

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий»

Факультет экономики и управления

В. В. Коршунова, Е. А. Кошелева, О. В. Лисиченок

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Учебное пособие



Новосибирск 2026

УДК 664(075)
ББК 36; я 73

Кафедра технологии пищевых производств

Авторы-составители:

В. В. Коршунова, канд. биол. наук, доцент;

Е. А. Кошелева, канд. техн. наук;

О. В. Лисиченок, канд. техн. наук, доцент

Е.В. Тарабанова, канд. биол.наук, доцент

Рецензент:

Ю. И. Коваль, канд. биол. наук

Коршунова, В. В

Научные основы производства продуктов питания : учебное пособие / авторы-составители В. В. Коршунова, Е. А. Кошелева, О. В. Лисиченок ; Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий, факультет экономики и управления. – Новосибирск : Издательский центр Университета биотехнологий «Золотой колос», 2026. – 77 с.

В учебном пособии представлены материалы для изучения теоретической части дисциплины «Научные основы производства продуктов питания». Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом факультета экономики и управления (протокол № 6 от 20 февраля 2026 г.).

УДК 664(075)
ББК 36; я 73

© Университет биотехнологий, 2026

ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии представлены научные аспекты производства продуктов питания. Оно предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 19.03.04 Технология продукции и организация общественного питания.

Предлагаемый курс имеет особую важность в связи с тем, что в настоящее время происходит широкая интеграция отдельных отраслей сельскохозяйственного производства и отраслей переработки сельскохозяйственного сырья. Недостаточно получить высокие урожаи и сохранить сырье, надо его рационально переработать, используя особенности состава, современные достижения в создании новых технологий и передового оборудования.

Слово «технология» объединяет два понятия: *techne* – *искусство, ремесло, техника* и «*logos*» – *учение, наука*. Таким образом, слово «технология» означает учение или наука о способах переработки материала.

Современная пищевая технология базируется практически на всех фундаментальных науках. Сложные процессы, происходящие при переработке сырья в продукты питания, основаны на законах физики, теплофизики, химии, биохимии, микробиологии, механики и других.

«Научные основы производства продуктов питания» – дисциплина, которая изучает химические, физико-химические, биохимические и микробиологические процессы, происходящие при производстве и хранении сырья и продуктов питания.

Учебное пособие содержит восемь глав. В первой и второй главах рассматриваются основные компоненты пищи, их роль в организме человека, а также сырье и виды производств.

В главах с третьей по шестую изучены научно-теоретические основы технологических процессов и пищевой промышленности. В них описаны химические, биохимические, микробиологические процессы, ответственные за превращения, происходящие в сырье при его переработке.

Седьмая глава знакомит обучающегося со способами и режимами хранения сырья, а также с методами консервирования как наиболее радикальным способом сохранения.

В восьмой главе представлена информация о пищевых и биологически активных добавках, их классификация и возможности использования в пищевой промышленности.

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПИТАНИИ

1.1 ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ

Важнейшим условием существования живых организмов является постоянный обмен веществ. Распадаясь в организме до простых составляющих, пища служит источником пластических и энергетических ресурсов, которые в процессе анаболизма (ассимиляции) расходуются организмом на восстановление и синтез собственных клеточных структур, процессы размножения клеток, различные процессы жизнедеятельности. В живом организме непрерывно идет процесс окислительного разрушения клеток и выведения продуктов распада из организма – катаболизм (от греч. *katabole* – *сбрасывание, разрушение*), диссимиляция. У взрослого человека эти процессы находятся в состоянии динамического равновесия, у молодого, растущего организма процессы ассимиляции преобладают над процессами диссимиляции.

Суточные энергозатраты организма складываются из расхода энергии на основной обмен; на выполнение физической работы; на прием пищи и ее переваривание; на поддержание постоянной температуры тела.

Энергия основного обмена – это часть суточной энергии, которая необходима организму для выполнения жизненно важных функций – дыхания, кровообращения, поддержания мышечного тонуса и т. д. В среднем расход энергии на основной обмен составляет 4,18 кДж (1 ккал/ч) на 1 кг массы тела. Расход энергии также зависит от пола и возраста человека.

Определяющим фактором при установлении энергозатрат человека является расход энергии, связанный с его мышечной деятельностью и профессиональными особенностями труда. В зависимости от интенсивности физического труда и характера трудовой деятельности все взрослое трудоспособное население делится на пять групп.

I группа – лица преимущественно умственного труда: руководители предприятий и организаций, инженерно-технические работники, педагоги, служащие, работающие сидя, медицинские работники (кроме врачей-хирургов, медсестер, санитарок), работники науки и т. д., а также люди, чья работа связана со значительным нервным напряжением, – работники пультов управления, диспетчеры и т. д.

II группа – люди, занятые легким физическим трудом: инженерно-технические работники, труд которых связан с некоторыми физическими усилиями, работники, обслуживающие автоматизированные линии, занятые в радиоэлектронной промышленности, швейники, агрономы, зоотехники, медсестры и санитары, продавцы магазинов и т. д.

III группа – работники среднего по тяжести труда: станочники, слесари, наладчики, настройщики, врачи-хирурги, химики, текстильщики, обувщики, водители различных видов транспорта, работники пищевой промышленности, коммунально-бытового обслуживания, общественного питания и т. д.

IV группа – работники тяжелого физического труда: строители и сельскохозяйственные рабочие, механизаторы, горнорабочие, занятые на поверхностных работах, работники нефтяной и газовой промышленности, металлурги и литейщики (кроме лиц, отнесенных к V группе), работники целлюлозно-бумажной промышленности и т. д.

V группа – люди, труд которых связан с особо тяжелым физическим напряжением: горнорабочие, занятые непосредственно на подземных работах, сталевары, рубщики и вальщики леса, каменщики, бетонщики и т.д.

Внутри каждой группы для мужчин и женщин выделяются возрастные категории: 18–29, 30–39 и 40–59 лет, так как энергозатраты этих возрастных категорий различаются. В северных районах в условиях холодного климата потребность в энергии возрастает на 10–15 %, причем удельный вес жиров в рационе питания должен составлять 35 % против 25 % в южных районах.

1.2 СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ПИЩИ

Белки – важнейшие, жизненно необходимые компоненты живого организма. Они составляют до 20 % массы человеческого тела и примерно 50 % сухой массы клеток. Главным условием существования любого живого организма является процесс самообновления белковых структур.

Функции, выполняемые в организме. Структурной единицей белков являются аминокислоты, которые в определенных комбинациях образуют до ста тысяч разновидностей белков, выполняющих в организме самые разнообразные функции. Одни белки входят в состав ядра, протоплазмы и клеточных мембран, выполняя пластические функции построения тканей живого организма, другие - в состав костей и хрящей, выполняя опорные функции. Белки входят в состав нуклеопротеидов, участвуя в процессах воспроизводства живой материи. Особая группа белков управляет химическими реакциями, протекающими в организме, обуславливая распад и синтез веществ, ускоряя или замедляя реакции. Каталитические функции присущи белкам-ферментам. Такие белки, как актин и миозин, обеспечивают сократительную функцию мышц. Белки выполняют также транспортную функцию, обеспечивая перенос к тканям и органам питательных веществ, кислорода воздуха, продуктов обмена веществ. Примером такого белка может служить гемоглобин крови. С белками связаны защитные функции нашего организма – белки иммунных тел предохраняют его от вторжения чужеродных белков.

Пищевая ценность. Пищевая ценность белков определяется двумя факторами: аминокислотным составом и усвояемостью организмом человека. Аминокислотный состав белков играет очень важную роль. Для создания собственных белков организм нуждается в полном наборе аминокислот, причем в таком сочетании и количестве, которое требуется для этого процесса. Всего в синтезе белков участвует 20 аминокислот, но 8 из них являются незаменимыми (эссенциальными), так как они не синтезируются в нашем организме и должны поступать с пищей. К ним относятся: метионин, лизин, триптофан, фенилаланин, лейцин,

изолейцин, треонин и валин. К незаменимым аминокислотам причисляют еще гистидин и аргинин, которые не синтезируются детским организмом.

Липиды – это смесь органических соединений, близких по физико-химическим свойствам. Липиды не растворяются в воде и хорошо растворяются в органических растворителях (бензине, бензоле и др.), содержат в молекулах длинноцепочечные углеводородные радикалы и сложноэфирные группировки. Широко распространены в природе, так как являются обязательным компонентом каждой клетки. Важнейшими представителями простых липидов являются ацилглицерины (глицериды) – сложные эфиры глицерина и высокомолекулярных карбоновых (жирных) кислот, которые называют маслами и жирами. При всем своем многообразии жиры отличаются друг от друга главным образом природой входящих в их состав жирных кислот и их положением. Жирные кислоты подразделяются на предельные (насыщенные) и непредельные (ненасыщенные).

Функции, выполняемые в организме. Жир входит в состав организма в двух формах: в виде запасного, или резервного, жира и в виде структурного, или протоплазматического. Запасной жир сосредоточен в подкожном слое и в сальниках. Он используется организмом для обновления структурного жира, как источник энергии, служит смазочным материалом, делая кожу эластичной и предотвращая ее высыхание. Располагаясь между внутренними органами, запасной жир предохраняет их от ударов и смещений. Подкожный жир предохраняет организм от переохлаждения. Структурный жир входит в состав протоплазмы клеток в виде сложных комплексов с белками (липопротеиновые комплексы), а в форме фосфолипидов (фосфатидов) – в состав клеточных и внеклеточных мембран всех тканей. Жиры растворяют витамины А, D, Е, К и способствуют их усвоению. Жиры, входящие в состав нервных клеток, обеспечивают передачу нервных импульсов, участвуют в образовании ряда гормонов. Структурный жир регулирует процессы обмена веществ в клетках. Его количество в организме постоянно и не зависит от упитанности организма, сохраняясь даже при длительном голодании.

Важные физиологические функции выполняют полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) – арахидоновая, линолевая и линоленовая. Они являются незаменимыми факторами питания, комплекс полиненасыщенных жирных кислот рассматривают как фактор F, биологическое значение которого приравнивается к витаминам (его часто называют витамином F). Арахидоновая кислота синтезируется в организме из линолевой кислоты при достаточном поступлении в организм витамина В. ПНЖК влияют на обмен холестерина, стимулируя его выведение из организма; оказывают нормализующее действие на стенки кровеносных сосудов, повышая их эластичность; участвуют в обмене некоторых витаминов (тиамина и пиридоксина); повышают устойчивость организма к инфекционным заболеваниям и действию радиации и др. ПНЖК необходимы для образования клеточных гормонов – простагландинов. При их недостатке нарушается структура оболочек клеток, наблюдается воспаление кожных покровов.

Пищевая ценность. Определяется составом и усвояемостью жиров. Важную роль играет наличие в жире полиненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов, стерина и жирорастворимых витаминов, выполняющих в организме разнообразные функции. По биологической активности и содержанию ПНЖК жиры делят на три группы.

К **первой группе** относят растительные масла с высоким содержанием ПНЖК (50–80 %): подсолнечное, соевое, кукурузное, хлопковое и др.

Ко **второй группе** – жиры средней биологической активности, ПНЖК – 15–22 %: масло оливковое, сало свиное, жир куриный и др.

К **третьей группе** – жиры с содержанием ПНЖК 5–6 %: бараний, говяжий, молочный и др. Потребность организма в ПНЖК для взрослых людей составляет 5–10 г/сут, что соответствует потреблению 20–30 г растительных масел.

Углеводы. В состав пищевых продуктов входят три группы **углеводов**: моносахариды (глюкоза, галактоза и фруктоза), олигосахариды (дисахариды, трисахариды), полисахариды (крахмал, гликоген, клетчатка, пектиновые вещества).

Функции, выполняемые в организме человека. Углеводы играют очень важную роль в питании человека. Они являются наиболее дешевым и количественно преобладающим источником энергии. Углеводы и их производные входят в состав различных тканей и жидкостей организма, выполняя пластические функции, оказывают тонизирующее действие на центральную нервную систему. Некоторые углеводы и их производные выполняют в организме защитные функции. Так, гепарин предотвращает свертывание крови и образование тромбов, гиалуроновая кислота препятствует проникновению бактерий через оболочку клетки и т. д. С помощью углеводов из организма выводятся некоторые токсические вещества. Например, клетчатка стимулирует работу кишечника, способствует выведению из организма холестерина, солей тяжелых металлов и других вредных веществ, нормализует состав микрофлоры кишечника, препятствует всасыванию ядовитых веществ. Пектиновые вещества способствуют быстрому заживлению ран, выводят вредные вещества из организма, ускоряют процесс свертываемости крови, обезвреживают некоторые болезнетворные микроорганизмы. Высокая сладость фруктозы позволяет использовать ее в рационах питания ограниченной калорийности, а также для больных диабетом, так как ее обмен в организме происходит с участием ферментов, активность которых не зависит от наличия инсулина. Промежуточные продукты окисления углеводов служат исходными веществами для синтеза различных органических соединений. Углеводы также являются составными частями многих соединений, которые активно участвуют в превращениях веществ в организме. Углеводы выполняют разнообразные регуляторные функции. Так, они препятствуют накоплению кетонных тел при окислении жиров. Поэтому при нарушении углеводного обмена, который наблюдается при сахарном диабете, развивается ацидоз.

Пищевая ценность. Зависит от качества потребляемых углеводов. Энергетическая ценность 1 г углеводов составляет 16,72 кДж (4 ккал). Углеводы – это основной энергетический материал, их роль особенно возрастает при интенсивной физической нагрузке.

Витамины входят в группу органических веществ, разнообразных по строению, с разными физико-химическими свойствами, но одинаковых по признаку их абсолютной необходимости для нормальной жизнедеятельности любого организма и выполняющих каталитические функции.

Потребность организма в витаминах по сравнению с другими пищевыми веществами ничтожно мала и выражается либо целыми миллиграммами, либо десятными и сотыми долями миллиграмма. Однако если с пищей не поступает какой-либо витамин или несколько витаминов, возникают нарушения обмена веществ, которые могут привести к очень тяжелым последствиям и даже смерти. Заболевание такого рода носит название авитаминоз. По признаку растворимости все витамины делят на две группы: водорастворимые и жирорастворимые.

Микро- и макроэлементы. В состав организма человека входит более 60 различных химических элементов. Роль многих из них еще недостаточно изучена. В зависимости от содержания того или другого элемента в клетках и органах их подразделяют на макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Макроэлементы присутствуют в организме в количествах, измеряемых целыми процентами или десятными долями процента. К макроэлементам относятся калий, кальций, натрий, фосфор, сера, магний и др. Микроэлементы (железо, медь, цинк, йод, фтор и др.) входят в состав организма в количествах, измеряемых миллиграмм-процентами. Ультрамикроэлементы содержатся в организме человека в еще меньших количествах, а некоторые – в виде следов. К ним можно отнести хром, молибден, серебро, золото, ванадий и др.

Минеральные вещества выполняют в живом организме весьма многообразные и очень важные функции: входят в состав протоплазмы клетки, придавая ей свойства живой материи; выполняют пластические функции построения костной и зубной тканей; металлы входят в активные группы ферментов, обеспечивая протекание ряда биохимических процессов в организме; нейтрализуют кислоты, образующиеся в организме в процессе обмена веществ; необходимы для нормальной работы ряда систем организма – нервной, мышечной и др.; обеспечивают работу желез внутренней секреции – щитовидной, поджелудочной и др.; участвуют в передаче нервных импульсов; обеспечивают процесс свертывания крови и др. Поэтому длительное нарушение обмена минеральных веществ вследствие их недостаточного поступления с пищей приводит к тяжелым заболеваниям организма, таким, как железодефицитная анемия, эндемический зоб, кариес зубов и др.

Контрольные вопросы

1. Что входит в понятие «здоровое питание»?
2. Какие документы лежат в основе формирования деятельности государства по реализации политики в области здорового питания?

3. Какова роль белков в организме человека?
4. Какие функции выполняют жиры в организме человека?
5. Какие функции выполняют основные водорастворимые витамины?
6. Какую роль играют жирорастворимые витамины в жизнедеятельности человека?
7. Какую роль играют минеральные вещества в жизнедеятельности человека?
8. Какова роль воды в организме?

Глава 2. СЫРЬЕ. КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

2.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Существует многообразие продуктов, производимых на предприятиях пищевых отраслей промышленности, соответственно существует многообразие пищевых производств, направленных на превращение растительного сырья в нужные человеку пищевые продукты или полуфабрикаты, из которых будут произведены пищевые продукты.

Для упрощения изучения многообразия производственных процессов их можно разбить на четыре группы:

1. Бродильные производства (производства пищевой биотехнологии), в которых при проведении основных технологических процессов используются микроорганизмы, например производство хлебопекарных дрожжей, хлеба, спирта, пива, виноградного вина, слабоалкогольных продуктов, лимонной и молочной кислот и т. д. Отличительной особенностью этой группы производств является то, что микроорганизмы, ассимилируя углеводы из их водных растворов и кислород, обеспечивают себя веществами для дыхания, энергией синтеза материалов для строения клеток при их размножении, синтеза целевого продукта. При этом дыхание может происходить как с участием кислорода воздуха – аэробное дыхание, так и без участия кислорода воздуха – анаэробное дыхание.

2. Физико-химические производства, в которых используются физические способы извлечения продукта из сырья и химические методы их дальнейшей переработки, например, производство сахара, растительных масел, крахмала, некоторых кондитерских изделий и т. д.;

3. Механико-теплофизические производства, в основе которых лежат механические и теплофизические процессы, например смешение, разделение, сепарирование, измельчение, обработка давлением (выпрессовывание, вальцевание, штамповка и др.), тепловое кондиционирование, выпечка, сушка, обжарка, стерилизация и т.д. К этой группе относится обширная группа пищевых производств: мукомольно-крупяное, макаронное, кондитерское и др.;

4. Химические производства, в основе технологических процессов которых находятся химические реакции, например, получение патоки и пищевой глюкозы путем гидролиза крахмала с применением неорганических и биологических катализаторов, производство саломасов (твердых жиров) из жидких растительных масел с применением каталитического гидрирования (насыщения водородом двойных и тройных связей атомов углерода в молекулах жирных кислот), получение синтетического этилового спирта путем гидратации природного газа этилена и т. п.

По степени (или глубине) переработки исходного сырья пищевые производства объединяются в две группы:

– **предприятия с первичной переработкой** – предприятия, осуществляющие начальную (первичную) переработку сельскохозяйственного сырья: сахаро-свекловичное, картофельно-крахмальное, спиртовое, ското- и птицеперерабатывающая и другие;

– **предприятия с вторичной переработкой** – предприятия осуществляющие дальнейшую, более глубокую переработку продукции, полученной после первичной переработки; к ним относятся такие предприятия, как ликеро-водочные (перерабатывают спирт), кондитерские (используют сахар, муку и др.), колбасные (перерабатывают мясо, сало), хлебомакаронные производства (мука, крупа).

2.2 КЛАССИФИКАЦИЯ СЫРЬЯ

Характерной особенностью пищевых продуктов как объектов производства является высокая степень зависимости их качества от качества исходного сырья. Да и удельный вес стоимости сырья в себестоимости готовой продукции достигает 60–80 %. Поэтому в пищевых производствах сырью уделяется большое внимание.

Все виды продовольственного сырья можно разделить на две группы:

- **неорганическое,**
- **органическое.**

Неорганическое сырье менее распространено. К этой группе относятся: соль поваренная, пищевая сода, сернистая кислота и ее ангидрид, некоторые минеральные соли, сульфиты, фосфаты, минеральные красители.

Подавляющее большинство видов продовольственного сырья представляет собой природные или искусственные смеси органических соединений. Органическое сырье по происхождению делится на **натуральное, модифицированное и искусственное**. К натуральному относят природное сырье растительного, животного или микробного происхождения, которое не подвергалось промышленной переработке (например, свежие плоды, овощи, сырое мясо и т. п.) или прошедшее первичную переработку (мука, масло, сахар, соленые полуфабрикаты). Модифицированным считается природное сырье, которое подверглось значительной переработке, приведшей к изменению состава, структуры, свойств (белковые гидролизаты, растворимые и окисленные крахмалы, целлюлоза микрокристаллическая, маргарин). Искусственным является органическое сырье, получаемое химическим синтезом (синтетические витамины, ароматизаторы, красители, подсластители, химические консерванты и антиокислители и др.). Органическое сырье в зависимости от содержания определенных компонентов классифицируют на углеводсодержащее, белковое, жировое, эфиромасличное, витаминное и другое.

По количеству полезных компонентов сырье разделяют на простое (однокомпонентное) и сложное (многокомпонентное).

Примерами простого сырья может быть соль поваренная, сахар, спирт этиловый, уксус, масло и животные жиры и др. Однако большинство видов природного органического сырья – это примеси многих компонентов (зерно, плоды и овощи, мясо, молоко, рыба и др.).

В зависимости от содержания сырья в готовом продукте его разделяют на **основное** и **вспомогательное**. Например, для икры кабачковой основным сырьем являются кабачки, а вспомогательным – масло, томатопродукты, специи, соль поваренная и другое.

Наибольшую ценность для производства пищевых продуктов имеет натуральное сырье растительного и животного происхождения. Преимущественное использование из растительного сырья имеют плоды, ягоды и овощи, зерно, масличные, а из животного – мясо домашних животных и птицы, рыба и мясо морских млекопитающих, молоко, яйца, животные жиры.

Эти виды сырья заметно различаются по своему составу, пищевой и биологической ценности. Лучшим считается животное сырье. Оно по своему химическому составу более приближено к потребностям человеческого организма, лучше усваивается, имеет отличные вкусовые и ароматические качества. Но ресурсы этого сырья ограничены, оно имеет высокую стоимость. Переработка его составляет определенные технические трудности, так как сырье быстро портится.

Растительное сырье менее ценно, потому что его состав существенно отличается от состава организма человека, оно в меньшей степени удовлетворяет потребности человека, хуже усваивается, но в отличие от животного оно дешевле, его ресурсы более доступны и разнообразны, хранение и переработка его имеет меньше технических сложностей.

2.3 ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ. СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ

Зерно – важнейший продукт сельского хозяйства. Оно служит основным источником питания человека, кормовой базой продуктивного животноводства и сырьем для технического производства.

По химическому составу все зерновые культуры делят на **три группы**.

К первой группе относится зерно, богатое крахмалом. Эта группа представлена хлебными (пшеница, рожь, ячмень, овес) и ложными (кукуруза, рис, просо и злаки из семейства гречишных) злаками.

Во вторую группу входят культуры, богатые белком. К этой группе относится семейство бобовых.

Третья группа объединяет масличные культуры, семена которых богаты жиром.

Пшеница. В России возделывают в основном два вида пшениц – мягкие и твердые, причем предпочтение отдают мягким, на их долю приходится более 90 % посевов и сборов. По срокам посева пшеница может быть яровой и озимой. Распространены как яровая, так и озимая мягкая пшеница.

Из всех злаковых культур пшеница отличается наиболее высоким содержанием белка (9,2–26,8 %), однако он неполноценен из-за дефицита в нем лизина и метионина. Содержание белка в яровой пшенице выше, соответственно, доля крахмала ниже, чем в озимой. Существует закономерность в накоплении зерном пшеницы белковых веществ: количество белка возрастает

по мере продвижения этой культуры с запада на восток и с севера на юг. Твердые пшеницы характеризуются большим содержанием белка, сахара, минеральных веществ и каротиноидов, чем мягкие.

Рожь. Рожь – вторая по значению зерновая культура после пшеницы. Используется в основном озимая культура. Она обладает ценными качествами: нетребовательна к почвенно-климатическим условиям, отличается скороспелостью, высокой урожайностью и зимостойкостью.

По сравнению с пшеницей рожь содержит меньше белка (в среднем 9–20 %), однако по химическому составу белки ржи более полноценны. Более полезна рожь и по минеральному составу: содержание калия, магния и кальция в ней больше, чем в пшенице. По свойствам белковых веществ и крахмала эти культуры существенно отличаются друг от друга. Белки ржи способны к неограниченному набуханию, при обычных условиях они не образуют клейковину. Эти вещества оказывают влияние на свойства теста и хлеба из ржаной муки: тесто и мякиш такого хлеба более липкие, мякиш хлеба более влажный, чем у пшеничного.

Рожь используется для получения муки и солода.

Ячмень. В России ячмень занимает второе место по объему производства зерна после пшеницы. Различают озимые и яровые сорта ячменя. Однако в основном выращивают яровые сорта, отличающиеся коротким вегетационным периодом (70 дней). Зерно ячменя пленчатое, на долю пленок приходится 9-14 % массы зерна. По содержанию белка (7–25 %) и сахаров ячмень занимает промежуточное положение между пшеницей и рожью. Белки ячменя хотя и не много, но более полноценны, чем белки пшеницы.

Ячмень используют для получения муки, крупы, пива, солода, спирта, солодовых экстрактов и ячменного кофе

Овес. Эта культура продовольственная и фуражная. Овес отличается скороспелостью, его зерно узкое и длинное, пленчатое, белого или желтого цвета, имеет опушение, покрывающее всю его поверхность. Цветочные пленки толстые. В состав овса входят клетчатка, пентозаны и минеральные вещества (25–43 % массы зерна). Эндосперм овса белого цвета, мучнистый, содержит много клетчатки. Очень мелкие крахмальные зерна овса соединены в более крупные образования. Содержание крахмала в зерне невелико (25–40 %), Белок овса наиболее полноценный из всех злаковых, особенно по содержанию лизина. Овес отличается высоким содержанием минеральных веществ, которые представлены в основном соединениями фосфора и жира (до 10 %). Высокое содержание жира в этой культуре ухудшает стойкость продуктов его переработки при хранении. В состав овса входят гумми – растворимые в воде углеводы, образующие вязкие растворы. Они влияют на свойства овсяной крупы. Овес используется для производства солода, различных видов крупы, толокна, диетических продуктов и продуктов детского питания. Овсяная мука употребляется также для приготовления киселей и печенья.

Свойства зерновой массы

В качестве объекта хранения и переработки рассматривают не просто зерно, а **зерновую массу**.

Любая зерновая масса состоит из зерна основной культуры, примесей, микроорганизмов, вредителей и воздуха в межзерновом пространстве. Зерновую массу рассматривают как физическое тело, обладающее определенными физическими свойствами, которые играют важную роль при транспортировании, обработке и хранении зерна.

Сыпучесть. Благодаря сыпучести зерновую массу можно легко перемещать механическим и пневмотранспортом, а также самотеком, заполнять емкость любой конфигурации и свободно выгружать. Сыпучесть связана с неоднородностью зерна. С увеличением влажности зерновой массы и засоренности ее легкими примесями сыпучесть снижается. Сыпучесть проявляется при самосортировании зерна. При перевозках, передвижении зерна по транспортерам, при хранении в силосах в результате толчков нарушается однородность зерновой массы: легкие фракции оказываются на поверхности зерна, а тяжелые – внизу.

Скважистость. Характеризуется наличием в зерновой массе межзерновых скважин, заполненных воздухом. Благодаря скважистости зерновую массу можно продувать воздухом, что способствует понижению температуры и влажности, обновлению состава воздуха межзернового пространства, ликвидации процесса самосогревания, а также это свойство позволяет обрабатывать ее парами различных отравляющих веществ для дезинсекции с целью уничтожения вредителей хлебных запасов.

Аэродинамические свойства. Каждая частица зерновой массы имеет свою скорость витания, под которой понимается такая скорость воздушного потока, при которой частица удерживается во взвешенном состоянии. На скорость витания влияет плотность отдельных составляющих зерновой массы. Способность частицы сопротивляться воздушному потоку называется парусностью. Разница в скоростях витания основной культуры и легких примесей позволяет использовать воздушный поток для очистки зерна от примесей.

Сорбционные свойства. Зерно обладает способностью поглощать (сорбировать) пары различных веществ и газов из окружающей среды. Сорбционные свойства связаны со скважистостью зерновой массы и капиллярно-пористой коллоидной структурой зерна, т. е. с наличием в зерне макро- и микрокапилляров, увеличивающих его активную поверхность. Эти свойства играют важную роль в процессах влагообмена зерна с окружающей средой, а также при его перевозках и хранении, поэтому хранилища и транспортирующие средства не должны иметь посторонних запахов.

Теплофизические свойства. Зерновая масса характеризуется низкой **теплопроводностью** и **теплоемкостью**, что связано с ее органическим составом и наличием воздуха в межзерновом пространстве, который является плохим проводником теплоты. С точки зрения сохранности зерновых масс, эти свойства имеют как положительное (охлажденное зимой зерно длительное время остается холодным), так и отрицательное (в результате микробиологических процессов и

дыхания самого зерна теплота не выделяется в окружающую среду, в результате чего могут возникнуть очаги самосогревания) значение.

Зерновая масса отличается **термовлагопроводностью**, т. е. способностью к перемещению влаги за счет градиента температур, при этом на отдельных участках может появиться конденсационная влага. Это явление иногда достигает таких размеров, что может привести к набуханию и даже прорастанию зерна.

2.4 ПЛОДООВОЩНОЕ СЫРЬЕ. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ

Фрукты и овощи – скоропортящиеся продукты, они не могут сохраняться в свежем виде длительное время без применения тех или иных методов консервирования.

Консервирование как метод сохранения продуктов от порчи известно с давних пор. Консервы в современном понятии (продукты, укупоренные в герметическую тару) появились в начале XIX века. Для консервирования используют различные виды овощей и плодов, которые в силу их ботанических особенностей классифицируют следующим образом.

Фрукты в зависимости от их строения подразделяют на **четыре группы: семечковые** (яблоки, груши, айва, рябина и др.), **косточковые** (абрикосы, персики, вишня, черешня, слива, кизил), **ягоды** (виноград, смородина, крыжовник, клюква, брусника, малина, клубника, земляника, инжир и др.), **субтропические и тропические плоды** (цитрусовые, ананасы, бананы, манго, финики, хурма и др.).

Различают **плодовую группу** овощей, у которых в пищу используются плоды и семена, и **вегетативную группу**, съедобной частью которых служат корни, клубни, стебли или листья. Каждая из групп подразделяется на подгруппы.

К плодовой группе относятся: томатные – томаты, баклажаны, овощной перец; бобовые – горох, фасоль, бобы; тыквенные – огурцы, кабачки, патиссоны, тыква; а также бахчевые – арбузы и дыни; зерновые – кукуруза.

К вегетативной группе относятся: клубнеплоды – картофель, земляная груша, батат; корнеплоды – морковь, свекла, петрушка, пастернак, сельдерей, хрен; капустные – капуста белокочанная, цветная, брюссельская; шпинатные – шпинат, щавель; салатные – всевозможные виды салатов; луковичные – лук, чеснок; пряные листовые – укроп, базилик, майоран, чабер, эстрагон; и десертные – спаржа и артишоки.

Различают физиологическую, потребительскую и техническую стадии зрелости плодов и овощей. Физиологическая стадия характеризуется появлением в плодах семян, в потребительской стадии зрелости они уже готовы к употреблению в свежем виде, в технической – обладают наилучшими качествами для консервирования. Некоторые плоды и овощи (огурцы, зеленый горошек и др.) консервируют недозрелыми.

Химический состав и пищевая ценность плодов и овощей

Наряду с пищевыми продуктами животного происхождения большую роль в питании человека играют плоды и овощи. Они обеспечивают организм такими ценными пищевыми веществами, как углеводы, белки, витамины, минеральные соли, органические кислоты, и содержат в среднем 80–90 % воды от собственной массы. Вода – один из главных факторов, от которого зависит интенсивность протекания биохимических процессов в клетках и качество плодовоовощной продукции. Если содержание воды в плодах и овощах снижается на 5–7 %, то они теряют такое важное товарное свойство, как сочность (свежесть). Вода с растворенными в ней питательными и физиологически активными веществами представляет собой клеточный сок, который содержит углеводы, азотистые, минеральные и ароматические вещества, витамины, органические кислоты и другие компоненты, играющие важную роль в питании человека.

Азотистые вещества. Общее количество азотистых соединений в плодах и ягодах колеблется от 0,2 до 1,5 %. В овощах их содержание составляет в среднем 1,0–2,0 %, но некоторые виды овощей содержат повышенное количество азотистых соединений, например зеленый горошек – 6,6 %, цветная капуста – 2,5 %.

Углеводы. Из углеводов в плодах и овощах содержатся моносахариды (фруктоза, глюкоза), дисахариды (сахароза) и полисахариды (крахмал, инулин), целлюлоза (клетчатка), гемицеллюлоза, лигнин и пектиновые вещества. Содержание углеводов в плодах и овощах невелико, поэтому и калорийность их также невелика, в 100 г овощей калорийность в среднем составляет 25–40 ккал, в 100 г плодов и ягод – 50–70 ккал.

Содержание **крахмала** в плодах и овощах, за исключением картофеля (15–18 %), невелико, например, в моркови, дыне, капусте оно не превышает десятых долей процента, а в остальных овощах показатели еще меньше. В фасоли, зеленом горошке, бобах количество крахмала может достигать нескольких процентов, особенно при их перезревании. При этом сокращается количество сахаров, консистенция продукта становится более грубой и ухудшается вкус. По содержанию крахмала в зеленом горошке определяют срок его уборки.

Инулин в большом количестве содержится в клубнях земляной груши (топинамбура) – 13–20 % и в корнях цикория – 17 %. Содержание **целлюлозы** в плодах колеблется от 0,5 до 2,0 %, в овощах – от 0,2 до 2,8. Повышенное содержание целлюлозы обеспечивает механическую прочность тканей, транспортабельность и лежкость овощей и плодов. **Гемицеллюлоза** наряду с клетчаткой входит в состав клеточных стенок растений. Общее содержание гемицеллюлозы в плодах и овощах колеблется от 0,2 до 3,1 %, Как правило, оно тем выше, чем больше в них клетчатки. Гемицеллюлоза химически менее стойкая, чем клетчатка, так как в процессе переработки плодов и овощей она подвергается частичному гидролизу. Содержание гемицеллюлозы может влиять на качество (главным образом на консистенцию), готового продукта. **Лигнин** – высокомолекулярное вещество, сопутствующее целлюлозе. В плодах и овощах содержание лигнина незначительно. В плодах и ягодах содержание пектиновых веществ

больше, чем в овощах. Так, в яблоках их содержится 0,3–1,8 %, в черной смородине 1,5, а в сливах 0,2–1,5 %. **Пектиновые вещества** обладают хорошей желеобразующей способностью. Это свойство пектина успешно применяется при производстве мармелада, джема и пастилы. Хорошей желеобразующей способностью обладают пектиновые вещества слив, абрикосов, персиков, смородины, крыжовника, клюквы, земляники и слабой – вишни, груши, винограда.

Органические кислоты. Органические кислоты могут находиться в составе плодов и овощей как в свободном, так и связанном состоянии. Но даже незначительные количества органических кислот могут оказывать существенное влияние на вкус, цвет и аромат плодов и овощей. В плодах и овощах содержатся яблочная, лимонная и винная кислоты, а в некоторых еще салициловая, бензойная и другие кислоты. Салициловая кислота содержится в малине, землянике, вишне, она обладает жаропонижающими свойствами, поэтому ягоды малины издавна применяют в народной медицине при лечении простудных заболеваний. Бензойная кислота содержится в бруснике и клюкве, обладает антисептическими свойствами, т. е. препятствует развитию микроорганизмов. В некоторых плодах и овощах в очень незначительных количествах встречаются кофейная, хинная и хлорогеновая кислоты.

Гликозиды и алкалоиды. Гликозиды присутствуют во многих растениях и часто обуславливают их специфический вкус и аромат. **Амигдалин** – гликозид, который содержится в семенах косточковых и семечковых плодов. В отдельных видах количество его может достигать нескольких процентов. Так, в семенах горького миндаля его 2,5–3,0 %, сливы – 0,9–2,5, вишни – 1,3–2,4 %. В значительном количестве он присутствует в баклажанах, незрелых томатах и картофеле. При хранении клубней картофеля на свету (при их позеленении) резко возрастает содержание соланина. Употребление в пищу зеленых клубней может привести к отравлению. **Алкалоиды** – азотсодержащие растительные вещества, которые оказывают сильное физиологическое действие на организм человека. В плодах и овощах такие соединения встречаются довольно редко. К ним относятся кофеин, теобромин и никотин. Дубильные вещества в овощах практически отсутствуют, в плодах и ягодах их содержание колеблется от 0,02 % (в абрикосах и персиках) до 1,70 % (в рябине и терне). Несмотря на то что количество их невелико, они придают характерный терпкий вяжущий вкус плодово-ягодной продукции. Так как дубильные вещества образуют с солями железа черно-синее и черно-зеленое окрашивание, нельзя допускать контакта мякоти и сока плодов с металлами.

Эфирные масла. Это жирорастворимые летучие соединения, придающие аромат плодам и овощам. Их содержание возрастает по мере роста и созревания плодов. Эфирные масла используют в парфюмерной, пищевой и кондитерской промышленности в качестве ароматических добавок. В плодах цитрусовых (лимоны, мандарины) и пряных овощах (лук, чеснок, редька, сельдерей, петрушка, укроп, хрен и др.) их содержание значительное. При повреждении лукович чеснока и лука образуется аллицин – маслянистая жидкость со специфическим запахом, обладающая бактерицидными свойствами.

Пигменты. Некоторые пигменты плодовоовощной продукции водорастворимы, например, **антоцианы** содержатся в клеточном соке и в значительной мере обуславливают окраску плодов, ягод и овощей. Цвет антоцианов меняется в зависимости от pH среды, наличия ионов металлов и других условий. **Каротин (3-каротин)** обуславливает оранжевую окраску моркови, абрикосов, персиков. Он содержится также в листовых овощах, где его присутствие маскируется хлорофиллом. Ксантофилл – желтый пигмент, содержится в кожуре цитрусовых, желтозерной кукурузе. **Ликопин** – красно-оранжевый пигмент, содержится в плодах томатов и шиповника.

Воски и жиры. Воски – жироподобные вещества, покрывают поверхность плодов и листьев, выполняют защитную функцию, предохраняя органы растений от испарения влаги, внедрения болезнетворных организмов, проникновения излишнего количества воды. Все воски химически устойчивы, не растворяются в воде и растворяются в растворах щелочей при нагревании.

Витамины. Многие витамины синтезируются только в растениях. Поэтому плоды и овощи являются необходимой и незаменимой частью пищевого рациона человека.

Из **водорастворимых витаминов** в плодах и овощах присутствуют витамины группы В, в том числе В₁, В₂. Особенно богаты витаминами груши, персики, томаты, морковь, свекла, цветная капуста и шпинат. Витамин В₅ в значительных количествах присутствует в зеленных овощах, В₅(РР), В₆ – в моркови, свекле, горохе, картофеле; Щ – в салате и капусте. Наиболее богаты витамином С шиповник, сладкий перец, черная, белая и красная смородина, облепиха, земляника, лимон, апельсин, капуста, шпинат, молодой картофель, зеленый лук, горошек и другие плоды и овощи.

Из **жирорастворимых витаминов** в плодах и овощах содержится провитамин А – каротин. Наиболее богаты каротином морковь, томаты, абрикосы, персики, тыква, рябина, шиповник, шпинат, салат, петрушка и укроп. Каротин довольно термоустойчив и хорошо сохраняется при консервировании продуктов. Продукты, содержащие каротин, желательно подвергать горячей кулинарной обработке в присутствии жиров. При этом каротин растворяется в жире и значительно лучше усваивается организмом.

Витамин Е (токоферол) содержится в облепихе, салате и других зеленных и капустных овощах. Токоферолы обладают высокой устойчивостью и не разрушаются при нагревании и под действием ультрафиолетовых лучей.

Минеральные вещества. В растительной ткани помимо органических соединений содержатся также минеральные вещества. Они имеют большое физиологическое значение и являются необходимыми составными элементами пищи. Большинство плодов и овощей имеет зольность от 0,25 до 2,50 %.

Плодовоовощная продукция богата солями калия (тыква, кабачки, арбузы, яблоки), кобальта (свекла, клубника, красная смородина), иода (фейхоа), железа (зеленные и капустные овощи, редька, томаты, земляника) и др.

2.5 ВОДА. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ

Пищевые предприятия потребляют большое количество воды для технологических целей. Вода может служить сырьем и входить в состав готового продукта (хлеб, пиво, ликероводочные изделия, квас и др.). Воду используют также в качестве растворителя для получения растворов сырья, сиропов, диффузионного сока и др.

Пищевые предприятия используют преимущественно воду из городских водопроводов, а также из артезианских скважин, рек и водохранилищ.

Состав и свойства воды должны соответствовать ГОСТу. Питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства. Вода должна быть бесцветной, прозрачной, без запаха и привкуса.

Микробиологические показатели качества воды характеризуются общим числом микроорганизмов и числом бактерий группы кишечной палочки. Число микроорганизмов в 1 см³ воды не должно превышать 100. Отдельно определяют число бактерий группы кишечной палочки. Наличие их в воде свидетельствует о фекальном загрязнении. Этот показатель характеризуется величиной коли-индекса, показывающей, какое количество бактерий группы кишечной палочки находится в 1 дм³ воды. Коли-индекс питьевой воды не должен превышать 3.

Безвредность химического состава воды контролируется на содержание в ней алюминия, молибдена, мышьяка, нитратов, поли-акриламида, свинца, селена, стронция, фтора и бериллия.

В состав воды входят химические вещества (железо, кальций, магний, марганец, медь, сульфаты, хлориды, карбонаты), влияющие на органолептические свойства.

Существенное значение для ряда технологических операций имеет жесткость воды. Жесткостью воды называют свойство воды, обусловленное содержанием в ней ионов кальция и магния. Единицей жесткости является моль на кубический метр (моль/м³). Величине жесткости воды 1 моль/м³ соответствует массовая концентрация эквивалентов ионов кальция 20,04 г/м³ и ионов магния – 12 153 г/м³. Числовое значение жесткости, выраженное в моль/м³, равно числовому значению жесткости, выраженному в мг-экв/л.

Различают следующие виды жесткости: общая, карбонатная, некарбонатная, устранимая и неустраиваемая.

Общая жесткость воды выражается суммой молярных концентраций эквивалентов ионов кальция ($1/2 \text{Ca}^{2+}$) и магния ($1/2 \text{Mg}^{2+}$) в воде. Величина общей жесткости питьевой воды не должна превышать 7 моль/м³.

Карбонатная жесткость воды определяется суммой молярных концентраций эквивалентов карбонатных (CO_3^{2-}) и гидрокарбонатных (HCO_3^-) ионов в воде.

Некарбонатная жесткость воды представляет собой разность между общей и карбонатной жесткостью и связана с наличием в воде сульфатов и хлоридов.

Устранимая жесткость воды обусловлена наличием в воде карбонатных и гидрокарбонатных ионов солей кальция и магния, которые при длительном кипячении образуют осадок. Данный вид жесткости воды определяется экспериментальным путем.

Неустранимая жесткость воды представляет собой разность между общей и устранимой жесткостью, ее величина зависит от содержания солей, не выделяющихся после кипячения,

Существуют различные способы умягчения воды. Для этого в воду добавляют реагенты (известь и карбонат натрия), которые переводят соли жесткости в нерастворимые соединения, а образовавшийся осадок затем отделяют фильтрованием.

Умягчение воды с помощью ионообмена состоит в том, что воду пропускают через ионообменные фильтры. В катионитовом фильтре происходит замещение ионов кальция и магния на ионы водорода или натрия. Анионитовые фильтры применяют для очистки воды от кислотных радикалов. Ионообменные фильтры применяют для обработки воды с невысокой жесткостью. Этот эффективный метод очистки дает возможность получить очень мягкую воду.

Контрольные вопросы

1. Из каких анатомических частей состоит зерновка злаковых культур?
2. Чем отличается зерно ржи от зерна пшеницы?
3. Каковы особенности твердой и мягкой пшеницы?
4. Какими свойствами характеризуется зерновая масса?
5. В чем заключается подготовка зерна к помолу?
6. Что такое жесткость воды?
7. В каких единицах выражается жесткость воды?
8. Как проводят умягчение воды?

Глава 3. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЯ. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ

3.1 РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЯ

Реология – наука о деформации и течении различных тел, изучает способы определения структурно-механических свойств сырья.

Вязкость (внутреннее терние) – мера сопротивления течению, равная отношению напряжения сдвига к скорости сдвига. Величина обратная вязкости, называется **текучестью**. Вязкость зависит от температуры, давления, влажности, жирности, концентрации, дисперсности. Различают эффективную и пластическую.

Пластичность – способность тела к формированию или течению, вызываемым остаточными или необратимыми деформациями.

Прочность – способность тела сопротивляться формоизменению под воздействием внешних сил.

Упругие свойства определяются предельным напряжением сдвига и другими механическими характеристиками.

Напряжение сдвига – сопротивление тела действию касательной составляющей приложенной силы.

Релаксация напряжений (давления) – процесс постепенного рассеивания запасенной в теле энергии упругой деформации путем перехода ее в тепло.

Ползучесть – свойство материала непрерывно деформироваться под воздействием постоянной нагрузки.

3.2 ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Важная роль в пищевой технологии принадлежит дисперсным и коллоидным системам и их свойствам.

Дисперсные системы гетерогенны и состоят из двух фаз. Одна из них – сплошная, называется дисперсионной средой. Другая – раздробленная и распределенная в первой, называется дисперсионной фазой.

Дисперсными системами являются большинство продуктов питания, сырье и полуфабрикаты: хлеб, мука, шоколад, сыры, творог, сухое молоко, соки, шампанское, пиво, конфеты и т. п.

Частицы веществ дисперсной фазы могут иметь различные размеры и форму: сферическую, цилиндрическую, прямоугольную, а чаще – неправильную. Образование различных дисперсий можно проиллюстрировать на примере уменьшения размеров куба по трем его осям.

При значительном уменьшении размера в одном его измерении образуется пленка или поверхностный слой, при уменьшении размеров куба одновременно в двух измерениях

образуются нити или капилляры, а уменьшение его размеров по всем трем измерениям приводит к образованию мелких частиц.

Раздробленность определяется размером тела по той оси, уменьшением которой она достигнута, т. е. наименьшим размером a . Раздробленность частиц характеризуется:

- **дисперсностью** (формула 1):

$$D = 1/a, \quad (1)$$

где A – наименьший размер частиц;

- **удельной поверхностью** (формула 2):

$$S_{уд} = S/V, \quad (2)$$

где S – площадь межфазной поверхности,

V – объем тела.

Изменение удельной поверхности $S_{уд}$ при дроблении 1 см^3 вещества приведено в таблице 1.

Таблица 1

Изменение удельной поверхности $S_{уд}$ при дроблении 1 см вещества на частицы (кубики) меньшего размера

Длина грани кубика a , см	Число кубиков	Удельная поверхность, см^2
1	1	6
1×10^{-1}	1×10^3	60
1×10^{-3}	1×10^9	6×10^3
1×10^{-5}	1×10^{15}	6×10^5
1×10^{-7}	1×10^{21}	6×10^7

Классификация дисперсных систем

Все дисперсные системы классифицируют по степени дисперсности. Дисперсные системы с частицами, размер которых превышает 10^{-3} см, относятся к **грубодисперсным системам**. Эти частицы при распределении в жидкости или газе, где они постепенно оседают или всплывают, наблюдаются визуально. Системы с частицами, размер которых лежит в пределах от 10^{-5} до 10^{-3} см (от 0,1 до 10,0 мкм), называются **микрогетерогенными**. Частицы таких систем видны только в микроскоп, в газовой или жидкой среде они также оседают или всплывают.

Гетерогенные системы с частицами размером от 10^{-7} до 10^{-5} см (от 1 до 100 нм) относят к **ультрамикрогетерогенным**. Такие системы называют коллоидными. Частицы в них настолько малы, что вещество, из которого они состоят, почти целиком находится в коллоидном состоянии, т. е. практически содержит только поверхностные атомы и молекулы. Такие частицы по сравнению с отдельной молекулой обладают определенным агрегатным состоянием, т. е. таким

состоянием, которого не имеет молекула. При увеличении числа молекул в частице она постепенно приобретает все свойства фазы. Коллоидные системы вследствие большой удельной поверхности обладают значительной поверхностной энергией, что обуславливает неустойчивость системы – она всегда стремится к самопроизвольному уменьшению межфазной поверхности, т. е. к снижению дисперсности. Способность коллоидных систем увеличивать размеры частиц путем их агрегации называется **агрегативной неустойчивостью**.

Дисперсные системы классифицируются не только по размерам частиц, но и по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды. Сочетание трех агрегатных состояний (твердое, жидкое и газообразное) дает 9 типов дисперсных систем (табл. 2). Условно их обозначают дробью, числитель которой указывает на агрегатное состояние дисперсной фазы, а знаменатель – дисперсионной среды.

Таблица 2

Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию дисперсной фазы и дисперсионной среды

Дисперсная фаза	Дисперсионная среда	Условное обозначение системы	Название системы и примеры
твердая	твердая	т/т	твердые гетерогенные системы (шоколад, кристаллический ирис)
жидкая	твердая	ж/т	капиллярные системы (мармелад, жидкое тесто)
газообразная	твердая	г/т	пористые тела, твердые пены (пастила, зефир, пористый шоколад)
твердая	жидкая	т/ж	суспензии или лиозоли (пасты, взвеси, помадные массы)
жидкая	жидкая	ж/ж	эмульсии (кремы, молоко, масло, сметана)
газообразная	жидкая	г/ж	газовые эмульсии и пены (шампанское, пиво)
твердая	газообразная	т/г	аэрозоли (пыли, дымы, порошки, мучная пыль, крахмал)
жидкая	газообразная	ж/г	аэрозоли (туманы) (распыленные для высушивания соки, молоко)
газообразная	газообразная	г/г	коллоидная система не образуется

Следует отметить, что грубодисперсные системы отличаются низкой кинетической устойчивостью и вследствие этого – быстрым оседанием частиц с размерами более 10^{-3} в суспензиях и порошках. На этой способности основано разделение грубодисперсных частиц на составные части. Так, в производстве сахара утфель разделяют на кристаллический сахар и сироп, в технологии пива отделяют пивное сусло от хмелевой дробины и т. д.

3.3. КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ

Коллоидное состояние характеризуется следующими основными признаками: определенными размерами частиц (10^{-7} – 10^{-5} см), гетерогенностью и многокомпонентностью.

Дисперсные системы с частицами коллоидных размеров принято называть золями (от латинского слова *solutio* – *раствор*).

Системы с газовой дисперсионной средой независимо от природы газа называют аэрозолями. Системы с жидкой дисперсионной средой – лиозолями (от греческого слова *lios* – *жидкость*). В зависимости от природы жидкости лиозоли называют гидрозолями (вода), органозолями (органическая среда) или более конкретно – алкозолями (спирты), этерозолями (эферы) и т. д.

По размеру частиц золи занимают промежуточное положение между истинными растворами и грубодисперсными системами – порошками, суспензиями и эмульсиями.

Коллоидные системы образуются двумя путями: диспергированием – дроблением крупных частиц грубодисперсных систем до коллоидной дисперсности; конденсацией – соединением атомов ионов или молекул в более крупные частицы коллоидных размеров. При этом необходимыми условиями образования коллоидных систем являются нерастворимость вещества дисперсной фазы в дисперсионной среде; достижение частицами дисперсной фазы коллоидной дисперсности; наличие стабилизатора, придающего коллоидной системе агрегативную устойчивость.

Стабилизаторами могут быть вещества, специально вводимые в дисперсионную среду, например, поверхностно-активные вещества или продукты взаимодействия дисперсной фазы с дисперсионной средой. Стабилизаторы создают вокруг коллоидных частиц адсорбционный защитный слой, препятствующий их агрегатированию.

В производстве различных пищевых продуктов диспергирование и конденсация занимают одно из ведущих мест. Это обусловлено особенностями вещества в дисперсном состоянии, которые обеспечивают удобство фасования, транспортирования, дозирования, способствуют увеличению скоростей химических и биохимических реакций и процессов растворения, сорбции, экстракции и других процессов.

Диспергирование используют при дроблении и измельчении зерна в муку, какао-бобов в какао тертое и какао-порошок, сахара в сахарную пудру, в консервной промышленности при гомогенизации плодово-ягодных пюре и т. п.

Конденсация возникает в ректификационных аппаратах при получении спирта, кристаллизации сахара, выпаривании растворов, оклейке вин и т. д.

Коллоидные системы обладают молекулярно-кинетическими свойствами, обусловленными самопроизвольным движением частиц. Это такие свойства, как диффузия, осмотическое давление и распределение частиц по высоте.

Причиной диффузии (самопроизвольное выравнивание концентраций) частиц в коллоидных системах является броуновское движение, которое, в свою очередь, является

следствием теплового движения молекул дисперсионной среды. Скорость диффузии обратно пропорциональна размеру диффундирующих частиц, поэтому в коллоидных системах, частицы которых имеют размеры порядка 10^{-7} – 10^{-5} см, т. е. значительно больше молекул обычных низкомолекулярных веществ, скорость диффузии невелика.

На коллоидные частицы, распределенные в дисперсионной среде, действуют две противоположно направленные силы: сила тяжести и сила диффузии. Под действием силы тяжести частицы стремятся осесть на дно – седиментировать (от латинского слова *sedimentum* – осадок). Силы диффузии же стремятся распределить частицы равномерно по всему объему системы. Таким образом, дисперсные системы способны сохранять некоторое распределение частиц по объему. Эта способность называется седиментационной или кинетической устойчивостью. Грубодисперсные системы кинетически неустойчивы, их частицы велики и поэтому под действием силы тяжести оседают на дно. Молекулярные системы (газы, растворы) обладают очень высокой кинетической устойчивостью. Кинетическая устойчивость коллоидных систем зависит от размеров их частиц: чем меньше размер частиц, тем более кинетически устойчива коллоидная система.

3.4 ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОВ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ВМС)

Вещества, имеющие молекулярную массу от 10 000 до нескольких миллионов, называются **высокомолекулярными соединениями** (ВМС). Размеры макромолекул этих соединений в вытянутом состоянии могут достигать 1 000 нм и более, т. е. они соизмеримы с размерами частиц ультрамикроретерогенных (коллоидных) дисперсных систем и, обладая рядом свойств, присущих этим системам, имеют характерные особенности, обусловленные молекулярной массой и строением. Поэтому ВМС рассматривают как отдельную группу дисперсных систем. Вследствие большой молекулярной массы и гибкости цепей макромолекулы ВМС и их растворы обладают специфическими свойствами: способностью образовывать волокна и пленки, эластичностью, набухаемостью, структурообразованием.

К важнейшим природным полимерам относятся белки и полисахариды.

Белки являются основой всех живых организмов, они составляют существенную часть живой клетки и обеспечивают ее жизнедеятельность. Белки входят в состав кожи, мышц, сухожилий, нервных волокон, крови, ферментов и гормонов, они содержатся во многих растительных и животных продуктах: молоке, яйцах, зерне, бобовых растениях и др. По химической структуре белки являются полиамидами, исходными мономерами для их синтеза служат аминокислоты.

Полисахариды представляют собой соединения, состоящие из многих сотен и даже тысяч моносахаридных звеньев. К наиболее важным полисахаридам относятся крахмал, целлюлоза, пектин и др.

Растворы ВМС по своим свойствам аналогичны коллоидным системам. Так же, как и у коллоидных растворов, у них сравнительно невелика скорость диффузии, небольшое осмотическое давление, они не проходят через полунепроницаемые мембраны.

В отличие от зольных растворов ВМС образуются самопроизвольно и не нуждаются в стабилизаторе. Растворению ВМС предшествует его набухание.

Набухание – это самопроизвольный процесс поглощения низкомолекулярного растворителя высокомолекулярным веществом, сопровождающийся увеличением массы и объема последнего. Набухание часто является начальным этапом растворения высокомолекулярных веществ. Существует ограниченное и неограниченное набухание. При ограниченном набухании объем и масса полимера достигают определенных значений и дальнейший контакт полимера с растворителем не приводит к каким-либо изменениям. Ограниченно набухший полимер называется студнем. Процесс неограниченного набухания не имеет предела набухания. С течением времени полимер поглощает все большее количество жидкости и набухание переходит в растворение.

Процесс набухания можно разбить на две основные стадии. На первой стадии низкомолекулярный растворитель, диффундируя в высокомолекулярное вещество, сольватирует его макромолекулы. Образование сольватной (гидратной, если средой является вода) оболочки молекулы полимера сопровождается выделением теплоты, поэтому первая стадия набухания сопровождается тепловым эффектом.

Молекулы растворителя в сольватной оболочке обладают плотной упаковкой, которая обуславливается близким расположением молекул около сольватируемых групп, и, следовательно, растворитель в сольватной оболочке имеет более высокую плотность. Вследствие сжатия растворителя в сольватных оболочках на первой стадии набухания наряду с увеличением объема полимера происходит уменьшение суммарного объема всей системы. Сумма объемов полимера до набухания и поглощенной полимером жидкости больше, чем объем набухшего полимера. Это явление называется внутренним сжатием или контракцией.

На второй стадии набухания, идущей без теплового эффекта, а иногда и с поглощением теплоты, обычно наблюдается основное увеличение объема полимера. Молекулы жидкости на этой стадии набухания диффундируют в полимер, в результате чего происходит смешивание больших и гибких макромолекул с молекулами растворителя. Из-за односторонней диффузии, характеризующей эту стадию, ее называют осмотической.

Иногда на второй стадии набухания происходит переход некоторой части макромолекул в низкомолекулярный растворитель. Ограниченное набухание заканчивается на второй стадии, неограниченное набухание приводит к растворению полимера.

Контрольные вопросы

1. Что такое дисперсная система?

2. Как классифицируются дисперсные системы?
3. Что такое коллоидная система? Каковы особенности коллоидного состояния?
4. Какие основные методы получения коллоидных систем вы знаете?
5. Какие системы относят к микрогетерогенным?
6. Что такое набухание и какие стадии в нем различают?
7. Какие системы называются студнями?
8. Какие факторы влияют на структурообразование?

Глава 4. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

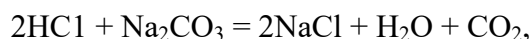
4.1 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

В основе ряда пищевых технологий лежат химические превращения. К ним относят получение патоки, кристаллической глюкозы путем кислотного гидролиза крахмала, различных жиров способом гидрогенизации и переэтерификации, инвертного сахара путем кислотного гидролиза сахарозы. Важная роль отводится этим процессам на отдельных стадиях производства хлеба, мучных кондитерских изделий, сахара, шоколада, растительных масел, прессованных дрожжей, а также при хранении продуктов.

Основные факторы, влияющие на скорость химических реакций, – это концентрация реагирующих веществ, температура, наличие катализатора.

Концентрация. Зависимость скорости химических реакций от концентрации определяется *законом действия масс*. Согласно этому закону скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени, равной стехиометрическому коэффициенту, стоящему перед формулой вещества в уравнении реакции.

Например, в производстве патоки для реакции нейтрализации хлороводородной кислоты карбонатом натрия скорость может быть вычислена по следующему уравнению:



$$v = K C_{\text{HCl}}^2 C_{\text{Na}_2\text{CO}_3},$$

Закон действия масс в общем виде:

$$v = K C_a^n C_b^m,$$

где K – коэффициент пропорциональности, который иначе называется константой скорости реакции;

C_a и C_b – концентрации веществ a и b , участвующих в химической реакции;

n и m – стехиометрические коэффициенты.

Если принять, что $C_a = C_b = 1$, то $v = K$, т. е. константа скорости реакции численно равна скорости реакции при концентрации реагирующих веществ, равной единице. Константа скорости зависит от природы реагирующих веществ, температуры, наличия катализатора и не зависит от концентрации веществ, участвующих в химической реакции. Константа скорости данной реакции при данной температуре постоянна.

Температура. Температура – важный фактор, определяющий скорость реакции. С повышением температуры скорость реакции возрастает, что связано с увеличением константы скорости реакции. Согласно правилу Вант-Гоффа, повышение температуры на 10 °С увеличивает скорость реакции в 2–4 раза (в среднем в 3 раза). Это правило приближенное и применимо к реакциям, протекающим в области температур от 0 до 300°С и в небольшом температурном интервале.

Характер влияния температуры и концентрации реагирующих веществ на скорость химических реакций можно объяснить теорией активных столкновений. Согласно этой теории, химическое взаимодействие между молекулами возможно только при их столкновении, однако к химическим реакциям приводят эффективные столкновения, т. е. в реакцию вступают не все сталкивающиеся молекулы, а только те молекулы, которые обладают определенной энергией, избыточной по сравнению со средней. Молекулы, обладающие такой энергией, называются активными. Избыточная энергия молекул называется энергией активации и зависит от природы вступающих в реакцию веществ.

Для протекания химических реакций необходимо разорвать внутримолекулярные связи в молекулах реагирующих веществ. Если сталкивающиеся молекулы обладают большой энергией и ее достаточно для разрыва связей, то реакция пойдет; если энергия молекул меньше необходимой, то столкновение будет неэффективным и реакция не пойдет.

При повышении температуры количество активных молекул увеличивается, число столкновений между ними возрастает, в результате чего растет скорость реакции. С увеличением концентрации реагирующих веществ общее число столкновений, в том числе эффективных, также возрастает, в результате увеличивается скорость реакции.

Катализатор. Катализатор – это вещество, которое резко изменяет скорость реакции. В присутствии катализаторов реакции ускоряются в тысячи раз, могут протекать при более низких температурах, что экономически выгодно. Велико значение катализаторов в органическом синтезе - в процессах окисления, гидрирования, дегидрирования, гидратации и др. Чем активнее катализатор, тем быстрее идут каталитические реакции. Катализаторы могут ускорять одну реакцию, группу реакций или реакции разных типов, т. е. они обладают индивидуальной или групповой специфичностью, а некоторые из них пригодны для многих реакций. Например, ионы водорода ускоряют реакции гидролиза белков, крахмала и других соединений.

Существуют каталитические реакции, в которых катализатором является один из промежуточных или конечных продуктов реакции. Эти реакции идут с малой скоростью в начальный период и с возрастающей – в последующий.

Катализаторами служат преимущественно металлы в чистом виде (никель, кобальт, железо, платина) и в виде оксидов или солей (соединения железа, магния, кальция, меди и т. п.). Неорганические катализаторы термостабильны, и реакции с ними протекают при сравнительно высоких температурах.

Наличие посторонних веществ в среде, где протекает реакция, влияет на катализатор по-разному: одни нейтральны, другие усиливают действие катализатора, третьи его ослабляют или подавляют. Вещества, отравляющие катализатор, называются каталитическими ядами.

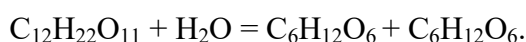
В зависимости от того, находится катализатор в той же фазе, что и реагирующие вещества, будучи равномерно распределенным в реакционной среде, или образует самостоятельную фазу, говорят о гомогенном или гетерогенном катализе. В гетерогенном катализе реагирующие вещества, как правило, находятся в жидком или газообразном состоянии, а катализатор – в твердом, при этом реакция протекает на границе двух фаз, т. е. на поверхности твердого катализатора. Например, каталитическая реакция гидрирования жиров – трехфазная: катализатор (металлический никель) образует твердую фазу, водород – газообразную, а жир – жидкую. Поэтому в данном случае речь идет о гетерогенном катализе.

При гетерогенном катализе большое значение имеют способ получения катализатора, условия проведения процесса, состав примесей и т. д. Катализаторы должны обладать значительной селективностью, активностью и сохранять эти свойства длительное время. Для того чтобы объяснить механизм гомогенного катализа, пользуются теорией промежуточных соединений. При внесении катализатора реакция проходит через несколько промежуточных стадий, требующих меньшей энергии активации, чем прямая реакция без катализатора, что приводит к колоссальному возрастанию скорости реакции.

4.2. ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ РОЛЬ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Гидролиз. Реакция разложения сложных веществ (белков, жиров, углеводов) до более простых под действием кислот и щелочей с присоединением молекулы воды называется *гидролизом*.

Сахароза при нагревании с кислотами гидролизует, образуя инвертный сахар (смесь равных количеств глюкозы и фруктозы):



Характерная особенность сахарозы – исключительная легкость ее гидролиза: скорость этого процесса примерно в тысячу раз больше, чем скорость гидролиза при этих же условиях таких дисахаридов, как мальтоза или лактоза,

Инвертный сироп обладает двумя свойствами – свойствами антикристаллизирующей способностью и гигроскопичностью. Первое свойство связано с его вязкостью, а второе – с присутствием фруктозы, являющейся самым гигроскопичным из всех известных сахаров, способным поглощать влагу из окружающего воздуха даже при его относительной влажности 45–50 %,

Антикристаллизационные свойства инвертного сиропа позволяют широко использовать его при производстве карамели. В качестве антикристаллизатора можно применять также патоку, имеющую большую вязкость, чем инвертный сироп, и обладающую свойством задерживать скорость кристаллизации в большей степени. Патоку можно частично заменять инвертным сиропом.

Свойства антикристаллизатора и гигроскопичности инвертного сахара широко используются в различных отраслях кондитерской промышленности.

Так, гигроскопичность инвертного сиропа широко используется при хранении кондитерских изделий. Она ограничивает применение инвертного сиропа при производстве карамели, так как при хранении карамель «намокает». В то же время гигроскопичность инвертного сахара используется при введении его в рецептуру мучных кондитерских изделий для увеличения срока хранения готового продукта.

Высокое содержание (не менее 30 %) инвертного сахара во фруктово-ягодных начинках при производстве карамели также предотвращает их от засахаривания при хранении из-за высокой гигроскопичности фруктозы.

При уваривании яблочно-сахарной смеси в производстве фруктово-ягодного мармелада происходит инверсия сахарозы. Образующийся инвертный сахар предотвращает засахаривание мармеладной массы и образование грубокристаллической корочки. Однако гидролиз сахарозы не должен проходить чрезмерно глубоко, так как избыток инвертного сахара может вызвать намокание поверхности мармелада при его хранении.

Меланоидинообразование. Это сложный окислительно-восстановительный процесс, включающий в себя ряд реакций, которые протекают последовательно и параллельно. В упрощенном виде сущность этого процесса можно свести к следующему. Низкомолекулярные продукты распада белков (пептиды, аминокислоты), содержащие свободную аминогруппу (NH_2), могут вступать в реакцию с соединениями, в состав которых входит карбонильная группа (C=O), например с различными альдегидами и восстанавливающими сахарами (фруктозой, глюкозой, мальтозой), в результате чего происходит разложение как аминокислоты, так и реагирующего с ней восстанавливающего сахара. При этом из аминокислоты образуются соответствующий альдегид, аммиак и диоксид углерода, а из сахара – фурфурол и оксиметилфурфурол. Альдегиды обладают определенным запахом, от которого зависит в значительной степени аромат многих пищевых продуктов. Фурфурол и оксиметилфурфурол легко вступают в соединения с аминокислотами, образуя темнокрашенные продукты, называемые *меланоидинами*. Белки тоже могут вступать во взаимодействие с сахарами, но менее активно, чем аминокислоты, так как содержат меньше свободных аминных групп.

Образование меланоидинов – основная причина потемнения пищевых продуктов в процессе их изготовления, сушки и хранения. Особенно интенсивно эта реакция протекает: при повышенных температурах во время выпечки хлебобулочных и мучных кондитерских изделий; в

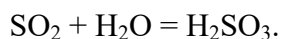
процессе уваривания сахарных сиропов при производстве сахарного песка; при сушке солода; при самосогревании зерна; в процессе тепловой обработки вин; при приготовлении присных и помадных масс типа крем-брюле. Реакция меланоидинообразования сопровождается потемнением продуктов (фруктово-ягодного пюре, соков, повидла), которое наблюдается при длительном нагревании этих продуктов при высокой температуре, а также при их фасовании в горячем виде и хранении при повышенной температуре.

Дегидратация. Одна из реакций, протекающая в процессе меланоидинообразования, связана с дегидратацией и разложением сахаров при нагревании. В то же время эта реакция может протекать самостоятельно под воздействием высоких температур на сахара (сахарозу, глюкозу, фруктозу), вызывая ряд их превращений. Характер этих превращений различен и зависит от условий нагревания (степени и продолжительности теплового воздействия), реакции среды и концентрации сахара. Моносахариды, в частности глюкоза, при нагревании в кислой или нейтральной среде дегидратируют, т. е. разлагаются с выделением одной или двух молекул воды и образованием ангидридов глюкозы. Эти соединения являются реакционноспособными и могут соединяться друг с другом или с неизменной молекулой глюкозы и образовывать так называемые продукты конденсации (реверсии). При длительном тепловом воздействии отщепляется третья молекула воды и образуется оксиметилфурфурол, который при дальнейшем нагревании может распадаться с разрушением углеводного скелета и образованием муравьиной, левулиновой кислот и окрашенных соединений.

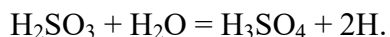
Наиболее чувствительной к нагреванию является фруктоза. Аналогичные процессы наблюдаются при нагревании патоки, инвертного сиропа. Продукты разложения сахаров обладают различными свойствами. Оксиметилфурфурол, красящие и гуминовые вещества повышают цветность и гигроскопичность продуктов и отрицательно влияют на качество сахара и карамели. Ангидриды и продукты конденсации способны задерживать кристаллизацию сахарозы из карамельной массы и не оказывают влияния на гигроскопичность и цветность готового продукта.

Сульфитация. При производстве ряда пищевых продуктов реакция меланоидинообразования нежелательна, например при получении сахара-песка. Существуют и другие причины, например, при переработке овощей и плодов потемнение происходит за счет протекания биохимических процессов и образования меланинов. С образованием меланинов связано потемнение очищенных и нарезанных яблок, картофеля при непродолжительном хранении на воздухе. Для предотвращения потемнения пищевых продуктов их сульфитируют, т. е. обрабатывают диоксидом серы или его производными, чаще всего H_2SO_3 . Диоксид серы, являясь химическим агентом, вызывает обесцвечивание многих растительных красящих пигментов и может быть использован для улучшения внешнего вида готового продукта. Диоксид серы получают путем сжигания серы в специальной печи с пропусканием через нее воздуха.

При сульфитации продукта идет образование сернистой кислоты, которая является сильным восстановителем:



Частично сернистая кислота переходит в серную:



Выделяющийся при этом водород оказывает обесцвечивающее действие. Органические красящие вещества всегда содержат непредельные хромофорные группы ($-\text{C}=\text{C}-$).

При восстановлении их сернистой кислотой по месту разрыва двойных связей присоединяется водород, в результате окрашенные вещества превращаются в бесцветные лейкосоединения. Эффект обесцвечивания может достигать 30 %.

Сульфитации подвергают, например, в сахарном производстве диффузионный сок при его очистке, овощи и плоды при их переработке. Кратковременная, в течение нескольких минут, обработка картофеля, абрикосов, яблок перед сушкой позволяет улучшить внешний вид готового продукта, предотвратить его потемнение. В то же время понятие сульфитации имеет более широкий смысл, когда речь идет о сульфитации как о способе консервирования пищевых продуктов. Диоксид серы, сернистая кислота и ее соли в этом случае выполняют роль антисептика, вызывая глубокие изменения в клетках микроорганизмов, особенно молочнокислых и уксуснокислых бактерий. Действие на микроорганизмы связано с восстанавливающими свойствами: являясь акцептором кислорода, сернистая кислота задерживает дыхание микроорганизмов, реагируя с промежуточными продуктами жизнедеятельности микроорганизмов, а также с ферментами, нарушает обмен веществ. Все это ведет к гибели микрофлоры.

Сернистая кислота оказывает влияние на растительную ткань сульфитированных продуктов. Под ее влиянием происходит коагуляция протоплазмы клеток, нарушается тургор и сок частично выходит в межклеточное пространство, в результате чего ткань плода размягчается.

Являясь сильным восстановителем, сернистая кислота препятствует окислению химических веществ плодов. Блокируя ферменты, катализирующие необратимое окисление витамина С, сернистая кислота способствует его сохранению.

Вступая в соединение с красящими веществами плодов, сернистая кислота вызывает сильное обесцвечивание продукта. Все плоды и ягоды, имеющие красную, синюю и другую окраску (вишня, малина, слива, черная смородина и т. п.), после сульфитации теряют свой первоначальный цвет.

Окисление. Этот процесс играет большую роль при хранении жиров, масел и жиродержащих продуктов. Жиры при длительном хранении приобретают неприятные вкус и

запах – прогоркают, что связано как с химическими превращениями, происходящими под действием света и кислорода воздуха, так и с действием некоторых ферментов. Наиболее простой случай прогоркания, часто наблюдаемый при хранении коровьего масла и маргарина, заключается в омылении жира и появлении в свободном виде масляной кислоты, которая придает продукту неприятный запах, свойственный этой кислоте.

Однако наиболее распространенный тип окисления жиров – прогоркание, обусловленное окислением ненасыщенных жирных кислот кислородом воздуха. При этом кислород присоединяется по месту двойных связей, образуя пероксиды.

В результате дальнейшего разложения пероксидов жирных кислот образуются альдегиды, придающие жиру неприятные запах и вкус.

При отсутствии кислорода воздуха процесс не идет, таким образом, при хранении жира в вакууме он не прогоркает. Присутствие в жирах солей металлов, особенно меди, которые являются катализаторами, увеличивает скорость окисления. На интенсивность реакции окисления жиров влияет степень ненасыщенности жирных кислот: чем ненасыщенность выше, тем быстрее жир окисляется. Наличие в жире белковых и слизистых веществ также ускоряет порчу жира, поэтому при получении жиров стремятся в максимальной степени избавиться от этих примесей.

В то же время присутствие в жирах и жирсодержащих продуктах антиоксидантов снижает скорость их окисления. Наиболее активными естественными антиокислителями являются токоферолы (витамин Е). Медленное окисление какао-масла, кунжутного масла и длительное хранение халвы, особенно тахинной, приготовленной на основе кунжута и продуктов его переработки, объясняется наличием в этих маслах природных антиокислителей. При производстве и очистке жиров антиокислители частично удаляют, что резко снижает стойкость жиров при хранении. Аналогичные процессы протекают при тепловой обработке пищевых концентратов, в результате которой жиры легко прогоркают. Добавление к ним антиокислителей позволяет значительно увеличить сроки хранения.

Животные жиры, как правило, очень бедны токоферолами, поэтому введение в состав жиров антиокислителей резко повышает стойкость их к прогорканию.

В последние годы синтезирован ряд веществ, обладающих антиокислительным действием. К ним относятся производные фенолов – бутилоксианизол, бугилокситолуол и др. Введение этих соединений в малых количествах (0,01 % к массе жира) резко замедляет процесс прогоркания жира. Фенолы и их производные входят в состав копильной жидкости, содержатся в древесном дыме, поэтому копченые продукты, как правило, обладают стойкостью при хранении.

Использование смесей антиокислителей дает больший эффект, чем применение отдельного антиоксиданта. Суммарное действие смеси веществ, превышающее действие каждого компонента в отдельности, называется синергизмом. Подобным действием обладают также

вещества, не являющиеся антиокислителями. К таким веществам относятся лимонная, аскорбиновая, виннокаменная кислоты, фосфатиды, сульфгидрильные соединения и др.

Рассмотренные выше химические процессы являются общими для получения ряда пищевых продуктов.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на скорость химических реакций?
2. При получении каких пищевых продуктов происходит кислотный гидролиз сахарозы и какое воздействие он может оказывать на качество готового продукта?
3. В чем заключается кислотный гидролиз крахмала? Получение каких продуктов связано с этой химической реакцией?
4. В чем сущность реакции меланоидинообразования и как предотвратить нежелательное потемнение продукта?
5. В чем состоит химизм окисления жиров и масел и какими путями можно увеличить срок их хранения?

Глава 5. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

5.1 ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Кинетика биохимических процессов зависит от ряда факторов: химической природы реагирующих веществ, концентраций фермента и субстрата, температуры и pH среды, наличия активаторов и ингибиторов.

Скорость биохимических процессов зависит от **природы субстрата и его атакуемости**. Под атакуемостью понимают его податливость действию фермента, которая зависит от структуры субстрата. Например, атакуемость амилазами крахмала, полученного из зерна различных культур или из разных частей одного и того же зерна, неодинакова. Она увеличивается с уменьшением размера крахмальных зерен, т. е. с увеличением их относительной поверхности, а также при механическом воздействии на структуру зерен крахмала, например при длительном помоле зерна. Однако действие амилаз на неизмененный или механически поврежденный крахмал весьма незначительно по сравнению с их действием на клейстеризованный крахмал. Поэтому в тех отраслях пищевой промышленности, где крахмал служит источником образования сахаров за счет расщепления его амилолитическими ферментами, для увеличения степени осахаривания чаще всего его клейстеризуют путем заваривания муки. Подобная обработка субстрата применяется в спиртовой, хлебопекарной (при производстве заварного хлеба, для улучшения качества пшеничной муки, при получении питательной среды для жидких дрожжей), в паточной промышленности.

Атакуемость белка протеиназами зависит от строения белковой молекулы: чем плотнее и прочнее структура белка, тем ниже его атакуемость ферментами. Количество в молекуле определенных химических групп, например сульфгидрильных, аминных и др., влияет на атакуемость белка. Если эти группы каким-то образом блокировать, то меняется атакуемость субстрата ферментами. При восстановлении дисульфидных групп белка пшеницы в сульфгидрильные увеличивается атакуемость белка и возрастает скорость его расщепления.

Скорость биохимических процессов зависит от **концентраций** самого фермента и реагирующих веществ. При избытке субстрата скорость реакции определяется прежде всего концентрацией фермента: чем она выше, тем быстрее идут реакции.

При невысоких концентрациях субстрата зависимость скорости реакции от концентрации участвующих в реакции веществ носит линейный характер, т. е. с увеличением концентрации субстрата она возрастает. Однако по мере увеличения концентрации реагирующих веществ скорость реакции замедляется, достигает максимального значения и в дальнейшем остается постоянной. В то же время большие концентрации субстрата могут выполнять роль ингибитора. В итоге скорость реакции падает.

Наиболее существенное влияние на активность ферментов и скорость биохимических процессов оказывают **температура и реакция среды**. С повышением температуры активность

ферментов возрастает, достигает максимума, а затем снижается. Оптимальной для действия фермента является та температура, при которой его активность наибольшая. Температурный оптимум для ферментов растительного происхождения составляет около 40–50 °С. Снижение активности фермента при высоких температурах связано с процессами денатурации белка. Полное прекращение деятельности фермента происходит при температурах, близких к 100 °С, однако это не относится к термофильным ферментам, которые выдерживают кратковременное нагревание при температуре выше 100 °С.

Каждый фермент проявляет свое действие в узких пределах значений pH. В определенной зоне активность фермента наибольшая, эта зона называется оптимальной зоной pH. Разные ферменты сильно отличаются по оптимальным для их действия значениям pH. Одни из них имеют наибольшую активность в кислой среде, другие – в нейтральной, третьи – в щелочной. Пепсин желудочного сока имеет оптимум действия при pH 2,0; солодовая α -амилаза – при pH 4,7–5,2. Оптимальное значение pH для действия ферментов зависит в основном от субстрата. Например, при действии папаина на желатин оптимальное значение pH 5,0, а при действии на денатурированный яичный альбумин – 7,5.

Скорость биохимических процессов может быть увеличена в присутствии **активаторов**. Многие ферменты активизируются под действием соединений восстанавливающего действия, в частности веществами, содержащими сульфгидрильные группы: цистеином, глутатионом. Последний может быть представлен в двух формах: окисленной и восстановленной, активатором является восстановленная форма. Активизирующее действие этих соединений основано на том, что они восстанавливают дисульфидные связи фермента в сульфгидрильные, необходимые для проявления ферментом своей каталитической активности, а сами при этом окисляются за счет превращения сульфгидрильных связей в дисульфидные.

Существуют и ингибиторы ферментов, подавляющие их активность. Действие ингибиторов основано на блокировании сульфгидрильных связей фермента и превращении их в дисульфидные группы. Ингибирование фермента может происходить под действием так называемых белковых осадителей – веществ, образующих с белками нерастворимые осадки. Такими веществами являются соли тяжелых металлов (свинца, ртути, вольфрама), трихлоруксусная кислота и др. Эти соединения не являются специфическими, и любое из них может быть использовано для осаждения фермента и полного прекращения его действия. Однако существуют специфические ингибиторы. Оксид углерода CO, например, ингибирует ряд окислительно-восстановительных ферментов, в состав которых входит железо или медь.

5.2 КЛАССИФИКАЦИЯ ФЕРМЕНТОВ ИХ РОЛЬ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ферменты (энзимы) – органические катализаторы белковой природы, обладающие специфичностью к субстрату. Они обеспечивают последовательность и взаимосвязанность многих сложных биохимических превращений в клетках растений, животных и микроорганизмов.

По строению все ферменты можно разделить на две группы:

– ферменты, состоящие только из белка, обладающего каталитическими свойствами, они являются **однокомпонентными**;

– ферменты, состоящие из белковой части (апофермента) и связанного с ней органического вещества небелковой природы, называемого простетической группой. Эти ферменты являются **двухкомпонентными**. Апофермент оказывает решающее действие на специфичность фермента, а соединение белка с простетической группой приводит к огромному возрастанию его каталитической активности. Основная масса ферментов являются двухкомпонентными.

Простетическими группами многих ферментов являются витамины и их производные, например, простетические группы ряда окислительно-восстановительных ферментов содержат производные ниацина (витамина РР) или рибофлавина (витамин В₂). В состав простетических групп ферментов могут входить производные витаминов В₁, В₂, В₆, В₁₂, а также пантотеновая, фолиевая кислоты и биотин.

В состав многих ферментов входят металлы, придающие им активность. Такие металлы называются кофакторами. Например, кофактором α-амилазы является кальций, а каталазы – железо. Ряд ферментов усиливает свою активность в присутствии магния, марганца, цинка, меди, молибдена.

Характерной особенностью ферментов является их высокая каталитическая активность, в значительной степени превосходящая активность химических катализаторов. Ферменты обладают способностью ускорять реакции в 10^8 – 10^{11} раз. Механизм действия ферментов, как и химических катализаторов, связан с тем, что они снижают энергию активации, необходимую для осуществления определенной реакции, направляя ее обходным путем через промежуточные реакции, которые требуют значительно меньшей энергии активации. Однако ферменты гораздо сильнее понижают энергию активации, чем химические катализаторы. Например, для гидролиза сахарозы с образованием глюкозы и фруктозы без участия катализатора необходима энергия активации около 133,76 кДж (32 ккал) на грамм-молекулу. Если реакция катализируется неорганическим катализатором HCl, то энергия активации составляет 107,0 кДж (25,6 ккал), а если происходит ферментативный катализ, то она снижается до 39,2 кДж (9,4 ккал).

Второй особенностью ферментов является избирательность их действия. Например, инвертаза разлагает сахарозу, но не действует на другие дисахариды, в частности мальтозу, т. е.

некоторые ферменты катализируют превращение практически только одного какого-либо вещества.

Третьим свойством, отличающим ферменты от химических катализаторов, является их большая лабильность, т. е. чувствительность к внешним воздействиям среды (влиянию температуры, концентрации водородных ионов, наличию активаторов и ингибиторов и др.).

Преимуществом ферментов перед химическими катализаторами является то обстоятельство, что они действуют при нормальном давлении и при относительно низких температурах – от 20 до 70 °С.

По типу катализируемой реакции все ферменты делятся на шесть классов:

- **оксидоредуктазы**, катализирующие окислительно-восстановительные реакции;
- **трансферазы** (ферменты переноса), катализирующие реакции переноса метальных или аминогрупп от субстрата (донора) к акцептору. Такими группировками могут быть остатки фосфорной кислоты, аминокислот, сахаров и др.;
- **гидролазы**, осуществляющие реакции гидролиза, т. е. расщепления различных сложных соединений (субстратов) при участии воды на более простые;
- **лиазы**, катализирующие негидролитическое расщепление субстратов и отщепление от них тех или иных групп;
- **изомеразы**, катализирующие превращения органических соединений в их изомеры;
- **лигазы** (ранее называвшиеся синтетазами), катализирующие соединения двух молекул субстрата путем образования связей C–O, C–S, C–N или C–C.

5.3 ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И СТЕПЕНЬ ИХ ОЧИСТКИ

Биохимические процессы, протекающие при производстве пищевых продуктов и их хранении, связаны с действием собственных ферментов сырья или с действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами и используемых в виде **ферментных препаратов** (ФП).

В промышленных условиях ФП растительного происхождения получают из таких растений, как папайя, ананас и инжир. На мясоперерабатывающих предприятиях ферменты и ФП получают из органов и тканей животных. Однако наиболее широко практикуют получение ФП из культур микроорганизмов.

Источником получения биомассы микроорганизмов, используемой для выделения ферментов, являются культуры плесневых грибов, бактерий, дрожжей и актиномицетов. Микроорганизмы дают значительно больше биомассы, из которой проще и экономичнее выделить данный фермент, чем из тканей высших растений и животных. Так, α-амилазу получают из плесневых грибов (*Aspergillus niger*, *A. oryzae* и др.) и бактерий (*Bacillus subtilis*), глюкоамилазу - чаще всего из плесневого гриба *Aspergillus awamori*, пектолитические ферменты

– из грибов *Aspergillus*, например *A. awamori*, протеиназы – из бактерий и грибов, относящихся к родам *Bacillus*, *Aspergillus*, *Penicillium* и др.

В специально созданных условиях микроорганизмы способны синтезировать огромное количество разнообразных ферментов. Микроорганизмы неприхотливы к составу питательной среды, легко переключаются с синтеза одного фермента на другой и имеют сравнительно короткий цикл роста (16–100 ч).

Культивирование микроорганизмов можно вести двумя способами: поверхностным и глубинным. Поверхностным способом можно вырастить только аэробную культуру микроорганизма на твердой сыпучей питательной среде; глубинным способом выращивают микроорганизмы в жидкой питательной среде. Этим способом можно вырастить как аэробные, так и анаэробные микроорганизмы. Глубинный способ имеет ряд преимуществ по сравнению с поверхностным: не требует больших производственных площадей, упрощает механизацию производства, позволяет рациональнее использовать питательные вещества сред и получать ФП с меньшим содержанием примесей.

Ферментные препараты отличаются от ферментов тем, что помимо активного белка содержат балластные вещества. В подавляющем количестве ФП являются комплексными, содержащими кроме основного еще значительное количество сопутствующих ферментов, хотя существуют ФП, в состав которых входит только один фермент. В комплексном препарате основной фермент преобладает и имеет наибольшую активность.

Название ФП складывается из сокращенного названия основного фермента, видового названия продуцента и суффикса «ин». Например, амилалитические препараты, получаемые из культур *Aspergillus oryzae* и *Bacillus subtilis*, называются соответственно *амилоризином* и *амилосубтилином*. Протеолитический препарат, получаемый из культуры *Bacillus subtilis*, называется *протосубтилином*. В названии препарата отражается способ культивирования микроорганизмов: при глубинном способе после названия ставится буква «г», а при поверхностном – буква «п»; далее следует обозначение 2х, 3х, 10х, 15х или 20х, отражающее возрастающую степень очистки препарата от балластных веществ. Индексами 15, 18, 20 обозначают препараты, частично освобожденные не только от балластных веществ, но и от сопутствующих ферментов. Неочищенный ФП представляет собой культуру микроорганизма вместе с остатками питательной среды, высушенную при мягком режиме до влажности не более 8–12 %. В названии такого ФП присутствует только буква «х».

В пищевой промышленности (в хлебопечении, пивоварении, виноделии, крахмалопаточном, консервном, пищевых концентратах) используются очищенные ФП, частично или полностью освобожденные от балластных веществ. Они могут быть получены в виде порошков или жидких концентратов.

Часто возникает необходимость использования не только какого-либо конкретного фермента, но и их определенного сочетания, где учитывались бы все свойства ферментов,

необходимых для конкретной области применения. Эти препараты получили название *мультиэнзимных комплексов* (МЭК).

5.4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

В технологии пищевых продуктов применяются ферментные препараты с амилалитической, протеолитической, липолитической, пектолитической, оксидазной активностью.

Если несколько десятков лет назад ферментные препараты широко использовались только в производстве спирта, пива и сыроделии, то сейчас ферменты широко применяются в мясной, кондитерской, хлебобулочной, масложировой, и молокоперерабатывающей промышленности. С этой целью широко используются инновации, которые построены на таких направлениях в области исследования получения новых ферментов и разработки современных технологий:

- модификация свойств индустриальных ферментов с целью повышения их активности и удешевления целевых продуктов;
- скрининг новых микроорганизмов – продуцентов ферментов;
- получение новых рекомбинантных ферментов с заданными свойствами;
- разработка пищевых нанотехнологий с использованием ферментов.

Новые технологии позволяют расширить сферу применения ферментных препаратов. На сегодняшний день можно насчитать около 15 отраслей пищевой промышленности, где с успехом используют ферменты, причем в каждой отрасли отдельная группа ферментов обеспечивает достижение конкретных целей, позволяющих либо улучшить качество продукта, либо увеличить выход данной продукции или удешевить процесс, а значит, снизить себестоимость продукции.

Так, например, в хлебопечении применение ферментов способствует снижению расхода муки, улучшению качества теста, замедляет черствение, а также позволяет расширить производство охлажденного и замороженного теста, выпечка из которого пользуется большой популярностью в Европе и признанием у нас, в России.

В масложировой промышленности использование ферментных препаратов увеличивает выход продукции и экстракцию масла, в крахмалопаточной промышленности благодаря применению ферментов происходит увеличение выхода продукции, модификация крахмала, т. е. получение крахмала с четко заданными свойствами. Переработка зерна, пивоварение, производство молочной продукции, в частности сыров, производство вина, соков и сокосодержащих напитков, спирта, кофе, белковых продуктов, сахара, ароматизаторов, растительных экстрактов и пектина также не обходится без применения ферментных препаратов. Широко используются ферменты и при производстве мясных изделий. Их применяют для реструктурирования мяса.

Контрольные вопросы

1. Какие факторы влияют на скорость биохимических процессов?
2. Что такое ферментные препараты и где они применяются?
3. Какую роль играют ферменты в дыхании растительного сырья?
4. Какую роль играют оксидоредуктазы при производстве и хранении пищевых продуктов?
5. Какова роль амилолитических и протеолитических ферментов при производстве и хранении пищевых продуктов?

Глава 6. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

6.1 ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В пищевой промышленности микроорганизмы используются при получении ряда продуктов. Так, алкогольные напитки (вино, пиво, коньяк, спирт) и другие продукты получают при помощи дрожжей. В хлебопекарной промышленности используют дрожжи и бактерии, в молочной промышленности – молочнокислые бактерии и т. д.

Среди многообразия вызываемых микроорганизмами процессов одним из существенных является брожение.

Под брожением понимают превращение углеводов и некоторых других органических соединений под воздействием ферментов, продуцируемых микроорганизмами, в новые вещества. Известны различные виды брожения. Обычно их называют по конечным продуктам, образующимся в процессе брожения, например спиртовое, молочнокислое, уксуснокислое и др.

Многие виды брожения, такие как спиртовое, молочнокислое, ацетонобутиловое, уксуснокислое, лимоннокислое и др., вызываются различными микроорганизмами. Например, в производстве этанола, хлеба, пива, вина применяют дрожжи; в производстве лимонной кислоты – плесневые грибы; в производстве уксусной и молочной кислот, ацетона – бактерии. Основная цель указанных производств – превращение субстрата (питательной среды) под действием ферментов микроорганизмов в необходимые продукты. В других производствах, например в производстве хлебопекарных дрожжей, главной задачей является накопление максимального количества культивируемых дрожжей.

Основные группы микроорганизмов, используемых в отраслях пищевой промышленности, – бактерии, дрожжевые и плесневые грибы.

Бактерии. Используют в качестве возбудителей молочнокислого, уксуснокислого, маслянокислого, ацетонобутилового брожения.

Культурные **молочнокислые** бактерии используют при получении молочной кислоты, в хлебопечении, иногда в спиртовом производстве. Они превращают сахар в молочную кислоту.

В производстве ржаного хлеба важная роль принадлежит молочнокислым бактериям. В процессе получения ржаного хлеба участвуют истинные (гомоферментативные) и неистинные (гетероферментативные) молочнокислые бактерии. Истинные бактерии участвуют только в кислотообразовании, а неистинные наряду с кислотообразованием оказывают существенное влияние на разрыхление теста, являясь энергичными газообразователями.

Гетероферментативные молочнокислые бактерии наряду с молочной кислотой образуют летучие кислоты (в основном уксусную), спирт и диоксид углерода. Молочнокислые бактерии ржаного теста существенное влияние оказывают также на вкус хлеба, так как он зависит от общего количества кислот, содержащихся в хлебе, и от их соотношения. Кроме того, молочная

кислота оказывает влияние на процесс образования и структурно-механические свойства ржаного теста.

Маслянокислое брожение, вызываемое **маслянокислыми бактериями**, используют для производства масляной кислоты, эфиры которой применяют в качестве ароматических веществ, но для спиртового производства эти бактерии опасны, так как масляная кислота подавляет развитие дрожжей и инактивирует α -амилазу.

К особым видам маслянокислых бактерий относятся ацетонобутиловые бактерии, которые используют в качестве возбудителей брожения в ацетонобутиловом производстве.

Уксуснокислые бактерии используют для получения уксуса (раствора уксусной кислоты), так как они способны окислять этанол в уксусную кислоту.

Уксуснокислое брожение является вредным для спиртового производства, так как приводит к снижению выхода спирта, а в пивоварении ухудшает качество пива, вызывая его порчу.

Дрожжи. Широко применяются в качестве возбудителей брожения при получении спирта и пива, в виноделии, в производстве хлебного кваса, а также в хлебопечении для разрыхления теста.

Для пищевых производств имеют значение **совершенные дрожжи – сахаромицеты**, которые образуют споры, и **несовершенные дрожжи – несакхаромицеты** (дрожжеподобные грибы), не образующие спор.

В каждой отрасли применяются определенные расы дрожжей. Различают дрожжи пылевидные и хлопьевидные. У первых на протяжении всего периода жизнедеятельности клетки изолированы друг от друга, а у вторых клетки склеиваются между собой, образуя хлопья, и быстро оседают.

Различают дрожжи верхового и низового брожения. В каждой из этих групп имеется несколько отдельных рас.

Дрожжи верхового брожения в стадии интенсивного брожения выделяются на поверхности сбраживаемой среды в виде довольно толстого слоя пены и остаются в таком состоянии до окончания брожения. Затем они оседают, но не дают плотного осадка. Эти дрожжи относятся к пылевидным дрожжам и не склеиваются друг с другом в отличие от хлопьевидных дрожжей низового брожения, оболочки которых являются клейкими, что приводит к слипанию и быстрому осаждению клеток.

Из культурных дрожжей к дрожжам низового брожения относится большинство винных и пивных дрожжей, а к дрожжам верхового брожения – спиртовые, хлебопекарные и некоторые расы пивных дрожжей. Первоначально были известны только дрожжи верхового брожения, так как брожение различных соков происходило при обычной температуре. Желая получить напитки, насыщенные CO_2 , стали вести брожение при низкой температуре. Под влиянием изменившихся

внешних условий получились дрожжи низового брожения, нашедшие широкое распространение в промышленности.

Как отмечалось ранее, в процессе спиртового брожения из глюкозы образуется два основных продукта – этанол и диоксид углерода, а также промежуточные вторичные продукты: глицерин, янтарная, уксусная, лимонная и пировиноградная кислоты, ацетальдегид, 2,3-бутиленгликоль, ацетон, эфиры и так называемые сивушные масла (изоамиловый, изопропиловый, бутиловый и другие спирты).

Сбраживание отдельных сахаров происходит в определенной последовательности, обусловленной скоростью их диффузии в дрожжевую клетку. Быстрее всех сбраживаются дрожжами глюкоза и фруктоза. Однако сахароза как таковая исчезает (инвертируется) в среде еще в начале брожения под действием фермента, содержащегося в оболочке дрожжевой клетки – рфруктофуранозидазы, с образованием глюкозы и фруктозы, которые легко используются клеткой. Когда в среде почти не остается фруктозы и глюкозы, дрожжи потребляют мальтозу.

Дрожжи обладают способностью сбраживать весьма высокие концентрации сахара – до 60 %. Они выдерживают также высокие концентрации спирта – до 14–16 об.%. Токсичное действие спирта увеличивается с повышением температуры.

Дрожжи семейства несакхаромицетов используют в качестве ценного корма для сельскохозяйственных животных.

В таких отраслях, как пивоварение и дрожжевое производство, дрожжеподобные грибы являются вредителями производства.

Зигомицеты. Ранее зигомицеты называли плесневыми грибами. Они играют большую роль в качестве продуцентов ферментов. Грибы рода *Aspergillus* продуцируют амилалитические, протеолитические, пектолитические и другие ферменты, которые используют в спиртовой промышленности вместо солода для осахаривания крахмала, в пивоваренной - при частичной замене солода несоложенным зерном и т. д.

В производстве лимонной кислоты *A. niger* является возбудителем лимоннокислого брожения, превращая сахар в лимонную кислоту.

Однако в ряде случаев зигомицеты вызывают порчу пищевых продуктов.

Актиномицеты. Актиномицеты – группа микроорганизмов, сходных с бактериями и низшими грибами. Являются продуцентами антибиотиков. В пищевой промышленности в основном являются загрязнителями.

6.2 ФАЗЫ РОСТА МИКРООРГАНИЗМОВ

В развитии микроорганизмов наблюдается несколько фаз:

1. **Лag-фаза.** В этот период, длящийся иногда несколько часов, клетки приспосабливаются к среде и окружающим условиям, стремительно возрастает количество нуклеиновых кислот, особенно РНК, что необходимо для биосинтеза белков.

2. Логарифмическая или экспоненциальная фаза. Фаза, в которой клетки размножаются с максимальной для данной культуры скоростью. Вследствие этого запас необходимых питательных веществ в среде уменьшается. Кроме того, в этот период происходит накопление различных продуктов обмена веществ, которые в определенной концентрации могут мешать нормальному протеканию процесса обмена веществ. Скорость роста снижается также за счет сокращения площади поверхности клеток из-за тесного окружения одних клеток другими, а именно через их поверхность происходят процессы обмена веществ – поступление питательных веществ в клетку и выведение метаболитов.

3. Фаза замедленного роста. При интенсивном росте и размножении внутри закрытой системы негативное влияние лимитирующих факторов увеличивается и в результате скорость роста микроорганизмов уменьшается.

4. Стационарная фаза. Масса клеток в питательной среде достигает максимального уровня.

5. Фаза отмирания. Число отмерших и автолизированных клеток превышает прирост. В результате количество биомассы уменьшается.

6.3 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНФЕКЦИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИЯ

Микроорганизмы в пищевой промышленности играют двоякую роль. С одной стороны, это культурные микроорганизмы, которые специально выращивают для нужд данного производства, используя особенности их биохимической деятельности и других свойств. С другой стороны, в ходе технологического процесса в производственную среду попадает инфекция, т. е. посторонние (дикие) микроорганизмы. Дикие микроорганизмы распространены в природе (на ягодах, плодах, в воздухе, воде, почве и т. д.) и попадают в производство из окружающей среды.

Это либо неопасные для здоровья человека сапрофиты, являющиеся однако вредителями производства, в результате их жизнедеятельности нарушается технологический процесс, возрастают потери сырья, снижаются выход и качество готовой продукции; либо патогенные микроорганизмы, которые могут нанести вред здоровью человека и явиться причиной тяжелых инфекционных заболеваний.

Источники инфекции могут быть как внешними, так и внутризаводскими. К внешним относятся воздух, вода, сырье, к внутризаводским – воздух производственных помещений, технологическое оборудование и тара, в которых задерживаются остатки производственных жидкостей, являющихся питательной средой для микроорганизмов, а также руки, одежда и обувь обслуживающего персонала.

Для соблюдения правильного санитарно-гигиенического режима, уничтожения и подавления развития посторонних микроорганизмов на пищевых предприятиях проводят дезинфекцию.

Дезинфекцией (обеззараживанием) называется уничтожение вредителей данного производства, вызывающих порчу сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также патогенных микроорганизмов – возбудителей пищевых инфекций и отравлений.

На каждом предприятии проводят профилактические меры борьбы. Своевременно удаляют отходы производства, соблюдают чистоту во всех отделениях предприятия, внутри аппаратов, оборудования и трубопроводов. Наряду с профилактическими мерами применяют и активные меры борьбы с инфекцией, которые по характеру действующего средства делятся на физические и химические.

К физическим методам обеззараживания относятся различные способы стерилизации, основанные на губительном действии высоких температур на микроорганизмы: кварцевое и ультрафиолетовое облучение, ультразвук, действие высоких температур (обжигание, прокаливание, кипячение, ошпаривание посуды, тары и оборудования, обработка острым паром).

К химическим средствам обеззараживания относится большое количество различных дезинфицирующих веществ, обладающих антимикробным действием. Такие вещества называют антисептиками. В качестве антисептиков применяют хлорную известь, формалин, антиформин (смесь растворов хлорной извести, гидроксида натрия и карбоната натрия), диоксид серы (SO_2), серную кислоту, сульфанол и др.

Некоторые из этих антисептиков добавляют в небольших количествах в продукты, предназначенные для технологического процесса, другие используют для мойки аппаратуры и трубопроводов. Наряду с антисептиками для дезинфекции в некоторых случаях применяют антибиотики, в частности лактоцид. Часто для борьбы с вредными микроорганизмами сочетают стерилизацию и дезинфекцию.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют типы энергетического обмена веществ у микроорганизмов?
2. Какие физические и химические факторы оказывают воздействие на микроорганизмы?
3. Какие наблюдаются фазы в развитии микроорганизмов?
4. Что такое производственная инфекция и какие существуют меры борьбы с ней?

7.1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Известно, что большинство пищевых продуктов потребляется в свежем виде. Однако, как правило, они не могут длительно храниться в нативном состоянии, при этом производство многих продуктов носит сезонный и региональный характер. Для более равномерного распределения продуктов питания между регионами, а также по сезонам года сырье и готовую продукцию подвергают консервированию. При этом главной целью процесса консервирования является перевод нестойкого сырья в пищевые продукты, отличающиеся достаточной степенью устойчивости.

Консервирование (от лат. *consirvare* – *сохранять, хранить*) – специальная обработка пищевых продуктов для увеличения продолжительности их хранения. Все методы консервирования подразделяют на физические, физико-химические, биохимические и комбинированные.

Целью консервирования является сохранение исходных высоких органолептических свойств сырья в максимально возможной степени. Эти цели достигаются путем торможения биохимических реакций, протекающих в сырье, и применение различных мер по предотвращению развития в нем микроорганизмов.

Сдерживающими факторами устойчивого хранения большинства пищевых продуктов являются ферментные системы микрофлоры (микробиальная порча) и нативные ферменты самих продуктов (созревание мяса при автолизе, появление прогорклого вкуса у молока, богатого липазами).

Попадая в биологический материал, микроорганизмы начинают размножаться. При этом они потребляют питательные вещества с образованием различных соединений, в т. ч. – ядовитых. При этом ухудшаются пищевые и технологические свойства сырья.

Биологическое сырье не способно к потреблению питательных веществ извне, то естественный биохимический процесс дыхания, связанный с потреблением кислорода из атмосферы, приводит исключительно к расходованию пищевых веществ самого сырья с потерей его массы. Дополнительное негативное влияние на эти факторы оказывают воздух, температура, свет. В зависимости от характера сырья, причин его порчи и продукта, который необходимо получить, применяются соответствующие технологические процессы, а также принципы и методы консервирования.

Все способы консервирования по принципу воздействия на жизнь возбудителя или объекта порчи подразделяют на три группы (классификация профессора Я. Я. Никитинского).

1. Принцип биоза – поддержание жизненных процессов в сырье и использование его естественного иммунитета, т. е. невосприимчивости к действию микроорганизмов. Биоз не является в обычном понимании методом консервирования, а лишь системой мер,

обеспечивающей кратковременное сохранение, главным образом растительных объектов, в свежем виде. В консервном производстве принцип биоаза используется как способ кратковременного сохранения сырья на первом этапе технологического процесса, в основном на сырьевых площадках до переработки.

Прежде всего, следят за тем, чтобы при укладке сырья на нем не было физических повреждений, удаляют экземпляры с механическими дефектами, поскольку в поврежденном участке нарушены естественные барьеры иммунитета, а процесс порчи, начавшийся на поврежденном участке одного вещества, может перейти на другие образцы и даже поразить все хранилище.

Интенсивность процессов дыхания сильно возрастает с повышением температуры, поэтому нельзя хранить объекты под открытым небом или в укрытии, куда проникают прямые солнечные лучи.

Скорость влагоиспарения зависит от влажности окружающего воздуха. При низкой влажности будут излишние потери влаги, ткани будут засыхать, терять массу. Это диктует необходимость следить за газовым состоянием окружающей среды.

Принцип биоаза используется, как правило, при хранении плодов и овощей. Сырье укладывают не очень высоким слоем, чтобы доступ воздуха к отдельным образцам не был затруднен, иначе процесс нормального дыхания нарушается и наступает так называемое интрамолекулярное дыхание, заключающееся в бескислородном разложении сахаров на спирт и углекислый газ. Образующийся спирт является ядом для цитоплазмы, отравляет растительные клетки и приводит к их гибели, поэтому сырье, особенно с нежной тканью, укладывают в ящики-клетки, оставляя между отдельными штабелями ящиков проходы. При таком хранении имеется достаточный доступ воздуха, и дыхание протекает нормально.

2. Принцип анабиоза – замедление, подавление жизнедеятельности микроорганизмов и ферментов сырья при помощи различных физических, химических, физико-химических и биохимических факторов. При этом микроорганизмы всегда переводятся в анабиотическое состояние. Наибольшее промышленное значение имеет:

- использование холода (охлаждение и замораживание),
- создание высоких концентраций осмотических давлений,
- хранение в регулируемой атмосфере,
- биохимические способы обработки (маринование, спиртование, квашение).

Особо следует отметить принцип ценоанабиоза (биохимический способ консервирования), который основан на том, что при хранении создаются благоприятные условия для определенной группы микроорганизмов, подавляющих размножение других микроорганизмов, вызывающих порчу продукта. Типичным примером ценоанабиоза является квашение, при котором биохимические процессы протекают при помощи субстрата сырья (сахаров) и ферментов микроорганизмов, присутствующих на сырье (дрожжей и молочнокислых бактерий). Это

позволяет накопить в продукте собственные консерванты: молочную кислоту и спирт. Они, в свою очередь, подавляют жизнедеятельность нежелательной микрофлоры, прежде всего гнилостной, а также вызывающей маслянокислое и уксуснокислое брожение.

3. Принцип абиоза – полное прекращение всех биологических процессов (стерилизация, использование антисептиков и антибиотиков, стерилизующее фильтрование, ионизирующее излучение).

7.2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

Физические методы консервирования

В основу физических методов положено использование высоких и низких температур, а также обеспложивающих фильтров, ионизирующих излучений, ультрафиолетовых лучей и ультразвука.

1. Высокие температуры применяют для уничтожения микрофлоры и инактивации ферментов пищевых продуктов. К этим методам консервирования относят пастеризацию и стерилизацию.

1.1. Пастеризацию проводят при температуре до 100 °С для инактивации ферментов и частичного уничтожения микрофлоры, главным образом неспорозоносных и вегетативных клеток спорозоносных бактерий. Пастеризуют различные пищевые продукты: молоко, соки, варенье, джем, плодово-ягодные компоты, пиво и д. р. Благодаря непродолжительному воздействию высоких температур хорошо сохраняется пищевая ценность продукта.

При такой обработке не погибают споры микроорганизмов, поэтому пастеризованные продукты необходимо хранить при пониженных температурах. Пастеризованные продукты имеют ограниченную продолжительность хранения. Для повышения сроков хранения продуктов проводят многократную пастеризацию – тиндализацию. Но такой способ консервирования экономически невыгоден, поэтому его применяют обычно при изготовлении консервов по специальным заказам.

1.2. Стерилизация – это нагревание пищевых продуктов при температуре выше 100 °С. При этом достигается полное уничтожение микрофлоры. Хорошо стерилизованные консервы могут храниться при нормальных условиях в течение нескольких лет. Режим стерилизации определяется температурой, до которой нагреваются консервы, и продолжительностью выдержки при этой температуре. В результате стерилизационной обработки несколько снижается вкусовая и пищевая ценность пищевых продуктов, т. к. при этом происходит гидролиз белков, жиров, углеводов, разрушаются витамины, некоторые аминокислоты (лизин, гистидин, аргинин) и др. Доказано, что качество консервированных продуктов лучше сохраняется в том случае, если используется кратковременная высокотемпературная обработка.

2. Консервирование **низкими температурами** является одним 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.

2.1. Обработка умеренным холодом представляет собой снижение температуры, которая, будучи на 10–15 °С ниже комнатной температуры, не опускалась бы ниже минус 1–3 °С, то есть ниже температуры, при которой вода в сырье и пищевых продуктах замерзает. Благодаря этому, скорость биохимических процессов замедляется, особенно на дыхании, которое определяет хранимospособность большинства растительных объектов.

2.2. Охлаждением 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 минус 1,4 до минус 2,8 °С, для винограда равна минус 3,8 °С, для лука составляет минус 1,6 °С, для рыбы минус 2 °С, для мяса минус 1,2 °С и ниже.

Продолжительность хранения пищевых продуктов в охлаждённом состоянии различна: от 24 часов для молока до 6–10 месяцев для плодов и овощей. Охлаждённое мясо и рыбу можно хранить до 20 суток при температуре от 0 до минус 1 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %.

2.3. Замораживание представляет собой метод консервирования, при котором продукт охлаждают до температуры более низкой, чем соответствующая температура замерзания, а затем хранят в таком виде длительный период. Вода переходит в твердое состояние, отсутствует доступность для жизнедеятельности микроорганизмов.

Для прогнозирования и оценки процесса перехода влаги в твердое состояние можно использовать правило: после достижения температуры замерзания дальнейшее понижение температуры вдвое приводит к вымерзанию половинного количества имеющейся влаги. В этой связи доказано, что основная часть влаги переходит в твердое состояние при температуре около минус 18 °С.

Химические методы консервирования

Химические методы консервирования основаны на использовании специальных агентов, т. е. веществ биологического (микробного, животного или растительного) происхождения (сейчас выпускаются и полусинтетические антибиотики), обладающих способностью подавлять рост и размножение определённых видов микроорганизмов. В небольших концентрациях они способны предохранять продукт от порчи в течение определённого времени, и поэтому некоторые из них применяются в качестве консервантов.

Антибиотики. В пищевой промышленности разрешается использовать лишь такие антибиотики, которые не используются в медицинской практике, обладают высокими антимикробными свойствами и в то же время инактивируются при тепловой обработке, не являются токсичными для человека и не оказывают влияния на органолептические свойства пищевых продуктов. Используются для обработки скоропортящихся продуктов (таких как мясо и рыба) и лишь в тех случаях, когда другие способы консервирования затруднены или невозможны.

Ограниченное применение антибиотиков в качестве консервантов обусловлено прежде всего тем, что, попадая в организм даже в минимальном количестве, они могут привести к появлению в нём устойчивых форм патогенных микроорганизмов. Кроме того, продолжительное употребление пищи с активным антибиотиком иногда вызывает нежелательные изменения в составе обычной, нормальной микрофлоры кишечника – дисбактериозы, которые, в свою очередь, могут стать причиной развития вторичных бактериальных инфекций. Возможны повышенная чувствительность к антибиотикам и их токсичность для организма.

Технологические приемы применения антибиотиков различны: погружение пищевого продукта в раствор антибиотиков на ограниченный срок, орошение поверхности пищевого продукта раствором антибиотиков различной концентрации, введение антибиотиков перед забоем животных и т. д.

Химические вещества, используемые для консервирования пищевых продуктов, должны быть безвредными и не изменять вкус, цвет и запах продукта. В настоящее время для консервирования разрешены: этиловый спирт, уксусная, сернистая, бензойная, сорбиновая кислоты и некоторые их соли, борная кислота, уротропин, некоторые антибиотики и др.

Консервирование этиловым спиртом основано 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 микроорганизмов.

Маринование представляет собой способ консервирования, в основу которого положено повышение кислотности среды путём добавления уксусной кислоты. В концентрациях 1,2–1,8 % уксусная кислота подавляет деятельность многих микроорганизмов, и в первую очередь гнилостных.

Консервирование пищевых продуктов сернистой кислотой, её солями и сернистым ангидридом называется сульфитацией. Подавляет жизнедеятельность плесеней и бактерий; более устойчивы к её действию дрожжи, особенно винные расы. Эта кислота применяется для консервирования плодов, ягод, фруктовых и овощных полуфабрикатов.

Бензойная кислота (C_6H_5COONa) и бензойнокислый натрий применяются для консервирования фруктово-ягодных полуфабрикатов, соков, килек. Подавляет жизнедеятельность дрожжей, менее интенсивно действует на маслянокислые бактерии, слабо на уксуснокислые и почти совсем не влияет на развитие молочнокислых бактерий и плесеней.

Сорбиновая кислота ($C_6H_8O_2$) и её соли. Используются для консервирования фруктовых соков, пюре, маринадов и других продуктов с низким рН среды. Подавляет деятельность грибов и дрожжей и слабо или почти не действует на бактерии.

Нитраты и нитриты используют 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 жёстким, волокнистым, неприятного серого цвета. Добавление сахара улучшает вкус продукта, а добавление нитратов и нитритов сохраняет цвет.

Из-за вредного воздействия на организм человека законодательством установлена предельно допустимая концентрация нитратов и нитритов в пищевых продуктах. Так, в варёных мясопродуктах содержание нитрита натрия не должно превышать 3 мг на 100 г продукта, в полукопчёных – 5, в копчёных – 10 мг.

Борная кислота (H_3BO_3), бура 0,3%-й концентраций и уротропин используются для сохранения зернистой осетровой икры. Борную кислоту применяют как консервант в производстве меланжа.

Хлортетрациклин (биомицин) действует на слизееобразующие микроорганизмы. В пищевой промышленности его используют для обработки мяса и рыбы, транспортируемых на дальние расстояния. Для обработки тресковых рыб используют биомициновый лёд, т. е. лёд, содержащий хлортетрациклин в количестве не более 5 г на 1 т продукта.

Нистатин – антибиотик, действующий на дрожжи и грибы, вызывающий плесневение мяса.

Низин используется при производстве молочных и плодоовощных консервов. Задерживает рост различных стафилококков, стрептококков, клостридий и др.

Антибиотиками растительного происхождения являются фитонциды. Из них наиболее применимо для консервирования аллиловое горчичное масло.

Озон, обладающий дезинфицирующими и дезодорирующими свойствами, подавляет или прекращает развитие бактерий и плесеней, их спор как на поверхности продукта, так и в воздухе.

Углекислый газ подавляет или полностью прекращает жизнедеятельность многих микроорганизмов.

Физико-химические методы консервирования

Сушка (обезвоживание) проводится для предотвращения или замедления физико-химических, биологических и других процессов, способствующих снижению пищевой ценности продуктов или их порче. Сушку используют для увеличения продолжительности 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.

Вымораживание влаги. Способ основан на том, что при замораживании вымерзает растворитель (вода), а экстрактивные вещества (сахар, кислоты, соли) не кристаллизуются, а остаются в растворе.

Вяление – частичный случай применения сушки. Способ основан на медленном обезвоживании в естественных условиях предварительно посоленных мясных и 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-жёлтый цвет, и становится полупрозрачной. Одновременно протекают окислительные процессы. Происходит созревание продукта, он приобретает приятные специфичные 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 %.

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 продукт, различают посол холодный (от 0 до 10 °С), охлаждённый (от 0 до 5 °С) и тёплый (10 °С 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 целесообразных способов консервирования, например, сельдевых и лососевых рыб, т. к. при этом значительно улучшаются и вкусовые достоинства. При посоле свинины также наблюдается образование специфического вкуса и аромата ветчинности.

Поскольку поваренная соль влияет на вкус пищевых продуктов, содержание её для многих изделий устанавливается в пределах 2,5–6,0 %. В этом случае консервирующий эффект достигается сочетанием посола с другими видами консервирования: охлаждением, копчением, сушкой и т. д.

Сахароза в концентрации не менее 65 % применяется при изготовлении варенья, джема, повидла, желе, сиропов и др. При получении этих продуктов избыток влаги удаляют выпариванием, в результате чего ещё больше повышается осмотическое давление. Однако при этом частично разрушаются витамины и снижается ценность продукта.

Биохимические методы консервирования

Одним из наиболее распространенных способов получения консервированных продуктов является их биохимическая обработка (квашение, соление, мочение). По мнению профессора Б. Л. Флауменбаума, принципиальной разницы между ними нет. В зависимости от вида консервируемого сырья процесс называют квашением (капусты), солением (огурцов, томатов, арбузов и др.) или мочением (яблок, груш, слив).

Квашение – консервирование плодов, овощей и грибов молочной кислотой, образующейся в результате сбраживания сахаров продукта молочнокислыми бактериями. Образующаяся молочная кислота уже в концентрации 0,5 % тормозит развитие многих вредных микроорганизмов (но не задерживает развитие дрожжей и плесеней), а свыше 1 % – прекращает действие молочнокислых бактерий.

Одновременно с образованием молочной кислоты в квашеных овощах накапливается этиловый спирт, который также оказывает консервирующее действие. В квашеной капусте и солёных огурцах количество его не превышает 0,5–0,7 %, что не препятствует развитию молочнокислых бактерий, но заметно улучшает вкус готовой продукции. В мочёных 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.

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, ускорения процесса брожения и предупреждения развития вредных микроорганизмов применяют чистые культуры молочнокислых бактерий.

Комбинированные методы консервирования

Копчение – способ обработки мясных или рыбных продуктов дымом, получаемом при неполном сгорании древесины, с целью повышения стойкости изделий при последующем хранении и придании им особых вкусовых свойств. Копчение можно рассматривать и как сушку, т. к. 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. В дыме содержится 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 копчёных изделий обусловлен 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.

В зависимости от режима различают виды копчения:

1. Горячее (при температуре выше 80 °С) – применяют при изготовлении варёных колбасных изделий, некоторых рыбных продуктов. В результате сравнительно недолгого времени копчения в изделие попадает немного коптильных веществ, они проникают на небольшую глубину. Продукты горячего копчения содержат много воды, имеют ограниченный срок реализации и должны храниться при низких температурах.

2. Холодное (при температуре до 40 °С) – используют при производстве сырокопчёных изделий из мяса и солёной рыбы. Продолжительность 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 сырокопчёные изделия несколько месяцев.

3. Электростатическое – 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, колбасы, рыба и т. д.). Время – всего от 2 до 5 минут. Однако существенными недостатками этого способа являются низкие вкусовые качества копчёных изделий, сложность оборудования, наличие токсичных веществ в продукте. Поэтому этот способ копчения широко не применяется.

4. Бездымное (жидкостное) – коптильные препараты вводят в продукт при посоле либо наносят, на его поверхность разбрызгиванием или распылением. Коптильные препараты почти не

содержат вредных для организма человека веществ, находящихся в копильном дыме, например 3,4-бензпирена, и не обладают токсичным действием.

Пресервы. Это особый вид рыбных консервов, герметически укупоренных, но не стерилизованных. Консервирующий эффект в пресервах достигается совместным действием различных факторов: соления, маринования, действием фитонцидов пряностей и др. Иногда для повышения стойкости в пресервы добавляют бензойнокислый натрий.

7.3 ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ

Основным сырьем для консервирования служат разнообразные плоды и овощи.

К **дополнительному сырью** относятся вода, сахар, соль, растительные масла и жиры, уксус, пищевые кислоты, пряности и т. д.

Вода, применяемая в производстве консервов, должна удовлетворять требованиям, предъявляемым к питьевой воде. В ней не должно быть токсичных для человека веществ, в том числе аммиака и сероводорода. Большое значение для технологических целей имеет показатель жесткости воды. Общая жесткость должна быть не более 7 мг экв/л.

Сахар-песок должен быть чистым, сухим, сыпучим, без комков, без посторонних запахов или вкусов, белого цвета. Содержание влаги – до 0,15 %, золы – 0,05 %.

Соль для консервирования применяют поваренную пищевую, высшего или первого сорта. Она должна быть чистой, без механических загрязнений, белого цвета, с незначительным сероватым или желтоватым оттенком. Содержание влаги – до 0,5–0,6 %, нерастворимых примесей – 0,05–1,0 %.

Растительные масла и жиры используются для производства овощных консервов. В основном это рафинированное подсолнечное масло, которое должно быть прозрачным, без постороннего вкуса и запаха, с кислотным числом не более 0,4. Допускается применение хлопкового или нерафинированного подсолнечного масла. Перед употреблением все растительные масла прокаливают с целью стерилизации. В производстве обеденных блюд и полуфабрикатов используют некоторые животные жиры (свиной, говяжий, костный). При изготовлении консервов для детского питания используют коровье масло.

Уксус и уксусную эссенцию желательно использовать пищевого назначения. В уксусе содержится 3–6 % уксусной кислоты, а в эссенции – 80 %. Лимонная и винная кислоты должны содержать не менее 99,5 % кислоты и не более 0,1–0,35 % золы. Не допускается наличие в них мышьяка и солей тяжелых металлов.

К **пряностям** относятся перец черный, перец душистый, лавровый лист, гвоздика, корица и др. Наряду с сухими пряностями, используют экстракты, представляющие собой вытяжки ароматических веществ из пряного сырья, полдученные с помощью сжиженного диоксида углерода.

К вспомогательным материалам относится тара для консервов. В консервной промышленности применяют два вида тары – герметичную и негерметичную. Выбор тары зависит от способа консервирования, вида продукта и его назначения.

К герметичной таре относятся металлические (жестяные, алюминиевые) банки и тубы, стеклянные банки, бутылки, бутыли, стаканы, коробки, банки и пакеты из полимерных материалов. В герметичную тару фасуют продукты, подлежащие стерилизации или пастеризации.

Негерметичная тара – деревянные бочки и ящики, фанерные ящики и барабаны, картонные коробки, бумажные мешки, пластмассовые ящики и лотки. Бочки применяют для фасовки повидла, джема, соленой томат-пасты, соленых и квашеных овощей, плодовых полуфабрикатов. В деревянные ящики фасуют пастилу, цукаты, повидло. В фанерные барабаны и ящики затаривают сухие фрукты и овощи, в парафинированные картонные коробки – замороженные продукты. Картонные коробки и пластмассовые ящики используют для упаковки готовой продукции и ее транспортирования.

Жестяные банки широко применяют для пищевых продуктов, предназначенных для стерилизации. Изготавливают жестяные банки из белой жести горячего или электролитического лужения, иногда из черной (нелуженой) жести. Для предупреждения коррозии тары жечь (иногда готовые банки) покрывают пищевыми лаками или эмалью, а иногда пассируют с целью создания на поверхности тонкой пленки оксидов олова. Существуют и белковоустойчивые эмали.

Для изготовления банок и крышек также используют тонкий лакированный алюминий. Алюминий и его сплавы обладают малой плотностью, хорошей пластичностью, легко штампуются, имеют высокую теплопроводность, безвредны для организма, не влияют на вкус и запах контактируемых с ними продуктов. Несмотря на некоторые недостатки (например, меньшая прочность), материал является перспективным в консервной промышленности. Наибольшее распространение получили алюминиевые тубы для фасовки соков с мякотью, томат-пасты, джема, меда и т. д.

Широко применяют в консервной промышленности стеклянную тару. Стекло хорошо дезинфицируется, переносит нагревание и охлаждение, легко устойчиво к действию солей, кислот и других веществ. Укупоривают стеклянную тару металлическими крышками из жести или алюминия с резиновыми уплотняющими кольцами.

В тару из полимерных материалов упаковывают свежие, сушеные, замороженные плоды и овощи, джем, повидло, варенье. Тара может быть сделана в виде коробок, пакетов, стаканов, мешков и т. д. Материалом для них служит обычно лакированный целлофан, полиэтилен, полипропилен, пленки из гидрохлорида каучука; винилхлорид, полистирол, полиамид, лавсан, фторопласты и различные комбинированные материалы из этих полимеров.

В последние годы при упаковке пищевых продуктов применяют алюминиевую фольгу, ламинированную полипропиленом, под условным названием ламистер.

Контрольные вопросы

1. Кто предложил классификацию способов консервирования?
2. Какие причины снижают хранимособность сырья и продуктов?
3. Охарактеризуйте основные принципы консервирования.
4. Чем пастеризация отличается от стерилизации?
5. Приведите характеристику основных методов замораживания.
6. При какой температуре целесообразно хранить большинство продуктов?
7. В чем отличие антибиотиков от консервантов?
8. Приведите характеристику основных способов сушки.
9. Раскройте сущность биохимических методов консервирования.
10. Что такое копчение? Чем копчение отличается от вяления?
11. Как изменяется пищевая ценность продуктов при консервировании?

Глава 8. ПИЩЕВЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ

8.1 ПОНЯТИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК

Пищевые добавки (ПД) – природные вещества и искусственные соединения, разрешенные Минздравом РФ, обычно не употребляемые в пищу в качестве пищевого продукта или составного компонента пищи, но преднамеренно вводимые в пищевой продукт в процессе его изготовления по технологическим соображениям на разных этапах производства, хранения, транспортирования с целью улучшения или облегчения производственного процесса или отдельных его операций, увеличения стойкости продукта к различным видам порчи, создания или сохранения структуры или внешнего вида продукта или специального изменения его органолептических свойств.

Для гармонизации использования пищевых добавок Европейским Советом разработана рациональная система цифровой кодификации пищевых добавок. Она включена в Кодекс ФАО – ВОЗ (ФАО – Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения) для пищевых продуктов (Codex Alimentarius, Ed. 2, V. 1) как международная цифровая система кодификации пищевых добавок (International Numbering System – INS). Каждой пищевой добавке присвоен цифровой трех- или четырехзначный номер (в Европе – с предшествующей ему буквой «Е»). Коды используются в сочетании с названиями функциональных классов, отражающих группировку пищевых добавок по технологическим функциям (подклассам).

Присвоение конкретному веществу статуса пищевой добавки и идентификационного индекса Е подразумевает, что данное конкретное вещество проверено на безопасность, имеет разрешение к применению; для него установлены критерии чистоты, необходимые для достижения определенного уровня качества продуктов питания.

Качество пищевых добавок – это совокупность характеристик, которые обуславливают технологические свойства и безопасность пищевых добавок.

Вещества, улучшающие внешний вид пищевых продуктов

В основную группу веществ, отвечающих за внешний вид (привлекательность) продуктов, входят пищевые красители, вещества, способствующие сохранению окраски, и отбеливатели.

Пищевые красители – это химические синтетические вещества или природные соединения, которые придают или усиливают цвет пищевого продукта. К красителям относятся также естественные компоненты пищевых продуктов или биологических объектов, не употребляемых обычно в качестве пищевого продукта или составной части пищи.

Классификация пищевых красителей:

1. **Натуральные (природные)** – природные соединения пищевых и биологических объектов, не употребляемых обычно в качестве продуктов питания или их составной части.

2. Синтетические – красители, полученные методами синтеза и не встречающиеся в природе:

- 1) органические;
- 2) неорганические.

Цветокорректирующие материалы и вещества, сохраняющие окраску (фиксаторы и стабилизаторы окраски) – это пищевые добавки, стабилизирующие, сохраняющие (или усиливающие) окраску пищевого продукта.

Фиксаторы (стабилизаторы) окраски сохраняют природную окраску пищевых продуктов при их переработке и хранении или замедляют нежелательное изменение окраски. Они могут сильно отличаться по химическому строению и принципу действия. Широко применяются во многих отраслях пищевой промышленности.

Отбеливатели (отбеливающие вещества) предотвращают и устраняют нежелательное окрашивание продукта путем химической реакции с его компонентами.

Пищевые продукты, к которым добавление красителей не допускается: молоко пастеризованное, стерилизованное, шоколадное; кисломолочные продукты и пахта неароматизированные; молоко, сливки консервированные, концентрированные, сгущенные неароматизированные; яйца и продукты из яиц (для окрашивания скорлупы пасхальных яиц допустимы пищевые красители); мясо, птица, дичь, рыба, ракообразные, моллюски цельные, куском или измельченные, включая фарш, без добавления других ингредиентов, сырые; мука, крупы, бобовые; фрукты, овощи, грибы свежие и сушеные; фруктовые и овощные соки, пасты, пюре; овощи (кроме маслин), фрукты, грибы консервированные, включая пюре, пасты; сахар, глюкоза, фруктоза; мед; какаопродукты, шоколадные ингредиенты в кондитерских и других изделиях; кофе жареный, цикорий, чай, экстракты из них; специи и смеси из них; соль поваренная, заменители соли; специализированные пищевые продукты для здоровых и больных детей (до 3 лет); вода питьевая в бутылках и банках.

Вещества, влияющие на вкус и аромат пищевых продуктов

Пищевые добавки, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат – это соединения, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат пищевых продуктов, полученных производственным путем, а также вещества, усиливающие запах природных продуктов.

Области применения пряностей: мясо- и рыбопродукты, продукты переработки овощей, грибов, кетчупы, соусы, отдельные продукты быстрого приготовления, бульонные кубики, молочные продукты, кондитерские изделия, вкусоароматические смеси для обсыпки чипсов, орехов, мороженое.

Подслащивающие вещества – соединения неуглеводной природы, обладающие сладким вкусом. Применение подслащивающих веществ связано с созданием низкокалорийных продуктов,

продуктов для людей, больных сахарным диабетом. Различают сахарозаменители и подсластители.

Сахарозаменители (сладкие спирты) – полиолы придают пищевым продуктам сладкий вкус, могут выполнять отдельные технологические функции сахара, не вызывают кариес, используются в производстве пищевых продуктов для больных сахарным диабетом.

Подсластители – вещества несахарной природы, применяемые для придания продукту сладкого вкуса, в десятки или сотни раз слаще сахара. Различают:

- синтетические (искусственные);
- натуральные.

Пищевые ароматизаторы – это вкусоароматические вещества или смеси вкусоароматических веществ (с растворителем, наполнителем или без них), которые вносят в пищевые продукты для улучшения или придания аромата и вкуса. В состав ароматизаторов могут входить разрешенные пищевые добавки. **Пищевым ароматизаторам и индекс Е не присваивается.** В Европе их применение регламентируется специальной директивой.

Натуральные ароматизаторы включают только натуральные ароматические компоненты – химические соединения или их смеси, выделенные из натурального сырья с помощью физических методов, а также методов биотехнологии.

Ароматизаторы, идентичные натуральным. В их состав входят как минимум один искусственно полученный компонент, идентичный натуральному, т. е. имеющий природный аналог, и натуральные компоненты. Идентичные натуральным ароматизаторы получают химическим путем.

Искусственные ароматизаторы содержат компоненты, полученные синтетическим (искусственным) путем и не идентифицированные до настоящего времени в растительном или животном сырье.

Добавки, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов

Добавки, изменяющие структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов – это вещества, вносимые для создания необходимых или изменения существующих реологических свойств, т. е. формирования требуемой консистенции или текстуры.

1. **Загустители** – добавки, используемые для повышения вязкости продукта.

2. **Гелеобразователи** – добавки, придающие пищевому продукту свойства геля (структурированной высокодисперсной системы с жидкой дисперсионной средой, заполняющей каркас, который образован частицами дисперсной фазы).

3. **Стабилизаторы** – добавки, обеспечивающие стабилизацию гомогенной пищевой системы, образованной из двух или более несмешиваемых веществ, или улучшение степени ее гомогенизации.

4. Эмульгаторы – добавки, которые, будучи добавленными к пищевому продукту, обеспечивают возможность образования и сохранения однородной дисперсии двух или более несмешивающихся веществ.

Соединения, добавляемые в пищевые продукты в процессе их изготовления с целью придания желаемой вязкости или консистенции или с целью стабилизации пищевой дисперсной системы, получили название «**гидроколлоиды**».

Гидроколлоиды обладают способностью, будучи введенными в жидкую пищевую систему в процессе изготовления продукта, растворяться в воде, связывая ее, в результате чего пищевая коллоидная система теряет свою подвижность и консистенция пищевого продукта изменяется.

Вещества, способствующие увеличению сроков хранения

Порча пищевых продуктов приводит к снижению их качества, накоплению в них вредных веществ. В итоге продукт становится непригодным к употреблению, что приводит к огромным экономическим потерям. Сохранность пищевого сырья и готовой продукции достигается различными способами (снижением влажности, использованием низких температур, нагреванием, копчением, засолкой), в том числе применением пищевых добавок (консервантов, антиоксидантов).

1. Консерванты – вещества, продлевающие срок хранения продуктов, защищая их от порчи, вызванной микроорганизмами (бактериями, плесневыми грибами и дрожжами).

Требования, предъявляемые к консервантам:

– консервант должен: иметь широкий спектр действия; быть эффективным против микроорганизмов, содержащихся в данной пищевой системе; оставаться в продукте в течение всего срока хранения; в первую очередь – замедлять образование токсинов; не оказывать влияния на органолептические свойства пищевого продукта; быть технологичным (простым в применении); быть дешевым;

– консервант не должен: быть физиологически опасным; вызывать привыкания; реагировать с компонентами пищевой системы; создавать экологические и токсикологические проблемы в ходе технологического потока; влиять на микробиологические процессы, предусмотренные при производстве отдельных пищевых продуктов данной технологией.

2. Антиокислители – вещества, замедляющие окисление ненасыщенных жирных кислот, входящих в состав липидов (масел и жиров).

8.2 ПОНЯТИЕ «БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ». КЛАССИФИКАЦИЯ

Биологически активные добавки к пище (БАД) – концентраты натуральных (природных) или идентичных натуральным биологически активных веществ (включая эссенциальные пищевые вещества), предназначенные для непосредственного приема с пищей и (или) введения в состав

пищевых продуктов с целью обогащения рациона отдельными пищевыми и биологически активными веществами и их комплексами.

Классификация БАД:

1. Нутрицевтики – дополнительные источники нутриентов (пищевых веществ).
2. Парафармицевтики – источники физиологически активных веществ.
3. Пробиотики – источники живых непатогенных нетоксикогенных микроорганизмов, их структурных компонентов и метаболитов.

Биологически активные добавки предназначены для использования в качестве дополнительного источника пищевых и биологически активных веществ для оптимизации углеводного, жирового, белкового, витаминного и других видов обмена веществ при различных функциональных состояниях; для нормализации и(или) улучшения функционального состояния органов и систем организма человека, в том числе путем использования продуктов, оказывающих общеукрепляющее, мягкое мочегонное, тонизирующее, успокаивающее и иные виды действия при различных функциональных состояниях; для снижения риска заболеваний; для нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта, а также в качестве энтеросорбентов.

Информация для потребителя, нанесенная на этикетку БАД в соответствии с действующими законодательными и нормативными документами, должна содержать наряду с общими (наименование, товарный знак изготовителя, дата изготовления и др.) сведения о составе ингредиентов в порядке, соответствующем их убыванию в весовом или процентном выражении; данные о весе или объеме БАД в единице потребительской упаковки или весе (объеме) единицы продукта; сведения об основных потребительских свойствах БАД; противопоказаниях для ее применения при отдельных видах заболеваний; а также указание, что БАД не является лекарством.

В соответствии с требованиями к обороту (хранению, транспортированию и реализации) биологически активных добавок к пище каждый продукт сопровождается удостоверением качества и безопасности.

Под качеством БАД к пище понимают совокупность характеристик, которые обуславливают потребительские свойства, эффективность и безопасность биологически активных добавок к пище.

Под безопасностью БАД к пище, как и под безопасностью технологических пищевых добавок, понимают отсутствие опасности для жизни и здоровья людей нынешнего и будущих поколений.

Нутрицевтики

Нутрицевтики – биологически активные добавки к пище, которые применяют для коррекции химического состава пищи человека.

Цель введения нутрицевтиков в пищевой рацион (в качестве БАД к пище или в составе пищевого продукта) – улучшение пищевого статуса человека, укрепление здоровья и

профилактика ряда заболеваний путем коррекции содержания естественных эссенциальных макро- и микронутриентов в суточном рационе до уровня, соответствующего физиологической потребности здорового человека.

Представители группы нутрицевтиков:

1. **Витамины** – низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, выступающие биорегуляторами процессов, протекающих в живом организме. Организм человека не синтезирует витамины или синтезирует их в недостаточном количестве (никотиновая кислота, витамин D).

2. **Минеральные вещества** (минеральные элементы) – неорганические составные части пищи, являющиеся незаменимыми пищевыми веществами.

3. **Полинасыщенные жирные кислоты** (ПНЖК) – кислоты, которые являются незаменимыми по одной из двух причин:

- не синтезируются животным организмом, и их отсутствие в пище вызывает симптомы недостаточности жирных кислот (лино-левая, линоленовая).

- синтезируются в организме и способны устранять симптомы недостаточности (метаболиты динолевой и линоленовой кислот).

Парафармацевтики

Парафармацевтики – биологически активные добавки к пище, применяемые для профилактики, вспомогательной терапии и поддержки в физиологических границах функциональной активности органов и систем.

Парафармацевтики – так называемые минорные (входящие в относительно небольших количествах) компоненты пищи, к которым относятся органические кислоты, биофлавоноиды, биогенные амины, кофеин, некоторые олигосахариды, ди- и олигопептиды и др.

Суточная доза парафармацевтика не должна превышать разовую терапевтическую дозу, определенную при применении этого вещества в качестве лекарственного средства.

Источниками парафармацевтиков являются пищевые и лекарственные растения, которые с древних времен широко используются для профилактики различных заболеваний и улучшения здоровья.

Пробиотики

Пробиотики – физиологически функциональные пищевые ингредиенты в виде живых непатогенных и нетоксикогенных микроорганизмов, обеспечивающие при систематическом употреблении самостоятельно или в составе пищевых продуктов оптимизацию микробиологического статуса организма человека за счет нормализации состава и биологической активности нормальной микрофлоры пищеварительного тракта.

Основные группы пробиотиков – препараты и биологически активные добавки к пище, содержащие живые микроорганизмы (монокультуры или их комплексы), структурные компоненты микроорганизмов – представителей нормальной микрофлоры или их метаболиты, микробного или иного происхождения, стимулирующие рост и активность бифидобактерий и лактобацилл – представителей нормальной микрофлоры.

Пребиотики – функциональные пищевые ингредиенты в виде вещества или комплекса веществ, которые при систематическом употреблении в составе пищевых продуктов обеспечивают оптимизацию микрoэкологического статуса организма человека за счет избирательной стимуляции роста и (или) биологической активности нормальной микрофлоры пищеварительного тракта.

Основные виды пребиотиков: ди- и трисахариды, олиго- и полисахариды, многоатомные спирты, аминокислоты и пептиды, ферменты, органические низкомолекулярные и ненасыщенные высшие жирные кислоты, антиоксиданты, растительные и микробные экстракты и др.

Синбиотики – функциональные пищевые ингредиенты, представляющие собой комбинации пробиотиков и пребиотиков, оказывающие синергический эффект на физиологические функции и метаболические реакции организма человека.

Контрольные вопросы

1. Что такое пищевые добавки? На какие основные группы делятся пищевые добавки?
2. Что подразумевается под гигиенической регламентацией пищевых добавок в продуктах питания?
3. Как классифицируют пищевые красители? Какова цель их применения?
4. Что такое подслащивающие вещества (подсластители), как их классифицируют?
5. Что такое пищевые ароматизаторы и как их классифицируют? Какие вещества относятся к усилителям и модификаторам вкуса?
6. Какие пищевые добавки изменяют структуру и реологические свойства пищевых продуктов? Какова их роль в создании продуктов питания?
7. Какова роль консервантов в сохранении пищевого сырья и готовых продуктов?
8. Какие вещества относятся к группе консервантов?
9. Какие добавки относятся к биологически активным?
10. Как классифицируют биологически активные добавки к пище?
11. Какие биологически активные добавки к пище относятся к нутрицевтикам?
12. Какие вещества относятся к витаминам? На какие основные группы они подразделяются?
13. Как подразделяются минеральные пищевые вещества?
14. Каковы основные физиологические функции кальция, фосфора и магния?
15. Какие жирные кислоты входят в группу незаменимых? Каковы их основные физиологические функции?
16. Какие вещества относятся к парафармацевтикам? Каковы принятые уровни их потребления?
17. Что такое пробиотики?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Исключите свойства, не относящиеся к белкам:

- 1) пенообразование;
- 2) способность к гидролизу;
- 3) денатурация;
- 4) способность к реакции этерификации.

2. Клетчатка это...

- 1) углевод, относящийся к балластным веществам;
- 2) раствор, состоящий из равных молярных долей глюкозы и фруктозы;
- 3) жироподобное вещество.

3. Установите соответствие:

	1. А.
А. Водорастворимые витамины	2. В.
Б. Жирорастворимые витамины	3. С.
	4. D.
	5. E.

4. Энергетическая ценность продукта это...

- 1) комплекс свойств пищевых продуктов, отражающий степень соответствия их состава потребностям организма в основных биологически активных веществах;
- 2) количество энергии, которая образуется при биологическом окислении жиров, белков и углеводов, содержащихся в продукте;
- 3) показатели, определяемые с помощью органов чувств и характеризующие внешний вид, цвет, консистенцию, вкус и запах продукта.

5. К неусвояемым углеводам относятся:

- 1) пектиновые вещества;
- 2) глюкоза;
- 3) декстрины;
- 4) фруктоза.

6. Какими свойствами характеризуется зерновая масса?

1. Сыпучесть, скважистость, сорбционные свойства, аэродинамические свойства, теплофизические свойства.
2. Скважистость, термовлагопроводность, парусность, скорость витания.
3. Сыпучесть, теплоемкость, сорбционные свойства, парусность.

7. Основной углевод в зерновых культурах:

- 1) пектин;
- 2) геммицеллюлоза;
- 3) крахмал;
- 4) сахароза.

8. Причины самосогревания зерна при хранении:

- 1) повышение температуры зерновой массы;
- 2) понижение температуры зерновой массы;
- 3) протекание биохимических процессов;
- 4) прохождение гидролиза полисахаридов.

9. В бродильных производствах не используется такое сырье, как...

- 1) ячмень;
- 2) подсолнечник;

- 3) рожь;
- 4) виноград;
- 5) сахар;
- 6) меласса.

10. Сырьем для производства патоки является:

- 1) сахарная свекла;
- 2) дрожжевые автолизаты;
- 3) крахмал;
- 4) меласса.

11. К основным продуктам спиртового брожения относится:

- 1) глицерин;
- 2) этиловый спирт;
- 3) уксусная кислота;
- 4) высшие спирты.

12. Установите соответствие:

1. Бродильные производства.

А. Производство крахмала, сахара, растительного масла.

2. Физико-химические производства.

Б. Получение патоки.

3. Механико-теплофизические производства.

В. Производство вина, приготовление хлеба, получение ферментных препаратов.

4. Химические производства.

Г. Консервное, кондитерское производство.

13. Жесткость воды характеризуется содержанием ионов...

- 1) К и I;
- 2) Са и Mg;
- 3) Pb и Cd.

14 Что такое гомогенизация?

- 1. Удаление воздуха из продукта.
- 2. Доведение продукта до тонкодисперсной массы.
- 3. Протирание на протирочных машинах.
- 4. Насыщение продукта диоксидом углерода.

15. Диспергирование значит...

- 1) объединение;
- 2) дробление;
- 3) укрупнение;
- 4) разрушение.

16. Эмульсия – это...

- 1) жидкость + твердое вещество;
- 2) жидкость + жидкость;
- 3) жидкость + газ;
- 4) газ + твердое вещество.

17. Суспензия – это...

- 1) жидкость + твердое вещество;
- 2) жидкость + жидкость;
- 3) жидкость + газ;
- 4) газ + твердое вещество.

18. Выберите название коллоидного раствора:

- 1) гель;
- 2) желе;
- 3) паста;
- 4) золь.

19. Установите соответствие:

- | | |
|---------------|-------------------|
| 1. Суспензия. | А. Молоко |
| 2. Эмульсия. | Б. Яичный белок |
| 3. Коллоид. | В. Раствор сахара |

20. Установите соответствие между видом дисперсной системы и ее свойствами:

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1. Эмульсия. | А. Синерезис. |
| 2. Гель. | Б. Расслаивается. |

21. Синерезис – это...

- 1) старение геля;
- 2) испарение геля;
- 3) образование геля.

22. Установите соответствие:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Грубодисперсные системы. | А. Частицы от 1 до 100 нм. |
| 2. Тонкодисперсные системы. | Б. Частицы более 100 нм. |

23. Какие факторы влияют на скорость химических реакций?

1. Концентрация реагирующих веществ, температура, наличие катализатора.
2. Температура, давление, рН среды.
3. рН среды, концентрация реагирующих веществ, наличие катализатора.

24. При полном гидролизе крахмала получают продукты:

- 1) сахароза;
- 2) глюкоза;
- 3) мальтоза.

25. Прогоркание жиров и масел объясняется процессами:

- 1) восстановлением;
- 2) меланоидинообразованием;
- 3) окислением.

26. Что такое патока?

1. Это отход свеклосахарного производства.
2. Это отход солодовенного производства.
3. Продукт неполного гидролиза крахмала.

27. Назовите формы связи влаги с материалом:

- 1) адсорбционная, осмотическая и структурная влага;
- 2) ионная связь и влага в кристаллогидратах;
- 3) механическая, физико-химическая и химическая.

28. Химические реакции, протекающие на границе раздела фаз (например, твердой и жидкой, твердой и газообразной), называются:

- 1) гомолитическими;
- 2) гетеролитическими.

29. Катализаторы, которые находятся в системе в том же состоянии, что и реагенты, – это...

- 1) гомогенные катализаторы;
- 2) гетерогенные катализаторы.

30. Выберите верное утверждение.

1. Частицы, энергия которых ниже энергии активации, называют активными.
2. С увеличением энергии активации уменьшается доля активных молекул.
3. С увеличением энергии активации увеличивается скорость реакции.
4. Все вышеперечисленные утверждения верны.

31. Реакция меланоидинообразования это...

- 1) реакция обменного разложения веществ водой;
- 2) реакция между amino-соединениями и соединениями, содержащими карбонильную группу;
- 3) обработка сернистым ангидридом или его раствором.

32. Реакция сульфитации это...

- 1) это реакция обменного разложения веществ водой;
- 2) реакция между amino-соединениями и соединениями, содержащими карбонильную группу;
- 3) обработка сернистым ангидридом или его раствором.

33. Правило Вант-Гоффа гласит:

1. При повышении температуры на каждые 10 градусов скорость реакции возрастает примерно в 2–4 раза.
2. При понижении температуры на каждые 10 градусов скорость реакции возрастает примерно в 2–4 раза.
3. При повышении температуры скорость реакции не меняется.

34. Какие факторы влияют на скорость биохимических процессов?

1. Химическая природа реагирующих веществ, концентрация фермента и субстрата, температура и реакция среды pH, наличие активаторов и ингибиторов.
2. Химическая природа реагирующих веществ, концентрация фермента и субстрата, температура и реакция среды pH.
3. Концентрация фермента и субстрата, температура и реакция среды pH, наличие активаторов и ингибиторов.

35. Для гидролиза крахмалистого сырья используют класс ферментов...

- 1) оксиредуктазы;
- 2) лиазы;
- 3) гидролазы;
- 4) изомеразы.

36. Для катализации окислительно-восстановительных реакций используют класс ферментов...

- 1) оксиредуктазы;
- 2) лиазы;
- 3) гидролазы;
- 4) изомеразы.

37. В производствах пищевой промышленности биохимические процессы используются...

- 1) для получения антибиотиков белков, витаминов, ферментов;*
- 2) в хлебопекарном, спиртовом, консервном производствах;*
- 3) для получения растительного масла.*

38. Ферменты это...

- 1) культуры плесневых грибов;*
- 2) углеводы, являющиеся биологическими катализаторами;*
- 3) белки, являющиеся биологическими катализаторами.*

39. Ферментные препараты от ферментов отличаются...

- 1) наличием балластных веществ;*
- 2) наличием катализатора;*
- 3) отсутствием белковых веществ.*

40. Способы культивирования микроорганизмов:

- 1) частично погруженный;*
- 2) поверхностный;*
- 3) глубинный.*

41 ... – это микроорганизмы, которые не используются в технологии бродильных производств. Выберите нужное:

- 1) дрожжи;*
- 2) молочно-кислые бактерии;*
- 3) вирусы;*
- 4) уксусно-кислые бактерии;*
- 5) плесневые грибы.*

42. При ... фазе в процессе культивирования дрожжи находятся в оптимальных условиях размножения и роста. Выберите нужное:

- 1) лаг-;*
- 2) экспоненциальной;*
- 3) стационарной;*
- 4) отмирания.*

43. Фазы, которые наблюдаются при культивировании микроорганизмов:

- 1) экспоненциальная и лаг-фаза;*
- 2) лаг-фаза, экспоненциальная, фаза замедленного роста, фаза отмирания;*
- 3) лаг-фаза, экспоненциальная, фаза замедленного роста, фаза постоянной скорости.*

44. Отметьте род дрожжей:

- 1) хлопьевидные;*
- 2) сахаромицеты;*
- 3) пылевидные;*
- 4) несакхаромицеты.*

45. Расположите по порядку последовательность сбраживания сахаров дрожжами:

- 1) глюкоза;*
- 2) мальтоза;*
- 3) фруктоза.*

46. Действия, направленные на уничтожение вредителей производства, вызывающих порчу сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также патогенных микроорганизмов, называются:

- 1) дератизацией;
- 2) дезинфекцией;
- 3) дезинсекцией.

47. Допишите определение. Консервирование – это...

48. Отметьте соответствие:

- | | |
|----------------------|--|
| 1. Принцип биоиза. | <i>А. Прекращение жизненных процессов в сырье и жизнедеятельности микроорганизмов.</i> |
| 2. Принцип анабиоза. | <i>Б. Поддержание жизненных процессов в сырье с использованием для этой цели естественного иммунитета сырья.</i> |
| 3. Принцип абиоза. | <i>В. Приведение продукта в состояние, при котором резко замедляются или совсем не проявляются биологические процессы.</i> |

49. Пастеризация осуществляется при температуре...

- 1) до 3 °С;
- 2) до 100 °С;
- 3) выше 100 °С.

50. Стерилизация осуществляется при температуре...

- 1) до 30°С;
- 2) до 100 °С;
- 3) выше 100°С.

51. К химическим методам консервирования относятся:

- 1) сушка;
- 2) применение поваренной соли;
- 3) применение антибиотиков;
- 4) копчение;
- 5) квашение;
- 6) применение уксусной кислоты;
- 7) пресервы.

52. К физико-химическим методам консервирования относятся следующие способы:

- 1) сушка;
- 2) применение поваренной соли;
- 3) применение антибиотиков;
- 4) копчение;
- 5) квашение;
- 6) применение уксусной кислоты;
- 7) пресервы.

53. К биохимическим методам консервирования относятся следующие способы:

- 1) сушка;
- 2) применение поваренной соли;
- 3) применение антибиотиков;
- 4) копчение;
- 5) квашение;
- 6) применение уксусной кислоты;

7) пресервы.

54. К комбинированным методам консервирования относятся следующие способы:

- 1) сушка;
- 2) применение поваренной соли;
- 3) применение антибиотиков;
- 4) копчение;
- 5) квашение;
- 6) применение уксусной кислоты;
- 7) пресервы.

55. Консервирование с использованием уксусной кислоты – это...

- 1) квашение;
- 2) мочение;
- 3) маринование;
- 4) соление.

56. Дайте определение пищевым добавкам (ПД).

1. Пищевые безвредные вещества, добавляемые в продукты питания.
2. Природные или искусственные вещества, специально вводимые в продукты для придания им заданных свойств.
3. Вещества естественного происхождения для введения в продукты с целью необходимого изменения их свойств.

57. Перечислите основные функции пищевых добавок:

- 1) красители, загустители, ароматизаторы, консерванты, антиокислители;
- 2) улучшение внешнего вида, регулирование консистенции, вкуса и запаха, сохранение качества продукта;
- 3) подкрашивание, формирование текстуры, придание аромата, повышение срока хранения продуктов.

58. Какими атрибутами должна обладать ПД, которой присвоен индекс «Е»?

1. Безопасностью в технологическом применении и чистотой химсостава.
2. Безопасностью в нужных для технологии пределах и химической чистотой.
3. Безопасностью и чистотой при длительном применении, технологической необходимостью использования.

59. В каких случаях не разрешено введение ПД в продукты питания?

1. Когда дозировка ПД соответствует предельным нормам безопасности.
2. Если ПД применяют для сокрытия пороков в продукте.
3. Когда введение ПД снизит энергетическую ценность продукта.

60. Виды красителей, которые используются в пищевой технологии:

- 1) природные, органические, минеральные;
- 2) натуральные, синтетические, минеральные;
- 3) растительные, искусственные, неорганические.

61. Назовите основные ПД с отбеливающим действием:

- 1) соединения серы, хлора и азота, бромат кальция;
- 2) диоксид серы, сернистая кислота и ее соли;
- 3) сернистые соединения, пероксиды, бромид калия.

62. К добавкам, изменяющим структуру и физико-химические свойства пищевых продуктов, относятся:

- 1) загустители;

- 2) ароматизаторы;
- 3) эмульгаторы;
- 4) регуляторы кислотности.

63. В чем состоит принцип действия антиоксидантов?

1. Связывание ионов металлов переменной валентности.
2. Нейтрализация свободных и пероксидных радикалов.
3. Увеличение продолжительности индукционного периода.

64. Чем отличаются БАДы пробиотики от пребиотиков?

1 Пробиотики – БАДы микробного происхождения, а пребиотики – БАДы смешанного состава.

2 Пробиотики – представители нормальной микрофлоры кишечника; пребиотики – генераторы пробиотиков.

3 Пробиотики – чистые культуры микроорганизмов кишечника, пребиотики – стимуляторы пробиотиков.

65. Авитаминоз – это...

1) болезненное состояние, возникающее при нарушении соответствия между расходом витаминов и поступлением их в организм; то же, что витаминная недостаточность;

2) патологическое состояние организма, которое обусловлено острой нехваткой витаминов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абакумова, Т. Н. Технология пищевых производств : учебное пособие / Т. Н. Абакумова, Т. Г. Кичаева. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 88 с.
2. Бессонова, Л. П. Научные основы обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов: монография / Л. П. Бессонова, Н. И. Дунченко, Л. В. Антипова. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2021. – 392 с.
3. Введение в технологии продуктов питания: учебное пособие/ И. С. Витол, В. И. Горбатюк, Э. С. Гореньков [и др.] ; под ред. А. П. Нечаева. – Москва : ДеЛи принт, 2013. – 720 с.
4. Волкова, А. В. Методы исследований в технологии продуктов питания из растительного сырья : учебное пособие / сост. А. В. Волкова, Н. В. Праздничкова, А. Н. Макушин ; отв. ред. А. В. Волкова. – Кинель : Издательско-библиотечный центр Самарского ГАУ, 2023. – 155 с.
5. Востроилов, А. В. Основы переработки молока и экспертиза качества молочных продуктов : учебное пособие / А. В. Востроилов, И. Н. Семенова, К. К. Полянский. – Санкт-Петербург : ГИОРД, 2010. – 512 с.
6. Еркебаев, М. Ж. Основы реологии пищевых продуктов : учебное пособие/ М. Ж. Еркебаев, Т. К. Кулажанов, Е. Б. Медведков. – Алматы : Алматинский технологический университет, 2006. – 298 с.
7. Касторных, М. С. Товароведение и экспертиза пищевых жиров, молока и молочных продуктов : учебник для бакалавров / М. С. Касторных, В. А. Кузьмина, Ю. С. Пучкова. – 6-е изд. – Москва : Дашков и К, 2018. – 328 с.
8. Ксенз, М. В. Физико-химические основы технологии продуктов общественного питания : учебное пособие / М. В. Ксенз, Т. А. Джум, М. Ю. Тамова. – Москва : Магистр : ИНФРА-М, 2023. – 232 с.
9. Кузнецов, О. А. Реология пищевых масс : учебное пособие / О. А. Кузнецов, Е. В. Волошин, Р. Ф. Сагитов. – Оренбург : Оренбургский государственный университет им. В. А. Бондаренко, 2005. – 106 с.
10. Колодязная, В. С. Пищевая химия 6 учебное пособие / .В. С. Колодязная. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургская государственная академия холода и пищевых технологий, 1999. – 140 с.

11. Конова, Н. И., Технология хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств : учебное пособие / Н. И. Конова, Г. И. Назимова. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2005. – 156 с.
12. Конова, Н. И. Общая технология пищевых производств. Часть 1 : учебное пособие / Н. И. Конова. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 80 с.
13. Макрицкая, Е. М. Основы технологии пищевых производств : учебное пособие / Е. М. Макрицкая. – Минск : Республиканский институт профессионального образования, 2024. – 280 с.
14. Нечаев, А. Технология пищевых производств: учебник для вузов / А. П. Нечаев, И. С. Шуб, О. М. Аношина. – Москва : КолосС, 2008. – 768 с.
15. Основы консервирования пищевых продуктов : учебное пособие / А. И. Машанов, В. В. Матюшев, Н. А. Величко [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2026. – 270 с.
16. Просеков, А. Ю. Научные основы производства продуктов питания : лабораторный практикум / А. Ю. Просеков. – Кемерово : Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 54 с.
17. Рыгалова, Е. А. Технология консервирования пищевых продуктов : учебное пособие : в 2 частях. Часть 2 / Е. А. Рыгалова, Е. А. Речкина, Н. А. Величко. – Москва : ИНФРА-М, 2025. – 262 с.
18. Сырчина, Н. В. Химия пищевых продуктов : учебное пособие / Н. В. Сырчина. – Москва ; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 300 с.
19. Технология пищевых производств / Л. П. Ковальская, И. С. Шуб, Г. М. Мелькина [и др.] ; под ред. Л. П. Ковальской. – Москва : Колос, 1999. – 752 с.
20. Технология продукции общественного питания : учебник / А. И. Мглинец, Н. А. Акимова, Г. Н. Дзюба, Г. Г. Дубцов ; под ред. А. И. Мглинца. – Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2015. – 736 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ.....	3
1	Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПИТАНИИ.....	4
1.1	ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ОБМЕНЕ ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ.....	4
1.2	СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ПИЩИ: БЕЛКИ, ЖИРЫ, УГЛЕВОДЫ, ВИТАМИНЫ, МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА.....	5
2	ГЛАВА 2. СЫРЬЕ. КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	10
2.1	КЛАССИФИКАЦИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ.....	10
2.2	КЛАССИФИКАЦИЯ СЫРЬЯ.....	11
2.3	ЗЕРНОВЫЕ КУЛЬТУРЫ. СВОЙСТВА ЗЕРНОВОЙ МАССЫ.....	12
2.4	ПЛОДООВОЩНОЕ СЫРЬЕ. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ПЛОДОВ И ОВОЩЕЙ.....	15
2.5	ВОДА. ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ.....	19
3	ГЛАВА 3. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЯ. ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ.....	21
3.1	РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЯ.....	21
3.2	ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ.....	21
3.3	КОЛЛОИДНЫЕ СИСТЕМЫ.	24
3.4	ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТВОРОВ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ВМС).....	25
4	ГЛАВА 4. ОСНОВНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	28
4.1	ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ.....	28
4.2	ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ РОЛЬ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	30
5	ГЛАВА 5. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	36
5.1	ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	36
5.2	КЛАССИФИКАЦИЯ ФЕРМЕНТОВ. ИХ РОЛЬ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	38
5.3	ФЕРМЕНТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ И СТЕПЕНЬ ИХ ОЧИСТКИ.....	39
5.4	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ.....	41
6	ГЛАВА 6. МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	43
6.1	ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ МИКРООРГАНИЗМОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	43
6.2	ФАЗЫ РОСТА МИКРООРГАНИЗМОВ.....	45
6.3	ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ИНФЕКЦИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИЯ.....	46
7	ГЛАВА 7. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КОНСЕРВИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ.....	48
7.1	ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА КОНСЕРВИРОВАНИЯ.....	48
7.2	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ.....	50
7.3	ВЕЩЕСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ КОНСЕРВИРОВАНИИ.....	57
8	ГЛАВА 8. ПИЩЕВЫЕ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ.....	60
8.1	ПОНЯТИЕ ПИЩЕВЫХ ДОБАВОК.....	60
8.2	ПОНЯТИЕ «БИОЛОГИЧЕСКИ-АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ». КЛАССИФИКАЦИЯ.....	63
	ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ.....	67
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	74

Учебное издание

Коршунова Вера Владимировна
Кошелева Елена Алексеевна
Лисиченок Ольга Викторовна

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Учебное пособие

Подписано к печати
Формат 60х84 1/6. Тираж 100 экз.
Объем 5,1 усл. печ. л. Изд. №. Заказ №

Отпечатано в Издательском Центре
Университета биотехнологий «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул.Добролюбова, 160, каб. 106
Тел/факс (383) 267-09-10, E-mail: 2134539@mail.ru