы расщепляют глюкозидные связи в углеводах и их производных:



где R — остаток моно-, ди- или полисахарида; R₁ — углевод или неуглеводная часть в молекулах гликозидов. К карбогидразам относятся α- и β-амилазы, фруктофуранозидаза (сахароза), мальтаза, лактаза, пектиназа и др.

Амидазы ускоряют гидролиз амидов кислот в основном по следующей схеме:



К амидазам относятся пурин- и пиридиндезаминазы, ациламидазы, амидиназы и др.

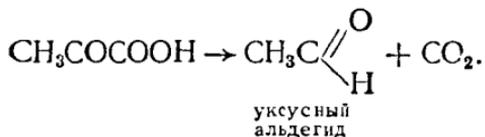
Пептидазы катализируют реакции расщепления белка и полипептидов по уравнению



где R и R₁ — остатки аминокислот, ди- или полипептидов.

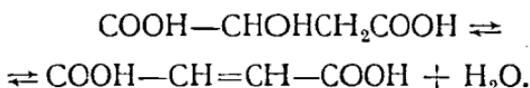
Лиазы. Они объединяют ферменты, ускоряющие негидролитические реакции распада органических веществ с отщеплением воды, углекислого газа или аммиака и др. В результате действия ферментов образуются двойные связи. Некоторые из этих реакций обратимы, и соответствующие ферменты при определенных условиях катализируют реакции не только распада, но и синтеза.

Из класса лиаз выделяют несколько подклассов в зависимости от типа подвергающейся разрыву связи между отщепляемой группой и остатком молекулы. Так, ферменты **углерод-углерод-лиазы** катализируют отщепление или присоединение углекислоты. Такая реакция часто происходит в процессе обмена веществ в растениях. Ферменты этого типа носят название карбоксилаз или декарбоксилаз. Примером может служить каталитическая реакция отщепления CO_2 от пировиноградной кислоты с помощью пируваткарбоксилазы:



Декарбоксилазы аминокислот участвуют в отщеплении углекислоты от аминокислот.

Углерод-кислород-лиазы катализируют отщепление от органических веществ воды. Так, фермент фумаратгидратаза отщепляет воду от яблочной кислоты с образованием фумаровой кислоты:



Аналогично декарбоксидированию может подвергаться также щавелево-уксусная и некоторые другие органические кислоты.

К ферментам класса лиаз относятся также **фосфопируватгидратаза**, которая отщепляет воду от 2-фосфоглицериновой кислоты, и **аспартат-аммиаклиаза**, участвующая в процессе отщепления и присоединения аммиака.

Изомеразы. Такие ферменты катализируют превращение органических соединений в их изомеры. В отличие от трансфераз изомеразы катализируют перенос групп только внутри молекулы. Эти превращения могут состоять во внутримолекулярном переносе водорода, фосфатных и

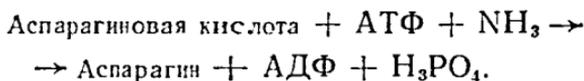
ацетильных групп, в изменении пространственного расположения атомных группировок, в перемещении двойных связей.

К классу изомераз относятся триозофосфатизомераза, альдозомутаротаза, фосфогексонизомераза и др.

Несмотря на то что класс изомераз насчитывает мало ферментов, они играют важную роль в обмене веществ. Так, фермент триозофосфатизомераза катализирует превращение промежуточных продуктов брожения: 3-фосфоглицеринового альдегида и фосфодиацетона, а рибозофосфатизомераза катализирует взаимное превращение кето- и альдоформ рибозо-5-фосфата; образующаяся при этом рибулоза может дальше превращаться в арабинозу.

Лигазы, или синтетазы. Они представляют собой большую группу ферментов, ускоряющих синтез сложных органических соединений из более простых. Реакция синтеза требует значительной затраты энергии, поэтому активность лигаз проявляется лишь в присутствии таких макроэргических соединений, как аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) или другой нуклеотидтрифосфат. При отрыве от молекул аденозинтрифосфорной кислоты в присутствии лигаз одного или двух концевых остатков фосфорной кислоты выделяется большое количество энергии, используемой для активирования реагирующих веществ.

Наиболее простой реакцией, катализируемой лигазами, является синтез амидов — аспарагина и глутамина. Образование аспарагина идет в присутствии аспарагинсинтетазы:



К лигазам принадлежат также ферменты, катализирующие присоединение остатков различных органических кислот (уксусной, янтарной, малоновой и др.) к ацетил-коэнзиму А.

Получение и использование ферментных препаратов

Ферменты способны осуществлять каталитические функции вне клетки и вне организма, поэтому для практических целей представляет большой интерес выделение ферментов и их использование в пищевой, легкой, медицинской и некоторых других отраслях промышленности,

сельском хозяйстве, на предприятиях общественного питания и т. д.

Применение ферментов позволяет в большинстве случаев интенсифицировать технологические процессы, повышать качество готового продукта, улучшать его товарный вид, снижать себестоимость производства, расширять сырьевые ресурсы.

В настоящее время в нашей стране создается мощная отрасль биотехнология, основанная на использовании ферментов.

Ферментные препараты применяют в хлебопечении, виноделии, спиртовом, пивоваренном и соко-экстрактном производствах, в кондитерской, крахмалопаточной, мясоперерабатывающей и рыбной промышленности, в сыроделии и других отраслях пищевой промышленности, в сельском хозяйстве — при приготовлении кормов, в легкой промышленности — при обработке кож, льна, мехов, в медицинской промышленности — для получения лекарств и т. д.

Промышленное получение ферментных препаратов из растительного и животного сырья лимитируется ограниченностью сырьевых ресурсов и относительно небольшим ассортиментом ферментов, которые могут быть из него получены. Поэтому наиболее перспективно производство ферментов микробного происхождения, так как источник микробиологического сырья огромен и набор ферментов в этом сырье очень широк.

Продуцентами ферментов могут быть бактерии, грибы, дрожжи, актиномицеты. Многие микроорганизмы могут синтезировать одновременно комплекс ферментов, но имеются и такие, которые накапливают в наибольших количествах только один фермент.

Ферментный препарат отличается от чистого фермента тем, что в нем содержатся балластные вещества и несколько других ферментов.

Для производственных целей ферментные препараты могут не подвергаться тщательной очистке, тогда как для научно-исследовательских работ и лекарственных целей нередко требуется выделять ферменты в чистом виде.

Источником получения ферментных препаратов служат также органы и ткани животных, богатые ферментами. Так, поджелудочная железа богата химотрипсином, трипсином, коллогеназой и др.; слизистая оболочка свиных желудков и сычугов крупного рогатого скота содержит ферменты пепсин и липазу; в сычужках молочных

телят и ягнят находится сычужный фермент реннин, используемый для свертывания молока при производстве сыров.

Из растительного сырья для промышленных целей чаще всего выделяют протеолитические ферменты — папайн из дынного дерева (папайн), фицин — из растения инжира, бромелайн — из ананаса. Все эти препараты существенно улучшают качество мяса, способствуя размягчению жестких частей. Из проросшего зерна получают ферментные препараты для гидролиза крахмала.

Широко известны препараты амилолитических, пектолитических и протеолитических ферментов, глюкооксидазы, каталазы и другие, получаемые с помощью микроорганизмов.

Плесневые грибы, дрожжеподобные микроорганизмы и спороносные бактерии синтезируют амилолитические ферменты. Для получения амилолитических ферментных препаратов чаще всего используют грибы рода *Aspergillus* видов *oryzae*, *awamori* и др.

Пектолитические ферменты получают с помощью *Penicillium glaucum*, *Penicillium expansum*, *Aspergillus* и некоторых других.

Протеолитические ферменты способны вырабатываться многими плесневыми грибами, актиномицетами и бактериями. Но наиболее часто используются в качестве продуцентов *Vac. subtilus* и грибы различных видов рода *Aspergillus*.

Продуцентами глюкооксидазы и каталазы являются некоторые виды грибов рода *Aspergillus* и *Penicillium*.

Амилолитические ферментные препараты применяют в хлебопекарной промышленности для улучшения качества и аромата хлеба. При этом время созревания теста снижается на 30 %, а расход сахара на производство булочных изделий высших сортов уменьшается вдвое. В пивоваренной, спиртовой и крахмало-паточной промышленности амилолитические ферменты применяют для осахаривания крахмала. В пивоваренной промышленности применение ферментных препаратов позволяет сэкономить около 165 килограммов ячменя при производстве каждого декалитра пива.

Применение пектолитических ферментов, глюкооксидазы и каталазы, вызывающих мацерацию клеточных стенок и гидролиз пектиновых веществ, позволяет повысить выход сока из слив, абрикосов, персиков и черной смородины на 25—30 %.

Фермент глюкозофосфатизомераза способен превращать глюкозу в фруктозу, и наоборот. На этом основано получение фруктозы из глюкозы в условиях промышленного производства. Фруктоза в отличие от глюкозы и сахарозы на превращения в организме не требует инсулина, что очень важно для человека, болеющего диабетом.

Особое значение имеют ферментные препараты в медицине для лечения многих заболеваний. Так, при лечении желудочных заболеваний используют ферментные препараты пепсина, трипсина и другие, получаемые из тканей животных. Широко используют ферментные препараты в кожевенном и меховом производстве для снятия волос со шкур и размягчения кожевенного сырья. В текстильной промышленности с помощью ферментов производят расшлихтовку тканей, в результате чего значительно повышается производительность труда.

С помощью ферментов в больших количествах ведется промышленная выработка аминокислот и белковых препаратов, в первую очередь для животноводства.

Для получения микробиологических ферментных препаратов производят посевы чистых культур микроорганизмов на стерильные среды определенного состава с определенными рН и температурой. После выращивания микроорганизмов культуральную жидкость, содержащую растворимые вещества, отделяют от клеточного материала и нерастворимых составных частей среды. Для этого применяют центрифугирование или фильтрование. Концентрирование неочищенных ферментных растворов производится выпариванием под вакуумом при низких температурах.

В лабораторной и промышленной практике широко используют жидкие ферментные препараты. Для выделения ферментов из культуральной жидкости применяют два способа — осаждение и адсорбцию. Осаждение ведется при низкой температуре во избежание денатурации и инактивирования ферментов. Осаждение чаще всего осуществляется органическими растворителями и неорганическими солями. Для высокой очистки растворяются и обрабатываются методами хроматографии, электрофореза, диализа, кристаллизации и др.

АРОМАТООБРАЗУЮЩИЕ ЛЕТУЧИЕ ВЕЩЕСТВА

Ароматообразующие летучие вещества значительно улучшают вкус пищи, повышают ее усвояемость, возбуждая аппетит и усиливая деятельность пищеваритель-

ных органов. Достаточно удалить комплекс летучих веществ из продукта, чтобы он терял не только аромат, но и вкус.

Для характеристики ароматообразующих веществ в практике часто применяют термины «летучие вещества», «эфирные масла» и «ароматические соединения». Но термин «эфирные масла» характеризует только те соединения, которые образуются в особых органах растений — железистых волосках и чешуйках и представляют собой главным образом терпеновые соединения. Термин «ароматические вещества» с химической точки зрения относится к бензолу и его производным. Наиболее полно отражает специфику ароматообразующих соединений термин «летучие вещества».

Летучие вещества пищевых продуктов чрезвычайно разнообразны по химическому строению. К ним относятся кислоты, лактоны, альдегиды, кетоны, спирты, амины, серосодержащие соединения, углеводороды и соединения со смешанными функциями.

Аромат пищевых продуктов играет решающую роль при оценке их качества. Накопление ароматообразующих веществ у отдельных пищевых продуктов вызывается неодинаковыми причинами. Так, характерный аромат плодов и овощей появляется вследствие созревания и хранения; аромат сыров образуется при их созревании под воздействием микроорганизмов; аромат хлеба, а также аромат жареного кофе и мяса появляется под действием высоких температур.

Порог ощущения аромата определяется минимальным количеством вещества, которое может вызвать у человека обонятельное ощущение. Так, минимальная концентрация ванилина, который ощущается обонянием, составляет одну часть на $2 \cdot 10^6$ частей воздуха, а минимальная концентрация лимонного масла — одну часть на $8 \cdot 10^6$ частей воздуха.

Человек издавна применяет в пищу специальные добавки, называемые пряностями, которые обладают приятным ароматом и вкусом: душистый перец, гвоздику, лавровый лист, укроп, тмин, анис, ваниль, кардамон, мускатный орех и др. Действующими ароматическими началами в пряностях являются эфирные масла, представляющие собой нерастворимые в воде летучие вещества.

В настоящее время некоторые ароматообразующие вещества получают синтетическим путем. К таким веществам относят ванилин, цитраль, ментол, диацетил и др. В а-

н и л и н получают из гваякола и эвгенола и применяют для ароматизации конфет, шоколада, булочек, безалкогольных напитков. Ц и т р а л ь обладает лимонным запахом, синтезируется из газа изопрена и используется в кондитерской и парфюмерной промышленности. М е н т о л синтезируется из ацетона и метакрезола и применяется для приготовления эссенции в кондитерской промышленности и для получения отдушек в парфюмерной промышленности.

Для придания некоторым продуктам специфического запаха, напоминающего натуральный, готовят пищевые ароматические эссенции, в состав которых входит много компонентов. Так, абрикосовая эссенция состоит из 88 компонентов, а кофейная — из 9. Для имитации запаха сливочного масла к маргарину добавляют эссенцию, состоящую из 10 компонентов, главной частью которой является диацетил. Эссенции используют для ароматизации кондитерских изделий, безалкогольных напитков, табачных изделий и др.

Известный русский физиолог и гигиенист Ф. Ф. Эрнман еще в конце XIX в. писал, что без вкусовых веществ в пище мы умирали бы с голоду, но не от того, что пища плохо усваивается, а от того, что мы скоро отказались бы от принятия всякой пищи.

Ароматообразующие вещества способны улетучиваться, окисляться, подвергаться полимеризующим и другим нежелательным изменениям.

Выделение, определение строения и количества этих веществ связаны со значительными трудностями ввиду их малого содержания, неустойчивости и разделения на индивидуальные компоненты. Изучение летучих веществ пищевых продуктов успешно осуществляется с использованием газовой хроматографии, масс-спектрометрии, и особенно хромато-масс-спектрометрии. Так, газожидкостная хроматография включает выделение летучих веществ из пищевого продукта, их разделение в потоке газа-носителя, детектирование, идентификацию и количественное определение.

В большинстве пищевых продуктов летучие вещества содержатся в ничтожно малых количествах: в сотых, тысячных и даже миллионных долях массы продукта.

Ароматические комплексы пищевых продуктов являются весьма сложными. В одном продукте насчитывают десятки и сотни летучих ароматообразующих веществ, относящихся к различным классам органических соединений.

| Пищевые продукты | Общее количество ароматических веществ | Классификация идентифицированных веществ | | | | | | |
|----------------------|--|--|--------------------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|-------|-----------------|
| | | углеводороды | гетероциклические углеводороды | карбонильные соединения | спирты (+ фенолы) | кислоты (+ лактоны) | эфирн | соединения серы |
| Земляника | 251 | 31 | 5 | 47 | 40 | 36 | 94 | 3 |
| Апельсины | 157 | 49 | — | 31 | 35 | 10 | 29 | — |
| Помидоры | 113 | 12 | 3 | 51 | 26 | 10 | 6 | 4 |
| Арахис поджаренный | 187 | 29 | 69 | 40 | 19 | 3 | 8 | 8 |
| Кофе | 370 | 40 | 16 | 136 | 56 | 21 | 33 | 21 |
| Изделия из какао . . | 201 | 21 | 29 | 37 | 23 | 28 | 35 | 9 |
| Коньяк | 128 | — | — | 12 | 27 | 13 | 76 | — |
| Пиво | 183 | 6 | 2 | 29 | 44 | 30 | 61 | 9 |
| Хлеб | 211 | 2 | 28 | 75 | 23 | 32 | 17 | 9 |
| Мясо птицы | 189 | 35 | 12 | 54 | 23 | 7 | 3 | 20 |

В табл. 15 приведен ряд ароматических веществ, найденных и идентифицированных в некоторых пищевых продуктах (в мкг на г).

Но все же в каждом продукте преобладают определенные летучие соединения, которые обуславливают его основной аромат. Так, основной тон в аромате задают следующие вещества: цитраль — в лимонах, п-гидроксифенил — в малине, аллилсульфид — в чесноке, аллилизонанат — в горчице, ванилин — в ванили, карвон — в тмине.

Глава третья

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И СБАЛАНСИРОВАННОЕ ПИТАНИЕ

В процессе жизнедеятельности человек затрачивает энергию, количество которой зависит от многих факторов — возраста, физиологического состояния организма, характера трудовой деятельности, климатических условий обитания и др.

Энергия образуется в результате окисления содержащихся в клетках углеводов, жиров, белков и в небольшой степени других соединений — кислот, этилового спирта и т. д. Поэтому необходимо знать количество расходуемой в сутки организмом человека энергии, чтобы своевременно восстанавливать ее запасы. Энергия, которую затрачивает человек, проявляется в форме теплоты, поэтому количество энергии выражают в тепловых единицах.

Вещества, необходимые организму человека для получения энергии, поступают с пищей. В организме человека пищевые вещества используются также для обновления составных частей клеток, тканей и органов, для роста, увеличения массы тела. Поэтому пища должна обеспечивать оптимальные условия для жизни человека и его работоспособности.

Осуществление Продовольственной программы позволит значительно увеличить производство продуктов питания (табл. 16)¹, расширить их ассортимент, повысить биологическую ценность и довести до потребителя с минимальными потерями.

¹ Продовольственная программа СССР на период до 1990 года и меры по ее реализации. Материалы майского Пленума ЦК КПСС 1982 года. М.: Политиздат, 1982.

| Продукты питания | Среднегодовое производство, млн. т | |
|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| | в одиннадцатой пятилетке | в двенадцатой пятилетке |
| Зерно | 238—243 | 250—255 |
| Мясо (в убойной массе) | 17—17,5 | 20—20,5 |
| Молоко | 97—99 | 104—106 |
| Яйца, млрд. шт. | 72 | 78—79 |
| Овощи и бахчевые культуры | 33—34 | 37—39 |
| Плоды и ягоды | 11—12 | 14—15 |
| Виноград | 7,5—8 | 10—11 |
| Картофель | 87—89 | 90—92 |
| Сахар | — | 102—103 |
| Семена подсолнечника | 6,7 | 7,2—7,5 |
| Кондитерские изделия | — | 4,4 |
| Рыбная пищевая продукция | 4,2 | 4,3—4,5 |
| Чай, тыс. т. | 230 | 280—300 |

К концу двенадцатой пятилетки¹ потребление основных продуктов питания в среднем на душу населения в год поднимется до следующего уровня (кг):

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Мясо и мясопродукты | 70 |
| Рыба и рыбопродукты | 19 |
| Молоко и молочные продукты | 330—340 |
| Яйца | 260—266 шт. |
| Сахар | 45,5 |
| Растительное масло | 13,2 |
| Овощи и бахчевые культуры | 126—135 |
| Фрукты и ягоды | 66—70 |
| Картофель | 110 |
| Хлебопродукты | 135 |

По конкретным регионам потребление продуктов питания будет складываться с учетом природно-климатических условий, национальных традиций и других особенностей.

Наличие достаточного количества пищевых продуктов высокого качества позволяет организовать сбалансированное (рациональное) питание, т. е. организованное и своевременное снабжение организма продуктами, которые содержат все вещества, необходимые для обновления тканей, обеспечения энергизатрат

¹ Продовольственная программа СССР на период до 1990 года и меры по ее реализации. Материалы майского Пленума ЦК КПСС 1982 года, с. 11, 31.

| Пищевые продукты | Дневная потребность | Пищевые продукты | Дневная потребность |
|---|---------------------|---|---------------------|
| Вода, г | 1750—2200 | Жиры, г | 80—100 |
| В том числе: | | В том числе: | |
| питьевая (вода, чай, кофе и т. д.) | 800—1000 | растительные | 20—25 |
| в супах | 250—500 | незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты | 2—6 |
| в продуктах питания | 700 | холестерин | 0,3—0,06 |
| Белки, г | 80—100 | фосфолипиды | 5 |
| В том числе животные | 50 | Минеральные вещества, мг: | |
| Незаменимые аминокислоты, г: | | кальций | 800—1000 |
| триптофан | 1 | фосфор | 1000—1500 |
| лейцин | 4—6 | натрий | 4000—6000 |
| изолейцин | 3—4 | калий | 2500—5000 |
| валин | 3—4 | хлориды | 5000—7000 |
| треонин | 2—3 | магний | 300—500 |
| лизин | 3—5 | железо | 15 |
| метионин | 2—4 | цинк | 10—15 |
| фенилаланин | 2—4 | марганец | 5—10 |
| Заменимые аминокислоты, г: | | хром | 0,20—0,25 |
| гистидин | 1,5—2 | медь | 2 |
| аргинин | 5—6 | кобальт | 0,1—0,2 |
| цистин | 2—3 | молибден | 0,5 |
| тирозин | 3—4 | селен | 0,5 |
| аланин | 3 | фториды | 0,5—1,0 |
| серин | 3 | йодиды | 0,1—0,2 |
| глутаминовая кислота | 16 | Витамины, мг: | |
| аспарагиновая кислота | 6 | витамин С | 50—70 |
| пролин | 5 | тиамин (В ₁) | 1,5—2,0 |
| гликокол | 3 | рибофлавин (В ₂) | 2,0—2,5 |
| Углеводы, г | 400—500 | ниацин (РР) | 15—25 |
| В том числе: | | пантотеновая кислота (В ₃) | 5—10 |
| крахмал | 400—450 | витамин В ₆ | 2—3 |
| моно- и дисахариды | 50—100 | витамин В ₁₂ | 0,002—0,005 |
| Органические кислоты (лимонная, молочная и др.) | 2 | биотин | 0,15—0,30 |
| Балластные вещества (клетчатка и пектин), г | 25 | холлин | 500—1000 |
| | | рутин (Р) | 25 |
| | | фолацин (В ₉) | 0,2—0,4 |
| | | витамин D (различные формы) | 0,0025—0,01 |
| | | | (100—400 м. е.) |
| | | витамин А (различные формы) | 1,5—2,5 |

| Пищевые продукты | Дневная потребность | Пищевые продукты | Дневная потребность |
|-------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| каротиноиды | 3,0—5,0 | липовая кислота | 0,5 |
| витамин Е (различные формы) | 10—20 | инозит, г | 0,5—1,0 |
| витамин К (различные формы) | 0,2—0,3 | Энергетическая ценность, ккал(кДж) | 2850 (11 900) |

и являющиеся тонкими регуляторами многочисленных обменных процессов. При этом вещества пищи должны находиться между собой в благоприятных соотношениях.

Количество незаменимых компонентов при сбалансированном питании превышает 56 наименований.

Сбалансированное питание требует определенного режима, т. е. распределения приема пищи в течение дня, соблюдения благоприятной температуры пищи и т. д.

В табл. 17 приводятся средние сводные данные о потребности взрослого человека в пищевых и биологически активных веществах по формуле сбалансированного питания (по А. А. Покровскому)¹.

При сбалансированном питании человека такие основные вещества, как белки, жиры и углеводы, должны находиться в пище в соотношении 1:1:4, а для людей тяжелых профессий — соответственно 1:1:5. Количество белков, жиров и углеводов, необходимое для людей разных профессий при сбалансированном питании различно. Так, для людей профессий, не связанных с применением физического труда, суточная потребность в белках составляет 100 г, в жирах — 87, в углеводах — 310 г. Для людей профессий, связанных с применением механизированного труда, такая потребность составляет соответственно 120, 105 и 375 г, а для людей профессий, связанных с применением немеханизированного труда, — 200, 175 и 620 г.

Важное значение в питании человека имеет природа белков, жиров и углеводов. Полагают, что общее количество белков должно давать 15 % суточной калорийности (энергетической ценности), причем из этого количества на белки животного происхождения должно приходиться

¹ Химический состав пищевых продуктов. М.: Пищевая промышленность, 1976, с. 8—9.

| Группа интенсивности труда | Потребность в энергии, ккал | | Характер труда |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|--|
| | мужчины | женщины | |
| I | 2800—2550 | 2400—2200 | Люди преимущественно умственного труда (работники науки, культуры, служащие) |
| II | 3000—2750 | 2550—2350 | Люди легкого физического труда (связисты, швейники и др.) |
| III | 3200—2950 | 2700—2500 | Люди физического труда средней тяжести (слесари, шоферы, железнодорожники) |
| IV | 3700—3450 | 3150—2900 | Люди значительного физического труда (строители, металлурги, сельскохозяйственные рабочие) |
| V | 4300—3900 | — | Люди тяжелого труда (грузчики, каменщики) |

более 50 %. На долю жиров должно падать около 30 % калорийности, из них 25 % — на долю растительных масел. Углеводы в сбалансированном питании должны составлять несколько более 50 %, из них на долю крахмала должно приходиться 75 %, на долю сахаров — 20, на долю лектиновых веществ — 3, на долю клетчатки — 2 %.

Энергетические затраты человека складываются из расхода энергии на основной обмен, прием пищи и трудовую деятельность.

Энергия, расходуемая организмом на основной обмен, связана с работой внутренних органов — сердца, легких, эндокринных желез, печени, почек, селезенки и др. Принято считать, что взрослый мужчина массой 70 кг на основной обмен в сутки расходует 1700 ккал, или 7123 кДж. У женщин на основной обмен расход энергии на 5—10 % ниже, чем у мужчин. У пожилых людей расход энергии на основной обмен понижен на 10—15 % по сравнению с молодыми.

Прием пищи повышает расход энергии на основной обмен организма в среднем на 10—15 % в сутки.

В процессе трудовой деятельности расход энергии зависит от характера занятий человека. Так, наблюдения показывают, что человек при разных видах работы затрачивает примерно следующее количество энергии (ккал/ч):

| | |
|--|-------------|
| при легкой физической механизированной работе | 75 |
| при работе средней тяжести, частично механизированной | 100 |
| при напряженной физической немеханизированной работе | 150—130 |
| при очень тяжелой физической работе и занятиях спортом | 400 и более |

В СССР все взрослое население по энергетическим затратам делится на пять возрастных групп, а детское — на восемь. Кроме того, отдельно выделяются энергетические затраты мужчин и женщин в возрасте 18—29, 30—39, 40—59 лет. В особую группу выделены мужчины и женщины пожилого возраста. Энергетическая ценность пищевых продуктов выражается в ккал или кДж (1 ккал соответствует 4,186 кДж).

В табл. 18 приведены данные, характеризующие энергетические затраты мужчин и женщин в возрасте от 18 до 60 лет при различных видах труда. При расчете потребности в энергии для населения в указанном возрасте средняя нормальная масса тела принята для мужчины 70 кг, а для женщин — 60 кг.

У неработающих пенсионеров энергозатраты составляют от 2000 до 2300 ккал, а у женщин — от 1900 до 2100 ккал.

До недавнего времени считали, что при окислении грамма белка, усвояемых углеводов и органических кислот в организме человека выделяется около 4,1 ккал (17,2 кДж), а при окислении грамма жиров — 9,3 ккал (38,9 кДж). Позднее было установлено, что энергетическая ценность углеводов несколько меньше, чем калорийность белков (табл. 19 — по А. А. Покровскому).

Из табл. 19 следует, что теплота сгорания 1 г белка больше, чем его энергетическая ценность при окислении в организме. Жиры и углеводы при нормальном процессе усвоения в организме расщепляются до конечных продуктов — углекислоты и воды, как и при обычном сгорании. Белки же в организме расщепляются не полностью, при этом выделяются такие недоокисленные продукты, как мочевина, креатинин, мочевая кислота и другие азотистые соединения со значительной потенциальной тепловой энергией. Поэтому количество тепла при полном окислении белка до конечных продуктов (аммиака, воды и углекислоты) оказывается большим, чем при окислении его в организме.

| Вещество | Теплота сгорания, ккал/г | Энергетическая ценность при окислении 1 г в организме, ккал (кДж) |
|------------------------------|--------------------------|---|
| Белки | 5,65 | 4,00 (16,7) |
| Жиры ¹ | 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 | 3,62 (15,1) |
| Лимонная кислота | 2,40 | 2,47 (10,3) |
| Глицерин | 4,31 | 4,31 (18) |

¹ Энергетическая ценность жиров в зависимости от длины углеводородной цепи жирных кислот может колебаться от 9,35 (с длинной цепью) до 5,5 ккал (с короткой цепью). Для жиров природных пищевых продуктов энергетическая ценность принята равной 9 ккал (37,7 кДж).

Энергетическую ценность отдельных пищевых продуктов можно определить также по химическому составу. Так, если пастеризованное молоко содержит 2,8 % белков, 3,2 % жиров и 4,7 % сахаров, то энергетическая ценность 100 г молока составит: $4,0 \text{ ккал} \cdot 2,8 = 11,2 \text{ ккал}$ (46,8 кДж) + $9,0 \text{ ккал} \cdot 3,2 = 28,8 \text{ ккал}$ (120,4 кДж) + $3,75 \text{ ккал} \cdot 4,7 = 17,6 \text{ ккал}$ (73,6 кДж), т. е. 57,6 ккал (240,8 кДж).

Если в составе суточного пищевого рациона имеется 80 г белков, 500 г углеводов и 80 г жиров, то общая энергетическая ценность такого рациона составит: $4,0 \times 80 = 320 \text{ ккал}$ (1337,6 кДж) + $9,0 \text{ ккал} \cdot 80 = 720 \text{ ккал}$ (3009,6 кДж) + $3,75 \text{ ккал} \cdot 500 = 1875 \text{ ккал}$ (7837,5 кДж), т. е. 2915 ккал (12184,7 кДж).

Найденная таким образом энергетическая ценность пищевых продуктов называется теоретической, так как принимается, что все вещества в организме человека используются полностью.

На самом же деле отдельные компоненты пищи усваиваются не полностью. Так, белки животного происхождения усваиваются на 81—93 %, растительные белки — на 60—80, жиры молока и мяса — на 95, углеводы — на 85—99 %. Для получения данных о практиче-

ТАБЛИЦА 20

| Название продукта | Содержание, % | | | Энергетическая ценность, ккал (кДж) |
|--|---------------|-------|-----------|-------------------------------------|
| | Белков | жиров | углеводов | |
| Мука пшеничная высшего сорта | 10,3 | 0,9 | 74,2 | 327 (1368) |
| Крупа гречневая ядрица | 12,6 | 2,6 | 68 | 329 (1377) |
| Макаронные изделия высшего сорта | 10,4 | 0,9 | 75,2 | 332 (1389) |
| Хлеб ржаной из обдирной муки | 5,6 | 1,1 | 43,3 | 199 (833) |
| Булки городские | 7,7 | 2,4 | 53,4 | 254 (1063) |
| Сахар-песок | — | — | 99,8 | 374 (1565) |
| Шоколад без добавлений | 5,4 | 35,3 | 47,2 | 540 (2259) |
| Печенье сахарное из муки высшего сорта | 7,5 | 11,8 | 74,4 | 417 (1745) |
| Молоко пастеризованное | 2,8 | 3,2 | 4,7 | 58 (243) |
| Сметана 30 %-ной жирности | 2,6 | 3,0 | 2,8 | 293 (1226) |
| Творог жирный | 14 | 18 | 1,3 | 226 (945) |
| Молоко сгущенное стерилизованное | 7,0 | 7,9 | 9,5 | 136 (565) |
| Сыр Голландский | 26,8 | 27,3 | — | 361 (1510) |
| Маргарин сливочный | 0,3 | 82,3 | 1 | 746 (3123) |
| Масло сливочное несоленое | 0,6 | 82,5 | 0,9 | 748 (3130) |
| Капуста белокочанная | 1,8 | — | 5,4 | 28 (117) |
| Картофель | 2,0 | 0,1 | 19,7 | 83 (347) |
| Томаты грунтовые | 0,6 | — | 4,2 | 19 (79) |
| Яблоки | 0,4 | — | 11,3 | 46 (192) |
| Виноград | 0,4 | — | 17,5 | 69 (289) |
| Говядина I категории | 18,9 | 12,4 | — | 187 (782) |
| Колбаса вареная Докторская | 13,7 | 22,8 | — | 260 (1088) |
| Окорок Тамбовский вареный | 19,3 | 20,5 | — | 262 (1096) |
| Яйца куриные | 12,7 | 11,5 | 0,7 | 157 (657) |
| Карп | 16 | 3,6 | 1,3 | 96 (402) |
| Осетр сибирский | 15,8 | 15,4 | 1 | 202 (845) |
| Сельдь атлантическая | 17 | 8,5 | — | 145 (607) |

с ко й энергетической ценности необходимо учитывать фактическую усвояемость отдельных компонентов различных видов пищи.

В зависимости от химического состава энергетическая ценность пищевых продуктов различна. Наиболее высокой энергетической ценностью обладают такие продукты, как сливочное масло, маргарин, шоколад, сахарное печенье и сахар-песок (табл. 20).

Глава четвертая

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Для наиболее полной оценки качества пищевых продуктов необходимо знать не только их химический состав, но и физические свойства. К ним относятся такие свойства, как форма, размер, плотность, структурно-механические, теплофизические, электрофизические, оптические, сорбционные и др. На эти свойства влияют многие факторы: агрегатное состояние и строение, формы связи воды, температура и давление, технология получения и др.

По агрегатному состоянию пищевые продукты могут быть твердыми, твердожидкими и жидкими. Твердые тела имеют кристаллическую структуру (сахар, соль, твердые жиры) или аморфную (карамельные изделия). К твердожидким продуктам относят мясной фарш, творог, тесто, студни и др. К группе жидких относят жидкообразные продукты и жидкости — расплавленный жир, бульон, молоко, мед, напитки и др.

Физические свойства играют большую роль при производстве пищевых продуктов, обуславливают способы их перевозки и хранения и учитываются при характеристике качества. По некоторым физическим показателям можно судить о химическом составе продукта, его биологических особенностях и органолептических достоинствах.

ФОРМА, РАЗМЕР, ПЛОТНОСТЬ, СКВАЖИСТОСТЬ

Форма и размер играют большую роль при оценке качества пищевых продуктов.

Форма хлебобулочных и кондитерских изделий, сырой свидетельствует о качестве сырья, используемого при их

производстве, о правильности проведения технологических процессов. У плодов и овощей форма характеризует их ботанический вид и сорт.

Размер нормируется для колбасных изделий, сыров, макарон, хлеба, овощей, орехов и др. Например, для позднего картофеля стандартом ограничивается количество клубней размером от 20 до 30 мм.

Большую роль форма и размер играют при делении макаронных изделий на подтипы. В зависимости от размеров поперечного сечения различают следующие виды: соломку, особые, обыкновенные, любительские. Форма сечения трубчатых изделий может быть круглой, квадратной, рифленой и др.

М а с с а — показатель качества многих пищевых продуктов. При оценке качества используют показатель — масса единицы продукции. Массу учитывают при оценке качества кулинарных рыбных изделий: чем меньше размер рыбы, тем ниже выход съедобной массы и хуже органолептические свойства. Ограничивают массу некоторых кондитерских изделий — печенья, вафель, шоколада.

В некоторых случаях показателем качества является масса не единицы продукции, а, например, масса 100 шт. — для орехов, 1000 зерен — для зерна.

П л о т н о с т ь ю называют количество массы данного вещества в единице объема. Плотность рассчитывают по формуле

$$P = \frac{m}{V},$$

где P — плотность продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$; m — масса, кг ; V — объем продукта, м^3 .

При анализе пищевых продуктов чаще определяют относительную плотность, выражаемую отношением плотности продукта к плотности стандартного вещества при определенной температуре. Для жидких продуктов таким стандартным веществом является дистиллированная вода при температуре 4°C . Часто также относительную плотность определяют по отношению к плотности воды при температуре 20°C . Относительную плотность определяют по формуле

$$d_{t_2}^{t_1} = \frac{m_1}{m_2},$$

где m_1 — масса продукта, кг ; m_2 — масса воды, кг .

На плотность влияют температура и давление. При повышении температуры плотность снижается за счет теп-

лового расширения тел. Плотность зависит также от концентрации сухих веществ в продукте.

Показатели плотности используют при оценке качества молока, определении содержания сухих веществ в сиропах и экстрактах, содержания соли в рассолах, крепости спирта и водки. Так, плотность молока колеблется от 1027 до 1031 кг/м³. Это обусловлено содержанием в молоке жира, азотистых веществ, углеводов, минеральных солей и т. д. С увеличением содержания сухих обезжиренных веществ плотность повышается, при увеличении жирности молока его плотность уменьшается, так как плотность молочного жира меньше воды (920 кг/м³). При разбавлении молока водой плотность его снижается примерно на 0,003 на каждые 10 % добавленной воды. Если плотность молока ниже 1027 кг/м³, его можно считать разбавленным водой.

По плотности клубней картофеля можно судить о содержании в нем крахмала. Более высокая плотность зрелых томатов, яблок и других плодов гарантирует большой выход готового продукта при их переработке (шпоре, пасты и др.).

Для ряда пищевых продуктов определяют объемную, или насыпную, массу, т. е. массу сыпучего продукта в единице объема при свободной (с пустотами) укладке. Величина насыпной массы учитывается при расчетах вместимости тары и хранилищ, выборе условий перевозки и складирования. Насыпная масса зависит от размера, формы, плотности и некоторых других факторов. Так, насыпная масса зерна пшеницы — 760 кг/м³, яблок — 520—550, картофеля — 650—700, свеклы — 600—650 кг/м³.

Скв а ж и с т о с т ь — наличие в массе пищевого продукта скважин, заполненных воздухом. Скважистость определяется по формуле

$$S = (V - v) \cdot 100/V,$$

где S — скважистость, %; V — общий объем массы продукта; v — истинный объем массы продукта.

Скважистость характеризует плотность укладки при загрузке навалом картофеля, овощей, зерна и др. Скважистость колеблется в широких пределах в зависимости от вида продукта. Например, для семян подсолнечника она составляет 80 %, для картофеля, лука, свеклы — 40%. Благодаря скважистой структуре сыпучие пищевые продукты легче вентилировать.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Структурно-механические, или реологические, свойства пищевых продуктов характеризуют их сопротивляемость воздействию внешней энергии, обусловленную строением и структурой продукта, а также качество пищевых продуктов и учитываются при выборе условий их перевозки и хранения.

Реологические свойства многих продуктов (мясных, рыбных и др.) исследуются в связи с разработкой новых процессов обработки и создания новых видов продуктов.

К структурно-механическим свойствам относят прочность, твердость, упругость, пластичность, вязкость, адгезию, тиксотропию и др.

Прочность — свойство продукта противостоять деформации и механическому разрушению.

Под **деформацией** понимают изменение формы и размера тела под действием внешних сил. Деформация бывает обратимой и остаточной. При **обратимой деформации** происходит восстановление первоначальной формы тела после снятия нагрузки. Обратимая деформация может быть упругой, когда происходит моментальное восстановление формы и размера тела, и эластичной, когда на восстановление требуется более или менее продолжительный отрезок времени. **Остаточной** (пластической) называется деформация, остающаяся после прекращения действия внешних сил.

Пищевые продукты, как правило, характеризуются многокомпонентностью состава; им свойственна как упругая деформация, исчезающая мгновенно, так и эластичная, а также пластическая деформация. Однако у одних преобладают упругие свойства над пластическими, у других — пластические над упругими, а у третьих преобладающими являются эластичные свойства. Если пищевые продукты не способны к остаточным деформациям, то они хрупки, например сахар-рафинад, сушки, сухари и т. д.

Прочность — один из важнейших показателей качества макаронных изделий, сахара-рафинада и других продуктов.

Этот показатель учитывается при переработке зерна на муку, при дроблении винограда (при производстве виноградных вин), при измельчении картофеля (при выработке крахмала) и т. д.

Твердость — способность материала сопротивляться введению в него другого более твердого тела.

Твердость определяют при оценке качества плодов, овощей, сахара, зерна и других продуктов. Этот показатель играет важную роль при сборе, сортировке, упаковке, транспортировании, хранении и переработке плодов и овощей. Кроме того, твердость может быть объективным показателем степени их зрелости.

Твердость определяют вдавливанием в поверхность продукта твердого наконечника, имеющего форму шарика, конуса или пирамиды. По диаметру образующейся лунки судят о твердости продукта: чем меньше размер лунки, тем тверже продукт. Твердость плодов и овощей определяют по величине нагрузки, которую нужно приложить, чтобы игла или шарик определенных размеров вошли в мякоть плода.

Упругость — способность тел мгновенно восстанавливать свою первоначальную форму или объем после прекращения действия деформирующих сил.

Эластичность — свойство тел постепенно восстанавливать форму или объем в течение некоторого времени.

Показатели упругости и эластичности используют при определении качества теста, клейковины пшеничной муки, свежести мясных, рыбных и других изделий. Они учитываются при изготовлении тары, при определении условий перевозки и хранения пищевых продуктов.

Пластичность — способность тела необратимо деформироваться под действием внешних сил. Свойство сырья изменять свою форму при переработке и сохранять ее в дальнейшем используется при производстве таких пищевых продуктов, как печенье, мармелад, карамель и др.

В результате длительного внешнего воздействия упругая деформация может переходить в пластическую. Этот переход связан с **релаксацией** — свойством материалов изменять напряжение при постоянной начальной деформации. На релаксации основано изготовление некоторых пищевых продуктов, например колбасных изделий. Из мяса, характеризующегося упругой деформацией, готовят фарш, а из него колбасу, обладающую свойствами пластического материала. Определенные величины релаксации характерны только для продуктов твердо-жидкой структуры — сыра, творога, фарша и др. Это свойство пищевых продуктов учитывается при перевозке и хранении хлебобулочных изделий, плодов, овощей и др.

Вязкость — способность жидкости оказывать сопротивление перемещению одной ее части относительно другой под действием внешней силы.

Различают вязкость динамическую (μ) и кинематическую (ν). Динамическая вязкость характеризует силу внутреннего трения среды, которую необходимо преодолеть для перемещения единицы поверхности одного слоя относительно другого при градиенте скорости смещения, равном единице. За единицу динамической вязкости принята вязкость такой среды, у которой один слой при действии силы, равной 1 ньютону на квадратный метр, перемещается со скоростью 1 м/с относительно другого слоя, находящегося на расстоянии 1 м. Измеряется динамическая вязкость в Н·с/м². Кинематическою вязкостью называется величина, равная отношению динамической вязкости к плотности среды, и выражается в м²/с.

Величина, обратная вязкости, называется текучестью.

На вязкость продуктов влияют температура, давление, влажность или жирность, концентрация сухих веществ и другие факторы. Вязкость пищевых продуктов уменьшается при повышении влажности, температуры, жирности и возрастает с увеличением концентрации растворов, степени их дисперсности.

Вязкость — свойство, характерное для таких пищевых продуктов, как мед, растительное масло, сиропы, соки, спиртные напитки и др.

Вязкость является показателем качества многих пищевых продуктов и часто характеризует степень их готовности при переработке сырья. Она играет важную роль при производстве многих продуктов, так как активно влияет на технологические процессы — перемешивание, фильтрование, нагревание, экстрагирование и др.

Ползучесть — свойство материала непрерывно деформироваться под воздействием постоянной нагрузки. Это свойство характерно для сыров, мороженого, коровьего масла, мармелада и др. В пищевых продуктах ползучесть проявляется очень быстро, с чем приходится считаться при их обработке и хранении.

Тиксотропия — способность некоторых дисперсных систем самопроизвольно восстанавливать структуру, разрушенную механическим воздействием. Она свойственна дисперсным системам и обнаружена у многих полуфабрикатов и продуктов пищевой промышленности.

Особое место среди структурно-механических свойств занимают поверхностные свойства, к которым относят адгезию, или липкость.

Адгезия характеризует усилие взаимодействия между поверхностями продукта и материала или тары, с которыми он соприкасается. Этот показатель тесно связан с пластичностью, вязкостью пищевых продуктов. Различают два вида адгезии: специфическую (собственно адгезия) и механическую. Первая является результатом сил сцепления между поверхностями материала. Вторая возникает при проникновении адгезива в поры материала и удержании его вследствие механического заклинивания.

Адгезия характерна для таких пищевых продуктов, как сыр, сливочное масло, мясной фарш, некоторые кондитерские изделия и др. Они прилипают к лезвию ножа при разрезании, к зубам при разжевывании.

Излишняя адгезия усложняет технологический процесс, при этом повышаются потери при переработке продукта. Это свойство пищевых продуктов учитывается при выборе способа их переработки, упаковочного материала и условий хранения.

Для измерения структурно-механических характеристик в настоящее время используют приборы, различающиеся по назначению, принципу действия, конструкции. Для определения упругоэластичных свойств, пластичности применяют пластометры, консистометры, пенетрометры. Упругие и пластические свойства теста испытывают на фаренографах и альвеографах. Вязкость пищевых продуктов определяют с помощью вискозиметров.

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Теплофизические свойства обуславливают характер и скорость протекания процесса нагревания или охлаждения продукта. К ним относят удельную теплоемкость, коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Знание теплофизических характеристик требуется для расчетов количества тепловой энергии, необходимой для охлаждения или замораживания пищевых продуктов при перевозке, хранении и переработке.

В настоящее время существует более широкое понятие теплофизических свойств веществ. К этим свойствам относят также количество теплоты, выделяющейся или по-

требляемой при физико-химических процессах, и функции состояния (внутреннюю энергию, энтальпию и др.).

Теплоемкость характеризует интенсивность изменения температуры тела при его нагревании или охлаждении. Удельной теплоемкостью называется величина, характеризующаяся количеством тепла, которое необходимо для нагревания единицы массы вещества на 1 °С. Удельная теплоемкость определяется по формуле

$$C = \frac{Q}{m \cdot \Delta t},$$

где C = удельная теплоемкость, Дж/(кг·К); Q — количество тепловой энергии, Дж; m = масса тела, кг; Δt = перепад температуры, град.

На удельную теплоемкость большое влияние оказывают влажность, химический состав, структура продукта, характер связи воды в нем и другие факторы (табл. 21). С повышением температуры теплоемкость пищевых продуктов обычно увеличивается.

ТАБЛИЦА 21

| Название продукта | Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К) | Коэффициент теплопроводности, Вт/(м²·К) |
|------------------------------|----------------------------------|---|
| Вода | 4203 | 0,599 |
| Картофель | 3550—3559 | 0,640 |
| Капуста | 3894 | — |
| Морковь | 3349—3900 | 0,620 |
| Свекла | 3110—3900 | — |
| Говядина | 2931—3517 | 0,453 |
| Свинина | 2010—2261 | — |
| Масло подсолнечное | 2198—2239 | 0,166 |

Для продуктов с большой влажностью (овощей, мяса и др.) характерна высокая теплоемкость, близкая по значению к теплоемкости воды. Содержание жира снижает теплоемкость продукта.

Коэффициент теплопроводности — это количество тепловой энергии, протекающей за единицу времени через 1 м² поверхности продукта на толщину 1 м при разнице температур в 1 °С. Такой коэффициент определяют по формуле

$$\lambda = \frac{Q \cdot B}{S (t_1 - t_2) Z},$$

где λ — коэффициент теплопроводности, Вт/(м²·К); Q — количество тепловой энергии, Дж; S — площадь, через

которую передается тепло, m^2 ; V — толщина слоя, m ; Z — время, s .

Коэффициент теплопроводности характеризует способность пищевых продуктов проводить тепло. Он зависит от давления, температуры и влажности продукта, а для дисперсных пищевых продуктов (мука, сахар-песок, крупа и др.) — от размера частиц, пористости и объемной массы.

Теплопроводность пищевых продуктов с высоким содержанием влаги (плоды, овощи, мясо, рыба и др.) близка к теплопроводности воды (см. табл. 21). Невысокой теплопроводностью характеризуются пищевые продукты, богатые жирами, и особенно пористые и сыпучие материалы, что связано с присутствием в них воздуха, коэффициент теплопроводности которого низок и составляет $0,025 \text{ Вт}/(m^2 \cdot K)$.

Коэффициент температуропроводности характеризует скорость выравнивания температуры в различных точках температурного поля. Он является основной тепловой характеристикой и определяется экспериментально или рассчитывается, если известны коэффициент теплопроводности (λ), теплоемкость (C) и плотность (ρ) материала, по формуле

$$d = \frac{\lambda}{C \cdot \rho}.$$

Коэффициент температуропроводности обуславливает теплоинерционные свойства продуктов, т. е. скорость их прогрева или охлаждения. Чем выше коэффициент температуропроводности, тем быстрее происходит нагревание или охлаждение материала.

На температуропроводность влияют влажность, температура, плотность, пористость, жирность и другие свойства продукта. Это влияние строго индивидуально для каждого пищевого продукта. Так, для круп коэффициент температуропроводности уменьшается с увеличением влажности, температуры и насыпной массы, а для меда — с повышением температуры уменьшается, но с повышенном влажности увеличивается.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Электрофизические свойства характеризуют поведение продуктов в электромагнитном поле.

К электрофизическим характеристикам относят диэлектрическую проницаемость, электропроводность и др.

Известно, что пищевые продукты представляют собой гетерогенные смеси, содержащие воду. Такие компоненты пищевых продуктов, как белки, жиры, углеводы, вода, относятся к разряду диэлектриков, а водные растворы солей — электролиты — к разряду проводников.

На электрофизические характеристики пищевых продуктов влияют температура, влажность, плотность и другие факторы.

Диэлектрическую проницаемость учитывают при обработке пищевых продуктов токами ВЧ и СВЧ, ИК-излучением.

Электропроводность — способность веществ проводить электрический ток. Она тесно связана с влажностью продукта и с увеличением последней возрастает. На измерении электропроводности основано определение влажности многих пищевых продуктов — муки, сахара-песка, зерна и др., а также титруемой кислотности темноокрашенных продуктов — вин, соков и др. (см. гл. 5, «Лабораторные методы оценки качества пищевых продуктов»).

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

К оптическим свойствам пищевых продуктов относят цветность, прозрачность, рефракцию, оптическую активность.

Цвет пищевых продуктов обусловлен наличием в них природных или синтетических красящих веществ — пигментов. Так, хлорофилл окрашивает плоды и овощи в зеленый цвет, окраска малины, вишни, сливы, черной смородины и многих других плодов зависит от наличия в них антоцианов; каротиноиды — желто-оранжевые пигменты пищевых продуктов; цвет мяса обусловлен наличием миоглобина.

Цвет продуктов зависит от их способности поглощать, отражать или пропускать световые лучи и обусловлен отраженным светом. При полном отражении продуктом световых лучей он имеет белый цвет. Например, поваренная соль, сахар-песок воспринимаются как белые, хотя их кристаллы прозрачны. Если световые лучи полностью поглощаются продуктом, то он кажется черным (чернослив, маслины, чай). Если лучи видимого спектра частично поглощаются продуктом, то его окраска определяется цветом отраженных лучей. Например, цвет красных вин

обусловлен тем, что они поглощают все световые лучи, кроме красных.

Зная спектры поглощения, можно количественно определять содержание в продуктах различных химических компонентов.

Цвет продуктов определяют на фотоэлектроколориметрах и спектрофотометрах (см. гл. 5).

П р о з р а ч н о с т ь — важный показатель качества многих пищевых продуктов — ликеро-водочных изделий, вин, фруктовых и минеральных вод и др. Прозрачность характеризует способность материала пропускать свет. Напитки, равномерно пропускающие весь видимый спектр, бесцветны и прозрачны, например спирт, водка. Продукты, которые пропускают излучение только в узком спектральном интервале, прозрачны и окрашены, например вина, осветленные соки. Непрозрачными являются коллоидные растворы, эмульсии и суспензии, так как они значительно рассеивают свет.

Р е ф р а к ц и я света — изменение направления распространения светового потока при переходе из одной среды в другую — лежит в основе определения качества пищевых продуктов. **К о э ф ф и ц и е н т** **п р е л о м л е н и я** выражается отношением синуса угла падения луча к синусу угла преломления. На показатель преломления влияют температура, состав и концентрация сухих веществ в продукте и ряд других факторов. Рефрактометрический метод применяют при исследовании таких продуктов, как жиры, томатопродукты, варенье, джем и др.

О п т и ч е с к а я **а к т и в н о с т ь** характеризует способность некоторых веществ изменять направление колебаний при прохождении через эти вещества поляризованного света. Она обусловлена особенностями строения кристаллической решетки у веществ в твердом кристаллическом состоянии или особенностями строения молекул у веществ, оптическая активность которых проявляется только в растворах, например у сахарозы, фруктозы, винной кислоты и др.

Оптическая активность веществ характеризуется удельным вращением. Под **у д е л ь н ы м** **в р а щ е н и е м** понимают угол поворота плоскости поляризации, который вызывается столбом раствора длиной в 1 дм при концентрации 1 г вещества в 1 мл.

Удельное вращение зависит от природы вещества, температуры, длины волны поляризованного света и растворителя. В справочниках его принято относить к темпера-

туре 20 °С и обозначать $[\sigma]_d^{20}$ с указанием растворителя.

Угол вращения поляризации d определяют по формуле

$$d = [\sigma] \frac{l \cdot c}{100},$$

где l — длина трубки, дм; c — концентрация вещества, г/100 мл.

Угол поворота плоскости поляризации оптически активными веществами измеряют поляриметрами. С их помощью определяют содержание сахарозы в сахаре, содержание крахмала в картофеле и зерне, осаживающую активность ферментов и др.

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Сорбционные свойства характеризуют способность пищевых продуктов поглощать из окружающей среды пары воды и летучие вещества. Эти свойства играют большую роль при перевозках и хранении пищевых продуктов.

Различают четыре типа сорбции: адсорбцию — поглощение веществ поверхностью продукта; абсорбцию — поглощение веществ всей массой продукта; хемосорбцию — химическое взаимодействие между веществом и продуктом; капиллярную конденсацию — образование жидкой фазы в микро- и макрокапиллярах твердых продуктов.

Процесс, обратный сорбции, — десорбция — определяет переход веществ из поверхностного слоя в окружающую среду.

Сорбция и десорбция паров и газов приводят к изменению качества продукта, который может усыхать из-за недостатка влаги в окружающей атмосфере, приобретать неприятный запах или терять аромат при нарушении условий хранения.

На практике наибольшее значение имеют сорбция и десорбция водяных паров.

Увлажнение пищевого продукта, т. е. сорбция им водяных паров, наблюдается тогда, когда парциальное давление пара у поверхности продукта меньше парциального давления пара в воздухе.

Процесс испарения (десорбция) происходит при большем давлении паров у поверхности продукта по сравнению с давлением пара в воздухе. Если давления паров

в воздухе и в окружающей среде равны, то наступает состояние динамического равновесия. Влажность продукта, соответствующая состоянию равновесия, называется равновесной влажностью. Она зависит главным образом от химического состава и состояния продукта, а также от относительной влажности и температуры воздуха.

Г и г р о с к о п и ч н о с т ь — свойство продуктов поглощать влагу из окружающей среды и удерживать ее капиллярами и всей поверхностью. Гигроскопичность пищевых продуктов зависит от их структуры и состава, а также от температуры и влажности окружающей среды. Как правило, порошкообразные пищевые продукты (сухое молоко, кофе), чай, сушеные фрукты и овощи отличаются высокой гигроскопичностью.

Значительно повышает гигроскопичность продукта содержание в нем веществ, способных активно поглощать пары воды из окружающей атмосферы. К таким веществам относятся фруктоза, обуславливающая гигроскопичность меда, соли кальция и магния, присутствующие в качестве примесей в поваренной соли и обуславливающие ее гигроскопичность.

Содержание гигроскопической влаги в продукте зависит от относительной влажности воздуха, характеризующей степень насыщения его водяными парами. **Относительная влажность воздуха** — это отношение абсолютного количества влаги в воздухе к тому количеству, которое необходимо для его насыщения при данной температуре. Относительная влажность воздуха определяется по формуле

$$W = \frac{m_{\text{абс}}}{m_{\text{макс}}},$$

где W — относительная влажность, %; $m_{\text{абс}}$ — абсолютное количество влаги в воздухе, г/м³; $m_{\text{макс}}$ — максимальное количество влаги в воздухе при тех же температуре и давлении.

Глава пятая

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Под оценкой качества товара принято понимать соответствие свойств продукции требованиям нормативно-технической документации (ГОСТ, РСТ, ТУ и др.). Контроль качества продукции в торговле осуществляется при приемке от поставщиков товаров, в процессе их хранения и при реализации.

Наука о количественной оценке качества продукции получила название квалитрии (от лат. *qualitas* — качество, свойство и греч. *metreo* — мерить, измерять). Предметом этой науки является разработка научно обоснованной методологии измерения и количественной оценки уровня качества продукции. Под уровнем качества продукции понимают отношение достигнутого качества данного товара к качеству образцового товара (эталона).

Качество любого товара характеризуется показателями, которые могут быть единичными, т. е. определяющими одно свойство продукции, например содержание влаги, жира, углеводов, и комплексными, характеризующими два и более свойства продукции; например, внешний вид плодов и овощей объединяет несколько свойств продукта — степень зрелости, окраску, форму и размеры, наличие повреждений и др. Правильная оценка уровня качества может быть проведена лишь на основе знания комплекса показателей.

Существуют различные методы определения показателей качества — органолептические, лабораторные, социологические и экспертные. При оценке показателей качества пищевых продуктов, как правило, используют

прежде всего органолептический и лабораторный методы; экспертный и социологический методы в некоторой степени являются разновидностью органолептического.

СРЕДНЯЯ ПРОБА

В торговую сеть товары поступают большими партиями, поэтому проверить качество каждой единицы упаковки невозможно. В связи с этим для установления качества большой однородной партии товара отбирают относительно небольшое количество исследуемого продукта, которое называют *средней пробой*.

Методика отбора средней пробы имеет очень важное значение. Как бы тщательно ни проводилось определение, результаты анализа могут представлять ценность лишь в том случае, если анализируемая проба по составу соответствует всей массе продукта, т. е. отобранный образец по свойствам идентичен всей однородной партии.

Под *о д н о р о д н о й п а р т и е й* понимают определенное количество товаров одного наименования, в однородной упаковке, выработанное одной бригадой за одну смену и поступившее по одному документу. Если партия признана неоднородной из-за повреждения тары или по другим причинам, то ее необходимо рассортировать на две или несколько однородных.

Отбор образца проводят после предварительного осмотра партии товара с соблюдением определенных условий, гарантирующих соответствие качества образца качеству всей партии. Для этого из нескольких единиц упаковки отбирают небольшие количества (выборки) продукта, смешивают их, получая *и с х о д н ы й о б р а з е ц*, а из него отбирают *с р е д н и й о б р а з е ц*, размер которого зависит от характера предстоящих исследований.

Правила отбора исходного и среднего образцов регламентируются соответствующими стандартами. Перед отбором средней пробы жидких и полужидких продуктов (соки, растительное масло, молоко) их предварительно тщательно перемешивают (перекатыванием тары, переливанием, мешалкой) или берут выемки с разных глубин. Среднюю пробу сыпучих веществ и густых вязких жидкостей отбирают щупом, который представляет собой полую внутри металлическую трубку с заостренным концом. По длине трубки проходит глубокая выемка, в которой задерживаются продукты при извлечении щупа из мешка или бочки.

Величина средней пробы зависит от размеров партии, вида упаковки и количества определений, которые необходимо произвести. Так, при отборе среднего образца консервов в том случае, если в партии до 500 единиц упаковки, отбирают 3 % (не менее 5 единиц), свыше 500 — 2 %. При вместимости тары до 1 л отбирают 10 единиц расфасовки, а если вместимость превышает 1 л — от 3 до 5 единиц. Среднюю пробу от соленых, квашеных и маринованных овощей отбирают из 1—3 вскрытых бочек в зависимости от их количества в партии. Пробу берут из разных слоев в количестве: для огурцов и томатов — до 1 кг продукта и 0,5 л рассола, для капусты — до 1 кг продукта с соком. Значительно сложнее отбирать средний образец от партии плодов и овощей, так как их химический состав, свойства зависят от размера отдельных плодов. Поэтому при отборе стремятся сохранить соотношение между мелкими, крупными и поврежденными плодами, характерное для всей партии.

Отобранный средний образец упаковывают, опечатывают или пломбируют и отправляют для органолептического и лабораторного исследования. К образцу прилагают акт об отборке и этикетку, на которой указывают наименование товара, дату изготовления, сорт, предприятие-изготовитель, а также показатели, которые должны быть определены.

После органолептической оценки делают заключение о стандартности продукта, а если нужно, направляют на лабораторное исследование. Образцы, предназначенные для исследования химического состава, тщательно измельчают, перемешивают и помещают в широкогорлые стеклянные банки с притертыми пробками.

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

При оценке качества пищевых продуктов важную роль играет органолептический¹ метод анализа с помощью органов чувств: зрения, обоняния, вкуса, осязания.

Органы чувств человека очень сложные системы и представляют собой особые скопления нервных клеток (рецепторов), реагирующих на влияние окружающей среды. Каждый из них благодаря особенностям строения чувстви-

¹ Органолептический — от греч. organon — орган, инструмент и lambano — уловить, чувствовать, расценивать.

телен к определенному виду раздражений (импульсов). Внешние импульсы вызывают состояние возбуждения определенного рецептора чувств, от которого они передаются по нервам к определенным группам клеток коры полушарий головного мозга.

Эту систему, принимающую участие в анализе ощущений, академик И. П. Павлов назвал анализатором. Каждый анализатор состоит из приемного органа (глаза, нос, язык), нервов, проводящих в кору мозга импульсы, воспринятые органом чувств, и группы нервных клеток коры головного мозга, анализирующих полученные импульсы.

Органолептический метод широко используется для оценки качества продукции путем дегустации¹. В последние годы для такой оценки качества товаров применяется понятие «сенсорный анализ». Термины «органолептический» и «сенсорный» являются синонимами и означают: уловимый с помощью органов чувств (первый происходит из греческого языка, второй — из латинского). Однако в настоящее время под понятием «сенсорный анализ» подразумевают оценку качества пищевого продукта, проведенную дегустаторами, у которых предварительно проверены органы чувств, с применением методов и условий, гарантирующих точность и воспроизводимость результатов. Таким образом исключается субъективность, свойственная органолептическому методу.

Органолептический метод имеет решающее значение в оценке качества виноградных вин, чая и некоторых других продуктов, так как химическими анализами очень сложно или почти невозможно определить ничтожно малые количества различных химических веществ продукта, обуславливающих его вкус и аромат. Преимущество этого метода также и в скорости определения. Так, для установления качества образца чая по всем стандартным показателям (внешний вид, вкус, аромат, цвет разваренного листа и настоя) достаточно одной минуты.

Работники, проводящие органолептическую оценку, должны иметь специальную подготовку и обладать высокой сенсорной чувствительностью. Под сенсорной чувствительностью понимают способность органов чувств человека к восприятию вкуса, запаха, цвета и др. Наименьшая интенсивность импульса, воспринимаемая органами чувств, называется порогом чувствительности. Чем ниже порог чувствитель-

¹ Дегустация — от лат. *degusto* — пробу на вкус.

ности, тем выше чувствительность дегустатора, проводящего оценку. Пороги чувствительности для разных органов чувств различны. Порог разницы вкуса — минимальное, но заметно воспринимаемое различие интенсивности между двумя импульсами одного и того же вида.

Воспроизводимость оценок — это способность получать одним и тем же дегустатором идентичные результаты при повторном опробовании одного и того же продукта через некоторое время.

Дегустатор должен отличаться хорошей сенсорной памятью — способностью запоминать и распознавать разные импульсы и сенсорные впечатления.

Вкус и вкусовые ощущения

Решающее значение в органолептической оценке качества пищевого продукта принадлежит вкусовым ощущениям.

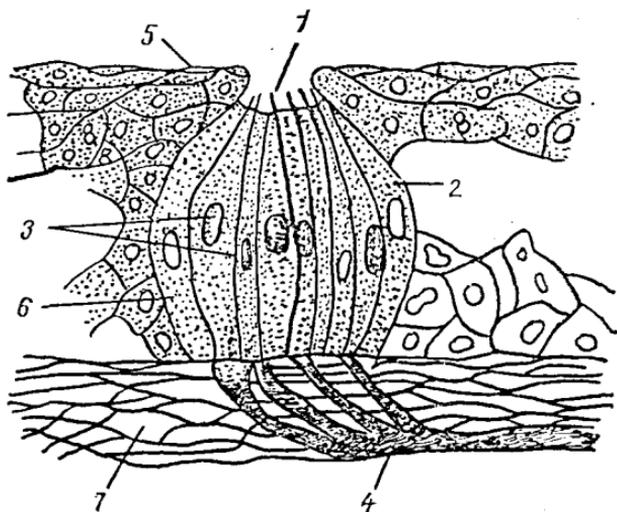


Рис. 7. Строение вкусовой луковицы:

1 — вкусовая пбра; 2 — клетка органов чувств, заканчивающаяся волосками; 3 — Вкусовые клетки; 4 — нервные волокна; 5 — многослойный эпителий; 6 — основные клетки; 7 — соединительная ткань

Главным органом вкуса является язык, в слизистой оболочке которого расположено большое количество вкусовых сосочков. В них находятся так называемые вкусовые луковицы или почки, состоящие из продолговатых клеток (рис. 7). На верхушке вкусовой клетки располо-

жены микрореснички. В центре вкусовой луковицы находится вкусовая пѳра, в которую вместе со слюной проникают химические вещества. Во вкусовых клетках происходит превращение химических раздражений в нервный импульс, передаваемый по нервным волокнам в центральную нервную систему. Вкусовые луковицы находятся также в слизистой оболочке мягкого неба, задней стенке надгортанника. Общее количество вкусовых луковиц превышает девять тысяч, они очень специфичны, а так как они расположены на разных частях языка, то отдельные участки его реагируют только на определенный вкус.



Рис. 8. Дифференцирование вкусовых ощущений, воспринимаемых языком

Различают четыре основных вкуса: сладкий, соленый, кислый, горький. Все остальные виды и оттенки вкуса представляют собой их сочетания: горько-соленый, кисло-сладкий, сладко-горький и др. Кончик языка наиболее чувствителен к сладкому вкусу,

вкусовые луковицы, расположенные у основания языка, — к горькому, кислый — больше всего ощущается задними краями языка, а соленый — передними краями языка (рис. 8).

Для появления вкусового ощущения пробуемое вещество должно находиться в водном растворе. Коллоидные растворы, как правило, безвкусны. На восприятие влияет также состояние продукта: чем больше он измельчен, тем точнее вкусовое ощущение. Большую роль при оценке вкуса играет слюна, которая увлажняет, размягчает продукт, способствует растворению твердых пищевых веществ.

До сих пор не установлено, какие физико-химические и физиологические процессы протекают во вкусовых луковицах, как распознает мозг вкусовые импульсы, какова их природа. Существует много теорий вкуса (химическая, физико-химическая, ферментативная), но общепринятая теория до сих пор отсутствует.

Сладким вкусом обладают такие вещества, как сахар, глицерин, сахарин, дульцин и др. Предполагают, что ощущение сладости в этих веществах обусловлено нали-

чем глюкофорных¹ групп; к ним относят такие группы атомов, как $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})$ — и др. За эталон сладкого вкуса принята сахароза.

Чистым соленым вкусом обладает только поваренная соль (хлористый натрий), и ее применяют в качестве эталона при органолептической оценке. Все остальные органические и неорганические соли вызывают смешанное ощущение соленого вкуса, причем чем выше молекулярный вес одноосновных солей, тем сильнее выражена горечь.

Кислый вкус вызывается различными минеральными и органическими кислотами: соляной, серной, яблочной, винной, молочной и др. Ощущение кислотности связано с действием ионов водорода, образующихся при диссоциации кислот и кислых солей, и обуславливается концентрацией водородных ионов. Эталоном кислого вкуса при органолептической оценке считается винная кислота.

Горький вкус присущ почти всем алкалоидам (теобромин, кофеин, хинин, морфин и др.), а также некоторым гликозидам (например, амигдалин), эфирам, неорганическим солям и др. Связь горького вкуса с химической структурой вещества не установлена. За эталон горького вкуса принят кофеин и хлористоводородный хинин.

Скорость восприятия вкусовых ощущений различна. В первую очередь ощущается соленый, затем сладкий, кислый и горький вкус.

Длительность вкусовых ощущений также зависит от природы вкусового вещества. Так, длительность вкусовых ощущений от сернистого хинина — 1,082 секунды, от соляной кислоты — 0,536, от сахарина — 0,446, от хлористого натрия — 0,308 секунды. Наиболее продолжительно ощущение горечи, затем кислотности, сладости и солености.

Наименьшая концентрация вещества, вызывающая определенное вкусовое ощущение, называется пороговой, или порогом ощущения вкуса. Так, для сахарозы пороговая концентрация составляет 0,4 %, для поваренной соли — 0,2, для винной кислоты — 0,015, а для хинина — 0,004 %. На величину пороговой концентрации влияет температура раствора вещества. Оптимальная для выявления пороговой концентрации является температура 36,5 °С, т. е. температура человеческого тела. При более высоких температурах для появления вкусовых ощущений требуются большие концентрации веществ.

¹ От греч. glykys — сладкий.

При охлаждении сладкий вкус проявляется быстрее, чем горький и соленый.

При опробовании продукта, содержащего несколько вкусовых веществ, может создаться общее впечатление, в котором отдельные элементы вкуса будут смягчены (например, кислотность продукта смягчается в присутствии сахара). Сочетание разнообразных вкусовых веществ при опробовании продукта приводит к большей или меньшей гармонии вкусового восприятия.

Некоторые вещества могут вызывать послевкусие, которое в одних случаях проявляется в длительном сохранении начального вкусового ощущения (например, действие хинина), в других — в появлении нового вкусового ощущения, резко отличающегося от первоначального (сладкое послевкусие от хлористого марганца, характеризующегося при первом впечатлении горьким вкусом).

Вкусовые ощущения снижаются при появлении усталости, плохом самочувствии, нервном состоянии, т. е. при этом увеличивается порог чувствительности, и в некоторых случаях он может стать в несколько раз выше нормального. Квалифицированные дегустаторы обычно обладают более низкими порогами чувствительности и натренированной вкусовой памятью.

При продолжительном воздействии вкусового импульса на орган вкуса его чувствительность может повышаться или понижаться. Это явление носит название а д а п т а ц и и. Орган вкуса подвержен быстрой адаптации в противоположность зрению. При дегустациях она наступает в истечении различного времени в зависимости от состояния дегустатора, его тренированности, условий труда, вида и свойств пищевого продукта.

Запах и обонятельные ощущения

Важными показателями качества пищевых продуктов являются их запах и аромат. В действующих стандартах при определении качества пищевых продуктов по балльной системе запаху и вкусу отводится наибольшее количество баллов.

Почти все пищевые продукты обладают запахом. По запаху часто можно быстро определить природу, свежесть и доброкачественность пищевых продуктов, а также наиболее тонкие различия между ними.

Под з а п а х о м понимают любые ощущения, воспринимаемые органами обоняния.

Аромат характеризует приятный запах вещества.

Запах продукта играет важную роль в определении вкуса пищи. Разделить ощущение аромата и вкуса очень трудно, поэтому в английском языке есть особое слово «flavour», обозначающее вкус и запах, в отличие от слов «goma» — запах и «taste» — вкус.

Запах распознается с помощью органов обоняния, отличающихся очень высокой чувствительностью. Обоняние играет первостепенную роль при оценке качества, например, виноградных вин, чая и некоторых других продуктов.

Главную роль в процессе обоняния играет носовая полость, выстланная слизистым эпителием. Обонятельные функции несет только участок площадью около 5 см², находящийся в области верхних носовых ходов. В обонятельном эпителии залегают нервные обонятельные клетки, имеющие округлое тело с поперечником 5—10 мкм с двумя длинными тонкими отростками. Один из этих отростков чуть-чуть высовывается над поверхностью обонятельного эпителия и заканчивается утолщениями, на которых сидят несколько ресничек длиной в несколько десятков микрометров. Отростки, расположенные на противоположном конце клетки, образуют тонкие нити, которые связаны с особым органом, называемым обонятельной луковицей мозга (рис. 9).

Запахи оказывают различное влияние на сосудистую систему человека. Приятные запахи (розовое, бергамотовое масло и др.) вызывают снижение давления крови, замедление пульса, расширение кровеносных сосудов, неприятные же оказывают обратное действие на организм, при этом сужаются сосуды, повышается давление, учащается пульс.

В настоящее время существует более 30 различных теорий запаха, но ни одна из них не в состоянии полностью объяснить всех наблюдаемых свойств обоняния. Наибольший интерес представляет химическая теория, согласно которой ощущение запаха является результатом ферментативных окислительных реакций пахучего вещества на обонятельном рецепторе с участием молекулярного кислорода.

Важную роль в процессах обоняния играют такие физические свойства веществ, как летучесть, измеряемая массой вещества, испаряющейся в единицу времени, точка кипения, растворимость в воде и липоидах, скорость диффузии и др.

Большой интерес представляет проблема классификации запахов. Однако единой научно обоснованной и общепринятой классификации до сих пор не существует. Это объясняется тем, что у людей отсутствуют абстрактные представления о запахе. Различают запах луковый, розовый, фруктовый, огуречный, соленой сельди, гнили и др. Для большинства людей существуют запахи приятные, безразличные, отвратительные, тошнотворные.

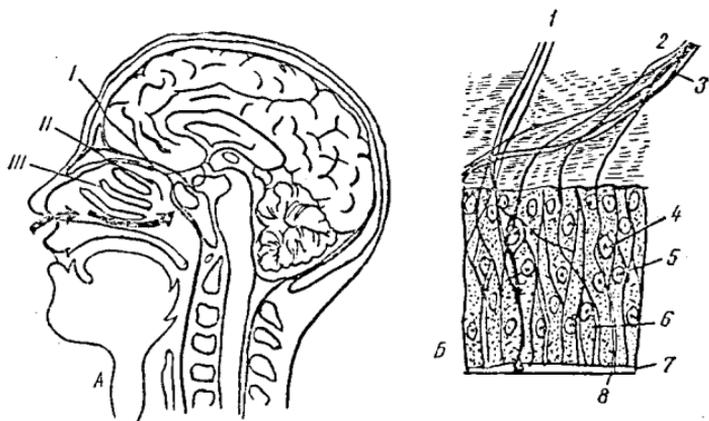


Рис. 9. Расположение обонятельных органов в носовой полости человека (А) и обонятельный эпителий в разрезе (Б):

1 — обонятельная луковица; II — обонятельная область; III — носовые раковины; 1 — тройничный нерв; 2, 3 — волокна обонятельного нерва, идущие к обонятельной луковице; 4 — обонятельная клетка; 5 — опорная клетка; 6 — окончание тройничного нерва; 7 — слизь; 8 — обонятельные реснички

Иногда говорят о некоторых обобщенных запахах, например цветочном, фруктовом и др. Однако подобные обобщения далеки от истинного представления о характере запахов отдельных продуктов.

В 1965 г. Дж. Дэвис предложил классификацию, в которой он выделил десять первичных запахов: мускусный, амбровый, кедровый, перечный, цветочный, миндальный, камфорный, эфирный фруктовый, фруктовый, спиртовой фруктовый. Все другие запахи, встречающиеся в пищевых продуктах, Дж. Дэвис рассматривает как сочетание названных десяти запахов. В классификации Дж. Дэвиса не нашли места неприятные и тошнотворные запахи, которые могут появляться при ухудшении качества продукта. Указанные первичные запахи не исчерпывают всего их разнообразия, и еще не доказано, что они являются главными.

Душистые вещества, как и вкусовые, имеют свои пороговые концентрации. Порог ощущения запаха выражается в миллиграммах вещества, содержащегося в 1 м³ воздуха. Органы обоняния человека отличаются большей чувствительностью, чем вкусовой аппарат. Так, запах ванилина ощущается уже при концентрации 0,000 000 2 мг/м³, а скатола — при 0,000 000 4 мг/м³. Сильные запахи всегда заглушают слабые. Некоторые ароматические вещества могут резко менять характер запаха в зависимости от концентрации. Например, скатол, обуславливающий запах экскрементов животных, в малых концентрациях обладает приятным ароматом.

Установлено, что одни факторы положительно влияют на восприятие запаха, другие же оказывают отрицательное влияние. Например, в безукоризненно чистом помещении впечатлительность органов обоняния возрастает примерно на 25 %. Интенсивность запаха увеличивается при повышении температуры окружающего воздуха. Наилучшей для проведения органолептического анализа считается температура воздуха 20—24 °С. Лучшему восприятию запаха способствует высокая относительная влажность воздуха. В лаборатории органолептического анализа она должна поддерживаться на уровне 60—70 %, при более низкой значительно возрастают пороги восприятия.

При оценке запаха необходимо строго соблюдать оптимальную для данного продукта температуру. Так, оптимальной для оценки качества пробы чая считается температура 80 °С.

Аналогично органу вкуса орган обоняния подвержен адаптации при постоянном и слишком продолжительном воздействии на него какого-либо запаха. Установлено, что при сенсорном анализе адаптация в распознавании вкуса наступает раньше, чем при опробовании на запах. Так, при определении аромата чая усталость наступает после 100—125 проб, а при определении вкуса ощущение ослабевает уже после опробования 50 образцов и совершенно исчезает после 70. Поэтому при проведении органолептического анализа необходимо соблюдать такие условия, при которых исключается утомляемость органов обоняния.

Зрение и зрительные ощущения

При сенсорном анализе качества пищевых продуктов важную роль играют зрительные ощущения. Качество пищевых продуктов оценивают прежде всего

по их внешнему виду, определяя форму, характер упаковки, цвет, прозрачность. Для некоторых пищевых продуктов, особенно для плодов и овощей, внешний вид (размер, форма, окраска) является главным фактором при установлении товарного сорта.

Орган зрения — глаз — имеет очень сложное строение. На его сетчатке расположены особые образования — палочки и колбочки, в которых находятся светочувствительные вещества. При прохождении лучей через хрусталик и попадании их на сетчатку глаза происходит распад светочувствительных веществ, продукты распада вызывают раздражение окончаний глазного нерва. Наиболее чувствительными к цвету являются колбочки, в которых происходят фотохимические реакции. Главными цветами светового спектра являются красны й, жел ты й и гол у б о й. Все остальные цвета и оттенки представляют собой сочетание в различных соотношениях трех главных. В колбочках находятся три вида клеток, каждая из которых содержит специфическое вещество, чувствительное к одному из трех основных цветов.

На остроту зрения влияет ряд факторов, и в первую очередь качество освещения. При определении цвета продукта необходима равномерная и достаточная освещенность порядка 100—200 лк. При слишком слабом свете зрительное ощущение будет неточным, так как в этом случае отраженный свет воспринимается не колбочками, а палочками сетчатки, которые дают однотонное серо-зеленое световое ощущение. Более яркое освещение вызывает быстрое утомление глаз.

Осязательные и слуховые ощущения

Консистенция продукта, его структура, температура и некоторые другие показатели определяются с помощью осязательных, или тактильных¹, ощущений. Рецепторы осязательных ощущений находятся на концах пальцев рук (на подушечках), на слизистой оболочке полости рта и носа; их количество превышает 500 тысяч. Осязанием с помощью пальцев контролируют качество многих продуктов, степень помола муки, упругость охлажденного мяса и т. д. В ротовой полости находятся рецепторы органов осязания, прикосания, температуры и боли. С их помощью во время откусывания и

¹ От лат. *tactilus* — осязательный.

разжевывания пищи можно судить о консистенции продукта, его упругости, сочности, структуре, хрупкости. Температура продукта воспринимается кончиком языка.

Важную роль при органолептическом анализе пищевых продуктов играют слуховые ощущения. Они усиливают восприятие осязания, вкуса и обоняния, например хруст соленых огурцов, квашеной капусты, сухарей, некоторых кондитерских изделий и др.

При опробовании пищевых продуктов возникают комплексные ощущения, включающие вкусовые, обонятельные и осязательные импульсы, называемые вкусом продукта в отличие от его вкуса.

Для характеристики некоторых пищевых продуктов, таких, как вино, чай, используется термин «буке́т», что означает совокупность ощущений вкуса и запаха, возникающих под влиянием сложных химико-технологических процессов, которые происходят во время брожения, созревания, ферментации.

Условия проведения дегустаций

На результаты органолептической оценки в значительной степени влияют разнообразные факторы: состояние и освещенность помещения, в котором проводится дегустация, количество дегустируемых блюд и порядок их подачи, состояние и тренированность дегустатора и др.

Дегустация должна проводиться в большой светлоокрашенной, хорошо вентилируемой комнате, изолированной от посторонних запахов, шума и других факторов, которые могут отвлечь внимание оценщика при проведении органолептического анализа. В специализированных лабораториях должны быть оборудованы индивидуальные рабочие места для каждого дегустатора, чтобы исключить разговоры, общение и взаимное влияние друг на друга. Количество дегустируемых продуктов необходимо ограничивать, чтобы не вызывать утомления органов чувств оценщика. Для каждого пищевого продукта устанавливается максимальное число оценок. В том случае, когда количество образцов превышает норму, необходимо делать 10—15-минутный перерыв. Чтобы избежать влияния запаха и вкуса опробованных образцов, дегустатор должен чаще прополаскивать рот горячей водой. Анализ лучше проводить натощак или после легкого завтрака.

Очень важен порядок и последовательность подачи дегустируемых проб. Так, после горького вкуса более интенсивно воспринимается сладость. Дегустацию вино-

градных вин рекомендуется начинать с более легких белых вин. В первую очередь необходимо исследовать пробы с очень нежным, а затем с более интенсивным запахом.

Для результатов органолептического анализа большое значение имеет температура дегустируемых продуктов, а также посуда, в которой они подаются. Например, для дегустации виноградных вин используются специальные стеклянные бокалы тюльпанообразной формы, чтобы аромат вина при взбалтывании концентрировался в верхней части сосуда. Опробовать пищевой продукт необходимо при той температуре, при которой он обычно употребляется. Для органолептической оценки сливочного масла оптимальной является температура от 10 до 20 °С. Чем ниже температура масла, тем труднее выявить его вкусовые особенности. Продукты, употребляемые в горячем виде, например жареное мясо и т. п., должны иметь температуру 55—60 °С. Температура дегустируемых белых вин предпочтительно должна быть 12,5—15,0 °С, красных вин — 15—17,5, а пива — 5 °С.

Дегустатор должен быть в хорошем физическом и моральном состоянии, ему нельзя курить перед и во время проведения органолептической оценки. Он должен иметь хорошую сенсорную память, которая позволяет сравнивать ощущения данного момента с предшествующими. Чтобы избежать возможного влияния внушения, пробы, предназначенные для анализа, желательнее подавать анонимно, т. е. дегустаторы не должны знать происхождение образца, срок его выработки и т. п.

Как правило, дегустацию начинают с показателей, определяемых зрением (внешний вид, форма, цвет, блеск, прозрачность) и осязанием пальцами (консистенция, эластичность, степень измельчения), после чего устанавливают запах, вкус образца и такие осязательные ощущения при раскусывании и разжевывании, как сочность, волокнистость, терпкость. Этот порядок может быть иным для тех продуктов, которые быстро изменяют свое качество: шампанское (улетучивается углекислый газ после открывания бутылок), фруктовая газированная вода и др.

Виды органолептической оценки пищевых продуктов

Существует несколько видов органолептической оценки качества пищевых продуктов.

Балльная оценка. Наиболее распространенным видом органолептической оценки качества продуктов, применяе-

мым в торговле и пищевой промышленности, является балльная система. Она позволяет получать сравнимые результаты, выраженные условными показателями — баллами. Сущность этой системы состоит в том, что каждый показатель качества продукта в зависимости от значимости его оценки характеризуется определенным количеством баллов. Сумма баллов характеризует общее качество данного продукта. Существуют две формы балльной оценки: первая — при построении балльной системы учитывают только органолептические признаки продукта (внешний вид, цвет, форма, вкус, запах и т. д.); вторая — наряду с органолептическими учитывают данные химического состава и некоторые технические данные.

В Советском Союзе приняты 10-, 30- и 100-балльные системы. При органолептической оценке всех пищевых продуктов общими и основными признаками, характеризующими их качество, являются вкус и запах. Кроме того, в зависимости от вида продукта выделяют специфические признаки: прозрачность — для алкогольных и безалкогольных напитков, рисунок — для сыра, консистенцию — для масла, желе и др. Во всех действующих балльных системах максимальное число баллов (40—50 %) отводится на вкус и запах продукта. Прочие признаки оценивают в зависимости от их значимости в образовании качества данного продукта. Например, такой важный показатель качества фруктовых газированных напитков, как насыщенность их углекислотой, оценивается в 35 баллов, а цвет — только в 5.

При построении балльной системы устанавливается шкала скидок для каждого показателя в зависимости от вида имеющегося порока, оставшиеся баллы суммируют. На основании полученной суммы баллов образец относят к тому или иному товарному сорту. Например, для оценки сливочного масла принята 100-балльная система:

| | |
|------------------------|------------|
| Вкус и запах | 50 |
| Консистенция | 25 |
| Цвет | 5 |
| Посолка | 10 |
| Упаковка | 10 |
| <hr/> | |
| Всего | 100 баллов |

Масло относится к высшему сорту, если получит общую оценку 88—100 баллов, в том числе по вкусу и запаху — не менее 41, к 1-му сорту, если общая оценка его

составит 80—87 баллов, по вкусу и запаху — не менее 37. Масло с оценкой ниже 80 баллов считается нестандартным.

Недостатком почти всех применяемых в настоящее время балльных систем является то, что большинство баллов не используется, они находятся в так называемой «мертвой зоне». Например, в приведенном выше примере используются только верхние 20 баллов, так как масло, оцененное менее 80 баллов, непригодно к употреблению.

Поэтому в настоящее время пищевой комиссией СЭВ предложены унифицированные балльные системы. В них каждый балл шкалы должен соответствовать определенному уровню качества; каждому баллу должна соответствовать словесная характеристика качества; количество баллов шкалы должно быть ограничено. Лучшей шкалой считается 5-балльная; баллом 5 обозначается отличное качество, баллом 4 — хорошее, баллом 3 — удовлетворительное, баллом 2 — качество, едва удовлетворительное, но допускаемое, баллом 1 — неудовлетворительное. Введением полуторных чисел в 5-балльную шкалу ее можно расширить до девяти уровней качества: 1; 1,5; 2; 2,5; 3 и т. д.

Другие виды органолептической оценки. Метод парных сравнений позволяет установить влияние какого-либо технологического приема (изменение режима производства, внедрение нового вида упаковки, новой рецептуры) на качество продукта. Этот метод заключается в опробовании двух образцов, один из которых является контрольным, второй — исследуемым. Дегустатор должен указать, в котором из них сильнее или слабее выражено изучаемое свойство (например, интенсивность аромата, вкуса и т. д.).

Метод треугольных сравнений применяют для более достоверной оценки качественного различия двух исследуемых проб. Задача метода состоит в нахождении непарной пробы из предлагаемых оценщику трех проб, две из которых идентичны. Парными могут быть как контрольные, так и опытные образцы.

Методы парных и треугольных сравнений часто используют для оценки сенсорных способностей дегустаторов.

Метод разбавления позволяет проследить изменение интенсивности вкуса, аромата или окраски продукта в зависимости от условий производства, хранения. Сущность этого метода состоит в том, что жидкий продукт подвергают ряду все возрастающих разбавлений до получения концентрации, при которой исчезает вкус-

ность и перестают улавливаться отдельные органолептические показатели. Интенсивность вкуса, запаха или окраски выражают числом разбавлений; например, аромат вишни исчезает при разбавлении сока в соотношении 1 : 30.

Успешное использование этого метода зависит от остроты пороговых ощущений оценщиков (членов комиссии).

Метод ранжирования состоит в том, чтобы расположить образцы в порядке возрастания или убывания интенсивности вкуса или запаха, после чего определяют разницу между худшим и лучшим образцами. При этом может быть использован метод треугольных сравнений.

Для уменьшения субъективности результатов органолептическую оценку должна проводить комиссия из трех — семи человек.

После обработки всех результатов дегустации с помощью математико-статистических методов получают общую оценку качества данного продукта.

При подсчете учитывают коэффициент весомости, или значимости, каждого показателя, так как значение отдельных показателей в общей совокупности свойств, характеризующих качество продукта, неодинаково. Коэффициент весомости, или значимости, может быть рассчитан несколькими способами: предпочтения, ранжирования, парных сравнений и др.

Наиболее простым является способ предпочтения. Эксперт-дегустатор должен расположить все показатели качества в порядке предпочтения. При этом наиболее (или наименее) важный показатель обозначается цифрой 1, следующий за ним по важности — цифрой 2 и т. д.

Способ ранжирования заключается в следующем. Эксперты нумеруют все показатели качества продукта в порядке возрастания (или убывания) их значимости таким образом, что наиболее важный показатель получает № 1, следующий по значимости — № 2 и т. д. Затем суммируют все числа по каждому показателю и коэффициент весомости рассчитывают как отношение этой суммы к общей сумме чисел, проставленных всеми экспертами по всем показателям.

При использовании способа парных сравнений эксперт сравнивает показатели качества по их парам и указывает, какой показатель из данной пары является самым важным. Способ парных сравнений может осуществляться в трех вариантах.

В первом варианте показатели размещаются по ординате и абсциссе матрицы. Эксперт должен указать в каждом блоке этой матрицы цифру более ценного по его мнению показателя из двух, составляющих координаты этого блока, или выделить тот член пары, который, по его мнению, в данном случае более ценен.

Во втором варианте экспертам выдают карточки, на которых показатели указаны попарно (например, показатель А — показатель Б, показатель А — показатель В и т. д.), и он должен в каждой паре указать наиболее важный показатель из двух сравниваемых.

При использовании третьего варианта (полного попарного сопоставления) перечень показателей удваивается за счет появления каждой пары показателей дважды (например, показатель А — показатель Б и показатель Б — показатель А). Эксперт должен из двух сравниваемых показателей подчеркнуть самый весомый. В этом случае удваивается число суждений эксперта; кроме того, исключается возможность всегда подчеркивать тот показатель, который идет первым.

Социологический метод определения показателей качества основан на сборе и анализе мнений широкого круга потребителей продукции. Мнение потребителей собирают путем проведения выставок-продаж, дегустаций, покупательских конференций, распространения анкет. Получаемую информацию обобщают и подвергают математической обработке.

Экспертный метод оценки качества основан на учете мнений группы различных специалистов-экспертов (товароведов, дизайнеров, дегустаторов) в составе не менее семи человек. Этот метод широко используется для определения комплексных показателей качества. Достоверность экспертной оценки зависит от компетентности и квалификации экспертов, физиологических особенностей их организмов, уровня организации работы экспертной комиссии.

ЛАБОРАТОРНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Лабораторные методы широко применяются для установления химического состава, доброкачественности, физических и других свойств пищевых продуктов. В зависимости от способов получения результатов эти методы подразделяют на физические, физико-химические, хими-

ческие, биохимические, микробиологические. При исследовании качества пищевых продуктов редко используют все методы анализа; чаще ограничиваются теми, которые соответствуют целям исследования.

Осуществляют их с помощью приборов и химических реактивов, поэтому полученные результаты выражают конкретными величинами, отличающимися большой точностью. Однако о качестве пищевых продуктов нельзя судить только по результатам лабораторных исследований, объективная оценка будет получена только тогда, когда они будут дополнены органолептическим анализом.

Недостатком лабораторных методов является то, что для их выполнения необходимы значительное время, специальная аппаратура и рабочее место.

Физические и физико-химические методы

С помощью этих методов определяют относительную плотность продукта, температуру плавления и застывания, оптические показатели, структурно-механические свойства и др.

Относительную плотность определяют ареометром, пикнометром, гидростатическими весами, измерением гидростатического давления.

Определение температурных констант проводят при исследовании качества жиров, установлении их природы, чистоты, отсутствия примесей.

Оптические показатели пищевых продуктов определяют с помощью поляриметрии, рефрактометрии, фотометрии, спектроскопии, хроматографии и др.

Поляриметрия основана на способности некоторых оптически активных веществ вращать плотность поляризованного луча, проходящего через их растворы. Поляриметрию обычно используют для установления вида сахара и определения его концентрации в растворе.

С помощью рефрактометрии определяют содержание в продукте жира, влаги, спирта, сахара и других веществ. Этот метод основан на измерении показателя преломления света при прохождении его через жидкий продукт. Рефрактометрия широко используется при исследовании качества таких пищевых продуктов, как жиры, соки, варенье, томатные продукты и др.

Фотометрические методы основаны на взаимодействии лучистой энергии с анализируемым ве-

ществом. Они позволяют определять компоненты химического состава пищевых продуктов и судить об их свежести, доброкачественности. К этим методам относятся фотоколориметрия, спектрофотометрия, люминесцентный анализ и др.

Фотоколориметрический и спектрофотометрический методы основаны на избирательном поглощении света анализируемым веществом. Фотоколориметрический метод требует сравнительно несложной аппаратуры, обеспечивает хорошую точность ($\pm 1-2$ отн. %) и широко применяется для определения концентрации окрашенных растворов.

Фотоэлектроколориметрические методы определения концентрации вещества основаны на сравнении поглощения или пропускания света стандартным и исследуемым окрашенным раствором, причем степень поглощения регистрируется специальным оптическим прибором — колориметром с фотоэлементами (фотоколориметром). В лабораториях используются фотоколориметры различных марок (ФЭК-М, ФЭК-52, -64, -57, -56 и др.), которые являются двухлучевыми приборами с двумя фотоэлементами и имеют одинаковые принципиальные схемы.

В спектрофотометрических методах применяют более сложные приборы — спектрофотометры (СФ-4, СФ-4А, СФ-10 и др.), характеризующиеся высокой точностью ($\pm 0,1-0,5$ отн. %). Они основаны на тех же законах светопоглощения, что и фотоколориметрические методы, однако отличие состоит в том, что в спектрометрии используется поглощение света определенной длины волны. Из-за особенностей аппаратуры спектрофотометрические методы имеют ряд преимуществ по сравнению с фотоколориметрическими. Они применимы для анализа как одного вещества, так и систем, содержащих несколько компонентов. Кроме того, они позволяют работать как с окрашенными растворами, поглощающими свет в видимой части спектра, так и с бесцветными, которые поглощают свет в ультрафиолетовой или ближней инфракрасной области спектра и др.

Фотоколориметрическим и спектрофотометрическим методами можно установить содержание антоцианов в виноградных винах, кофеина в чае и кофе, теобромину в какао, красящих веществ в плодах и овощах и др.

Люминесцентный анализ позволяет установить природу и состав исследуемого продукта. Его используют для определения содержания белков и жиров

в молоке, некоторых витаминов в пищевых продуктах, выяснения характера заболеваний плодов и овощей, исследования свежести мяса и рыбы и др. Этот метод основан на способности многих веществ после освещения их ультрафиолетовыми лучами испускать в темноте видимый свет различных оттенков. Белки, жиры и углеводы дают люминесцентное свечение определенных оттенков, которое меняется при изменении их состава. Так, свежая рыба при облучении дает голубой свет; если же она начала портиться, то цвет становится фиолетовым. Здоровый картофель на разрезе имеет темную люминесценцию, при поражении клубней фитофторой она становится голубоватой, при подмораживании — беловатой, при поражении кольцевой гнилью — зеленоватой. Люминесцентным методом можно обнаружить примесь маргарина в животных жирах, примесь плодово-ягодных вин в виноградных и др.

Спектроскопия используется в товароведных исследованиях для количественного и качественного анализов пищевых продуктов. С помощью этого метода можно определять состав и количество макро- и микроэлементов, содержание в пище витаминов А, К, В₁, В₂, В₆, никотиновой кислоты, токоферолов, каротина и др. Спектральный метод анализа основан на изучении спектров паров исследуемых веществ.

Хроматография — один из наиболее эффективных методов разделения и анализа сложных смесей веществ. Этот метод был открыт русским ученым М. С. Цветом в 1903 г. В настоящее время он широко используется в различных областях химии и биологии. С помощью хроматографии изучают химический состав пищевых продуктов, его динамику при хранении, природу и содержание ароматических и красящих веществ, аминокислотный состав и др. Этот метод отличается высокой чувствительностью. Хроматография — динамическое разделение смеси веществ с помощью сорбционных методов. Способ хроматографии охватывает множество методов разделения, но общим для всех них является то, что они основаны на распределении отдельных соединений между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых неподвижна и омывается другой — подвижной. В роли подвижной фазы может выступать жидкость или газ, а в качестве неподвижной — твердые тела или жидкость.

Существует несколько классификаций хроматографических методов.

В зависимости от механизма разделения веществ различают следующие виды хроматографии: адсорбционная — основана на различной способности отдельных веществ адсорбироваться на тех или иных сорбентах; распределительная — основана на различной растворимости отдельных компонентов смеси в двух несмешивающихся жидкостях; ионообменная — основана на различной способности разделяемых веществ к ионному обмену с тем или иным ионитом; диффузионная — основана на разделении веществ по скорости диффузии внутри сорбента.

В зависимости от выбранного типа подвижной и неподвижной фаз различают хроматографию газовую, в которой подвижной фазой является газ, и жидкостную — подвижная фаза жидкость.

По технике выполнения и по видам вспомогательных средств различают хроматографию бумажную, колоночную, тонкослойную, газовую и др.

Потенциометрический метод основан на определении потенциала между электродом, насыщенным водородом, и жидкостью, имеющей водородные ионы. Этот метод широко используется для измерения рН, а по величине рН можно судить о свежести мяса и некоторых других продуктов. В лабораторной практике часто применяется потенциометр ЛПУ-01 для определения активности водородных ионов в водной среде в пределах рН от 2 до 14.

Кондуктометрический метод основан на измерении электропроводности материалов. С помощью этого метода определяют титруемую кислотность темноокрашенных продуктов (виноградных вин, плодовых соков), так как в момент нейтрализации электропроводность растворов резко снижается или полностью отсутствует. Кондуктометрический метод измерения влажности сыпучих продуктов основан на зависимости между влажностью продукта и его электрическим сопротивлением. Определение влажности кондуктометрическим методом проводится специальными приборами — электровлажномерами и сводится к измерению сопротивления сыпучего материала. Этот метод измерения влажности применяется для таких пищевых продуктов, как зерно, мука, сахар-песок, кофе и др.

Реологические методы применяют в товароведных исследованиях для изучения структурно-механических свойств пищевых продуктов. С их помощью

определяют упруго-вязкие характеристики теста, вязкость мясного фарша, прочность крахмального клейстера, консистенцию маргарина.

Микроскопические методы широко используют при изучении структуры тканей пищевых продуктов, установления вида крахмала, наличия в продукте примесей и микроорганизмов.

Химические и биохимические методы

Этими методами устанавливают химический состав пищевых продуктов, определяют показатели, характеризующие качество сырья. С их помощью можно судить об изменениях, происходящих в пищевых продуктах при транспортировании, хранении и реализации.

Такие методы, как правило, основаны на химических реакциях исследуемого вещества с определенными реактивами с использованием приемов весового и объемного анализов.

Химическими методами определяют содержание в пищевых продуктах минеральных веществ, воды, сахаров, жиров, а также витаминов и других компонентов.

В товароведной практике эти методы широко используют для установления соответствия химического состава пищевых продуктов требованиям стандартов. Например, содержание влаги в пищевых продуктах может быть установлено высушиванием, электрометрическим и другими методами. Определение сахаров основано на их способности окисляться в щелочной среде солями тяжелых металлов. Содержание минеральных веществ определяют сжиганием и прокаливанием органической части продукта в муфельных печах. Наиболее распространенным методом определения поваренной соли в продукте является метод Мора, основанный на титровании иона хлора раствором азотнокислого серебра. Кислотность продуктов устанавливают титрованием раствором едкой щелочи в присутствии индикатора, а в окрашенных растворах с помощью рН-метра. Определение содержания витамина С основано на его способности окисляться 2,6-дихлорфенолиндофенолом.

С помощью биохимических методов изучают интенсивность дыхания плодов и овощей, изменение сахаро- и газообразующей способности муки, ферментативную активность каталазы в молоке, процессы гидро-

лиза и автолиза при созревании мяса и др. Так, интенсивность дыхания плодов и овощей определяют по количеству поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа.

Сахарообразующую способность муки устанавливают по количеству мальтозы, образовавшейся из крахмала муки за определенное время под действием амилолитических ферментов.

Газообразующая способность муки определяется количеством углекислого газа, выделяемого тестом за определенное время брожения.

Микробиологические методы

Эти методы служат для установления степени обсемененности пищевых продуктов микроорганизмами. При этом определяют как общее их содержание, так и вид микробов, наличие в продуктах бактерий, вызывающих пищевые отравления и заболевания.

Микробиологическими методами можно также определить содержание в пищевых продуктах витаминов, биологически активных веществ и др.

Микробиологический контроль осуществляют пищевые лаборатории санэпидстанций, обеспечивающие надзор за санитарным состоянием предприятий торговли и общественного питания.

Физиологические методы

Такие методы исследования качества пищевых продуктов применяют для определения усвояемости пищи, реальной энергетической ценности. Эти методы анализа проводят главным образом на подопытных животных и птицах.

Товароведно-технологические методы

Этими методами пользуются для установления степени пригодности продукта к промышленной переработке, а также для определения свойств продуктов, проявляющихся в процессе их употребления. Так, при изучении хлебопекарных свойств муки обязательно проводят пробную выпечку хлеба и определяют в нем объемный выход, цвет и характер корки, пористость, цвет, эластичность, липкость мякиша и другие показатели.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Уровень качества товара может оцениваться дифференциальным, комплексным или смешанным методами.

Дифференциальным методом качество продукции оценивают путем сопоставления единичных показателей качества оцениваемого образца с единичными показателями эталонного образца. В данном случае определяют, достигнут ли этим образцом эталонный уровень, и если не достигнут, то по каким показателям.

Относительные показатели (Q_i) при оценке уровня качества дифференциальным методом вычисляют по формулам:

$$Q_i = \frac{P_i}{P_{i\sigma}}; \quad (1)$$

$$Q_i = \frac{P_{i\sigma}}{P_i}, \quad (2)$$

где P_i — значение показателя оцениваемого продукта; $P_{i\sigma}$ — значение показателя базового (эталонного) продукта; i — число показателей.

При расчете из указанных формул выбирается та, при которой увеличение Q_i способствует улучшению качества изделия. Например, относительные показатели вкуса и запаха изделия рассчитывают по формуле (1), так как в данном случае это будет свидетельствовать об улучшении качества продукта. По формуле (2) вычисляют относительный показатель содержания солей тяжелых металлов в консервах, потому что в этом случае улучшение качества продукта будет связано со снижением числового значения этого показателя.

Уровень качества продукта можно признать удовлетворительным, если относительные показатели будут больше или равны единице.

Используя дифференциальный метод, можно установить, по каким показателям данный продукт достигает качества лучших образцов, по каким еще не достигает.

Недостатком дифференциального метода оценки качества является невозможность сопоставления отдельных показателей между собой в связи с тем, что они выражены в разных единицах, т. е. он не позволяет получить один цифровой показатель. Кроме того, иногда бывает, что часть относительных показателей больше единицы, а дру-

гая — меньше. Поэтому нельзя сделать общее заключение об уровне качества продукта.

Комплексный метод оценки уровня качества лишен этих недостатков. Такой метод наиболее часто используется при оценке уровня качества пищевых продуктов, когда показатели качества определяются органолептически.

Комплексный показатель (К) рассчитывают по формуле

$$K = \sum_{i=1}^n m_i Q_i,$$

где m_i — коэффициент весомости для i -го показателя качества; Q_i — относительный показатель качества продукции, баллы; $Q_i = \frac{P_i}{P_{i0}}$.

Расчет коэффициента весомости показан выше при описании органолептического метода оценки показателей качества.

Смешанный метод оценки уровня качества представляет собой сочетание дифференциального и комплексного методов. В этом случае одни показатели качества (например, химические и технологические) оценивают дифференциально, а другие (например, органолептические) — комплексно. Используя смешанный метод, можно судить, по какой группе показателей и насколько качество оцениваемого продукта лучше или хуже качества стандартного образца.

Глава шестая

ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Важной народнохозяйственной проблемой является сокращение потерь и сохранение качества продуктов питания во всех звеньях товародвижения от производства до потребителя. Правильное хранение товаров невозможно без знания происходящих после их изготовления процессов, оптимальных режимов, предельных сроков и особенностей хранения каждого вида товаров.

Потери пищевых продуктов при хранении и транспортировании, которые представляют собой один из этапов хранения, но в менее благоприятных условиях, приносят значительные экономические убытки во всех странах. По данным ФАО (Международной организации по сельскому хозяйству и продовольствию), потери зерна ежегодно составляют 6—10 % и более, особенно велики потери при хранении сочного сырья — плодов и овощей, которые достигают 20—30 % и выше. Если учесть большие масштабы производства зерна в нашей стране, то снижение потерь лишь на 0,01 % сохранит свыше 20 тыс. т зерна.

Особую актуальность проблема сокращения потерь приобретает в настоящее время в связи с выполнением Продовольственной программы, принятой майским (1982 г.) Пленумом ЦК КПСС.

Потери пищевых продуктов обусловлены их физиологическими свойствами и условиями хранения. Различают два вида потерь: потери качества и потери массы. Качественные потери связаны с уменьшением содержания в продукте полезных веществ, с частичной или полной утратой его доброкачественности. Эти потери не нормируются, но могут быть учтены с помощью дополнитель-

ных, довольно трудоемких операций: сортировки, технологического контроля и др. Ко второму виду относят количественные потери, связанные с убылью массы продуктов. Они сравнительно легко учитываются и нормируются. Оба вида потерь взаимосвязаны и в большинстве случаев потери массы продуктов сопровождаются снижением их качества, и, наоборот, снижение качества приводит к потере массы продуктов.

ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ ПРИ ХРАНЕНИИ

На сохраняемость пищевых продуктов влияют их химический состав и интенсивность протекающих в них процессов: физических, биохимических и микробиологических. В зависимости от этих факторов пищевые продукты можно разделить на три группы.

В первую группу входят скоропортящиеся продукты, содержащие большое количество воды, — плоды, овощи, мясо, молоко и др. Кроме воды они содержат белки, углеводы, жиры, минеральные соли и витамины, что создает благоприятные условия для развития микроорганизмов. В них также активно протекают биохимические и химические процессы.

Ко второй группе относят продукты с низким содержанием воды — зерно, муку, крупу, сухари, сахар, растительное масло и др. Для этой группы типичны физические, физико-химические и химические процессы. Эта группа товаров отличается хорошей сохраняемостью.

К третьей группе относят продукты, содержащие консервирующие вещества, например соль в сельди, сахар в варенье, спирт в ликеро-водочных изделиях и др. В эту группу входят также консервы, сохраняемость которых обусловлена термической обработкой. Для этой группы характерны физические и химические процессы.

Процессы, протекающие в хранящихся пищевых продуктах, взаимосвязаны. Качество и потери отдельного продукта зависят от совместного воздействия различных процессов, их направленности и интенсивности. Качество некоторых продуктов при хранении в течение определенного времени может улучшаться, что наблюдается при созревании осенних и зимних сортов яблок и груш, помидоров, бананов, при созревании мяса, выдержке марочных коньяков и вин. Для других товаров (крупа, сахар, картофель, свекла и др.) можно сохранить первоначаль-

ное качество, создав оптимальные условия хранения. Однако практически невозможно полностью исключить снижение качества и потери продукта при хранении.

Важной задачей, стоящей перед товароведом, является создание таких условий хранения, при которых изменения качества, пищевой ценности и потери были бы минимальными.

Физические и физико-химические процессы

Такие процессы протекают в продуктах под действием факторов внешней среды: температуры и относительной влажности воздуха, газового состава, света, механических воздействий. К физическим и физико-химическим процессам, наиболее часто протекающим при хранении пищевых продуктов, относят сорбцию и десорбцию паров воды, а также других веществ и газов, старение белков и коллоидов, процессы кристаллизации, деформацию и нарушение целостности твердых продуктов.

Физические и физико-химические процессы вызывают снижение органолептических показателей, приводят к частичной, а иногда и к полной потере доброкачественности продукта. Они возникают при неблагоприятных условиях транспортирования и хранения товара.

Наиболее распространенными физико-химическими процессами являются сорбция и десорбция паров воды и газов.

При сорбции влаги масса продуктов возрастает, при этом печенье, вафли и сухари размягчаются; соль, сахар-песок, мука теряют сыпучесть и слеживаются; карамельные изделия сначала становятся липкими, а затем теряют форму и текут и др.

Также неблагоприятно влияет на качество продукта десорбция. При высушивании наряду с потерей массы продукта происходит ухудшение его качества, а испарение воды из продукта часто вызывает физико-химические изменения в его структуре и свойствах (хлеб, печенье, баранки, сухари и т. д.). Этот процесс очень характерен для свежих плодов и овощей и жидких продуктов. Испарение влаги из плодов и овощей приводит к их увяданию, ослаблению тургора клеток, нарушению обмена веществ и порче.

На интенсивность испарения влияют температура и относительная влажность воздуха, скорость его движе-

ния, вид тары, способ укладки товара. Обычно способствуют испарению высокая температура, низкая относительная влажность воздуха, активная вентиляция. Наружные слои продукта более интенсивно теряют влагу, чем внутренние. При штабельной укладке товара процесс усушки в верхних и наружных слоях активнее, чем во внутренних.

Ряду пищевых продуктов (например, алкогольным напиткам) свойственны потери за счет испарения летучих веществ.

Некоторые пищевые продукты могут терять при хранении ароматические вещества либо приобретать нежелательные вкус и запах. Это происходит вследствие диффузии ароматических веществ во внешнюю среду либо в результате поглощения продуктом летучих веществ, выделившихся из хранящегося рядом товара. Поэтому при размещении товаров для хранения обязательно соблюдение товарного соседства. Товары, обладающие сильно выраженным запахом и легко отдающим его в окружающую среду (сыры, мясокопчености и др.), нельзя хранить рядом с продуктами, легко поглощающими этот запах (сливочное масло, кондитерские изделия). Продукты, содержащие ароматические вещества (чай, кофе, пряности), должны быть упакованы в газопаронепроницаемую тару. Причинами появления постороннего запаха могут быть также тара, упаковочная бумага, складское помещение.

Черствение мякиша хлеба представляет собой физико-химические процессы, связанные со старением денатурированных белков и клейстеризованного крахмала. Одним из них является ретроградация — восстановление кристаллической структуры крахмала. В свежес выпеченном хлебе крахмал находится в аморфном, клейстеризованном виде, но спустя несколько часов происходит частичный обратный переход крахмала в кристаллическое состояние, что сопровождается сжатием и уменьшением его объема и переходом связанной воды в свободную. При этом изменяются также белковые вещества мякиша хлеба: уплотняется их структура, снижается гидратационная способность. Хлеб становится крошливым, изменяются его вкус и запах. Ретроградация крахмала характерна также для некоторых продуктов переработки картофеля и круп.

При хранении некоторых продуктов происходит процесс кристаллизации. Кристаллизация сахара в некоторых видах кондитерских изделий и меде ухудшает внешний вид продукта, его консистенцию, вкус. Она может быть

двух видов: сахарозной и глюкозной. Первая сопровождается выделением крупных кристаллов сахарозы (варенье, джем, помадные конфеты), вторая развивается при повышенном содержании (до 40 % и выше) инвертного сахара (мед), и в этом случае засахаривание происходит за счет менее растворимого сахара — глюкозы. При колебаниях температур во время хранения в мороженом происходит перекристаллизация продукта, увеличиваются размеры кристаллов льда, лактозы, что делает структуру мороженого грубой, а консистенцию — более уплотненной («песчанность» мороженого).

Для некоторых видов товаров характерно старение белков и коллоидов. Этот процесс протекает при хранении муки, круп, бобовых культур и др. Он сопровождается снижением способности белков к набуханию, растворимости. При старении крупы увеличивается время варки, уменьшается объем, ухудшаются вкус и консистенция каш. При высоких температурах хранения расслаивается белковый студень в кефире, простокваше.

Значительные качественные и количественные потери происходят в результате механических повреждений тары и продукта. Потери за счет боя стеклянной посуды характерны для жидких продуктов: алкогольных и безалкогольных напитков, молока и кисломолочных продуктов, некоторых видов плодоовощных консервов и др. Механические повреждения вызывают деформацию плодов и овощей, хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий. Механические повреждения обуславливают значительные товарные потери за счет загрязнения, а подчас и полной непригодности товара для использования. Многие механически поврежденные товары легче подвергаются микробиологической порче.

Химические процессы

В пищевых продуктах протекают различные химические процессы, вызывающие изменения качества при хранении. Они происходят без участия ферментов продукта и микроорганизмов.

Одним из распространенных химических процессов является прогоркание жиров — окислительная порча под действием кислорода воздуха. Этот процесс характерен для пищевых жиров и жиросодержащих продуктов — растительного и коровьего масла, сала, маргарина, сыра, орехов и др. Окислению подвергаются в первую очередь

высоконепредельные жирные кислоты, провитамины и витамины, при этом происходят сложные химические превращения, сопровождающиеся накоплением продуктов окисления, в том числе и токсичных. Они придают жиру своеобразный горький вкус, неприятный прогорклый запах, вызывают першение в горле. На скорость окисления влияют степень насыщенности входящих в их состав жирных кислот, температура хранения, присутствие катализаторов (металлов, света), наличие антиокислителей и др. (см. гл. 2).

Другим видом химической порчи пищевых продуктов является **неферментативное потемнение**, которое может развиваться в результате карамелизации сахаров, а также реакции между аминокислотами и восстанавливающими сахарами — м е л а н о и д и н о о б р а з о в а н и я. Этот процесс протекает при хранении многих пищевых продуктов (сушеные овощи, картофель, яичный порошок), а также при кулинарной обработке. Меланониднообразование отрицательно влияет на пищевую ценность продуктов и их органолептические достоинства: изменяется цвет продукта, появляются посторонние вкус и запах. Этот процесс можно замедлить понижением температур хранения и переработки, а также блокированием реакционноспособных группировок главных компонентов реакции. Эффективным ингибитором этого процесса является сернистая кислота или сернистый ангидрид. Они реагируют с карбонильными группами сахаров, блокируют их и выводят из цепочки реакции.

Однако меланониднообразование может играть и положительную роль. Меланонидины образуются при выпечке хлеба, жарке мяса и рыбы, приготовлении топленого молока, солода, пива и других продуктов. В этом случае они участвуют в создании специфического вкуса, аромата и цвета.

При хранении консервов в металлической таре происходит растворение металла и накопление его в продукте. Переход металла в продукт в результате разрушения поверхностного слоя и накопление солей олова и других металлов, содержащихся в виде примесей в жести, снижает сохраняемость консервированного продукта, так как катализирует в нем химические процессы, а также оказывает неблагоприятное воздействие на организм человека. Содержание солей олова не должно превышать 200 мг на 1 кг продукта. Образующийся в результате взаимодействия кислот продукта и жести водород увеличивает дав-

ление внутри банки; что приводит к физическому (водородному) бомбажу. Для защиты внутренней поверхности банок от коррозии применяют различные пищевые лаки и эмали.

Химическими процессами обусловлено обесцвечивание и помутнение ликеро-водочных изделий, выпадение нерастворимых осадков в виноградных и плодово-ягодных винах, образование в них сложных эфиров и ацеталей при выдержке, разрушение витаминов.

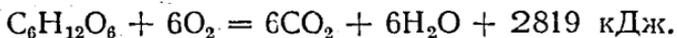
Все эти процессы, как правило, в конечном итоге приводят к ухудшению цвета, вкуса и запаха продукта.

Биохимические процессы

К биохимическим относят процессы, обусловленные действием ферментов самого продукта. Активность протекания того или иного процесса зависит от природы продукта, особенностей обмена веществ, условий хранения. Наибольшее влияние на изменение химического состава при хранении оказывает дыхание, гидролитические и автолитические процессы.

Дыхание — процесс, присущий всем живым организмам. Оно связано с деятельностью окислительно-восстановительных ферментов и является важным источником энергии, необходимым для обмена веществ. Дыхание играет большую роль в послеуборочный период жизни растительных объектов.

Общий баланс химических превращений при аэробном дыхании выражается уравнением, где основным соединением, подвергающимся окислению, является глюкоза:



В процессе дыхания участвуют не только сахара, но и органические кислоты, белки, жиры и другие соединения.

О характере протекания дыхания судят по дыхательному коэффициенту — отношению объемов выделяемого углекислого газа и поглощаемого кислорода. Если процесс аэробного дыхания происходит в точном соответствии с приведенным уравнением, то дыхательный коэффициент равняется 1.

При прорастании масличных семян, когда происходит окисление жирных кислот, бедных кислородом, и превращение жира в сахар, дыхательный коэффициент значительно меньше 1.

Высокие дыхательные коэффициенты наблюдаются при использовании на дыхание соединений, более богатых кислородом, чем сахар, например органических кислот — щавелевой, винной и др.

Процесс дыхания сопровождается потерей массы растительного объекта, изменением состава окружающей атмосферы, выделением влаги и тепла.

Потери массы при дыхании растительных продуктов могут достигать значительных размеров. Они особенно велики у хранящихся плодов и овощей. Выделяющиеся при дыхании тепло и влага могут быть причиной дальнейшего усиления процесса дыхания. Это происходит в том случае, когда хранящиеся объекты плохо проветриваются для удаления накапливающейся в них влаги и понижения их температуры.

Интенсивность дыхания у растительных продуктов различного происхождения неодинакова. Она определяется количеством выделенного углекислого газа или поглощаемого кислорода в единицу времени единицей массы. Слабая интенсивность дыхания характерна для сухого зерна, значительно выше она у сочных плодов и овощей. Особенно возрастает интенсивность дыхания при механических повреждениях и микробиологических заболеваниях объектов.

Интенсивность дыхания зависит от содержания влаги в продукте. Так, при увлажнении зерна свыше 17 % интенсивность дыхания его возрастает в 20—30 раз по сравнению с сухим зерном, имеющим влажность менее 14 %.

Важным фактором, влияющим на интенсивность дыхания, является температура. В определенном интервале температур возрастание интенсивности дыхания растительных объектов подчиняется правилу Вант-Гоффа: повышение температуры на 10 °С увеличивает интенсивность дыхания продукта в 2—3 раза.

На интенсивность дыхания также большое влияние оказывает газовый состав. Повышенные концентрации углекислого газа и пониженные кислорода сильно тормозят дыхание растительных продуктов. При понижении количества кислорода в окружающей среде до 2 % и менее, а также при повышении концентрации углекислого газа в растительных объектах вместо аэробного начинается анаэробное дыхание, являющееся по существу процессом брожения. Анаэробное дыхание сопровождается накоплением ацетальдегида, спирта, которые губи-

тельно действуют на растительные ткани. Однако газовые смеси, содержащие кислород и углекислый газ в количествах 3—5 % и азот в количестве 90—94 %, благоприятны для хранения некоторых видов плодов и овощей. Такое хранение называется хранением в регулируемой или модифицированной газовой среде. В этих условиях происходит торможение процессов жизнедеятельности (созревания и перезревания), что позволяет значительно удлинить сроки их хранения с минимальными потерями органических веществ на процесс дыхания.

Гидролитические процессы протекают в пищевых продуктах под действием ферментов гидролаз. Интенсивность этих процессов определяется химическим составом продукта, наличием и активностью ферментов, условиями хранения. Гидролитические процессы могут оказывать положительное и отрицательное влияние на качество продукта. В начале хранения при созревании плодов и овощей происходит гидролиз крахмала в сахар, из протопектина образуется пектин, что приводит к улучшению вкуса и консистенции продукта. К концу же хранения при полном гидролизе протопектина мякоть плодов становится мягкой и дряблой. При хранении продуктов, богатых жирами, происходит гидролиз жира под действием липаз, что сопровождается повышением кислотного числа жира (показатель свежести); под действием протеаз происходит гидролиз белков до аминокислот. Гидролитические процессы приводят к ухудшению вкуса и запаха продуктов, они часто являются причиной значительных потерь пищевых продуктов.

Из других ферментативных процессов необходимо отметить **автолиз** — саморастворение. Этот процесс протекает в тканях мяса и рыбы под действием тканевых ферментов. В живых объектах ферментативные процессы обратимы — гидролиз веществ всегда сопровождается синтезом новых органических соединений. В неживых объектах (мясе, рыбе и др.) процессы синтеза прекращаются и все реакции смещаются в сторону расщепления веществ.

В результате автолиза происходят сложное превращение гликогена в молочную кислоту (гликолиз), а также различные преобразования белков мышечной ткани.

Автолитические изменения в мясе подразделяют на две стадии: **п о с л е у б о й н о е о к о ч е н е н и е** и **с о з р е в а н и е**.

На первой стадии в мышечной ткани мяса, рыбы происходит накопление молочной кислоты, реакция среды

смещается в кислую сторону, что приводит к изменению концентрации солей, уменьшению количества АТФ, а вследствие этого к образованию нерастворимого белкового комплекса — актомиозина.

На второй стадии вследствие биохимических процессов повышается рН и количество АТФ, происходит распад актомиозина на актин и миозин, в связи с чем увеличивается растворимость миозина. Начинается протеолиз белков, в результате чего в мышечной ткани накапливаются пептиды и свободные аминокислоты. Повышается набухаемость белков. Созревание мяса сопровождается накоплением экстрактивных веществ, которые влияют на вкус и запах мяса. При распаде АТФ образуются адениловая и инозиновая кислоты, гипоксантин — соединения, определяющие органолептические свойства мяса. При дезаминировании глутаминна образуется глутаминовая кислота, участвующая в образовании вкуса мяса. В результате этих процессов увеличиваются нежность и сочность мяса, улучшаются его вкус и запах.

При глубоком автолизе происходит распад белков, жиров, увеличивается отделение мясного сока, появляется неприятный кислый вкус.

В рыбе автолитические изменения проходят очень быстро и приводят к ухудшению ее качества, а затем и к порче. Рыба пригодна в пищу лишь с начальными признаками автолиза.

Все биохимические процессы могут быть заторможены низкими температурами хранения.

Микробиологические процессы

Одной из главных причин порчи пищевых продуктов при хранении является развитие микроорганизмов. Основными микробиологическими процессами являются брожение, гниение, плесневение.

Брожение — расщепление безазотистых органических веществ под действием ферментов, выделяемых микроорганизмами. Оно является источником энергии, необходимой для обмена веществ. При хранении пищевых продуктов могут возникать следующие виды брожения: спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое, пропионовокислое и др.

Спиртовое брожение — наиболее важный вид брожения. Оно лежит в основе целого ряда пищевых производств — виноделия, пивоварения, изготовления

спирта. Но часто при хранении спиртовое брожение является причиной порчи пищевых продуктов, например, соков, компотов, варенья, джемов и других изделий, содержащих менее 65 % углеводов. Эти продукты приобретают спиртовой привкус, изменяется их консистенция в связи с наличием углекислого газа, а соки и компоты мутнеют. Спиртовое брожение вызывается дрожжами рода *Saccharomyces*, а также некоторыми плесневыми грибами, например *Mucor*. Под действием этих микроорганизмов в анаэробных условиях происходит расщепление углеводов до этилового спирта и углекислого газа:



Оптимальными условиями для протекания этой реакции являются невысокое содержание сахара (до 15 %) и температура 20—30 °С. Однако имеются дрожжи, способные сбраживать продукты с высокими концентрациями сахара, достигающими 60 %. Понижение температуры даже до 0 °С замедляет брожение, но не прекращает его.

Молочнокислородное брожение вызывается анаэробными гомоферментными (*Streptococcus lactis*, *cremoris* и др.) и гетероферментными (*B. lactis aerogenes* и др.) бактериями.

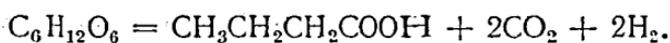
Первые сбраживают сахара в молочную кислоту строго по уравнению $C_6H_{12}O_6 = 2 CH_3CH(OH)COOH$.

Гетероферментные бактерии, кроме молочной кислоты, образуют значительные количества уксусной кислоты, спирта, углекислого газа, ацетона, диацетила и др.

Молочнокислые бактерии легко переносят высушивание, устойчивы к этиловому спирту, поваренной соли.

Молочнокислородное брожение используется при производстве кисломолочных продуктов (сметаны, творога, кефира и др.), квашеных овощей, ржаного хлеба. Однако оно является и причиной порчи молока, вызывает прокисание и ослизнение вина и пива.

Маслянокислородное брожение происходит под действием маслянокислых бактерий рода *Clostridium*, сбраживающими сахара, крахмал, пектиновые вещества с образованием масляной кислоты, углекислого газа и водорода:

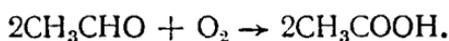
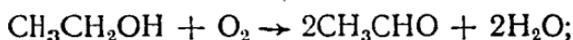


Кроме указанных веществ в процессе маслянокислородного брожения образуются этиловый и бутиловый спирты, ацетон, молочная и уксусная кислоты. Маслянокислые

бактерии вызывают порчу картофеля, квашеной капусты, прогоркание молока, увлажненной муки и др. В результате выделения газов происходит вспучивание сыров, бомбаж консервов. Масляная кислота придает продуктам горький вкус и неприятный острый запах.

Уксуснокислое брожение вызывается бактериями рода *Acetobacter*, которые превращают спирт в уксусную кислоту при повышенной температуре 30 °С и в присутствии кислорода воздуха.

Образование уксусной кислоты протекает в две стадии:



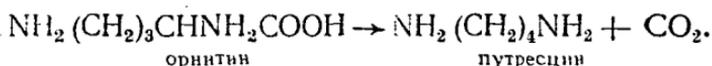
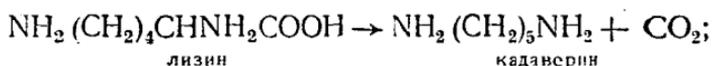
Уксуснокислое брожение вызывает порчу продуктов, содержащих небольшое количество спирта, — столовых вин, пива, кваса. При этом они приобретают запах и привкус уксусной кислоты и ее эфиров, мутнеют и ослизняются. На уксуснокислом брожении основано получение пищевого уксуса из разбавленных вин и спирта.

Пропионовокислое брожение — превращение углеводов, винной или молочной кислот в пропионовую и уксусную кислоты с выделением углекислого газа и воды. Оно может вызывать порчу виноградных вин, в результате чего они теряют приятные вкус и аромат, мутнеют и изменяют цвет.

Пропионовокислое брожение играет важную роль при созревании сыров, при котором формируются вкус и рисунок сыра.

Гниение — глубокий распад белков и продуктов их гидролиза. Этот процесс возбуждается преимущественно гнилостными бактериями: *Bac. subtilis* и *mesentericus*, *Proteus vulgaris* и др. Гниение возникает в продуктах, богатых белком, — в мясе, рыбе, яйцах, молоке и др. Распад белков начинается с гидролиза и образования полипептидов и аминокислот. В дальнейшем распад этих соединений зависит от вида микроорганизмов, аминокислотного состава и условий, в которых протекает процесс. Аэробные гнилостные бактерии дезаминируют аминокислоты с выделением аммиака, жирных кислот — муравьиной, уксусной, пропионовой, масляной, валериановой, а также оксикислот и спиртов.

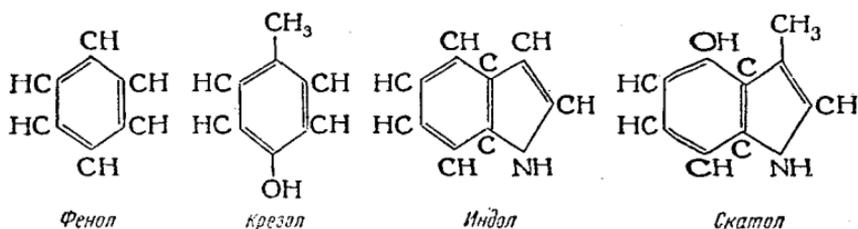
Под действием анаэробных бактерий происходит декарбоксилирование аминокислот с образованием аминов и углекислого газа:



Кадаверин и путресцин токсичны и имеют неприятный запах.

Из серосодержащих аминокислот образуются меркаптаны ($\text{R}-\text{SH}$), обладающие дурным запахом.

Карбоциклические (фенилаланин, тирозин) и гетероциклические (триптофан) аминокислоты образуют токсичные соединения, обладающие неприятным запахом, — фенол, крезол, индол, скатол:



Плесневение обусловлено развитием различных видов плесневых грибов, образующих, как правило, на поверхности продуктов пушистые налеты и пленки разного цвета и строения. Развитию плесневых грибов способствует высокая относительная влажность воздуха. Они не синтезируют органические вещества из углекислого газа, а должны получать их в готовом виде. Плесневые грибы расщепляют белки, жиры и углеводы пищевых продуктов. Они придают продуктам плесневелые вкус и запах. Конечными продуктами разложения органических веществ плесневыми грибами являются афлотоксины — соединения, токсичные для человека.

Плесени рода *Aspergillus*, *Penicillium* вида *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Monilia*, *Fusarium* вызывают порчу плодов и овощей. *Mucor*, *Rhizopus*, *Thamnidium* *Cladosporium* часто поражают мясо. *Oidium lactis*, некоторые виды рода *Penicillium*, *Aspergillus* образуют плесени на сливочном масле, яйцах.

ВРЕДИТЕЛИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Большой ущерб при хранении пищевых продуктов наносят вредители, к которым относят различные виды насекомых и грызунов. Они уничтожают пищевые продукты, загрязняют их своими выделениями, переносят микроорганизмы, способствуя заражению товара, а часто являются и переносчиками возбудителей инфекционных заболеваний.

Насекомые условно подразделяют на следующие группы: клещи, жуки, бабочки, мухи.

Из грызунов наиболее опасными являются мышевидные — серая и черная крысы, домовая мышь.

В зависимости от степени зараженности продукта и условий хранения меры борьбы с вредителями делят на предупредительные и истребительные.

Предупредительные меры предусматривают различные санитарно-технические мероприятия, направленные на поддержание соответствующего санитарно-гигиенического состояния помещения для хранения продукта. К ним относят обеззараживание тары, транспортных средств, складов и хранилищ, хранение продукта при температурно-влажностных режимах, неблагоприятных для развития насекомых. Для борьбы с грызунами создают такие условия, которые бы исключили их проникновение в складское помещение.

Истребительные меры подразделяют на физико-механические и химические. Они применяются как неизбежная необходимость при обнаружении зараженности продукта вредителями.

Эффективными физико-механическими способами борьбы с насекомыми являются активная вентиляция складских помещений, термическая обработка зараженных продуктов и др. Грызунов уничтожают механическими средствами.

Важным химическим средством борьбы с насекомыми является дезинсекция — обработка помещения жидкими, сухими или газообразными химическими веществами. Для борьбы с крысами и мышами применяют отравленные приманки.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОТЕРИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Количественные потери при хранении пищевых продуктов подразделяют на естественную убыль массы и нормируемые предреализационные потери.

Естественная убыль — это уменьшение массы пищевых продуктов, вызываемое проявлением их естественных свойств. Она возникает в нормальных условиях хранения и транспортирования при использовании рекомендуемых видов тары и упаковочных материалов. К естественной убыли не относятся потери, связанные с повреждением тары, нарушением условий перевозок и хранения.

Основными причинами возникновения естественной убыли являются усушка, распыл (раструска), утечка, раскрошка и др.

Усушка — уменьшение массы продукта в результате испарения влаги и потери летучих веществ, присущее почти всем пищевым продуктам, за исключением товаров, упакованных в герметичную тару. Это одна из основных причин потери массы продукта при хранении. Так, вследствие испарения влаги происходят потери массы свежих плодов и овощей на 50—90 %, а потери мяса, рыбы, кондитерских и хлебных изделий — на 95—100 %. На величину усушки влияет химический состав продукта, содержание в нем влаги, интенсивность биохимических, химических и физико-химических процессов, длительность и условия перевозки и хранения. Величину усушки можно значительно уменьшить, используя паро- и водонепроницаемые упаковочные материалы, соблюдая оптимальные режимы транспортирования и хранения пищевых продуктов.

Распыл (раструска) — потери массы тонкоизмельченных продуктов — муки, крахмала, сахарной пудры и др. Этот вид потерь возникает при растаривании продуктов, при отпуске покупателям в развес, при перевозке и хранении.

Утечка характерна для продуктов с жидкой консистенцией или содержащих жидкую фракцию. Этот вид потерь связан с вытеканием из продукта жира и пропитыванием им упаковочных материалов (балыки, халва, кулинарные изделия и др.). Утечка происходит при хранении в деревянной таре квашеных овощей, топленого масла, сметаны. Кроме того, одной из причин утечки является вытекание клеточного сока из тканей мяса и рыбы при размораживании.

Раскрошка возникает при рубке и резке мороженого мяса, рыбы и др.

Розлив — вид потерь, характерный для жидких продуктов. Он образуется при переливке продуктов из одной тары в другую ввиду того, что часть продукта

остается на стенках тары или автоматов для перелива. На величину потерь влияют способ перелива (перекачка насосом или самотек), вид тары и ее удельная внутренняя поверхность.

Естественная убыль массы продукта образуется также за счет биохимических процессов — дыхания плодов и овощей и т. д.

Величина естественной убыли во многом зависит от качества товара, вида упаковки, способа хранения. Так, например, потери влаги и расход сухих веществ на дыхание у здоровых плодов и овощей будут значительно ниже, чем у механически поврежденных и заболевших. Усушка, распыл или утечка товаров в упаковке меньше по сравнению с потерями неупакованных товаров. Практически не имеют убыли товары в герметичной упаковке. Отклонения условий хранения от оптимальных приводят к повышению естественной убыли.

Фактические размеры естественной убыли устанавливают после снятия товарных остатков на основании инвентаризационных ведомостей.

Для снижения потерь необходимо осуществлять тщательный контроль качества продукции при перевозках, соблюдать надлежащий режим ее хранения, увеличить количество фасованных товаров, бережно обращаться с продуктами во время приемки, хранения и реализации.

Установленные на большинство товаров нормы естественной убыли дифференцированы по группам и видам товаров, срокам хранения, времени года, климатическим зонам, типам хранилищ и тары. В нормах естественной убыли при перевозках учитывают вид транспорта, расстояние перевозок, время года.

Нормы естественной убыли периодически пересматриваются в связи с использованием новых видов тары, изменением условий перевозок и хранения.

Нормируемые предреализационные потери образуются при подготовке товаров к реализации (зачистка сливочного масла и рыбы, перетаривание, резка, фасовка и т. д.). Так, при подготовке к продаже рыботоргов удаляют голову, хвостовой плавник, спинные жучки (у осетровых), кожу, позвоночник, а у копченой рыбы — перевязочный материал и т. д. Перед реализацией нерасфасованного сливочного масла снимается верхний пожелтевший слой — штафф. Размер потерь зависит от вида товара. Так, потери при зачистке охлажденной и мороженой севрюги составляют 19,9 %, копченой — 14,6 %.

К нормируемым предреализационным потерям также относится течь жидких продуктов, появляющаяся из-за негерметичности тары. Особенно велик этот вид потерь для молока, сливок и кисломолочных продуктов в бумажных пакетах (0,8 %).

Еще одним видом потерь, образующихся при подготовке товара к реализации, является крошка сахара-рафинада, печенья, макаронных изделий и др..

При продаже сыров, упакованных в полиэтиленовую пленку, потери возникают за счет снятия пленки.

В магазинах самообслуживания при машинной нарезке мяса, твердых парафинированных сыров также возникают нормируемые потери, которые составляют для мяса 0,50 %, для сыров — 0,35 %.

Отходы, образующиеся при подготовке товаров к реализации, подразделяют на ликвидные и неликвидные.

Л и к в и д н ы е, и л и с ъ е д о б н ы е, о т х о д ы — это шкура, кости, голяшка, рулька мяскокопченостей, крошка соленой, копченой рыбы, балычных изделий (голова и хвостовой плавник охлажденной и мороженой осетровой рыбы). Такие отходы реализуются на тех же торговых предприятиях. Кроме того, к ликвидным отходам относят крошку кондитерских изделий, сухарей, штафф сливочного масла, которые отправляются на переработку. Частично ликвидными являются потери молока от течи, когда часть неразлившегося молока собирается в бидоны и сдается на молокозаводы.

К н е л и к в и д н ы м относят отходы, не подлежащие реализации; их собирают и уничтожают. Это тонкий слой среза при зачистке поверхности места отреза головы рыб, их плавники, кожа, крошка при машинной нарезке мяса, рыбного филе, твердых сыров, а также упаковочные и перевязочные материалы.

РЕЖИМЫ ХРАНЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Режим хранения пищевых продуктов определяется температурой и относительной влажностью воздуха, газовым составом атмосферы, освещенностью, воздухообменом и санитарным состоянием помещения.

Температура является важным условием хранения большинства пищевых продуктов. Она влияет на интенсивность всех процессов, протекающих при хранении. При повышении температуры усиливаются испарение воды, активность ферментов, микроорганизмов и вредителей,

поэтому увеличиваются потери и снижается качество продуктов.

Сокращение потерь достигается созданием и поддержанием оптимальной температуры. В зависимости от вида и состава пищевых продуктов оптимальные температуры находятся в широком диапазоне — от -18 до 25 °С. Так, для замороженных продуктов (мяса, рыбы, овощей) оптимальной температурой хранения является -18 °С. В этих условиях почти полностью исключаются микробиологические, биохимические и химические процессы, снижается убыль массы.

Большинство пищевых продуктов хранят при температурах, близких к нулю (от 0 до 4 °С). Это молочные продукты, большинство видов плодов и овощей, яйца, масло растительное и др. Если пищевые продукты содержат значительные количества водорастворимых веществ (соли, сахара, кислот и др.), то они могут храниться при близкритических температурах порядка -2 , -5 °С. К ним относятся соленая, вяленая, холоднокопченая рыба, сыры, полукопченые и сырокопченые колбасы, некоторые виды плодов и овощей (яблоки, капуста, лук, чеснок).

Для пищевых продуктов с пониженной влажностью (мука, крупа, сахар, крахмал, пряности) диапазон температур хранения довольно широк и может колебаться от пониженных (-20 °С) до повышенных (25 °С).

В широком диапазоне положительных температур (от 0 до 25 °С) можно хранить и пищевые продукты, подвергнутые одному из способов консервирования (стерилизации, пастеризации, действию соли, сахара, спирта и др.). В этом случае полностью исключается микробиологическая порча, а наличие тары исключает усушку.

При хранении пищевых продуктов нежелательны резкие температурные перепады, так как при этом усиливаются химические и биохимические процессы, что может привести к увлажнению продукта и, как следствие, к развитию микроорганизмов. Не исключена коррозия консервных банок и жестяных крышек, которыми укупоривают стеклянную тару. Особенно нежелательны колебания температур при хранении мороженных продуктов, так как это ведет к перекристаллизации, при которой увеличиваются размеры кристаллов льда в продукте, что приводит к разрыву клеток и вытеканию клеточного сока при размораживании.

Влажность воздуха при хранении пищевых продуктов играет такую же важную роль, как и температура. Показателями влажности воздуха являются абсолютная и относительная влажность и точка росы, т. е. температура воздуха, при которой происходит его полное насыщение (100 %-ная относительная влажность). Эти показатели тесно связаны с температурой. При понижении температуры повышается степень насыщения воздуха водяными парами, возрастает относительная влажность, которая может достигнуть 100 % при охлаждении воздуха до точки росы. Таким образом, колебания температуры хранения влекут за собой колебания относительной влажности воздуха, что в свою очередь приводит к изменению массы и влажности пищевого продукта.

Выбор оптимальной относительной влажности воздуха при хранении определяется влажностью пищевого продукта. В зависимости от влажности пищевые продукты можно разделить на три группы: продукты с высоким содержанием влаги (более 40 %), со средним (от 10 до 40 %) и с низким содержанием влаги (менее 10 %).

В продуктах с высокой влажностью (мясо, рыба, плоды, овощи и др.) большая часть воды находится в свободном состоянии. Такие продукты следует хранить при повышенной относительной влажности воздуха (85—95 %). Продукты с высоким содержанием влаги считаются негигроскопичными, так как они отдают влагу легче, чем поглощают ее из воздуха.

В продуктах со средней влажностью (шоколад, карамель, какао, фруктово-ягодные изделия, колбасные изделия) большая часть воды связана с компонентами сухого вещества. Эти продукты условно относят к полугигроскопичным, так как они увлажняются легче, чем отдают воду. Их лучше хранить при относительной влажности воздуха 75—85 %. При 80—85 %-ной влажности хранят творог и творожные изделия, топленое масло, сыры, яйца, меланж.

Продукты с низкой влажностью (сахар, чай, соль и др.), у которых почти вся вода находится в связанном состоянии, считаются гигроскопичными, так как для них характерна повышенная способность поглощать водяные пары из окружающего воздуха. Поэтому их необходимо хранить при относительной влажности воздуха 65—70 %.

Газовая среда также оказывает влияние на сохранность пищевых продуктов. Кислород воздуха обуславливает окислительные процессы в товарах, изменяет вкус

и запах соков, вин и других продуктов. Поэтому при хранении принимают меры, чтобы исключить контакт кислорода с продуктами.

Для упаковки жиросодержащих продуктов используют полимерные газонепроницаемые материалы, из них перед сваркой удаляют воздух; так же поступают при изготовлении консервов.

Нормальная газовая среда характеризуется следующим составом: содержание кислорода — 21,0 %, азота — 78,0 %, содержание углекислого газа — 0,03 %, остальное — инертные газы. В настоящее время для хранения некоторых пищевых продуктов используют измененные газовые среды — с пониженным содержанием кислорода и повышенным содержанием углекислого газа. Этот способ называется хранением в регулируемой газовой среде (РГС). Обычно он используется для хранения живых объектов — свежих плодов и некоторых овощей. Основными преимуществами хранения в РГС являются следующие: задерживаются процессы созревания и перезревания плодов, снижаются потери благодаря уменьшению физиологических и микробиологических болезней, лучше сохраняются консистенция, вкус и аромат плодов.

Кроме того, этот способ позволяет сохранять плоды на два-три месяца дольше, чем в обычных холодильниках. В настоящее время для хранения используют три типа газовых смесей: тип первый — сумма объемов O_2 и CO_2 равна 21 %; тип второй — сумма объемов O_2 и CO_2 меньше 21 %; тип третий — в смеси практически не содержится CO_2 , а содержание O_2 — 2—3 %. Если создание нужной концентрации CO_2 в газовой смеси первого типа достигается благодаря процессу дыхания, то для образования смесей второго и третьего типов необходимо использовать какие-либо химические поглотители углекислого газа, например едкий натр, поташ и др. Эти смеси можно создавать также, подавая нужные концентрации кислорода и углекислого газа из каких-либо внешних источников, например из специальных баллонов или газогенераторов. Создание регулируемых газовых сред возможно в хорошо герметизированных помещениях, оборудованных специальной аппаратурой.

Вариантом хранения в РГС является использование полиэтиленовых пленок. В этом случае оно называется хранением в модифицированной газовой среде. Создание газовой среды в полиэтиленовых упа-

ковках происходит за счет дыхания плодов и овощей, а также за счет избирательной (селективной) проницаемости пленок для углекислого газа и кислорода. Обычно используют полимерные материалы, более проницаемые для углекислого газа, чем для кислорода. Преимущество этого способа в том, что для него не требуются специальных помещений и он может применяться в обычных холодильных камерах.

Свет ускоряет многие процессы, происходящие в пищевых продуктах при хранении. На свету быстрее разрушаются многие ценные компоненты пищевых продуктов (витамины, фенольные вещества и др.), окисляются жиры, выцветают окрашенные ликеро-водочные изделия, ускоряется прорастание овощей, зеленеют клубни картофеля, в которых накапливается ядовитый гликозид соланин. Поэтому большинство товаров рекомендуется хранить в затемненных помещениях. Однако свет не оказывает отрицательного действия на качество консервов, макаронных и хлебных изделий, поэтому их хранят в светлых складах. Кроме того, известно, что ультрафиолетовые лучи обладают бактерицидным действием, поэтому их применяют непосредственно для обеззараживания складских помещений.

Вентиляция обеспечивает создание равномерного гидротермического режима, удаляет газообразные вещества, выделяемые хранящимися пищевыми продуктами. В зависимости от способа подачи воздуха различают пассивную и принудительную вентиляцию.

При пассивной (естественной) вентиляции воздухообмен осуществляется за счет разницы температур внешней среды и склада. Чем больше разница температур между наружным и внутренним воздухом, тем выше скорость воздухообмена.

При принудительной вентиляции в помещение подается с определенной скоростью воздух, имеющий определенную температуру и влажность. Различают общеобменную принудительную вентиляцию и активную. Общеобменная вентиляция — наиболее распространенный способ воздухообмена. Она используется при хранении мяса, рыбы, сливочного масла, колбас и др. При общеобменной принудительной вентиляции поток воздуха омывает штабель с продукцией, не проникая внутрь штабеля. При активном вентилировании воздушный поток проходит через штабель или насыпь продукта и как бы «омывает» отдель-

ные экземпляры продукта. Активную вентиляцию применяют при хранении зерна и некоторых видов овощей (картофеля, свеклы, моркови). При рациональном применении активное вентилирование позволяет поддерживать в овоще- и зернохранилищах оптимальные режимы хранения.

За режимом хранения устанавливается строгий контроль, так как любое нарушение его способствует ускорению нежелательных процессов, что в конечном итоге приводит к резкому снижению качества продукции.

Для измерения температуры используют термометры различных марок и термографы суточные и недельные, которые регистрируют все колебания температуры в складских помещениях. Относительную влажность воздуха определяют с помощью психрометров Августа (при плюсовых температурах) и психрометров Ассмана (при минусовых температурах), а автоматическое регистрирование относительной влажности воздуха производят с помощью суточных и недельных гигрографов.

Санитарный режим — необходимое условие для хранения пищевых продуктов. Помещения должны быть чистыми, хорошо вентилируемыми. Подготовка помещений осуществляется в несколько этапов: I этап — из хранилища удаляют остатки товаров, и прежде всего испорченных, так как они являются разносчиком микробных инфекций; II этап — дезинфекция помещений путем окуривания сернистым ангидридом, мытья стен, пола и оборудования растворами формальдегида и др.; III этап — побелка стен гашеной известью, что обеспечивает дополнительное обеззараживание помещения.

За качеством хранящейся продукции осуществляется повседневный контроль. Из складского помещения должна своевременно удаляться испорченная продукция, а при появлении в складе насекомых их уничтожают механической очисткой, понижением (до 3 °С и ниже) или повышением (до 40—50 °С) температур либо проводят химическую обработку.

ТАРА И УПАКОВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Тара и упаковочные материалы служат для сохранения качества и уменьшения потерь товаров при перевозке, приемке и хранении. С их помощью создаются необходимые санитарные условия, предупреждающие

загрязнение продуктов, обсеменение их микрофлорой, поражение вредителями.

Тара и упаковочные материалы должны быть легкими, прочными, удобными, хорошо оберегать товары от деформации, что особенно важно при длительных железнодорожных и автомобильных перевозках. Материал тары должен быть безупречным в санитарно-гигиеническом отношении, т. е. должна быть исключена возможность перехода из упаковочного материала веществ, изменяющих вкус и запах продукта, а также вредно влияющих на организм человека.

Различают внешнюю и внутреннюю тару, а также вспомогательные упаковочные материалы. Внешняя тара предохраняет пищевые продукты от повреждений и потерь при транспортировании и хранении; это ящики, бочки, контейнеры. Внутренняя тара способствует сохранению качества продуктов не только при перевозках и хранении, но и при реализации; к ней относятся коробки для печенья, конфет, сахара, бутылки для напитков, банки для консервов и др. Из вспомогательных упаковочных материалов используют оберточную бумагу, стружку, гофрированный и прессованный картоны.

В зависимости от материала, из которого изготовлена тара, ее подразделяют на деревянную, текстильную, стеклянную, металлическую, картонную, бумажную и из полимерных материалов.

Деревянная тара — ящики, лотки, контейнеры, бочки, барабаны, корзины — широко используется в торговле, так как отличается прочностью, легкостью, изотермичностью, невысокой стоимостью. Недостатком ее является способность легко увлажняться и набухать и также легко сохнуть и растрескиваться. Тару изготовляют из древесины лиственных и хвойных пород. Древесину деревьев хвойных пород используют преимущественно для изготовления тары для упаковки плодов и овощей, так как она содержит значительные количества эфирных масел и смоллистых веществ.

Деревянные ящики делают тесовыми (для упаковки банок, консервов, плодов и овощей) и фанерными (для пастилы, цукатов, сушеных плодов и овощей); различной вместимости — от 4 до 35 кг. Деревянные ящики могут быть сплошными (без просветов между дощечками) и с небольшими просветами, например для хранения плодов и овощей; в этом случае обеспечивается

лучший воздухообмен. Кроме того, изготавливают решетчатые ящики-клетки для упаковки стеклянных бутылок.

Фанерные ящики используют для товаров с небольшой объемной массой — чая, кофе, макарон, табачных изделий. Для перевозок и хранения некоторых видов плодов (персики, слива), овощей (помидоры), хлеба используют открытые ящики-лотки.

В последние годы очень распространенными в практике хранения овощей стали контейнеры — деревянные в металлической раме ящики, вмещающие 450—500 кг и более.

Бочки используют для хранения жидких и сухих продуктов. В зависимости от назначения их выпускают вместимостью от 15 до 250 л. Бочки изготавливают из древесины лиственных и хвойных пород. Для придания бочкам водо- и газонепроницаемости их внутреннюю поверхность покрывают парафином, казенновой эмалью или вставляют полиэтиленовые вкладыши, имеющие форму бочки. Бочки из осины и ольхи применяют для хранения квашеных овощей, повидла и варенья, оуковые — для меда, дубовые — для вин, пива. Сосновые и буковые бочки, покрытые внутри водонепроницаемой эмалью, используют для хранения сельдей.

Бочки и барабаны изготавливают из трехслойной клееной фанеры; их используют для маргарина, яичного порошка, сухого молока и других продуктов.

Корзины и плетенки делают из прутьев орешника, камыша, дранки (тонких дощечек). Корзины предназначены для овощей, плетенки — для ягод.

Текстильная тара — плотные льняные, льноджутовые, джутовые, льноджутокенафные, льнокенафные мешки вместимостью 25—100 кг. Такая тара используется для сыпучих материалов — муки, крупы, крахмала, сырого кофе, а также для твердых продуктов, обладающих достаточной прочностью. Мешки предохраняют продукт от загрязнения, но они газопроницаемы, не предупреждают увлажнения, распыла и заражения насекомыми-вредителями. Поэтому для муки, крупы, сахара рекомендуется использовать мешки с полиэтиленовыми покрытиями. Для упаковки овощей (картофеля, лука и др.) применяют мешки-сетки из крученой хлопчатобумажной нити вместимостью 45—50 кг.

Стеклоянная тара — бутылки, банки, баллоны — используется для фасовки плодовых и овощных консервов, а также для упаковки жидких продуктов —

молочных, ликеро-водочных изделий, вин, пива, безалкогольных напитков, растительного масла, уксуса, уксусной кислоты. Стекло обладает высокой устойчивостью к воздействию солей, кислот и других веществ. Поэтому изготовленная из него тара может применяться для фасовки любых видов продуктов без ухудшения их качества при хранении. Она предохраняет продукты от увлажнения и загрязнения. Недостатком стеклянной тары является ее хрупкость и значительная масса, которая может составлять до 50 % массы продукта. Для предохранения от боя и удобства при транспортировании и хранении продукты, укупоренные в стеклянную тару, упаковывают в картонные или деревянные ящики с перегородками.

Металлическая тара — банки, тубы, ящики, фляги, бочки, автоцистерны.

Банки изготавливают из жести, покрытой оловом или лаком. Их применяют для различных видов консервов, презервов, жидких и полужидких продуктов — паст, какао и кофе с молоком и сливками, соков, а также открытой карамели и продуктов детского питания.

Для изготовления банок применяют также алюминий и его сплавы, которые безвредны для организма человека и не влияют на вкус и запах контактируемого с ними продукта; недостатком этих материалов является их меньшая прочность по сравнению с жостью.

Цельноштампованные банки с легковскрываемой крышкой, к которой приклепан ключик в виде кольца, используют для пива, кваса.

Все большее распространение для фасовки соков с мякотью, томата-пасты, джема, пюреобразных продуктов из плодов и овощей получают **алюминиевые тубы**. Они герметичны, хорошо защищают содержимое от света и воздуха, экономичны в изготовлении и использовании.

Проволочные корзины используют для перевозки молока, **железные ящики, контейнеры** — для перевозки расфасованной продукции, **стальные луженые и алюминиевые фляги** служат для перевозки молока, меда, концентрата квасного сула.

Автоцистерны применяют для бестарных перевозок муки, молока, кваса, растительного масла, пива, вин.

В качестве упаковочного материала используют **алюминиевую фольгу** — тонко прокатанные листы

толщиной менее 0,1 мм. Большим недостатком фольги являются сквозные отверстия, через которые свободно проникают водяные пары и газы. Для устранения этого недостатка фольгу подвергают дополнительной обработке — ламинируют (наносит на ее поверхность пленку полиэтилена), кашируют (склеивают) с тонкой бумагой или лакируют с одной стороны, а с другой кашируют. Фольгу применяют для упаковки шоколада, конфет, чая, маргарина, мороженого, плавленых сыров и др. Из окрашенной фольги изготовляют пробки для укупорки молочных бутылок. Из фольги также изготовляют стаканчики, тарелки, лоточки для рыбной кулинарии и замороженных готовых блюд.

Картонная и бумажная тара — ящики (короба) из картона и бумажнолитые, крафт-мешки, коробки, бумага различного назначения.

К а р т о н н ы е я щ и к и имеют ряд преимуществ перед деревянными: они легче, удобны при работе, портативны в незаполненном виде, недороги. Основными их недостатками являются низкая водонепроницаемость и недостаточная прочность. Для повышения прочности увеличивают толщину стенок, для чего склеивают 3—5 слоев гладкого или гофрированного картона, а для предупреждения увлажнения пропитывают стенки парафином. Ящики из гладкого и гофрированного картона вместимостью до 40 кг используют для кондитерских изделий, консервов, сыров, маргарина, сливочного масла, творога, яиц, соли и др.

В б у м а ж н о л и т ы е п р е с с о в а н н ы е я щ и к и вместимостью до 32 кг упаковывают макаронные изделия, растительное масло и др.

Для предохранения от увлажнения сухого молока, яичного порошка, сушеных плодов и овощей применяют **к а р т о н н ы е я щ и к и с п о л ь э т и л е н о в ы м и в к л а д ы ш а м и** в виде мешка, края которого после заполнения тары термосваривают. **Ж и р о - и в о д о н е п р о н и ц а е м ы й к а р т о н** используют для изготовления стаканов, коробок для кисломолочных продуктов, сыров, мороженого и др. **К а р т о н н ы е п а р а ф и н и р о в а н н ы е к о р о б к и** используют для фасовки замороженных плодов, ягод, овощей.

К р а ф т - м е ш к и изготовляют из 3—5 слоев хорошо проклеенной бумаги, называемой крафт-бумагой, которая содержит до 10 % лигнина и отличается высокой прочностью. Крафт-мешки применяют для упаковки макаронных изделий, баранок, сухарей; крафт-мешки

с полиэтиленовыми вкладышами — для гигроскопичных продуктов (сухофруктов, сухого молока).

Для упаковки бакалейных товаров и кондитерских изделий используют бумажные однослойные пакеты вместимостью до 3 кг.

Бумагу в зависимости от вида и использования делят на оберточную, этикетно-упаковочную. Оберточная бумага общего назначения используется для упаковки различных товаров и для изготовления пакетов. К бумаге специального назначения относят фруктовую — для упаковки плодов (яблок, груш, персиков, цитрусовых), бутылочную — для заворачивания бутылок со спиртными напитками и чайную — для фасовки чая.

Жиронепроницаемую бумагу — пергамент, подпергамент, пергамин — применяют для упаковки масла, маргарина, кулинарных жиров, а также продуктов, в которых надо сохранить ароматические вещества, — чая, кофе, пряностей. Для упаковки кондитерских изделий, творога используют парафинированную бумагу. Для изготовления тетрапаков и пюрпаков, в которые разливают молоко, сливки, используют бумагу, покрытую с внешней стороны парафином, а с внутренней — дублированную полиэтиленом.

Тара из полимерных материалов с каждым годом все шире используется для упаковки пищевых продуктов. К ней относятся ящики, лотки, стаканы, коробки, тубы, пакеты, мешки и др.

Полимерные материалы должны быть механически прочными, химически стойкими (к воздействию содержимого упаковки и к окружающей среде), экономичными, безупречными в санитарно-гигиеническом отношении. Кроме того, они должны быть водо-, газо- и паропроницаемыми, способными к термической сварке как основному способу герметизации упаковок.

Основными полимерными материалами, используемыми для упаковки пищевых продуктов, являются лакированный целлофан, полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиэтилентерефталат. К сожалению, ни один из полимерных материалов не отвечает полностью всем вышеперечисленным требованиям. Например, целлофан отличается прочностью, малогазопроницаем, безупречен в санитарно-гигиеническом отношении, но не стоек к действию влаги и трудно поддается термической сварке. Полиэтилен обладает хорошей водостойкостью, химической устойчивостью, низкой паро-

проницаемостью, легко поддается термической сварке, но неустойчив к маслам и жирам, кислородопроницаем. Поливинилхлорид прочен, паронепроницаем, но отличается низкой тепло- и морозостойкостью. Полиэтилен-терефталат прозрачен, прочен, мало газо-, паро- и водопроницаем, но плохо поддается термической сварке.

Поэтому для изготовления тары и упаковок стараются использовать комбинированные материалы, сочетающие лучшие свойства отдельных компонентов. Так, комбинированный материал целлофан-полиэтилен сочетает прочность и малую газопроницаемость целлофана с влагоустойкостью, эластичностью и способностью к термической сварке полиэтилена. Кроме того, полимерные пленки комбинируют с бумагой, картоном, фольгой.

Ящики и лотки из полимерных материалов (полиэтилена высокой плотности, полистирола и др.) имеют ряд преимуществ по сравнению с деревянными. Они легки, не бьются, не гниют, легко моются, в них нет гвоздей и острых углов, поэтому они не повреждают и не деформируют товары при перевозке. Такая тара не требует ремонта и при поломках может быть использована для вторичной переработки.

Представляют интерес трубы и стаканы из полипропилена, полистирола для упаковки сгущенного молока, соусов, джема, повидла и др.

Перспективным видом тары являются коробки из поливинилхлорида вместимостью от 30—50 до 200—250 г. Их используют для фасовки джема, варенья, повидла, томата-пасты, протертых ягод с сахаром. Этот вид упаковки позволяет автоматизировать процесс фасовки, удобен для потребителя.

Жесткую тару из термостойких материалов — полипропилена, полиэтилентерефталата-полиэтилена — применяют для упаковки продуктов с последующей их стерилизацией.

Пакеты из полимерных пленок используют для фасовки свежих и сушеных плодов и овощей, для замороженных и других продуктов. Выбор полимерного материала зависит от вида и физико-химических свойств фасуемого продукта, способа его обработки и назначения.

Наиболее рациональную упаковку выбирают с учетом свойств товара, условий и сроков транспортирования, хранения и реализации.

Глава седьмая

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Консервирование (от лат. *conservare* — сохранять, хранить) — это специальная обработка пищевых продуктов для удлинения сроков их хранения. Все методы консервирования подразделяют на физические, физико-химические, химические и биохимические.

ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

В основе этих методов лежит использование высоких и низких температур, а также обеспложивающих фильтров, ионизирующих излучений, ультрафиолетовых лучей и ультразвука.

Консервирование высокими температурами. Высокие температуры применяют для уничтожения микрофлоры и инактивации ферментов пищевых продуктов. К этим методам консервирования относят пастеризацию и стерилизацию.

Пастеризация проводится при температуре ниже 100 °С. Цель обработки — инактивация ферментов и частичное уничтожение микрофлоры, в первую очередь плесеней, дрожжей, неспороносных микроорганизмов и вегетативных клеток спороспособных бактерий. При такой обработке не погибают споры микроорганизмов, поэтому пастеризованные продукты необходимо хранить при низких температурах, и они имеют ограниченный срок реализации. Различают две формы пастеризации: короткую — при 85—90 °С в течение 0,5—1 мин и длительную — при температуре около 65 °С в течение 25—30 мин. Иногда для удлинения сроков хранения продуктов проводят многократную пастеризацию — т и н

д а л и з а ц и ю. В этом случае консервируемый продукт после каждой тепловой обработки оставляют на некоторое время (примерно на сутки) в обычных условиях. Эффект, достигаемый тиндализацией, объясняется тем, что при повторных нагревах уничтожаются вегетативные клетки, вырастающие из спор во время выдержки продукта. Тепловую обработку проводят 2—3 раза, пока не достигнут стерильности. Но такой способ консервирования экономически невыгоден, поэтому его применяют обычно при изготовлении консервов по специальным заказам.

Пастеризуют различные пищевые продукты: молоко, соки, варенье, джем, плодово-ягодные компоты, пиво и др. При пастеризации плодово-ягодных продуктов и маринадов консервирующий эффект также оказывают содержащиеся в них органические кислоты. В этом случае происходит не частичное, а полное уничтожение микрофлоры.

Благодаря непродолжительному воздействию высоких температур на составные части продукта хорошо сохраняется его пищевая, но несколько снижается биологическая ценность, так как при нагревании частично разрушаются витамины и некоторые другие биологически активные вещества.

С т е р и л и з а ц и я — это нагревание пищевых продуктов при температуре выше 100 °С. При этом достигается полное уничтожение микрофлоры. Хорошо стерилизованные консервы могут храниться при обычных температурах в течение нескольких лет.

Для стерилизации продукт помещают в металлическую или стеклянную тару, герметично укупоривают и прогревают в автоклавах при температуре 100—120 °С. Режим стерилизации определяется температурой, до которой нагреваются консервы, и временем выдержки при этой температуре.

На режим стерилизации пищевых продуктов влияет их химический состав. Выбор температуры стерилизации зависит прежде всего от активной кислотности продукта. В зависимости от рН среды различают следующие группы консервов: с н и з к о й к и с л о т н о с т ь ю (рН 5,0 и выше) — молочные и мясные продукты; с о с р е д н е й к и с л о т н о с т ь ю (рН 5,0—4,5) — мясорастительные продукты; к и с л ы е (рН 4,5—3,7) — томатопродукты, плодово-ягодные консервы. Для консервов с низкой кислотностью режим стерилизации должен быть более

жестким, чем для кислых. Кроме активной кислотности, играет роль и химическая природа органических кислот. Молочная кислота оказывает более угнетающее действие на микроорганизмы, чем лимонная, а лимонная более угнетающее, чем уксусная. Наличие жира в продукте снижает стерилизующий эффект.

Время прогревания зависит от начальной температуры продукта, его консистенции, вида и размера тары. Густые, вязкие изделия прогреваются медленнее, чем жидкие. Консервы в жестяной таре стерилизуются быстрее, чем в стеклянной, большие банки прогреваются медленнее, чем малые. Время стерилизации консервов обычно колеблется от 60 до 120 мин для мясных, от 40 до 100 мин для рыбных, от 25 до 60 мин для овощных, от 10 до 20 мин для сгущенного молока.

При стерилизации несколько снижается вкусовая и питательная ценность пищевых продуктов, так как при этом происходит гидролиз белков, жиров, углеводов, разрушаются витамины, некоторые аминокислоты (лизин, гистидин, аргинин) и др.

Более прогрессивным является метод асептического консервирования. Сущность его состоит в том, что жидкие и пюреобразные пищевые продукты подвергают стерилизации путем кратковременного высокотемпературного нагрева, охлаждают, а затем расфасовывают в стерильную тару и укупоривают в асептических условиях. Этот метод применяют для консервирования томата-пасты, плодово-ягодных соков, молока и других продуктов. Преимущество такого способа состоит в том, что сокращается время тепловой обработки продукта, в результате чего повышается пищевая ценность консервов; кроме того, для упаковки могут быть использованы полимерные материалы.

Однако и стерилизованные консервы могут подвергаться порче. Наиболее распространенным видом порчи является бомбаж, т. е. вздутие дна и крышки банок.

Бомбаж может быть микробиологическим, который происходит под действием газов, образующихся при разложении продукта микроорганизмами. Наличие микробов в стерилизованных консервах обусловлено различными причинами — нарушением герметичности тары, неправильным проведением процесса стерилизации, использованием недостаточно свежего сырья, нарушением санитарного режима работы и др.

Химический бомбаж возникает в результате взаимодействия кислот продукта и металла банки, при этом образуется газ (водород), который вздувает банку.

Физический бомбаж происходит при нарушении технологического процесса: переполнении банок, замерзании продукта. Этот вид бомбажа в отличие от микробиологического и химического, как правило, не приводит к порче продукта.

Продукты в бомбажных банках подлежат уничтожению, так как они иногда содержат выделенные микроорганизмами токсины, а также ядовитые продукты, образующиеся при распаде белков. При химическом бомбаже в консервированном продукте накапливаются в значительных количествах соли тяжелых металлов, что опасно для организма человека. Консервы с физическим бомбажом могут быть использованы в общественном питании только после предварительной проверки.

Другим видом порчи консервов является плоское скисание — закисание продукта без образования газов. Такой вид порчи чаще всего встречается в овощных и мясорастительных консервах.

Консервирование низкими температурами. Это один из лучших методов длительного хранения скоропортящихся продуктов с минимальными изменениями их химического состава. Низкие температуры замедляют химические и биохимические процессы обмена веществ в тканях, снижают ферментативную активность, приостанавливают развитие микроорганизмов. Чем ниже температура, тем эффективнее задерживаются микробиологические и биохимические процессы. Однако устойчивость к действию холода у разных видов микроорганизмов различна. Наименее устойчивы бактерии, большинство из которых прекращает свой рост при температуре -2°C и ниже.

При замораживании продукта многие бактерии погибают. Плесени и дрожжи более устойчивы к низким температурам, некоторые их виды развиваются при температуре -12°C и ниже.

Консервирование низкими температурами проводят путем охлаждения или замораживания.

Охлаждение называется обработка и хранение пищевых продуктов при температуре, близкой к криоскопической, т. е. к температуре замерзания клеточного сока, которая зависит от состава и концентрации сухих веществ. Для яблок она колеблется от $-1,4$ до $-2,8^{\circ}\text{C}$,

для винограда равна $-3,8^{\circ}\text{C}$, для лука $-1,6$, для рыбы -2 , для мяса $-1,2^{\circ}\text{C}$ и ниже.

Продолжительность хранения пищевых продуктов в охлажденном состоянии различна: от 24 ч для молока до 6—10 месяцев для плодов и овощей. Охлажденное мясо и рыбу можно хранить до 20 суток при температуре от 0 до -1°C и относительной влажности воздуха 85—90 %.

При хранении охлажденного мяса происходят автолитические процессы созревания, улучшаются его консистенция, аромат и вкус. При более длительном хранении становится более заметным гидролитический распад белков, а в свинине — начальная стадия окисления жира, изменяется цвет поверхности, а в результате жизнедеятельности микроорганизмов образуются плесень и слизь.

Оптимальные режимы хранения охлажденных плодов и овощей следующие: семечковых и косточковых плодов — от 0 до -1°C , картофеля — от 2 до 4°C , остальных видов овощей — от 0 до -1°C . При длительном хранении плодов и овощей в результате процессов дыхания и испарения влаги происходит убыль массы, снижается содержание сахаров, органических кислот и других соединений. Для некоторых сортов яблок, лука, чеснока и капусты рекомендуется температура хранения от -2 до -4°C .

При замораживании происходит полная кристаллизация жидкой фазы продукта. Этот способ применяется для более длительного сохранения мясных и рыбных продуктов, овощей, фруктов и др.

Качество замороженных продуктов зависит от скорости замораживания, под которой обычно понимают скорость льдообразования от поверхности к центру. Когда процесс замораживания проходит медленно (при не очень низких температурах), центры кристаллизации образуются прежде всего в межклеточном пространстве, где концентрация раствора ниже, чем в клетках. Это в свою очередь приводит к возрастанию концентрации солей в межклеточной жидкости и повышению осмотического давления, в результате чего влага из клеток диффундирует в межклеточное пространство и намерзает на стенках ранее образовавшихся кристаллов льда. При этом образуются крупные, неравномерно расположенные кристаллы. Под их давлением, а также в результате обезвоживания и свертывания белков соседние клетки отмирают. Ткани разрыхляются, деформируются, иногда разрушаются, а образующаяся

при размораживании влага не полностью ими впитывается, происходит потеря клеточного сока.

Для получения замороженного продукта высокого качества увеличивают скорость замораживания. Чем выше скорость замораживания, тем больше образуется кристаллов льда и тем меньше их размер. Мелкие кристаллы равномерно распределяются в тканях продукта, они не деформируют клеток. При оттаивании таких продуктов образовавшаяся влага полностью связывается коллоидами клеток. В быстрозамороженных продуктах хорошо сохраняются витамины. Быстрое замораживание плодов и овощей проводят при температуре -30 , -40 °С, доводя температуру внутри продукта до -18 °С. Мясо замораживают при -30 , -35 °С. Хранят замороженные продукты при -18 °С.

Замораживание может осуществляться различными способами с использованием различного типа скороморозильных аппаратов и камер (туннельные, контактные и др.). Продолжительность замораживания зависит от вида сырья, упаковки, температуры и скорости движения воздуха в камере. Так, замораживание продуктов в интенсивном потоке воздуха в туннельных морозильных аппаратах ведется при температурах от -18 до -28 °С в течение 12—24 ч. При замораживании плодов и овощей контактным способом в плиточных скороморозильных аппаратах с температурой -30 °С продолжительность процесса снижается до 2 ч.

Широко распространено замораживание продуктов в флюидизационных скороморозильных аппаратах в интенсивном потоке холодного воздуха. Такой способ используют для замораживания пищевых продуктов в виде отдельных мелких частиц (зеленый горошек, артишоки, брюссельская капуста, земляника, малина, черника и т. п.). Сущность флюидизации (псевдооживления) состоит в следующем. Через слой продукта снизу вверх с определенной скоростью продувается воздух, при этом плотный слой продукта переходит во взвешенное состояние, частицы продукта интенсивно перемешиваются, бурлят, напоминая кипящую жидкость, поэтому такой слой иногда называют «кипящим».

Замораживание плодов и овощей в псевдооживленном слое значительно сокращает продолжительность процесса, улучшает качество продукции. Время замораживания зависит от режима замораживания, размеров продукта и колеблется от 4 мин (малина) до 30 мин (помидоры).

Замороженный продукт имеет мелкозернистую кристаллическую структуру, отдельные частицы не слипаются, поэтому можно применять расфасовочные автоматы.

В нашей стране и за рубежом начинают уделять большое внимание проблемам быстрого замораживания продуктов при очень низких температурах (от -80 до -190 °С) с использованием жидкого азота. Преимущество этого способа состоит в высоком качестве замороженных продуктов и сравнительно низкой их усушке: для большинства продуктов она составляет лишь 0,25 % вместо 1,8 % при замораживании в туннельных морозильных аппаратах. Недостатком этого способа является высокая стоимость.

При хранении замороженных продуктов в результате испарения влаги с их поверхности происходит убыль массы (усушка), величина которой зависит от вида сырья и упаковки, а также от сроков и режимов хранения. Уменьшить усушку можно созданием благоприятных условий хранения и искусственной влагонепроницаемой оболочки вокруг продукта. При хранении замороженных продуктов происходит перекристаллизация льда в тканях: уменьшается количество кристаллов, увеличиваются их размеры. Увеличение размеров кристаллов может происходить при стабильной температуре хранения ввиду растворения более мелких кристаллов и роста более крупных. Это явление резко усиливается при колебаниях температуры, неизбежных при длительном хранении замороженных продуктов. При повышении температуры часть кристаллов (в первую очередь мелкие) оттаивает, а при последующем понижении температуры влага намораживается на поверхности сохранившихся крупных кристаллов, что может привести к деформации клеточных стенок.

При длительном хранении замороженных продуктов изменяется их химический состав, гидролизуются и окисляются жиры, изменяется цвет, частично разрушаются витамины в результате их окисления кислородом воздуха, ухудшаются вкус и запах.

При замораживании микрофлора полностью не уничтожается; особенно холодоустойчивы споровые формы микроорганизмов. После размораживания продукта они возобновляют свою жизнедеятельность и могут привести к его быстрой порче, поэтому размороженные продукты необходимо сразу же перерабатывать. Качество продуктов в значительной степени зависит от способа его размора-

живания. При быстром размораживании при повышенных температурах происходят большие потери питательных веществ и более интенсивно развиваются микроорганизмы. Во время медленного размораживания при температурах от 0 до 4 °С кристаллы льда оттаивают постепенно, а коллоиды клеток более полно связывают образующуюся влагу. По качеству замороженные продукты уступают охлажденным.

Консервирование с использованием обеспложивающих фильтров. Такой способ консервирования позволяет получать стерильные пищевые продукты с максимальным сохранением в них витаминов, цвета, вкуса и аромата. Этим способом освобождают от микроорганизмов прозрачные соки, виноградные вина, пиво и др. Сущность метода состоит в пропускании продукта через фильтры, имеющие настолько мелкие поры, что они задерживают содержащиеся в нем микроорганизмы.

Для получения стойких при хранении продуктов недостаточно лишь стерилизующего фильтрования. Необходимо производить розлив в условиях, исключая вторичное заражение продукта. Поэтому стерильными должны быть и разливающий аппарат, и консервная тара, и укупорочный материал, и укупорочная машина.

Кроме того, в продукте сохраняются ферменты, которые могут катализировать нежелательные биохимические реакции, приводящие к его порче.

Консервирование ионизирующими излучениями. При консервировании ионизирующими излучениями стерилизующий эффект получают без повышения температуры. Поэтому иногда консервирование ионизирующей радиацией называют холодной стерилизацией или холодной пастеризацией.

Для обработки пищевых продуктов используют рентгеновское излучение, γ -излучение или поток ускоренных электронов. Особый интерес представляет γ -излучение.

Механизм действия ионизирующей радиации основан на ионизации молекул и атомов микроорганизмов, в результате чего нарушаются их нормальные биологические функции и они отмирают. Гибель живых клеток под влиянием ионизирующих излучений наступает вследствие нарушений в нуклеиновом и других обменах клетки.

Величина дозы облучения зависит от вида продукта, а также характера и интенсивности обсеменяющей его микрофлоры.

Различают следующие виды обработки пищевых продуктов ионизирующими излучениями.

Радиационная стерилизация, почти полностью подавляющая развитие микроорганизмов, называется **радаппертизацией**. В этом случае используют дозы порядка 10—25 кГр¹. Радаппертизация применяется для обработки пищевых продуктов, предназначенных для длительного хранения в различных (в том числе и неблагоприятных) условиях.

Обработку пищевых продуктов пастеризующими дозами порядка 5—8 кГр, достаточную для увеличения длительности хранения, называют **радурризацией**.

Существенным недостатком консервирования ионизирующими излучениями является то, что при обработке пищевых продуктов изменяется их химический состав, а это приводит к ухудшению вкуса, запаха, консистенции.

В последние годы большое внимание было уделено подбору режимов облучения пищевых продуктов, не вызывающих изменений органолептических свойств. Наиболее перспективным способом является облучение в инертных газах, вакууме, при низких температурах и с применением антиокислителей. Для обработки мяса и рыбы дозы облучения не должны превышать 6—8 кГр, в этом случае почти не наблюдаются изменения вкуса, запаха и консистенции. Для длительного хранения картофеля и некоторых овощей допустимые нормы ионизирующей радиации не превышают 0,1—0,12 кГр, их использование полностью подавляет прорастание лука, чеснока и картофеля при хранении.

Однако этот способ консервирования до сих пор не нашел промышленного применения и находится в стадии углубленного изучения. Всесторонне изучается и его влияние на здоровье человека, степень устойчивости микроорганизмов к действию ионизирующих излучений, исследуются изменения, происходящие в облученных пищевых продуктах.

Консервирование токами ультравысокой (УВЧ) и сверхвысокой (СВЧ) частоты. Такое консервирование основано на том, что в помещенном в высокочастотное электромагнитное поле переменного тока продукте происходит усиленное движение заряженных частиц, а это приводит к повышению температуры продукта до 100 °С

¹ 1 килорэй (кГр) равен 100 килорад или 0,1 мегарад.

и выше. Пищевые продукты, укупоренные в герметичную тару и помещенные в зону действия волны ультравысокой частоты, нагреваются до кипения в течение 30—50 с.

В отличие от тепловой стерилизации при использовании поля УВЧ и СВЧ нагревание продукта происходит одновременно во всех точках, при этом на скорость прогрева не влияет теплопроводность продукта. Отмирание микроорганизмов при нагревании продукта в поле СВЧ происходит значительно быстрее, чем при тепловой стерилизации, в результате того, что колебательные движения частиц в клетках микроорганизмов сопровождаются не только выделением тепла, но и поляризационными явлениями, влияющими на их жизненные функции. Так, для стерилизации мяса и рыбы в поле СВЧ при 145 °С требуется 3 мин, в то время как обычная стерилизация длится 40 мин при температуре 115—118 °С.

Этим методом в плодоовощной промышленности стерилизуют плодово-ягодные и овощные соки, в общественном питании токи СВЧ используют для приготовления различных блюд.

Облучение ультрафиолетовыми лучами (УФЛ). Это облучение невидимой частью световых лучей с длиной волны 60—400 нм губительно действует на микрофлору пищевых продуктов. Наиболее эффективным действием на микроорганизмы обладают лучи с длиной волны 255—280 нм. Гибель микробных клеток обусловлена главным образом адсорбцией УФЛ нуклеиновыми кислотами и нуклеопротеидами, что приводит к денатурационным изменениям этих веществ. Устойчивость микроорганизмов к действию УФЛ различна: бактерии являются более чувствительными, чем плесени.

УФЛ используют для стерилизации поверхности мясных туш и колбасных изделий, так как их проникающая способность не превышает 0,1 мм. Кроме того, УФЛ можно использовать для стерилизации камер холодильников и складов. Однако этот способ консервирования требует большой осторожности, так как УФЛ опасны для человека, действуют на глаза и кожу.

Консервирование с помощью ультразвука. Ультразвук (звук с колебаниями выше 20 кГц) может быть использован в пищевой промышленности для пастеризации молока, в бродильной и безалкогольной промышленности — для обеззараживания производственной воды, а в консервной промышленности — для стерилизации консервов.

Применение этого метода позволяет консервировать пищевые продукты без нагревания, что обеспечивает лучшее сохранение их натурального вкуса и запаха.

Механизм действия ультразвуковых колебаний на микроорганизмы до настоящего времени не выяснен. Считают, что они погибают под влиянием кавитации, т. е. в результате образования мелких разрывов в жидкости, возникающих под действием растягивающих усилий, которые создаются звуковой волной во время фазы разрежения.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Консервирование сушкой. Сушка (обезвоживание) проводится для предотвращения или замедления физико-химических, биологических и других процессов, способствующих снижению питательной ценности продуктов или их порче. Сушку используют для удлинения сроков хранения зерна, плодов, овощей, грибов, молока, яиц, рыбы и других продуктов. Большинство пищевых продуктов сушат до содержания влаги 4—14 %, в результате чего снижаются ферментативные процессы. Плоды с большим содержанием сахара высушивают до более высокого содержания в них влаги — 20—25 %. Это связано с тем, что при их обезвоживании возрастает осмотическое давление среды, что в свою очередь воздействует на жизнедеятельность микроорганизмов.

Сушеные продукты имеют меньшую массу, занимают значительно меньший объем, имеют более высокую энергетическую ценность по сравнению с продуктами свежими или консервированными другими способами. Это в значительной степени облегчает их транспортирование и хранение. Вместе с тем в процессе сушки часто улетучиваются ароматические вещества, окисляются витамины и некоторые другие компоненты. Высушенный продукт нельзя использовать без предварительной подготовки.

Существует несколько способов сушки: нагретым воздухом — конвективная, в виброкипящем слое, распылительная, контактная, вакуумная, сублимационная и др.

Сушка продуктов нагретым воздухом, или конвективная, до сих пор является наиболее распространенной. Удаление влаги осуществляется подогретым воздухом температурой 80—120 °С в сушильных установках, состоящих из сушильной камеры и калори-

фера — подогревателя воздуха. В зависимости от конструкции камеры сушильные установки подразделяют на шкафные, карусельные, ленточные, канальные, распылительные и др.

Процесс сушки представляет собой комплекс взаимосвязанных и одновременно протекающих процессов. К ним относятся нагрев продукта в результате переноса тепла от нагретого воздуха к обезвоживаемому материалу, испарение влаги, перенос влаги с поверхности продукта в среду сушильной камеры, перенос влаги внутри продукта.

Сушка протекает правильно в том случае, если скорость испарения влаги с поверхности продукта равна скорости переноса влаги внутри него. При более высокой скорости испарения на поверхности высушиваемого продукта образуется корка, замедляющая процесс сушки, при медленном испарении продукт запаривается. Процесс сушки можно интенсифицировать, увеличивая поверхность испарения, для чего сырье разрезают на куски.

Недостатком конвективной сушки является то, что она протекает сравнительно длительное время (в течение 3—10 ч) при температуре 60—75 °С, оптимальной для деятельности многих ферментов и микроорганизмов, а это приводит к потерям компонентов химического состава (окисление витаминов, дубильных и красящих веществ, реакции меланоидинообразования), ухудшению вкуса, аромата и цвета высушенного продукта. Для снижения этих потерь и предупреждения потемнения плодов и овощей при сушке их предварительно обрабатывают сернистым ангидридом либо бланшируют горячей водой или паром для инактивации ферментов. Недостатком является и то, что высушенные плоды и овощи плохо набухают и восстанавливаются до готового блюда при длительном кипячении (в течение 25—30 мин).

Более современным способом обезвоживания является сушка в кипящем (псевдооживленном) и виброкипящем слое. В обычных сушилках обезвоживание осуществляется в плотном слое в условиях, когда не вся поверхность продукта участвует в теплообмене. Процесс сушки протекает медленно, при этом возможны перегревы отдельных участков слоя. Процесс обезвоживания значительно ускоряется при перемешивании высушиваемого продукта.

Сушка в кипящем слое осуществляется следующим образом. Через слой измельченного зернистого продукта,

находящегося на сетке, продувают с определенной скоростью воздух. Слой вначале разрыхляется, набухает, а затем переходит в состояние псевдооживления, напоминающее кипящую жидкость. Вследствие интенсивного перемешивания и контакта отдельных частиц с нагретым воздухом происходит выравнивание температуры в объеме слоя, сокращается время сушки.

При сушке в виброкипящем слое происходит интенсивное перемешивание нарезанных кусочков продукта в результате одновременного воздействия вертикальных вибраций решетки и восходящего воздушного потока. Сушка в виброкипящем слое позволяет по сравнению с сушкой в плотном слое в 2—3 раза уменьшить ее продолжительность и получать быстрорастваривающиеся сушеные овощи и плоды более высокого качества.

В отечественной пищевой промышленности внедрены в производство сушилки с кипящим слоем для сушки дрожжей, подсушки подсолнечника и др.

Рядом преимуществ по сравнению с конвективной обладает микроволновая сушка с использованием энергии сверхвысокой частоты (СВЧ). В этом случае интенсификация процесса обезвоживания происходит вследствие проникающего эффекта микроволн и высокого поглощения их молекулами воды. Ввиду повышения давления во внутренних слоях материала при превращении поглощенной энергии в тепло кусочки высушиваемых продуктов несколько увеличиваются в объеме. В результате получается пористый сушеный продукт, способный быстро развариваться. Время, необходимое для восстановления сушеного продукта, составляет 10 мин.

Распылительная сушка используется для обезвоживания жидких продуктов. Жидкие или тонкоизмельченные продукты подаются в распылительное устройство, которое с помощью форсунок и дисков, вращающихся с большой скоростью, распыляет продукт и превращает его в мельчайшие капельки. Распыление происходит внутри большой сушильной камеры, в которую подается горячий воздух. Частицы продукта встречаются с потоком нагретого до 140—160 °С воздуха и обезвоживаются. Сухой остаток в виде порошка осаждается в нижней части камеры. Продолжительность сушки в распылительном состоянии измеряется секундами, благодаря чему в пищевых продуктах почти полностью сохраняются даже термолабильные вещества — белки, витамины. Недостат-

ком этого вида сушки является опасность окисления кислородом воздуха составных частей продукта, находящегося в высокодисперсном состоянии. Окислительные процессы можно предупредить, если сушить и хранить высушенный продукт в атмосфере инертного газа — азота или углекислого.

Сушка методом распыления широко применяется в пищевой промышленности при производстве сухих молочных продуктов, меланжа, яичного белка, фруктовых и овощных соков, пюре, порошков.

К о н т а к т н а я с у ш к а применяется для обезвоживания высоковлажных жидких и пюреобразных продуктов: молока, картофельного и овощного пюре.

Сушка осуществляется при непосредственном контакте жидкого продукта с нагретой поверхностью. При этом способе обезвоживания продукт подается непрерывным потоком на горячую поверхность барабана-валяца и высушивается за 4—12 с. Готовый продукт с помощью специальных скребков снимается с поверхности барабанов в виде пленки, а затем размалывается в порошок. Недостатком этого способа сушки является то, что при контакте компонентов продукта с нагретой поверхностью происходит денатурация белков, могут происходить процессы меланоидино- и карамелеобразования, значительны потери ароматических веществ.

В а к у у м н а я с у ш к а осуществляется в условиях разрежения при сравнительно низких температурах, не превышающих 50 °С, что снижает потери термолабильных компонентов — белков, витаминов, при этом полностью сохраняются органолептические свойства продукта. Так, при обычной сушке яиц потери витаминов составляют 30—50 %, а при вакуумной не превышают 5—7 %.

С у б л и м а ц и о н н а я с у ш к а основана на удалении влаги из замороженных продуктов путем возгонки (сублимации) воды, т. е. в результате непосредственного перехода льда в пар, минуя жидкую фазу. Сушка осуществляется в условиях глубокого вакуума (остаточное давление 133—266 Па).

Протекает она в три стадии. На первой стадии происходит быстрое замораживание продукта. Температура в массе продукта резко понижается, достигая —17 °С и ниже. Замораживание происходит в течение 15—20 мин со скоростью 0,5—1,5 °С в минуту. На этой стадии из продукта за счет сублимации льда удаляется 10—15 % влаги.

Обезвоживание материала во второй стадии происходит в результате нагрева плит, на которых находятся высушиваемые продукты. При этом продукт не размораживается, кристаллы льда испаряются, минуя жидкую фазу, и он теряет до 80 % влаги. Продолжительность второй стадии зависит от вида и размеров сырья и колеблется от 10 до 20 ч.

Третья стадия представляет собой тепловую вакуумную сушку, при которой из высушиваемого продукта удаляется оставшаяся адсорбционно-связанная влага. Продолжительность этой стадии 3—4 ч. Длительность процесса может быть сокращена, если сублимационная сушка будет осуществляться в поле СВЧ. Высушенный продукт имеет влажность 3—6 %, его расфасовывают в герметично закрытую тару.

Сублимационная сушка сочетает два способа консервирования: замораживание продукта и его высушивание в замороженном состоянии, поэтому микроструктура, объем, свойства и состав продукта сохраняются почти полностью. Продукт обладает хорошей пористостью, при обводнении быстро восстанавливает первоначальный вид и свойства, может длительное время сохраняться при положительных температурах, в результате чего резко снижается стоимость его хранения. Кроме того, такие продукты могут продаваться на торговых предприятиях, не обеспеченных холодильными установками.

Недостатком сублимационной сушки является то, что при хранении в продуктах ввиду их большой контактной поверхности протекают окислительные процессы. Окислительным реакциям подвергаются липиды, пигменты, витамины, ароматические вещества, что в конечном итоге приводит к нежелательным изменениям вкуса и запаха, а также снижению биологической ценности продукта. Замедлить окислительные процессы можно, упаковывая высушенные продукты в атмосфере инертного газа или под вакуумом.

Перед использованием продукты сублимационной сушки должны быть подвергнуты регидратации — обводнению. Для этого их помещают в теплую воду (20—30 °С) или растворы веществ, улучшающие органолептические показатели и пищевую ценность продукта. При регидратации поры быстро заполняются водой, а затем начинается процесс взаимодействия воды с основными компонентами пищевых продуктов. Время регидратации от 1 до 30 мин в зависимости от вида продукта.

Сублимационная сушка используется для обезвоживания продуктов растительного и животного происхождения.

Радиационная сушка осуществляется путем передачи тепла инфракрасными лучами. Использование этого способа сушки позволяет интенсифицировать процесс обезвоживания за счет увеличения теплового потока на поверхности высушиваемого материала и способности ИК-излучения проникать на некоторую глубину. Энергия ИК-излучения превращается в тепло только в случае поглощения ее облучаемым предметом.

Лучшие результаты получаются при использовании конвективно-радиационного метода, при котором сочетается обработка продукта инфракрасными лучами с сушкой нагретым воздухом.

В стадии изучения находится способ конвективно-радиационной сушки в кипящем и виброкипящем слое.

Перспективной является сушка овощных и фруктовых паст, пюре и соков во вспененном состоянии. Сущность этого способа состоит в том, что пюреобразный продукт взбивают в стойкую пену в присутствии пеностабилизирующих веществ и высушивают до содержания 2—4 % влаги. Пену сушат различными способами: радиационным, конвективным и др. Время сушки 3—20 мин. Высушенный продукт измельчают, просеивают и упаковывают в герметичную тару. По качеству вырабатываемого продукта этот способ конкурирует с сублимационной и вакуумной сушками, но значительно дешевле их.

Сушка плодов и овощей методом дегидрофрижирования или дегидроконсервирования заключается в высушивании из продукта примерно 50 % влаги и последующем его замораживании. Использование этого способа обеспечивает получение продуктов высокого качества, близких по органолептическим свойствам и пищевой ценности к свежим.

Перспективной является сушка плодов осмотическим обезвоживанием. Сущность ее состоит в том, что кусочки плодов выдерживают в крепком теплом сахарном сиропе, при этом происходит переход воды из клеток плодов в окружающую среду (явление осмоса). Переход же сахара из сиропа в клетку незначителен. Хорошо поддаются осмотическому обезвоживанию нарезанные фрукты. Концентрация сахара в сиропе

должна быть не менее 70 %. По окончании процесса плоды отделяют от сиропа и досушивают до содержания в них влаги 10 %. Высушенные плоды отличаются хорошим ароматом, имеют светлую окраску и могут быть использованы как готовое десертное блюдо. Упаковывают их в пакеты из целлофана или полиэтилена, а также в герметичную стеклянную тару.

Близким к сушке является метод концентрирования жидких пищевых продуктов, основанный на частичном удалении влаги при нагревании до 40—60 °С в вакуум-аппаратах. При сгущении жидких пищевых продуктов в них накапливаются вещества, повышающие осмотическое давление и задерживающие развитие микроорганизмов. Этот метод консервирования лежит в основе получения сгущенного молока, томата-пасты, концентрированных плодово-ягодных соков, паст, экстрактов.

Существует и другой способ получения концентрированных соков — вымораживанием влаги. Этот способ основан на том, что при замораживании замерзает растворитель (вода), а экстрактивные вещества (сахара, кислоты, соли) не кристаллизуются, а остаются в растворе. Сок замораживают при температуре 10—12 °С, образовавшиеся кристаллы льда отделяют на центрифуге. Вымораживание влаги и отделение льда повторяют 2—3 раза. Полученный концентрированный сок богат эфирными маслами и отличается высоким качеством. Концентрация сухих веществ сока после его вымораживания не превышает 50 %.

Вяление — частный случай применения сушки. Этот способ консервирования основан на медленном обезвоживании в естественных условиях предварительно посоленных мясных или рыбных продуктов. Процесс вяления длится от 10 до 30 суток при температуре 10—25 °С. При вялении под действием солнечного света, воздуха и медленного обезвоживания в тканях продукта протекают сложные физические и биохимические процессы. Происходит частичная денатурация белков, мышечная ткань уплотняется, пропитывается жиром, приобретая янтарно-желтый цвет, и становится полупрозрачной. Одновременно протекают окислительные процессы. Происходит созревание продукта, он приобретает приятные специфические вкус и запах. Вялят воблу, тарань, деликатесные балычные изделия из осетровых и лососевых рыб. Содержание влаги в вяленых продуктах должно быть не более 38—45 %.

Консервирование поваренной солью и сахаром. Такое консервирование основано на повышении осмотического давления среды, в результате чего происходит обезвоживание клеток, микроорганизмов и прекращается их жизнедеятельность. Микроорганизмы обладают различной устойчивостью к повышению осмотического давления. Некоторые бактерии, например *Bact. gummosum*, могут развиваться в 18—20 %-ном растворе поваренной соли или в 70 %-ном сахарном сиропе. Галофильные бактерии хорошо развиваются в 25—30 %-ном рассоле.

Поваренную соль в концентрациях 8—14 % используют для консервирования рыбы, мяса, овощей и некоторых других продуктов. Различают следующие способы посола: сухой, когда продукт обрабатывают сухой солью, мокрый — водным раствором поваренной соли и смешанный — комбинирование сухого и мокрого способов. В зависимости от температуры, при которой солят продукты, различают посол холодный (от 0 до -10°C), охлажденный ($0-5^{\circ}\text{C}$) и теплый (10°C и выше).

При посоле происходит диффузионно-осмотический обмен, изменяются консистенция и структура продукта, формируются его специфические вкус и аромат, происходят также потери белковых веществ в результате их перехода в рассол, а также вследствие их гидролитического распада, что приводит к понижению пищевой ценности и ухудшению органолептических свойств продукта. В некоторых случаях посол является одним из наиболее целесообразных способов консервирования, например, сельдевых и лососевых рыб, так как при этом значительно улучшаются их вкусовые достоинства. При посоле свинины также наблюдается образование специфичных приятных вкуса и запаха ветчинности.

Поскольку поваренная соль влияет на вкус пищевых продуктов, содержание ее для многих изделий устанавливается в пределах 2,5—6 %. В этом случае консервирующий эффект достигается сочетанием посола с другими видами консервирования — охлаждением, копчением, сушкой и т. д.

Сахар в концентрации не менее 65 % применяют для консервирования при изготовлении варенья, джема, повидла, желе, сиропов и др. При получении этих продуктов избыток влаги удаляют выпариванием, в результате чего еще больше повышается осмотическое давление. Однако при этом частично разрушаются витамины и сни-

жается ценность продукта. Для повышения стойкости консервированных таким способом изделий их дополнительно пастеризуют в герметично закрытой таре.

БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

К в а ш е н и е — консервирование плодов, овощей и грибов молочной кислотой, образующейся в результате сбраживания сахаров продукта молочнокислыми бактериями. Молочная кислота придает продукту специфичный вкус и способствует лучшей его сохранности. В зависимости от вида переработанного сырья продукт называют квашеным (капуста), соленым (огурцы, томаты, арбузы) или моченым (яблоки).

Молочная кислота в концентрации даже 0,5 % тормозит деятельность вредных микроорганизмов, но не задерживает развития дрожжей и плесеней, а при ее концентрации 1,5—2 % прекращается деятельность самих молочнокислых бактерий. Одновременно с образованием молочной кислоты в квашеных овощах накапливается этиловый спирт, который также оказывает консервирующее действие. В квашеной капусте и соленых огурцах количество его не превышает 0,5—0,7 %, что не препятствует развитию молочнокислых бактерий, но заметно улучшает вкус готовой продукции. В моченых яблоках содержание его достигает 0,8—1,8 %.

Поваренная соль, используемая при солении и квашении, в количестве 2—6 % вызывает плазмолиз растительных клеток, способствует переходу в рассол клеточного сока, богатого сахаром, и тем самым стимулирует процессы брожения. Кроме того, она подавляюще действует на многие микроорганизмы, прежде всего на маслянокислые бактерии и бактерии группы *coli*. Соль также участвует в формировании вкуса квашеных овощей. Активность процесса брожения зависит от начального содержания сахара в продукте, концентрации соли, температуры окружающей среды и вида молочнокислых микроорганизмов. Температуру брожения поддерживают от 18 до 25 °С.

В дальнейшем заквашенный продукт хранят при более низких температурах (от 0 до 2 °С) в анаэробных условиях, чтобы предупредить развитие уксуснокислых бактерий и плесеней, на которые не влияет молочная кислота.

Для улучшения качества квашеных продуктов, уско-

рения процесса брожения и предупреждения развития вредных микроорганизмов применяют закваски чистых культур молочнокислых бактерий.

ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Химические вещества, используемые для консервирования пищевых продуктов, должны быть безвредными и не изменять вкус, цвет и запах продукта.

В настоящее время в СССР для консервирования разрешены следующие химические препараты: этиловый спирт, уксусная, сернистая, бензойная, сорбиновая кислоты и некоторые их соли, борная кислота, уротропин, некоторые антибиотики и др.

Консервирование этиловым спиртом. Такой способ консервирования основан на губительном действии спирта на микроорганизмы. Этиловый спирт используется в качестве консерванта при производстве плодово-ягодных соков — полуфабрикатов. В концентрациях 12—16 % этиловый спирт задерживает развитие, а при 18 % полностью подавляет жизнедеятельность микрофлоры. Соки с концентрацией спирта 25—30 % применяются при производстве ликеро-водочных изделий, а с концентрацией 16 % — при получении безалкогольных напитков.

Маринование. Это способ консервирования, основанный на повышении кислотности среды путем добавления уксусной кислоты. В концентрациях 1,2—1,8 % уксусная кислота подавляет деятельность многих микроорганизмов, и в первую очередь гнилостных.

Для усиления консервирующего эффекта маринование иногда сочетают с другими видами консервирования: пастеризацией, солением, хранением при низких температурах. В пастеризованных маринованных продуктах содержание уксусной кислоты снижается до 0,8—1,2 %, что благоприятно влияет на их вкус.

При производстве маринованных продуктов обычно используют столовый уксус, содержащий 3—6 % уксусной кислоты, или пищевую уксусную эссенцию с содержанием уксусной кислоты 70—80 %. Для выработки маринадов более желателен биохимический уксус (спиртовой, винный, плодово-ягодный и др.), так как уксус из эссенции обладает резким вкусом. Кроме уксуса в маринадную заливку добавляют соль, пряности, сахар.

Маринуют плоды, овощи, грибы, рыбу и др. Подготовленные свежие, бланшированные или жареные продукты

заливают маринадной заливкой, банки закатывают и пастеризуют при температуре 90—100 °С. При хранении маринадов происходит их созревание, которое длится от 20 дней до 2 месяцев. В процессе созревания уксусная кислота, сахар и соль диффундируют в продукты, под действием кислот около 75 % сахарозы превращается в инвертный сахар, улучшаются вкусовые качества продукта. Хранят маринады при низких температурах (от 0 до 4 °С), так как многие плесени усваивают уксусную кислоту и могут вызывать порчу продуктов.

Консервирование кислотами. Консервирование пищевых продуктов сернистой кислотой, ее солями и сернистым ангидридом называется сульфитацией. Сернистая кислота является сильным антисептиком, подавляет деятельность плесеней и бактерий; более устойчивы к ее действию дрожжи, особенно винные расы. Эта кислота применяется для консервирования плодов, ягод, фруктовых и овощных полуфабрикатов. Эффективность действия сернистой кислоты зависит от температуры и рН среды. При повышении кислотности степень диссоциации сернистой кислоты уменьшается, и таким образом сохраняется больше недиссоциированных молекул, обладающих консервирующим действием.

Сульфитацию проводят различными способами. Для дезинфекции помещений, бочек, резервуаров применяют газообразный сернистый ангидрид, образующийся при сжигании серы. Сернистый ангидрид может подаваться из стальных баллонов, в которых сжиженный газ находится под давлением. Сульфитацию также проводят 5—6 %-ным водным раствором или с помощью растворов разных солей, выделяющих двуокись серы. Сернистая кислота инактивирует ферменты, подавляет процессы дыхания плодов и овощей, удлиняя тем самым сроки их хранения и предохраняя от потемнения.

При нагревании сульфитированных продуктов происходит быстрое расщепление сернистой кислоты с выделением газообразного сернистого ангидрида. На этом свойстве сернистой кислоты основан процесс ее удаления из продукта — десульфитация. Сульфитированные продукты используются только для последующей переработки после удаления сернистой кислоты. Сернистый ангидрид действует на дыхательные органы и вызывает раздражение слизистой оболочки, поэтому в больших концентрациях он опасен для человека.

К наиболее часто применяемым солям сернистой кислоты относятся бисульфит натрия (NaHSO_3), бисульфит калия (KHSO_3), пиросульфат натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), сернисто-кислый натрий (Na_2SO_3) и сернистокислый калий (K_2SO_3). Их используют для консервирования плодов и ягод с высокой кислотностью. Под действием кислот происходит расщепление солей сернистой кислоты с выделением сернистого ангидрида.

Остаточное содержание сернистого ангидрида в сушеных овощах и фруктах не должно превышать 0,01—0,06 %, в плодово-ягодных пюре — 0,2, в соках — 0,12—0,15 %.

Бензойная кислота ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) и бензойно-кислый натрий применяются для консервирования фруктово-ягодных полуфабрикатов, соков, желе.

Бензойная кислота плохо растворима в воде, поэтому для консервирования обычно используют ее соль — бензойнокислый натрий ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$). Эта кислота подавляет жизнедеятельность дрожжей, менее интенсивно действует на маслянокислые бактерии, мало на уксуснокислые и почти совсем не влияет на развитие молочнокислых бактерий и плесеней. Наиболее сильное антисептическое действие бензойной кислоты и бензойнокислого натрия проявляется в кислой среде при pH 2,5—3,5. Недостатком бензойной кислоты как консерванта является ее отрицательное влияние на вкус консервируемого продукта, под ее действием также происходит помутнение растительных материалов, содержащих белок. Поэтому количество бензойной кислоты, добавляемое в пищевые продукты, строго регламентируется и не превышает 70—100 мг на 100 г продукта.

Сорбиновая кислота ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$) и ее соли являются сильными антисептиками. Они используются для консервирования фруктовых соков, пюре, маринадов и других продуктов с низким pH среды.

Сорбиновая кислота относится к непредельным и представляет собой белые или слегка желтоватые кристаллы без запаха со слабокислым вкусом. Она подавляет деятельность грибов и дрожжей и слабо или почти не действует на бактерии. Эта кислота труднорастворима в холодной воде, поэтому чаще применяется в виде водорастворимых солей — сорбата натрия или калия. Преимущество сорбиновой кислоты перед другими консервантами состоит в том, что она не изменяет вкус и запах консервированных продуктов.

Количество сорбиновой кислоты, допускаемое для консервирования различных продуктов, неодинаково и колеблется от 0,05—0,1 % (безалкогольные напитки, соки) до 0,5 % (полукопченые колбасы).

Консервирование нитратами и нитритами. Нитраты и нитриты используют в качестве консервирующего средства для повышения стойкости окраски мяса, мясных продуктов и рыбных изделий. Они применяются вместе с поваренной солью и сахаром при засолке мяса. Мясо, консервированное только солью, получается жестким, волокнистым, неприятного сероватого цвета. Добавление сахара способствует улучшению вкуса продукта, а добавление нитратов и нитритов — сохранению цвета.

Из-за вредного действия на организм человека Санитарным законодательством СССР установлена предельно допустимая норма содержания нитритов и нитратов в пищевых продуктах. Так, в вареных мясопродуктах содержание нитрита натрия не должно превышать 3 мг на 100 г продукта, в полукопченых — 5, в копченых — 10 мг.

Консервирование борной кислотой, бурой и уротропином. Борная кислота (H_3BO_3), бура ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) 0,3 %-ной концентрации и уротропин используются для сохранения зернистой осетровой икры. Борную кислоту также применяют как консервант в производстве мелажа.

Консервирование антибиотиками. Антибиотики, которые могут быть использованы в пищевой промышленности, наряду с выраженным антимикробным действием должны обладать невысокой устойчивостью к внешней среде, а также легко инактивироваться при тепловой обработке продуктов. В настоящее время в пищевой промышленности разрешено применять хлортетрациклин (биомицин), нистатин и низин.

Хлортетрациклин (биомицин) при нагревании образует изомер изохлортетрациклин, безвредный для организма человека и обладающий бактериостатическим свойством. Этот антибиотик действует на слизееобразующие микроорганизмы. В пищевой промышленности его используют для обработки мяса и рыбы, транспортируемых на дальние расстояния. Для обработки тресковых рыб используют биомициновый лед, т. е. лед, содержащий хлортетрациклин в количестве не более 5 г на 1 т продукта.

Нистатин — антибиотик, действующий на дрожжи и грибы, вызывающие плесневение мяса. В пищевой

промышленности для более эффективной обработки мясных туш его обычно применяют в сочетании с хлортетрациклином. Концентрация хлортетрациклина в растворах не должна превышать 100 мг, а концентрация нистатина — 200 мг на 1 л воды.

Н и з и н используется при производстве молочных и плодоовощных консервов. Он представляет собой полипептид, образующийся в процессе метаболизма молочнокислых стрептококков. В состав низина входят различные аминокислоты: метионин, лейцин, валин, лизин, гистидин, пролин, глицин, серин и др. Низин задерживает рост различных стафилококков, стрептококков, клостридий и др. В организме человека низин быстро разрушается, не оказывая отрицательного действия. Важной особенностью низина является его способность уменьшать сопротивляемость спор термоустойчивых бактерий к нагреванию, что позволяет снижать режим стерилизации.

Антибиотиками растительного происхождения являются **ф и т о н ц и д ы**. Из них наиболее применимо для консервирования аллиловое горчичное масло, добываемое из семян горчицы $C_3H_5N=C=S$. Введение этого антибиотика в маринады в количестве 0,002 % позволяет сохранять их в течение года без пастеризации, но при условии герметичной укупорки банки.

Консервирование газами. Для сохранения качества и удлинения сроков хранения пищевых продуктов применяют **о з о н**, обладающий дезинфицирующими и дезодорирующими свойствами. Являясь сильным окислителем, озон подавляет или прекращает развитие бактерий и плесеней и их спор как на поверхности продукта, так и в воздухе. Эффективность действия озона зависит от концентрации, относительной влажности воздуха, а также от исходной микробальной обсемененности продукта.

Озон рекомендуется использовать для дезинфекции и дезодорации воздуха в холодильных камерах, для дезинфекции транспортных средств, оборудования и тары. Озонирование необходимо проводить высокими концентрациями озона (25—40 мг/м³) в течение 12—48 ч, что позволяет снизить зараженность камер более чем на 90 %.

Для обработки пищевых продуктов (мяса, колбас, сыров) концентрация озона не должна превышать 10 мг/м³, так как более высокое его содержание вызывает ухудшение

их товарного вида, вкусовых достоинств и пищевой ценности.

Углекислый газ в повышенных концентрациях подавляет или полностью прекращает жизнедеятельность многих микроорганизмов (работы по изучению влияния CO_2 на микрофлору и сохраняемость пищевых продуктов были начаты в МИНХе имени Г. В. Плеханова в 1906 г. и продолжаются до настоящего времени).

Эффективность воздействия CO_2 на микроорганизмы зависит от его концентрации в атмосфере, температуры воздуха и вида микроорганизмов. Задержка развития плесеней происходит при концентрациях CO_2 около 20 %, а при 40—50 % почти полностью прекращается их рост. Бактерии более устойчивы к действию CO_2 . Некоторые анаэробные гидрообразующие бактерии способны развиваться при 60—80 % CO_2 .

Однако для хранения пищевых продуктов концентрация CO_2 не должна превышать 20—22 %, так как более высокое содержание углекислого газа вызывает ухудшение их качества. Поэтому целесообразно использовать CO_2 в сочетании с охлаждением. В этом случае сроки сохраняемости мяса, рыбы, птицы и колбасных изделий при температуре 0 °С и 10—20 % CO_2 увеличиваются в 2—3 раза по сравнению с обычным холодильным хранением.

В консервной промышленности большое распространение приобрело холодильное хранение виноградного сока в резервуарах вместимостью 20—50 т в атмосфере CO_2 .

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

К таким методам консервирования относят копчение. Это способ обработки мясных или рыбных продуктов дымом, получаемым при неполном сгорании древесины, с целью повышения стойкости изделий при последующем хранении и придания им особых вкусовых свойств. Копчение можно рассматривать и как сушку, так как в результате испарения воды происходит обезвоживание продукта. Консервирующее действие оказывает при этом и поваренная соль, если она используется для обработки продуктов перед копчением.

Состав дыма зависит от способа получения и породы сжигаемой древесины. Наилучшими технологическими

свойствами отличается коптильный дым, получаемый при неполном сгорании древесины лиственных пород. Коптильные вещества дыма обладают бактерицидным действием, являются хорошими антиокислителями, характеризуются специфическими ароматом и вкусом. Коптильный дым — это очень сложная по составу дисперсионная система типа аэрозоля. Дисперсионной средой является парогазовая смесь, а дисперсная фаза представлена частицами жидких и твердых веществ — продуктов неполного сгорания древесины. В дыме содержатся формальдегид, фурфурол, метиловый спирт, многие кислоты (муравьиная, уксусная, пропионовая, масляная, валериановая), ацетон и другие кетоны, фенолы и метиловые эфиры, различные смолы и др.

Процесс копчения происходит в две фазы: осаждение коптильных веществ на поверхности и последующий перенос их к центральной части продукта. Глубина их проникновения зависит от продолжительности и температуры копчения, свойств и состояния продукта и некоторых других факторов.

Бактерицидный эффект коптильных веществ обусловлен главным образом формальдегидом, содержащимся в дыме в значительном количестве. Наибольшей антиокислительной активностью отличаются фенольные компоненты дыма — производные пирогаллола, пирокатехина. Вкус и аромат копченых изделий обусловлены наличием в коптильном дыме органических кислот, ароматических альдегидов и кетонов, фенолов и некоторых других соединений. Изменение цвета продукта при копчении связано, с одной стороны, с осаждением окрашенных компонентов дыма на поверхности, а с другой — с химическим взаимодействием коптильных веществ друг с другом, с составными частями продукта или кислородом воздуха; при этом происходят реакции меланоидинообразования, конденсации, полимеризации и окисления.

В зависимости от режима различают копчение горячее — при температурах выше 80 °С и холодное — при температуре до 40 °С.

Горячее копчение применяют при изготовлении вареных колбасных изделий, некоторых рыбных продуктов. Время обработки зависит от диаметра колбасных батонов и температуры дыма (60—110 °С) и колеблется в среднем от 40 мин для сосисок, до 2 ч для вареных колбас большого диаметра. В результате сравни-

тельно недолгого времени копчения в изделие попадает немного копильных веществ, и они проникают на небольшую глубину. Продукты горячего копчения содержат много воды, имеют ограниченный срок реализации и должны храниться при низких температурах.

Холодное копчение используют при производстве сырокопченых изделий из мяса и соленой рыбы. В этом случае время обработки длится от одних до нескольких суток при температуре 18—22 °С. Изделия за длительное время копчения обезвоживаются, и содержание влаги в них не превышает 60 %. Хранят сырокопченые изделия в течение нескольких месяцев.

Помимо горячего и холодного копчения, в пищевой промышленности применяют электростатическое и бездымное (жидкостное) копчение.

Принцип электростатического копчения состоит в том, что продукт помещают в электрическое поле высокого напряжения, присоединив его к положительному электроду, и подвергают воздействию ионизированного дыма. Отрицательно заряженные частицы дыма движутся по направлению к положительному электроду и осаждаются на поверхности продукта (грудинка, корейка, окорок, колбаса, рыба и т. д.). Тонкодисперсные продукты копильного дыма диффундируют в массу продукта, в результате чего он приобретает специфичные аромат и вкус копчения. Процесс электрокопчения при средней плотности дыма проходит быстро — всего за 2—5 мин. Однако существенными недостатками этого способа являются низкие вкусовые качества копченых изделий, сложность оборудования, наличие токсичных веществ в продукте и др. Поэтому этот способ копчения до сих пор еще широко в промышленности не применяется.

Сущность бездымного, или жидкостного, копчения состоит в том, что жидкие копильные препараты вводят в продукт при посоле либо наносят на его поверхность разбрызгиванием или распылением. Копильные препараты почти не содержат вредных для организма человека веществ, находящихся в копильном дыме, например 3,4-бензпирен, и не обладают токсичным действием. Как правило, эти препараты представляют собой водные конденсаты компонентов дыма. Их подвергают различной обработке (отгону, нейтрализации, селективному экстрагированию) и получают копильную

жидкость (водный раствор) или препарат (вязкую жидкость, порошок). Перед употреблением коптильные препараты разводят водой в соотношении 1 : 7 или 1 : 9. Обрабатывают продукты путем погружения их в раствор коптильной жидкости на 10—50 с.

Иногда используют комбинированный способ копчения. При этом продукт, предварительно обработанный коптильным препаратом, дополнительно подкапчивают дымом.

Коптильные препараты позволяют ускорить выработку копченых изделий, однако они не обеспечивают полностью того аромата, вкуса и цвета, которые имеют продукты, копченые дымом. Кроме того, эти препараты оказывают более слабое бактерицидное и антиокислительное действие.

К продуктам комбинированного консервирования относят также презервы. Это особый вид рыбных консервов, герметически укупоренных, но не стерилизованных. Консервирующий эффект в презервах достигается совместным действием различных факторов — соления, маринования, действием фитонцидов пряностей и др. Иногда для повышения стойкости презервов в них добавляют бензойнокислый натрий.

Готовят их из мелкой свежей или соленой рыбы: кильки, салаки, сельди и др. Содержание соли в презервах колеблется в пределах 6—12 %, а кислотность — 0,6—1,2 %.

Презервы имеют ограниченный срок реализации и должны храниться при пониженных температурах.

Глава восьмая

КЛАССИФИКАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ОСНОВЫ И ВИДЫ КЛАССИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Под классификацией следует понимать распределение предметов или явлений на группы, классы по наиболее общим характерным признакам.

Классификация (систематика) необходима в любой отрасли науки для упорядочения и систематизации свойств и явлений. Для продовольственных товаров классификация имеет важное значение вследствие большого разнообразия и многочисленности изучаемых объектов.

Большое значение для продовольственных товаров имеет биологическая классификация, так как основой пищевых продуктов являются биологические объекты растительного или животного происхождения. Биологическая классификация основывается на трудах шведского ученого Карла Линнея, опубликовавшего в 1735 г. работу «Система природы», которая оказала большое влияние на систематизацию растительного и животного мира.

Согласно этой классификации органическая природа делится на царство животных и царство растений. В свою очередь каждое из них подразделяется на типы, являющиеся в биологии высшей систематической категорией. Типы последовательно делятся на классы, отряды, семейства, роды и виды, которые являются основными систематическими единицами. Виды в свою очередь подразделяются на сорта (для овощей — хозяйственно-ботанические, для фруктов — помологические, для винограда — ампелографические) и породы (для животных).

Для научного названия биологического организма К. Линнеем была предложена двойная номенклатура — использование родового и видового наименований. Например, согласно этой номенклатуре огурец называется *Cucumis sativus*, где *Cucumis* — родовое, а *sativus* — видовое название, картофель — *solanum tuberosum*, морковь — *Daucus carota* и т. д.

Классификация продовольственных товаров может быть различной: учебной, стандартной и др.

Согласно учебной классификации все продовольственные товары объединены в девять основных групп: зерно-мучные товары; плодоовощные товары; крахмал, сахар, кондитерские товары; вкусовые товары; пищевые жиры; молочные товары; мясные товары; яичные товары; рыбные товары. В основе этой классификации лежит общность товаров по происхождению или по химическому составу, либо по особенностям производства и назначения.

К зерно-мучным товарам относят зерно и продукты переработки: муку, крупу, хлебобулочные и макаронные изделия. Для этой группы товаров характерно высокое содержание углеводов, прежде всего крахмала.

Плодоовощные товары включают свежие плоды, овощи и грибы, а также все продукты их переработки. Товары этой группы отличаются высокой биологической ценностью и низкой энергетической способностью, за исключением орехов.

В группу крахмалопродуктов, сахара и кондитерских изделий входят мед, патока, фруктово-ягодные изделия, шоколад, какао-порошок, карамель, конфеты и мучные кондитерские изделия. Они характеризуются высоким содержанием углеводов, за исключением какао-порошка, приятными вкусовыми и ароматическими свойствами.

В группу вкусовых товаров включают алкогольные, слабоалкогольные и безалкогольные напитки, чай, кофе, пряности, соль, пищевые кислоты, а также условно табак и табачные изделия. Для товаров этой группы характерны сильно выраженные вкус и аромат или содержание веществ, воздействующих на центральную нервную систему (спирт, кофеин, никотин).

К молочным товарам относят молоко и все продукты его переработки: творог, сливки, сметану, кисломолочные изделия, масло, сыры и др. Товары этой

группы отличаются высокой биологической ценностью, хорошей усвояемостью.

В группу п и щ е в ы х ж и р о в включают растительные масла, животные жиры, маргарин. Для них характерна высокая энергетическая способность, большое содержание жирорастворимых витаминов.

Группа м ы с н ы х т о в а р о в — это мясо различных животных, птицы и все продукты его переработки: колбасные изделия, мясокопчености, мясные консервы и др. Мясные товары служат источником полноценных белков (до 20 %) и жирорастворимых витаминов.

К я и ч н ы м т о в а р а м относят яйца и продукты их переработки. Они отличаются хорошей усвояемостью, высокой биологической ценностью.

В группу р ы б н ы х т о в а р о в входят рыба и все продукты ее переработки, а также нерыбное водное сырье (крабы, раки, водоросли, моллюски и др.). Товары этой группы содержат полноценные белки, жиры, витамины.

Учебную классификацию пищевых продуктов нельзя признать строго научно обоснованной, так как их группируют на основании многих признаков, но она удобна для учебных целей и наиболее приближена к торговой классификации товаров.

Согласно торговой классификации различают следующие группы продовольственных товаров: хлебобулочные, плодоовощные, кондитерские, винно-водочные, молочно-масляные, мясные, рыбные, яичные, пищевые жиры, табачные изделия. Кроме того, по принципу группировки в торговой сети продовольственные товары делят на б а к а л е й н ы е и г а с т р о н о м и ч е с к и е. Крупу, муку, дрожжи, макаронные изделия, сушеные плоды, грибы, крахмал, сахар, соль, чай, кофе, пряности и другие товары объединяют в группу бакалейных. К гастрономическим относят товары, готовые к употреблению: сыры, колбасы, мясо, копчености, консервы, алкогольные напитки, балычные изделия, молочные продукты и др.

В пределах товарных групп в зависимости от особенностей происхождения, производства и качества продовольственные товары подразделяют на виды, разновидности и сорта. Например, различают виды коровьего масла: сливочное, топленое. В зависимости от происхождения животные жиры подразделяют на разновидности: бараний, свиной, говяжий, костный.

Товарный сорт определяется уровнем качества товара в соответствии с требованиями стандарта. Например, в зависимости от качества пшеничная мука бывает высшего, 1-го и 2-го сортов, колбасные изделия — высшего, 1, 2 и 3-го сортов.

Под **ассортиментом** понимают набор видов или разновидностей товаров, объединенных по какому-либо признаку. Различают ассортимент производственный и торговый. **Производственный (промышленный) ассортимент** представляет номенклатуру изделий, выпускаемых определенной отраслью промышленности (консервная, молочная и др.) или отдельными предприятиями, входящими в данную отрасль. Под **торговым ассортиментом** понимают номенклатуру товаров, находящихся на предприятиях розничной или оптовой торговли. Например, ассортимент молочных товаров, хлебулочных изделий и т. д.

Для лучшего удовлетворения спроса населения в торговой сети имеется **ассортиментный минимум** — перечень видов или наименований товаров, обязательных для данного торгового предприятия. Он устанавливается министерством торговли союзной и автономной республик, управлениями торговли края, области, города с учетом объема товарооборота, контингента покупателей и других факторов.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В условиях социалистического планового хозяйства стандартизация является одним из средств осуществления технической и экономической политики и обеспечения ускоренного технического прогресса. Она позволяет регламентировать требования к качеству готовой продукции, наиболее эффективно решать проблемы специализации производства, рационального использования сырья, материалов, топлива и электроэнергии, обновления и расширения ассортимента. На современном этапе стандартизация является основой управления качеством продукции и характеризует уровень научно-технического прогресса.

Принципиально важное значение для развития стандартизации в нашей стране и более полного использования ее возможностей имеет постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 10 ноября 1970 г. «О повышении роли стандартов в улучшении качества выпускаемой

продукции». Это постановление предусматривает ряд крупных мероприятий по повышению значения стандартизации в решении коренных вопросов экономики — улучшения качества продукции.

В нашей стране создана и внедряется государственная система стандартизации. Основные положения Государственной системы стандартизации изложены в Государственном стандарте — ГОСТ 1.0—68, введенном в действие с 1 января 1970 г. Постановлением Госстандарта от 9 января 1975 г. № 1, утверждены изменения и дополнения к этому комплексу стандартов. Государственная система стандартизации представляет собой комплекс взаимосвязанных правил и положений, определяющих цели и задачи стандартизации, организацию и методику проведения работ по стандартизации, порядок планирования работ по стандартизации, порядок разработки, утверждения и внедрения стандартов, а также контроль за их внедрением и соблюдением.

Стандартизация в СССР

С первых дней установления Советской власти Советское правительство уделяло стандартизации большое внимание. Первым правительственным актом в области стандартизации явился декрет Совета Народных Комиссаров РСФСР «О введении международной метрической системы мер и весов», принятый 14 сентября 1918 г. Этот декрет заложил основы для всей последующей работы по стандартизации в стране.

В 1923 г. при Народном Комиссариате Рабоче-Крестьянской Инспекции было создано Временное бюро стандартизации. В его функции входила проверка состояния работ по стандартизации в стране и подготовка создания центрального органа по стандартизации.

В 1924 г. был организован Народный комиссариат внутренней торговли, которому было поручено разработать стандарты для внутреннего рынка. В том же году по инициативе Ф. Э. Дзержинского было создано Бюро промышленной стандартизации Главного экономического управления ВСНХ СССР. Одновременно было создано свыше 100 специализированных по отраслям комиссий по подготовке стандартов на выпускаемые промышленностью изделия. 15 сентября 1925 г. был создан Комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне (СТО),

что послужило началом планомерной и систематической работы по стандартизации во всех отраслях народного хозяйства СССР. С этого момента были введены общесоюзные стандарты (ОСТы), обязательные для всех предприятий и организаций, приравненные к государственным документам.

С 1930 г. Комитет по стандартизации был преобразован во Всесоюзный комитет по стандартизации (ВКС) при Совете Труда и Обороне. В ведение ВКС была передана Главная палата мер и весов.

В 1936 г. был упразднен Всесоюзный комитет по стандартизации. На Совет Народных Комиссаров было возложено утверждение только важнейших стандартов, прочие стали утверждаться наркоматами. Но такой порядок себя не оправдал, и в 1940 г. был вновь создан Всесоюзный комитет по стандартизации при Совете Народных Комиссаров СССР, на который возлагалось утверждение государственных стандартов — ГОСТов.

В 1948 г. Всесоюзный комитет по стандартизации вошел в состав Государственного комитета Совета Министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство (Гостехника СССР). В 1951 г. было организовано Управление по стандартизации при Совете Министров СССР. В 1954 г. при Совете Министров СССР был организован Комитет стандартов, мер и измерительных приборов, на который возлагалась вся работа по стандартизации, метрологии и измерительной технике в нашей стране.

В 1970 г. Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР был преобразован в Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, который с 1978 г. называется Государственным комитетом СССР по стандартам (Госстандарт).

В настоящее время в систему органов и служб стандартизации входят общесоюзный орган по стандартизации и его службы: службы стандартизации в отраслях народного хозяйства СССР и службы стандартизации в союзных республиках.

Общесоюзным органом стандартизации является Государственный комитет СССР по стандартам. Органами службы Госстандарта являются научно-исследовательские институты стандартизации, технической информации, метрологии, классификации и кодирования, уполномоченные Госстандарта, Издательство стандартов. Госстандарт осуществляет руководство головными и базовыми орга-

низациями по стандартизации, а также службами стандартизации и метрологии в министерствах и ведомствах, определяет перечень научно-исследовательских институтов, проектно-конструкторских организаций и предприятий, на которые возлагаются обязанности головных и базовых организаций по стандартизации.

Руководство службами стандартизации в отраслях народного хозяйства осуществляют соответствующие министерства и ведомства СССР. Они руководят стандартизацией через созданные ими органы и службы, отделы (управления), а также отделы, группы или выделенных работников по стандартизации в главных управлениях министерств (ведомств).

В союзных республиках службой стандартизации руководят Советы Министров союзных республик, уполномоченные Госстандарта при Советах Министров союзных республик и госпланы союзных республик. Работы по стандартизации в союзных республиках осуществляют республиканские лаборатории государственного надзора за стандартами и измерительной техникой Госстандарта, отдел стандартизации в госплане союзной республики, отделы стандартизации в союзно-республиканских и республиканских министерствах (ведомствах), республиканские базовые организации, научно-исследовательские и конструкторские отделы стандартизации.

Цель, задачи и принципы стандартизации

Определение терминов «стандартизация» и «стандарт» было принято Международной организацией по стандартизации (ИСО), в которой активно сотрудничает Советский Союз. Это определение положено в основу документа, определяющего Государственную систему стандартизации в СССР (ГОСТ 1.0—68).

«Стандартизация — это процесс установления и применения правил с целью упорядочения деятельности в данной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон и, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономии, с соблюдением функциональных условий и требований техники безопасности. Стандартизация основывается на объединенных достижениях науки, техники и практического опыта и определяет основу не только настоящего, но и будущего развития, должна осуществляться неразрывно с прогрессом».

Стандартизация проявляется в виде стандартов и других нормативных документов и эталонов.

Стандарт есть результат конкретной работы по стандартизации, выполненной на основе достижений науки, техники и практического опыта, принятый (утвержденный) компетентной организацией. Он может быть в виде документа, содержащего ряд требований (норм), подлежащих выполнению, в виде основной единицы или физической константы, например ампер, абсолютный нуль (шкала Кельвина), или в виде какого-либо предмета для физического сравнения, например метра (эталоны).

Основными целями стандартизации являются ускорение технического прогресса, повышение эффективности производства и производительности труда, улучшение качества продукции, совершенствование организации управления народным хозяйством, создание условий для широкого развития экспорта высококачественных товаров и др.

К основным задачам стандартизации относятся следующие: разработка нормативных требований к качеству готовой продукции, а также к качеству сырья, полуфабрикатов, используемых при ее изготовлении; разработка требований и норм в области проектирования и производства продукции, чтобы рационально сократить и одновременно улучшить ее ассортимент; создание единой системы показателей качества продукции, методов и средств ее испытания и контроля; обеспечение единства и правильности измерений в стране, разработка новых и совершенствование существующих эталонов единиц измерений; совершенствование систем терминологии и обозначений в различных отраслях науки и техники; участие в работе международных организаций по стандартизации, разработка международных рекомендаций и стандартов стран — членов СЭВ и др.

Практическая работа по стандартизации выполняется различными методами, выбор которых зависит от конкретных задач. Такими методами являются унификация, типизация и агрегатирование.

Унификация — один из наиболее распространенных и эффективных методов стандартизации. Она заключается в рациональном сокращении числа типов, видов и размеров изделий одинакового функционального назначения. Унификация направлена на уменьшение числа разновидностей изделий за счет их комбинирования, изменения конструкций. В пищевой промышленности в последние годы проводится унификация показателей, характеризующих пищевую ценность и вкусовые свой-

ства многих продовольственных товаров, таких, как кондитерские изделия, фруктовые и овощные консервы, виноградные вина, колбасные изделия и др.

Типизация заключается в разработке и установлении типовых конструктивных и технологических решений, которые содержат общие характеристики для ряда изделий или процессов. Типизация позволяет сократить затраты времени на проектирование и разработку изделий.

Агрегирование состоит в создании машин, механизмов и других изделий путем их компоновки (сборки) из ограниченного количества стандартных или унифицированных деталей. Этот метод позволяет использовать при производстве изделий унифицированные и освоенные в производстве детали и узлы.

Работы по стандартизации базируются на использовании ряда правил, которые называются принципами стандартизации. Главными принципами стандартизации являются следующие.

Примером осуществления принципа комплексной стандартизации является стандартизация овощных, фруктовых, мясных, молочных и рыбных консервов. В этом случае в стандартах и технических условиях введены повышенные требования к качеству исходного сырья, к качеству жести, лаков и эмалей для покрытия поверхностей банок с целью улучшения защитных свойств и внешнего оформления, к машинам и автоматам, обеспечивающим точность расфасовки, к приборам для определения основных показателей качества, к упаковочным материалам — картону, полимерным упаковкам и др. Комплексное осуществление стандартизации позволяет повысить качество продукции, поскольку на качество готового изделия в значительной степени влияют не только технология производства, но и сырье, упаковочные материалы, условия хранения и транспортирования.

Принцип многоступенчатости и многозвенности предполагает стабильность и конкретность объектов стандартизации на каждом уровне. Стандарты на разных уровнях (государственные, отраслевые, республиканские) взаимосвязаны и представляют собой как бы звенья одной цепи. Важное преимущество принципа многозвенности состоит в полном исключении параллелизма стандартов, так как государственные стандарты имеют свои объекты, а республиканские, отраслевые и заводские — свои.

На основе принципа общей и частной классификации продукции устанавливаются названия и свойства изделий, их условные обозначения и маркировки. В настоящее время во всех отраслях народного хозяйства нашей страны введена общегосударственная классификация промышленной и сельскохозяйственной продукции. Вся продукция народного хозяйства подразделяется на 98 классов, каждый класс — на 10 подклассов, каждый подкласс — на 10 групп, каждая группа — на 10 подгрупп, а каждая подгруппа — на 10 видов.

В соответствии с общегосударственной классификацией продукция пищевкусовой промышленности отнесена к 91 классу, рыбной, мясной, маслосыродельной, мукомольно-крупяной — к 92, продукция сельского хозяйства — к 97, продукция животноводства — к 98 классу.

Принято шестизначное цифровое обозначение продукции: первые два знака указывают класс изделия; подкласс, группа, подгруппа и вид обозначаются одним знаком. Так, кофе натуральный в зернах имеет обозначение 91 5811, а молотый — 91 5812. Эти шесть знаков образуют «Высшие классификационные группировки», которые характеризуют особенности той или иной продукции до вида включительно. Продукция в полной (ассортиментной) номенклатуре обозначается в пределах десяти знаков, в этом случае к серийно-порядковой части прибавляются четыре знака, обозначающие порядковый регистрационный номер или внутривидовую характеристику. Общегосударственная классификация продукции предназначается для обработки экономической информации в автоматизированных системах, для общегосударственного планирования, учета и управления народным хозяйством.

Принцип экономного использования материальных ресурсов заключается в стандартизации материалов, используемых при изготовлении тех или иных изделий, и способствует упорядочению материально-технического снабжения предприятий. Впервые такой принцип был широко применен в годы Великой Отечественной войны, когда перед стандартизацией стала задача максимально улучшить использование имевшихся материальных ресурсов. Если ранее стандарты предусматривали те или иные виды материалов, полуфабрикатов или изделий, а предприятия сами выбирали необходимые им сорта материалов и разновид-

ности полуфабрикатов, то в стандартах, созданных в годы войны, указывались конкретные области применения каждой разновидности многих видов материалов.

Принцип технологических требований заключаются в том, что стандартом регламентируется самый прогрессивный и эффективный способ изготовления изделий.

Категории и виды стандартов

Согласно действующей с 1970 г. Государственной системе стандартизации (ГОСТ 1.0—68) стандарты в СССР подразделяют на следующие категории: государственные, отраслевые, республиканские и стандарты предприятий.

Государственные стандарты (ГОСТ) являются обязательными для всех предприятий, организаций и учреждений союзного, республиканского и местного подчинения во всех отраслях народного хозяйства СССР и союзных республик. Утверждаются эти стандарты Госстандартом и Госстроем СССР. Особенно важные государственные стандарты (в соответствии с утвержденным Советом Министров СССР перечнем) утверждаются Советом Министров СССР.

Отраслевые стандарты (ОСТ) обязательны для всех предприятий и организаций данной отрасли, а также для предприятий и организаций других отраслей, применяющих или потребляющих продукцию этой отрасли. Они устанавливаются на сырье, полуфабрикаты, используемые в данной отрасли, а также на отдельные виды товаров народного потребления. Утверждаются отраслевые стандарты министерством (ведомством), являющимся ведущим в производстве данной продукции.

Республиканские стандарты (РТС) являются обязательными для всех предприятий и организаций республиканского и местного подчинения данной союзной республики независимо от их ведомственной подчиненности. Они утверждаются Советами Министров союзных республик или по их поручению госпланами союзных республик.

Стандарты предприятий (СТП) являются обязательными только для данного предприятия и утверждаются его руководством. СТП устанавливаются на технологические правила и нормы, полуфабрикаты и

инструменты, используемые в пределах данного предприятия. Готовая продукция не может служить объектом стандартизации на предприятии.

Стандарты всех категорий могут быть введены без ограничения срока их действия или на ограниченный срок.

В зависимости от содержания стандарты подразделяются на виды. Разработано 13 видов стандартов, из которых в товароведении продовольственных товаров распространены следующие.

Стандарты технических условий устанавливают всесторонние технические требования (физико-механические свойства, химический состав, органолептические показатели, требования технической эстетики и др.) к качеству продукции при ее изготовлении, поставке и использовании. Они также устанавливают правила приемки, методы исследования качества, требования к упаковке, маркировке, транспортированию и хранению товара. Этот вид стандартов является важнейшим.

Стандарты технических требований и нормы нормируют показатели качества, надежности продукции, ее внешний вид. Вместе с тем такие стандарты устанавливают гарантийные сроки хранения товаров.

Стандарты правил приемки предусматривают унифицированный порядок и правила приемки товаров народного потребления по количеству и качеству. В этих стандартах предусматривается единый порядок отбора проб, место и условия приемки, порядок внешнего осмотра, последовательность и описание операций приемки, документация, в которой оформляются результаты приемки, и др.

Стандарты методов испытаний устанавливают порядок отбора проб для испытания, а также унифицированные методы контроля качества продукции, основанные на достижениях современной науки и техники, на использовании новых приборов и аппаратов.

Стандарты правил маркировки, упаковки, транспортирования и хранения определяют правила маркировки и требования к упаковке, транспортированию и хранению продукции, которые обеспечивают сохранение свойств и качественных показателей товаров. В этих стандартах предусматриваются следующие разделы: «Маркировка»; «Упаковка»;

«Транспортирование и хранение». Маркировка должна информировать покупателя об основных характеристиках продукта. В разделе «Упаковка» предусматриваются наиболее рациональные, дешевые и надежные виды упаковочных средств, способы упаковки и т. д. В разделе «Транспортирование и хранение» указываются требования к выбору транспортных средств (платформы, крытые вагоны, рефрижераторы и т. д.), а также к условиям хранения продукции (температурный режим, способы укладки и т. д.).

Стандарты методов средств проверки мер и измерительных приборов устанавливают методы наиболее эффективного проведения проверок мер, приборов и контрольно-измерительной аппаратуры с указанием средств проверки, обеспечивающих требуемую точность и единство измерений в стране.

Государственным стандартом при утверждении присваивают обозначения, состоящие из индексов (ГОСТ, ОСТ, РСТ, СТП), регистрационного номера и двух последних цифр утверждения или пересмотра их. Например, государственный стандарт на ликеро-водочные изделия имеет обозначение ГОСТ 7190—71, где цифра 7190 означает регистрационный номер, а цифра 71 — год утверждения.

При утверждении отраслевых стандартов после индекса указывают условное цифровое обозначение министерства (ведомства), утвердившего ОСТ, регистрационный номер и год утверждения или пересмотра.

В обозначении республиканских стандартов (РСТ) после индекса указывается сокращенно название республики, например РСТ РСФСР.

Кроме стандартов государственных, республиканских, отраслевых и стандартов предприятий, на некоторые виды товаров народного потребления разрабатывают технические условия (ТУ). Их утверждают на продукцию, находящуюся в стадии освоения и выпускаемую малыми партиями, а также в тех случаях, когда возникает необходимость дополнения или повышения требований, установленных в стандартах. Они разрабатываются и вводятся в действие в более короткие сроки. Срок их действия ограничен. ТУ утверждаются министерствами (ведомствами), являющимися ведущими в производстве данного вида товара, Советами Министров автономных республик, исполнительными комитетами областных (кра-

евых), городских Советов народных депутатов, предприятиями, фирмами и другими организациями.

Порядок построения, оформления, изложения и регистрации технических условий на продукцию устанавливается специальными ГОСТами.

Техническим условиям присваивают обозначение, состоящее из индекса (ТУ) и названия организации, утвердившей их, регистрационного номера и двух последних цифр года утверждения.

Планирование работ по стандартизации

Работы по планированию стандартизации являются составной частью системы государственного планирования. Они позволяют осуществлять координацию деятельности всех организаций страны, занимающихся стандартизацией, обеспечивают максимальную эффективность и комплексность работ по стандартизации.

В основе разработки планов стандартизации лежат перспективные планы развития науки и техники на определенный период.

Планирование осуществляется путем составления перспективных (пятилетних) и текущих (годовых) планов работ по государственной, отраслевой и республиканской стандартизации, а также перспективных и текущих планов по стандартизации предприятий. Перспективные планы работ по стандартизации позволяют провести стандартизацию продукции на основе принципа комплексности.

Пятилетние планы по стандартизации разрабатываются Госстандартом, министерствами, союзными республиками и предприятиями в соответствии со специальными формами и методическими указаниями Госплана СССР. При их разработке учитываются научно-технические достижения и основные направления развития народного хозяйства в целом и данной отрасли в отдельности.

Общее методическое руководство при разработке всех планов стандартизации осуществляет Госстандарт. Он представляет сводный пятилетний план в Совет Министров СССР. После рассмотрения его включают в единый народнохозяйственный план.

Годовые планы работ по стандартизации составляются на основе пятилетнего плана.

Важнейшими задачами планирования являются повышение качества продукции, рост производительности

труда, обеспечение единства и правильности измерений в нашей стране, развитие работ по стандартизации в рамках СЭВ, создание благоприятных условий для развития внешней торговли и др.

Порядок разработки, утверждения и регистрации стандартов и технических условий

Создание стандартов — очень сложная научно-исследовательская работа, требующая высокой квалификации исполнителей и больших затрат времени. Для разработки каждого стандарта в нашей стране необходимо не менее двух лет. В целях ускорения работ по стандартизации, а также для анализа и контроля выполнения работ по созданию стандартов установлены шесть стадий разработки стандарта: 1) организация разработки и составление тематического задания; 2) разработка проекта стандарта (первая редакция) и рассылка его на отзыв; 3) обработка отзывов, разработка окончательной редакции проекта (второй и последующих); 4) подготовка, согласование и представление стандарта на утверждение; 5) рассмотрение проекта стандарта, его утверждение и регистрация; 6) издание стандарта, информация о нем и его распространение.

Проекты стандартов разрабатывают в соответствии с утвержденным планом. При этом изучают и анализируют все материалы по стандартизируемому объекту с учетом достижений науки и техники, а также имеющиеся отечественные и иностранные стандарты, патенты, авторские свидетельства и другую техническую документацию.

Подготовленные проекты стандартов рассылают на отзыв заинтересованным организациям. При наличии разногласий или замечаний по существу проекта стандарта организация, занимающаяся его разработкой, проводит совещание, на которое приглашаются представители всех заинтересованных организаций.

В случае необходимости проекты стандартов согласовываются с органами государственного надзора: Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Министерства здравоохранения СССР, Гортехнадзором и др.

Проект стандарта рассматривается и утверждается в порядке, предусмотренном ГОСТ 1.2—68 (государственные и отраслевые стандарты), ГОСТ 1.3—68 (республи-

канские стандарты), ГОСТ 1.4—68 (стандарты предприятий) и ГОСТ 2.115—70 (технические условия).

При утверждении проекта стандарта устанавливается срок его введения. После этого стандарт регистрируют и присваивают ему номер.

Изданием государственных стандартов и их распространением занимается Издательство стандартов. Информацию об утверждении, пересмотре или отмене стандартов можно получить в ежемесячном «Информационном указателе стандартов» или ежегодном указателе «Государственные стандарты СССР». Кроме того, издаются указатели ОСТов, РСТ и ТУ, а также указатели стандартов СЭВ и международных стандартов ИСО.

Государственные стандарты и технические условия должны обновляться каждые пять лет.

Внедрение стандартов проводится в сроки, установленные при их утверждении. Стандарт считается внедренным в том случае, если предусмотренные им нормы, требования и правила отражены в действующей технической документации и полностью применяются в производстве, а выпускаемая продукция полностью соответствует требованиям стандарта.

Надзор за внедрением и соблюдением стандартов и технических условий

Государственный надзор за внедрением и соблюдением стандартов и технических условий осуществляет Государственный комитет СССР по стандартам. Он следит за выполнением министерствами и ведомствами планов мероприятий по своевременной подготовке производства к выпуску продукции по новым стандартам, а также за состоянием и применением мер и измерительных приборов, за работой ведомственных служб стандартизации и метрологии.

Кроме Государственного комитета СССР по стандартам государственный надзор за стандартами и измерительной техникой осуществляют его научно-исследовательские институты, а также лаборатории государственного надзора. К участию в государственном надзоре могут быть привлечены государственные инспекции по качеству продукции, представители министерств и ведомств, выпускающих продукцию, а также научные работники и специалисты.

Основными задачами госнадзора являются обеспечение своевременного внедрения и соблюдения стандартов и технических условий, единства и требуемой точности измерений во всех звеньях производства и управления народного хозяйства, выявление нормативно-технической документации, не соответствующей требованиям народного хозяйства, населения, экспорта и обороны страны, принятие мер по повышению научно-технического уровня стандартов и технических условий.

Госстандарт имеет право запрещать поставку продукции, не соответствующей требованиям стандартов и технических условий, выпуск и обращение мер и измерительных приборов, не соответствующих установленным техническим условиям или не прошедших государственные испытания, а также изымать из обращения непригодные меры и измерительные приборы.

Ведомственный контроль за внедрением и соблюдением стандартов и технических условий на предприятиях и в научно-исследовательских институтах осуществляют соответствующие министерства (ведомства).

Руководители промышленных и торговых организаций несут дисциплинарную ответственность за несвоевременное внедрение стандартов и технических условий. За выпуск и реализацию недоброкачественной продукции, не соответствующей требованиям стандартов или технических условий, должностные лица промышленных и торговых предприятий могут быть привлечены к ответственности по гражданскому и уголовному кодексам.

Государственный надзор за качеством продукции осуществляют специальные государственные органы: Госторгинспекция РСФСР, Госсаннадзор и Госветсаннадзор.

Государственная инспекция по качеству товаров и торговле РСФСР (Госторгинспекция РСФСР) проводит проверки качества товаров непосредственно на промышленных предприятиях, базах, складах и в экспедициях на территории РСФСР вне зависимости от их ведомственной подчиненности с целью предотвращения отгрузки недоброкачественной продукции в торговую сеть. Госторгинспекция имеет право запрещать приемку, а также отгрузку промышленными предприятиями товаров, выработанных с нарушением действующих стандартов, технических условий, производственных рецептур, технологической инструкции, а также технической документации.

Государственный санитарный надзор (Госсаннадзор) осуществляется органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения СССР. Он контролирует соблюдение санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических правил и норм при производстве, хранении и транспортировке продуктов питания.

Госсаннадзор имеет право запрещать или приостанавливать эксплуатацию промышленных объектов, а также предприятий общественного питания и торговли в случае их неудовлетворительного санитарного состояния.

Контроль за качеством товаров животного происхождения осуществляет Государственная инспекция по ветеринарии Министерства сельского хозяйства СССР (Госветсаннадзор). Он проводит ветеринарно-санитарную экспертизу мяса, молока и других продуктов животноводства, осуществляет контроль за ветеринарно-санитарным состоянием на промышленных предприятиях, перерабатывающих сырье и продукты животноводства.

Международная стандартизация

Отличительной чертой современного международного сотрудничества является развитие многосторонних научно-технических и экономических связей, расширение международной торговли, более глубокое разделение труда на основе специализации и кооперирования. Именно поэтому во всем мире проявляется большой интерес к работе и опыту международных организаций, занимающихся стандартизацией. Этот интерес в значительной степени обусловлен тем, что на современном этапе развития многие экономические проблемы не могут быть решены изолированно, только на национальном уровне, поскольку одним из важнейших барьеров международной торговли является несоответствие требований национальных стандартов различных стран.

Международная стандартизация способствует устранению барьеров в международной торговле, создает предпосылки для научно-технического и экономического сотрудничества стран, способствует развитию мирового прогресса. В развитии международной стандартизации заинтересованы как крупные промышленно развитые страны, так и развивающиеся страны, недавно получившие по-

литическую независимость и создающие национальную экономику.

Международные рекомендации по стандартизации не являются обязательными для всех стран, однако соответствие продукции нормам международных стандартов определяет ее стоимость и конкурентоспособность на международном рынке.

Начало международной стандартизации было положено в 1904 г., когда была организована Международная электротехническая комиссия (МЭК), ставившая своей задачей стандартизацию продукции электропромышленности.

В 1926 г. в Праге была создана Международная федерация национальных ассоциаций по стандартизации (ИСА), в состав которой вошли 20 национальных организаций по стандартизации. В 1939 г. в связи с началом второй мировой войны ИСА прекратила свою деятельность.

В 1946 г. в Лондоне была создана новая Международная организация по стандартизации (ИСО). Цели и задачи этой организации — «... содействовать благоприятному развитию стандартизации во всем мире для того, чтобы облегчить международный обмен товарами и развивать взаимное сотрудничество в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности».

Эта организация издает рекомендации по стандартизации, устанавливает международные стандарты, информирует всех членов о проводимой работе и сотрудничает с другими международными организациями.

В состав ИСО входят Генеральная Ассамблея, Совет, комитеты Совета, технические комитеты, Генеральный секретариат во главе с Генеральным секретарем. Высшим органом ИСО является Генеральная Ассамблея. Официальными языками ИСО признаны русский, английский и французский. В настоящее время в ИСО входит 80 стран мира. Советский Союз является членом ИСО.

Среди постоянных комитетов ИСО наибольший интерес представляет Комитет по изучению научных принципов стандартизации (ИСО/СТАКО). Этот Комитет предложил определение понятий «стандартизация», «стандарт», «спецификация», «типизация», «унификация» и «специализация». По рекомендации СССР СТАКО занимается исследованиями экономической эффективности международной стандартизации и др.

Основная работа, направленная на решение проблем по стандартизации, выполняется техническими комитетами, подкомитетами и рабочими группами, специализирующимися по строго определенному профилю. Работой каждого технического комитета (подкомитета или рабочей группы) руководит одна из национальных организаций по стандартизации, она же и возглавляет секретариат данного технического комитета.

Советский Союз руководит работой 39 рабочих органов ИСО (7 технических комитетов, 24 подкомитета и 8 рабочих групп) и является активным членом 85 технических комитетов. Значение участия Советского Союза в работе ИСО очень велико. Оно расширяет кругозор советских специалистов и дает возможность критически оценивать состояние отдельных технических вопросов во многих странах мира, обеспечивает координацию стандартов СССР со стандартами стран, закупающих в СССР промышленную продукцию и оборудование.

ИСО поддерживает тесный контакт с другими международными организациями, разрабатывающими нормативную документацию или международные рекомендации по стандартизации. Наиболее тесные связи установлены с Международной электротехнической комиссией (МЭК), разрабатывающей рекомендации по стандартизации в области электротехники и электроники. Советский Союз вступил в члены МЭК в 1921 г. В 1963 г. МЭК присоединилась на автономных началах к ИСО и является в настоящее время самостоятельным электротехническим отделом.

К международным метрологическим организациям относятся Международная организация мер и весов (МОМВ) и Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ).

Основной задачей МОМВ является обеспечение единообразия и точности мер и весов, а также измерительных приборов в международном масштабе. Исполнительным органом МОМВ является Международный комитет мер и весов (МКМВ), а научным центром — Международное бюро мер и весов (МБМВ), расположенное в городе Севр (Франция); там же находятся все метрологические лаборатории. Это бюро занимается хранением и поддержанием международных эталонов различных единиц и проводит сравнение с ними национальных эталонов.

МОЗМ была создана в 1956 г. Основной задачей этой организации является разработка международных реко-

мендаций по методам практических измерений различных величин, составление правил испытания и поверки измерительных приборов, а также унификация технических требований к измерительным приборам. МОЗМ является также научно-техническим центром по обмену информацией о деятельности национальных организаций по надзору за измерительными приборами.

В 1957 г. была создана Европейская организация по контролю качества (ЕОКК), занимающаяся пропагандированием и распространением между странами опыта оценки качества продукции, методов контроля качества и др. ЕОКК руководит работой Международного центра качества (МЦК), открытого в 1965 г. Цели и задачи МЦК состоят в улучшении и усовершенствовании контроля качества и надежности продукции на основе обмена информацией и опыта работы между членами организации.

Стандартизация в органах Совета Экономической Взаимопомощи. Главная цель, стоящая перед Советом Экономической Взаимопомощи, заключается в планомерном развитии народного хозяйства стран — членов СЭВ, ускорении экономического и технического прогресса, повышении индустриализации стран с менее развитой промышленностью, непрерывном росте производительности труда и неуклонном подъеме благосостояния народов социалистического лагеря.

Основой экономического сотрудничества стран — членов СЭВ является международное социалистическое разделение труда, высшая форма которого — специализация и кооперирование производства — обеспечивает значительное повышение его производительности. На успех работ по специализации и кооперированию производства в значительной степени влияет уровень работ по международной стандартизации в рамках СЭВ.

Основными органами СЭВ в области стандартизации являются Постоянная комиссия по стандартизации и Институт СЭВ по стандартизации. Работа органов СЭВ по стандартизации ведется в области унификации национальных стандартов, типизации продукции и развития стандартизации в целях внедрения новой техники, дальнейшего повышения качества продукции и расширения международной торговли. Показатели стандартов СЭВ должны соответствовать лучшим мировым образцам и базироваться на достижениях тех стран СЭВ, которые имеют наиболее высокий уровень качества аналогичных видов продукции.

Органы СЭВ работают в тесном контакте с Международной организацией по стандартизации (ИСО), с международными метрологическими организациями: Международной организацией мер и весов (МОМВ) и Международной организацией по метрологии (МОЗМ). Кроме того, большинство стран — членов СЭВ входит в качестве членов в ИСО, они активно участвуют в работе технических комитетов и рабочих групп.

Деятельность по стандартизации в рамках СЭВ проходит в соответствии с Комплексной программой дальнейшего углубления и развития социалистической экономической интеграции стран — членов СЭВ, принятой в 1971 г. XXV сессией СЭВ. В Комплексной программе социалистической экономической интеграции сформулированы программные направления развития международной социалистической стандартизации, определены конкретные задачи по развитию комплексной стандартизации и предусмотрено введение нового нормативно-технического документа.

На XXV сессии СЭВ было утверждено Положение о стандарте СЭВ и принята конвенция о применении стандартов СЭВ. В соответствии с Положением стандарт СЭВ является основным нормативно-техническим документом по стандартизации в рамках СЭВ, предназначенным для обеспечения мероприятий по углублению и совершенствованию сотрудничества и развития социалистической экономической интеграции и технического прогресса каждой из стран — членов СЭВ.

Положением установлен порядок разработки и утверждения стандартов СЭВ. Стандарты СЭВ, утвержденные при участии СССР или к которым Советская сторона присоединилась после их утверждения в установленном СЭВ порядке, подлежат обязательному применению в Советском Союзе в качестве государственных стандартов без изменений и переоформлений.

Координацию всех работ в области стандартизации, проводимых по планам органов СЭВ в Советском Союзе, осуществляет Госстандарт. Сводный план работ Советской стороны Постоянной Комиссии СЭВ в области стандартизации после его рассмотрения Госстандартом включается в план работ по государственной стандартизации СССР в качестве самостоятельного раздела «Развитие социалистической экономической интеграции в области стандартизации и метрологии».

Глава девятая

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

ПОНЯТИЕ О СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Под управлением качеством следует понимать совокупность мероприятий, методов и средств, обеспечивающих и поддерживающих необходимый уровень качества продукции. В настоящее время в нашей стране разрабатываются и внедряются заводские (КС УКП), отраслевые (ОС УКП) и территориальные (городские, республиканские) комплексные системы управления качеством продукции. Основой управления качеством продукции является стандартизация.

Комплексная система управления качеством продукции (КС УКП) в пищевой промышленности начала разрабатываться в 1975 г. Она осуществляется на отдельных предприятиях и объединениях Министерства пищевой промышленности СССР, Министерства мясной и молочной промышленности СССР и в других органах управления пищевой и мясомолочной промышленности союзных республик.

Цель КС УКП состоит в создании высокого уровня качества продукции и обеспечении его достигнутого стабильного уровня при минимальных затратах. В пищевой промышленности эта цель может быть достигнута путем совершенствования ассортимента выпускаемой продукции и улучшения ее структуры (увеличения выпуска продуктов с повышенным содержанием белков, витаминов и других биологически ценных веществ, с более высокими вкусовыми качествами, продуктов диетического питания в удобной для потребителя фасовке), создания

новых видов продуктов, отвечающих требованиям лучших отечественных и зарубежных образцов, снятия с производства продукции, не пользующейся спросом, ускорения внедрения в производство новейших достижений науки, техники и передового опыта.

КС УКП базируется на стандартах предприятий (СТП), которые разрабатываются в соответствии с государственными и отраслевыми стандартами, учитывают специфические особенности предприятия и привязаны к конкретным условиям. Стандарты предприятий строго регламентируют проведение всех организационных, технических и экономических мероприятий по повышению качества продукции.

Комплексность системы проявляется и в том, что она позволяет управлять качеством на всех стадиях жизненного цикла продукции, т. е. на стадии разработки, производства, реализации и потребления.

На стадии разработки первостепенными задачами являются установление оптимального ассортимента продукции с учетом поступления сырья и спроса потребителя, освоение новых видов продукции, планирование качественных показателей для увеличения выпуска высшей категории качества.

На стадии производства обеспечивается изготовление продукции, соответствующей требованиям нормативно-технической документации, проводятся организационно-технические мероприятия по улучшению качества продукции, по предупреждению выпуска брака.

На стадии реализации КС УКП создаются необходимые условия для сохранения качества продукции и оценки ее качества.

На стадии потребления продукции осуществляются сбор и накопление информации о качестве продукции из торговых организаций, учет и анализ рекламаций по качеству.

Эффект от внедрения КС УКП на предприятиях определяется следующими показателями: увеличением удельного объема продукции высшей категории качества в общем объеме валовой продукции; увеличением объема новой продукции и продукции улучшенного качества; увеличением объема выпуска экспортной продукции; увеличением процента сдачи продукции с первого предъявления; снижением количества рекламаций, а также экономических санкций за выпуск недоброкачественной продукции.

Системы, разрабатываемые и внедряемые на каждом уровне управления пищевой промышленностью, в совокупности составляют отраслевую систему управления качеством продукции (ОС УКП). Эта система в свою очередь является одной из подсистем создаваемых в ряде республик республиканских систем управления качеством продукции (РС УКП) или республиканских отраслевых систем управления качеством продукции (РОС УКП).

Основным звеном ОС УКП является КС УКП. Работы по созданию, внедрению и развитию ОС УКП возглавляет Министерство пищевой промышленности СССР.

ОС УКП основывается на обобщенных функциях управления, обеспечивается выполнением тех же функций и преследует ту же цель, что и КС УКП, но в масштабах отрасли. ОС УКП носит комплексный характер; она обеспечивает взаимную увязку и единство научно-технических, экономических и социальных мероприятий, реализуемых в масштабе отрасли.

Функционирование ОС УКП обеспечивается комплексом отраслевых и республиканских стандартов, стандартов предприятий и других нормативно-технических документов (положений, инструкций и т. д.), которые устанавливают основные положения системы и регламентируют деятельность аппарата министерства, объединения или предприятия по управлению качеством продукции.

Территориальные (городские и республиканские) отраслевые системы управления качеством продукции активизируют и объединяют деятельность всех научно-исследовательских и проектно-конструкторских промышленных предприятий, находящихся на их территории, на улучшение качества продукции.

Внедрение отраслевых и территориальных систем управления качеством продукции создает прямые предпосылки для перехода к Единой системе государственного управления качеством продукции (ЕСГ УКП).

**ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И ПРИНЦИПЫ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ
ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ**

Единая система государственного управления качеством продукции — это совокупность мероприятий, методов и

средств, обеспечивающих скоординированные действия органов управления для достижения главной цели системы.

Главная цель ЕСГ У КП состоит в планомерном использовании научно-технических, производственных и социально-экономических возможностей для достижения постоянных высоких темпов улучшения качества всех видов продукции в интересах повышения эффективности общественного производства, наиболее полного удовлетворения потребностей населения, народного хозяйства, обороны страны и экспорта.

Основными задачами ЕСГ У КП являются: разработка и освоение производства широкого ассортимента новой продукции, отвечающей по своим показателям требованиям и достижениям научно-технического прогресса; увеличение выпуска продукции высшей категории качества; своевременное снятие с производства, модернизация или замена устаревшей продукции; планомерное повышение показателей качества выпускаемой продукции; сохранение качества готовой продукции в процессе доведения ее до потребителя; полное использование, поддержание и восстановление качества готовой продукции в процессе ее потребления.

Основными принципами функционирования ЕСГ У КП являются следующие:

1. ЕСГ У КП — органическая составная часть управления народным хозяйством СССР и союзных республик и распространяется на все сферы материального производства. На основании этого принципа осуществляется единство процесса управления количеством и качеством общественного производства.

2. ЕСГ У КП обеспечивает реализацию функций управления качеством на всех уровнях управления народным хозяйством СССР.

3. ЕСГ У КП обеспечивает управление на всех стадиях жизненного цикла продукции — при исследовании и проектировании, изготовлении, обращении и реализации, эксплуатации или потреблении.

4. ЕСГ У КП должна обеспечить единство и взаимосвязь технических, организационных, экономических, социальных и идеологических мероприятий по улучшению качества продукции.

Организационно-технической основой реализации принципов ЕСГ У КП являются система народнохозяйственного планирования и Государственная система стан-

дартизации. Система народнохозяйственного планирования определяет направления в повышении качества продукции в форме плановых заданий.

Управление качеством продукции в ЕСГ УКП осуществляется соответствующими органами на высшем уровне, межотраслевом и отраслевом уровнях и на уровне объединений и управлений.

На высшем уровне оно осуществляется Советом Министров СССР. На межотраслевом уровне — государственными комитетами СССР (Госпланом СССР, ГКНТ СССР, Госстандартом, Госснабом СССР), союзными министерствами межотраслевого значения (министерствами финансов, внешней торговли), Советами Министров союзных республик и другими государственными органами межотраслевого управления. На этом уровне решаются такие проблемы, как планирование качества продукции и объемы производства, развитие науки, стандартизация, капитальное строительство и др.

На отраслевом уровне управление осуществляется отраслевыми союзными, союзно-республиканскими министерствами и всесоюзными объединениями. В процессе создания отраслевых систем управления качеством продукции определяют основные направления повышения качества продукции в отрасли, разрабатывают отраслевые нормативно-технические документы по управлению качеством продукции, осуществляют общее руководство разработкой и внедрением систем в отрасли и др.

На уровне объединений и предприятий управление качеством осуществляют специальные службы объединения, предприятия. Они организуют изучение передового опыта управления качеством, анализируют состояние дел по качеству, разрабатывают комплексы стандартов предприятия, организуют функционирование системы, и планы их внедрения, осуществляют организационно-технические мероприятия по внедрению КС УКП, регулярно пересматривают и создают новые стандарты предприятий (СТП) и др.

ФУНКЦИИ КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

В комплексной системе управления качеством продукции выделяют 14 функций, каждая из которых определяет выполнение конкретных задач комплексной системы:

прогнозирование потребностей технического уровня и качества продукции;

планирование повышения качества выпускаемой продукции;

оценка уровня качества продукции;

разработка и постановка на производство новых видов продукции;

технологическая подготовка производства;

материально-техническое снабжение;

метрологическое обеспечение качества продукции;

подбор, расстановка, воспитание и обучение кадров;

обеспечение стабильного уровня качества продукции;

организация хранения, транспортирования и реализации продукции;

стимулирование качества продукции;

ведомственный контроль;

государственный надзор за внедрением и соблюдением стандартов, технических условий и состоянием средств измерения;

правовое обеспечение качества выпускаемой продукции.

Так, например, функции «Прогнозирование потребностей технического уровня и качества продукции» и «Планирование повышения качества продукции» осуществляются путем совершенствования ассортимента и отдельных показателей качества выпускаемой продукции, своевременного снятия с производства и замены продукции низкого качества, не пользующейся спросом, внедрения в производство новых видов продукции, уровень качества которых не ниже уровня качества лучших отечественных и зарубежных образцов.

Функция «Оценка уровня качества продукции» определяет выпуск изделий высших сортов и улучшенного качества в общем объеме производства.

Функция «Разработка и постановка на производство новых видов продукции» направлена на создание продукции высокого технического уровня и качества, соответствующей высшей категории, и освоение этой продукции в производстве.

Функция «Организация хранения, транспортирования и реализации продукции» заключается в создании условий для максимального сохранения качества продукции в процессе ее хранения, транспортирования и потребления.

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КС УКП НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Разработка и внедрение комплексной системы управления качеством продукции состоит из трех этапов: подготовка к разработке системы; разработка проекта системы; внедрение системы.

На подготовительном этапе создается координационно-рабочая группа, в которую входят ведущие специалисты предприятия и инженеры, знакомые с вопросами стандартизации. Руководители предприятия и ведущие специалисты знакомятся с основами стандартизации, вопросами организации управления качеством, содержанием функций управления качеством, порядком разработки и внедрения КС УКП, проводят анализ недостатков, мешающих стабильному выпуску продукции высокого качества. На основе проведенной работы они разрабатывают план организационно-технических мероприятий.

Следующим этапом разработки КС УКП является подготовка технического задания на КС УКП. Оно должно содержать следующие основные пункты: основание для разработки, цель разработки КС УКП, характеристику предприятия; содержание управления КС УКП, сроки разработки проекта КС УКП; стандарты предприятия КС УКП; организационно-технические мероприятия; основные нормативные и методические источники; перспективы продолжения работ по КС УКП.

После разработки и утверждения технического задания приступают к созданию технического проекта КС УКП, который включает: первую редакцию стандарта предприятия «Комплексная система управления качеством продукции. Основные положения»; комплект технических заданий на разработку стандартов предприятия по КС УКП; перечень средств обеспечения КС УКП (метрологическое обеспечение, экспериментальная база и т. д.); план мероприятий по повышению организационно-технического уровня предприятия; копию технического задания на КС УКП.

Технический проект служит основой для разработки рабочего проекта КС УКП. После составления рабочего проекта КС УКП приступают к заключительному этапу — внедрению комплексной системы на предприятии, т. е. внедрению всех стандартов предприятия, а также осуществлению организационно-технических мероприятий по

повышению технического уровня предприятия и улучшению качества продукции.

КС УҚП считается внедренной после приемки ее комиссией, в состав которой входят представители местного органа Госстандарта, вышестоящей организации и общественных организаций.

В настоящее время на всех предприятиях пищевой промышленности СССР внедрены и совершенствуются комплексные системы управления качеством продукции.

АТТЕСТАЦИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Одним из важнейших показателей эффективности комплексных систем управления качеством продукции является увеличение удельного веса изделий высокого качества в общем объеме валовой продукции.

К продукции высокого качества относят продукцию высших сортов, а также изделия, традиционно пользующиеся повышенным спросом потребителей. Перечень этих изделий ежегодно утверждается Министерством пищевой промышленности СССР и Министерством мясомолочной промышленности СССР после согласования с Министерством здравоохранения СССР, Министерством торговли СССР.

Оценку качества продукции высокого качества, выпускаемой предприятиями пищевой промышленности, проводят дегустационные комиссии объединения (предприятия), центральные дегустационные комиссии минпищепромов и других органов управления пищевой промышленностью союзных республик, центральные отраслевые дегустационные комиссии Минпищепрома СССР и Минмясомолпрома СССР (для предприятий союзного подчинения). Качество продукции оценивают в соответствии с требованиями стандартов и технических условий, а также согласно балльным оценкам, действующим в отраслях пищевой промышленности. Так, кондитерские изделия, отнесенные к продукции высокого качества, должны иметь не менее 27 баллов, причем внешнее оформление — не менее 4, вина виноградные марочные — не менее 9,2, вина виноградные ординарные — не менее 8,6.

За выпуск изделий высокого качества предприятие (объединение) поощряется материально.

Контроль за выполнением производственными объединениями (предприятиями) условий выпуска продукции высокого качества осуществляют Минпищепром СССР,

всесоюзные объединения, минпищепромы и другие органы управления пищевой промышленностью союзных республик, Госстандарт и Минторг СССР. Контролирующие организации имеют право: отбирать образцы изделий для анализов, знакомиться с технической документацией, результатами предыдущих проверок продукции, рекламациями и претензиями покупателей к ее качеству, условиями производства и хранения; получать от предприятий необходимую информацию о качестве и объемах производства продукции высокого качества; давать рекомендации по совершенствованию системы контроля и о мерах по повышению качества продукции; запрещать предприятиям выпуск продукции, не соответствующей требованиям стандартов (ТУ) и условий оценки качества, одновременно поставив об этом в известность вышестоящие организации; вносить предложения руководству всесоюзных объединений, минпищепромов и других органов управления пищевой промышленностью союзных республик о прекращении выпуска предприятием продукции высокого качества.

При нарушении условий оценки качества продукции или производства продукции высокого качества объединение (предприятие) лишается права выпуска этой группы изделий. Одновременно с этим объединение (предприятие) лишается права материального стимулирования за выпуск продукции высокого качества.

- А**
- Абсорбция 177
 Авитаминоз 109
 Автолиз 213
 Адаптация 186
 Адгезия 172
 Адсорбция 177
 Альбумины 88
 Аммиачные соединения 76
 Аминокислоты ациклические 82
 — заменяемые 93
 — незаменимые 93
 — циклические 82
 Аминотрансферазы. См. Трансферазы
 Антивитамины 113
 Антиоксиданты 69
 Арабиноза 46
 Аромат 187
 Ароматические комплексы 156
 Аскорбинген 127
 Аскорбиновая кислота 125
 Ассортиментный минимум 264
- Б**
- Балльная оценка 192—194
 Белки глобулярные 86
 — неполноценные 97
 — полноценные 97
 — простые 88
 — сложные 89
 — фибриллярные 86
 Биотин 135
 Бомбаж 235
 Брожение 214
- В**
- Вентиляция 225
 Виды стандартов 271—274
 Викасол 121
 Витамины водорастворимые 121
 — жирорастворимые 114
 Вкусность продукта 191
 Вкус и вкусовые ощущения 183
 Влажность относительная 178, 223
 — равновесная 26
 Вода свободная 23
 — связанная 23
 — тяжелая 20
 Воска 75
 Вязкость 171
 Вяление 249
- Г**
- Газовая среда 223
 Галактоза 50
- Гели 80
 Гемиллюлозы 59
 Гигроскопичность 25, 178
 Гидратация 79
 Гидрогенизация 66
 Гидролазы 149
 Гидролиз жиров 67
 Гипервитаминоз 110
 Гиповитаминоз 109
 Гистоны 88
 Гликоген 57
 Гликопротеиды 89
 Глобулины 88
 Глюкоза 49
 Глюкозилтрансферазы. См. Трансферазы
 Глотелины 69
 Гниение 216
 Градус кислотности 101
- Д**
- Дегидрогеназы. См. Оксидоредуктазы
 Дегустация 182, 191—192
 Денатурация 80
 Десорбция 177, 207
 Деформация 169
 Дыхание 211
- Ж**
- Железо 37
 Жирные кислоты 63
- З**
- Замораживание. См. Консервирование
 низкими температурами
 Запах 186
 Зольность 33
 Зрение и зрительные ощущения 189
- И**
- Изомеразы 150
 Инвертный сахар 51
 Инулин 57
- Й**
- Йод 38
 Йодное число 70
- К**
- Каллий 36
 Кальций 34
 Кальциферол 116
 Карбогидразы. См. Гидролазы
 Каталаза. См. Оксидоредуктазы
 Квалиметрия 179

Кефалия 73
 Кислотное число 70
 Кислотность 100—101
 Кислота адипиновая 106
 — бензойная 106
 — винная 104
 — лимонная 105
 — молочная 104
 — муравьиная 102
 — салициловая 107
 — сорбиновая 107
 — уксусная 103
 — фосфорная 107
 — щавелевая 105
 — яблочная 103
 — янтарная 105
 Классификация продовольственных то-
 варов 261—263
 Клетчатка 58
 Консервирование антибиотиками 255
 — асептиками 235
 — бурой и уротропином 255
 — высокими температурами 233
 — газами 256
 — ионизирующими излучениями 240
 — квашением 251
 — кислотами 253
 — копчением 257
 — маринованием 252
 — низкими температурами 236
 — нитратами и нитритами 255
 — обесшоживающими фильтрами 240
 — поваренной солью и сахаром 250
 — сухой 243
 — токами высокой частоты 241
 — ультразвуком 242
 — ультрафиолетовыми лучами 242
 — этиловым спиртом 252
 Копчение бездымное (жидкое) 259
 — горячее 258
 — холодное 259
 — электростатическое 259
 Крахмал 54
 Ксилроза 46

Л

Лактоза 52
 Лецитин 72
 Лиазы 150
 Лиазы (синтазы) 151
 Липоевая кислота 136
 Липопротенды 90
 Люминесцентный анализ. См. Методы
 оценки качества продуктов — физи-
 ческие

М

Магний 35
 Макроэлементы 32
 Мальтоза 51
 Марганец 42
 Масса единицы продукции 167
 — объемная (насыпная) 168
 Маслянокислое брожение. См. Бро-
 жение
 Медь 40
 Меланоидины 85, 210
 Методы оценки качества продуктов
 биохимические 201
 — — — микробиологические 202
 — — — органолептические 181—196
 — — — социологические 196
 — — — товароведно-технологиче-
 ские 202

— — — физико-химические 197
 — — — физиологические 202
 — — — физические 197
 — — — химические 201
 — — — экспертный 196
 Методы оценки уровня качества 202—
 204
 Микроэлементы 32
 Молочнокислое брожение. См. Бро-
 жение

Н

Натрий 36
 Нитраты 76
 Нитриты 77
 Никотиновая кислота 124
 Нормы естественной убыли 218
 Нуклеиновые кислоты 91
 Нуклеопротенды 90

О

Однородная партия 180
 Окисление жиров 67
 Оксидоредуктазы 146
 Олово 42
 Омыление 67
 Оптическая активность 176
 Оротовая кислота 136
 Осаливание 69
 Относительная влажность. См. Влаж-
 ность
 Охлаждение. См. Консервирование низ-
 кими температурами
 Ощущения осязательные (тактильные)
 190
 — слуховые 191

П

Пангамовая кислота 133
 Пантотеновая кислота 134
 Парааминобензойная кислота 134
 Пастеризация. См. Консервирование
 высокими температурами
 Пектиновые вещества 59
 Пептидазы. См. Гидролазы
 Пероксидаза. См. Оксидоредуктазы
 Пиридоксин 131
 Пластичность 170
 Плесневение 217
 Плоское скисание 236
 Плотность относительная 167, 197
 Повреждения продуктов насекомыми
 и грызунами 218
 Ползучесть 171
 Полифенолоксидаза. См. Оксидоредук-
 тазы
 Полиэтиленовые пленки. См. Тара
 Поляриметрия 197
 Порог ощущения вкуса 185
 — — запаха 189
 — — кислого вкуса 108
 — — сладкого вкуса 53
 — чувствительности 182
 Проламинны 88
 Прозрачность 176
 Протаминны 88
 Протенноиды 89
 Протопектин 60
 Прочность 169
 Потенциометрический метод 200

Р

Радиоактивные изотопы 43
 Радуризация. См. Консервирование

ионизирующими излучениями
Раскрошка 219
Распыл (раструска) 219
Рафиноза 53
Режим хранения 221
— — санитарный 226
Релаксация 170
Реологический метод 200
Ретинол 114
Ретроградация 208
Рефрактометрия 197
Рефракция света 176
Рибоза 47
Рибофлавин 123

С

Сахара 46
Сахароза 51
Сбалансированное питание 159
Свинца 41
Сенсорная чувствительность 182
Сера 38
Синерезис 80
Скважность 168
Содержание в продуктах белков 92
— — — витаминов 115, 118, 119, 121,
123, 124, 125, 128, 130, 132, 134, 135
— — — воды 22
— — — жиров 69
— — — кислот 102, 103, 104, 105,
106, 107
— — — минеральных элементов 33
— — — углеводов 49, 50, 51, 52,
53, 54, 57, 58, 59
Сорбция 207
Спектроскопия 199
Спектрофотометрия 197
Спиртовое брожение. См. Брожение
Средний образец 180
Средняя проба 180
Степень сладости 53
Стерилизация. См. Консервирование
высокими температурами
Стерины 73
Сульфитация 253
Сушка вакуумная 246
— в кипящем и виброкипящем слое 244
— во вспененном состоянии 248
— конвективная 248
— контактная 246
— радиационная 248
— распылительная 245
— сублимационная 246

Т

Тара деревянная 227
— из полимерных материалов 231
— картонная и бумажная 230
— металлическая 229
— стеклянная 228
— текстильная 228
Твердость 169

Текучесть 171
Теплоемкость 173
Теплопроводность 173
Тиамин 121
Тиксотропия 171
Товарный сорт 254
Токоферол 119
Трансферазы 148
Трегалоза 52

У

Уксуснокислое брожение. См. Брожение
Ультрамикроэлементы 32
Упругость 170
Уровень качества 179
Усушка 219
Утечка 219

Ф

Ферментные препараты 151—154
Ферменты — номенклатура и классификация 145
— свойства 141—145
— химическая природа 140
Филлохинон 120
Флавоноиды 130
Фолиевая кислота 132
Форма и размер 166
Фосфолипиды 71
Фосфопроteniды 89
Фосфотрансферазы. См. Трансферазы
Фотоколориметрия 198
Фотометрия 197
Фруктоза 50
Фтор 39

Х

Хлор 37
Холестерин 74
Холодная стерилизация. См. Консервирование ионизирующими излучениями
Хроматография 199
Хромопротеиды 90

Ц

Цвет продукта 175
Целлофан. См. Тара из полимерных материалов
Цианкобаламин 131
Цинк 40

Ч

Число омыления 70

Э

Эластичность 170
Энергетическая ценность 163—165
Эргостерол 116
Эстеразы. См. Гидролазы

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| Глава первая. Предмет и задачи товароведения (А. А. Колесник) | 3 |
| Основные факторы, определяющие качество пищевых продуктов | 5 |
| Связь товароведения с другими науками и научными дисциплинами | 8 |
| Краткий очерк истории развития товароведения | 10 |
| Глава вторая. Основные вещества пищевых продуктов (А. А. Колесник) | 16 |
| Вода | 18 |
| Минеральные элементы | 29 |
| Углеводы | 44 |
| Липиды | 60 |
| Азотистые вещества | 75 |
| Кислоты | 99 |
| Витамины | 109 |
| Витаминоподобные вещества | 136 |
| Ферменты | 137 |
| Ароматообразующие летучие вещества | 154 |
| Глава третья. Энергетическая ценность пищевых продуктов и сбалансированное питание (А. А. Колесник) | 158 |
| Глава четвертая. Физические свойства пищевых продуктов (Л. Г. Елизарова) | 166 |
| Форма, размер, плотность, скважистость | 166 |
| Структурно-механические свойства пищевых продуктов | 169 |
| Теплофизические свойства пищевых продуктов | 172 |
| Электрофизические свойства пищевых продуктов | 174 |
| Оптические свойства пищевых продуктов | 175 |
| Сорбционные свойства пищевых продуктов | 177 |
| Глава пятая. Методы исследования качества пищевых продуктов (Л. Г. Елизарова) | 179 |
| Средняя проба | 180 |
| Органолептический метод оценки качества пищевых продуктов | 181 |
| Лабораторные методы оценки качества пищевых продуктов | 196 |
| Методы оценки уровня качества пищевых продуктов | 203 |
| | 295 |

| | |
|---|-----|
| Глава шестая. Основы хранения пищевых продуктов (Л. Г. Елизарова) | 205 |
| Процессы, происходящие в пищевых продуктах при хранении | 206 |
| Вредители пищевых продуктов | 218 |
| Количественные потери пищевых продуктов | 218 |
| Режимы хранения пищевых продуктов | 221 |
| Тара и упаковочные материалы для пищевых продуктов | 226 |
| Глава седьмая. Консервирование пищевых продуктов (Л. Г. Елизарова) | 233 |
| Физические методы консервирования | 233 |
| Физико-химические методы консервирования | 243 |
| Биохимические методы консервирования | 251 |
| Химические методы консервирования | 252 |
| Комбинированные методы консервирования | 257 |
| Глава восьмая. Классификация и стандартизация пищевых продуктов (Л. Г. Елизарова) | 261 |
| Основы и виды классификации пищевых продуктов | 261 |
| Стандартизация пищевых продуктов | 264 |
| Глава девятая. Управление качеством пищевых продуктов (Л. Г. Елизарова) | 283 |
| Понятие о системах управления качеством продукции | 283 |
| Цель, задачи и принципы функционирования Единой системы государственного управления качеством продукции | 285 |
| Функции комплексных систем управления качеством продукции | 287 |
| Разработка и внедрение КС УКП на предприятиях | 289 |
| Аттестация пищевой продукции | 290 |
| Предметный указатель | 292 |

Арсений Адамович Колесник, Людмила Григорьевна Елизарова
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТОВАРОВЕДЕНИЯ
ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ

Зав. редакцией
В. М. КОВАЛЕВ

Редактор
В. Е. МИХАЛЕНКО

Мл. редактор
Ю. В. МАЛАШИНА

Художественный редактор
А. Н. МИХАЙЛОВ

Техн. редактор
Г. В. ПРИВЕЗЕНЦЕВА

Корректор
Г. М. ГАПЕНКОВА

Художник оформления
А. Р. КОСОЛАПОВ

ИБ 2191
Сдано в набор 24.01.85. Подписано к печати 10.07.85. А-01174. Формат 84×108^{1/32}. Бумага кн.-журн. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл.-печ. л. 15,54/15,54 усл. кр.-отт. Уч.-изд. л. 16,62. Тираж 30 000 экз. Зак. 21. Цена 85 к. Изд. № 5479.

Издательство «Экономика», 121864, Москва, Г-59, Бережковская наб., 6.

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгеньки Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.