

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

Е.А. Рыгалова, Е.А. Речкина, Н.А. Величко

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В двух частях

Часть 1

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения, 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения всех форм обучения, а также специальности 19.02.08 – Технология мяса и мясных продуктов

Электронное издание

Красноярск 2023

ББК 36.96я73

Р 93

Рецензенты:

Е. А. Иванов, кандидат сельскохозяйственных наук, исполняющий обязанности директора Красноярского научно-исследовательского института животноводства ФИЦ КНЦ СО РАН

Г. А. Губаненко, доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой технологии и организации общественного питания СФУ

Р 93 **Рыгалова, Е. А.**

Технология консервирования пищевых продуктов [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2-х ч. Ч. 1 / Е. А. Рыгалова, Е. А. Речкина, Н. А. Величко; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2023. – 227 с.

В первой части представлена информация по развитию консервирования пищевых продуктов, описана характеристика сырья животного происхождения, используемого для консервной промышленности, представлены методы и способы консервирования. Даны характеристики тары, упаковки, применяемых в консервной промышленности.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения и 19.04.03 – Продукты питания животного происхождения всех форм обучения, и для студентов, обучающихся по специальности 19.02.08 – Технология мяса и мясных продуктов.

ББК 36.96я73

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. РАЗВИТИЕ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ....	7
1.1. Возникновение и развитие методов консервирования продуктов	7
1.2. Роль консервной промышленности в обеспечении населения питанием.....	12
Контрольные вопросы	14
2. МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ.....	15
2.1. Порча пищевых продуктов при хранении.....	15
2.2. Классификация методов консервирования	17
2.3. Сохранение сырья по принципу биоза	20
2.4. Методы консервирования по принципу анабиоза.....	25
2.4.1. Консервирование осмотически деятельными веществами	25
2.4.2. Сушка.....	28
2.4.4. Маринование, квашение, спиртование и спиртовое брожение	30
2.5. Хранение сырья и пищевых продуктов при пониженных температурах.....	35
2.5.1. Охлаждение.....	35
2.5.2. Замораживание	37
2.5.3. Повреждающее действие замораживания	39
2.5.4. Размораживание пищевых продуктов	40
2.5.5. Процессы, влияющие на качество замороженных продуктов при хранении	42
2.5.6. Хранение в измененной газовой среде	43
2.6. Консервирование с помощью антисептиков и антибиотиков.....	45
2.6.1. Общая характеристика метода сохранения пищевых продуктов с помощью антисептиков	45
2.6.2. Сохранение сернистым ангидридом	47
2.6.3. Консервирование бензойной кислотой и ее солями	50
2.6.4. Консервирование сорбиновой кислотой и ее солями	51
2.6.5. Прочие антисептики, применяемые для сохранения пищевых продуктов	52
2.6.6. Использование антибиотиков.....	53
2.7. Методы консервирования по принципу абиоза. Физическая стерилизация.....	55
2.7.1. Консервирование нагреванием.....	55
2.7.2. Обеспложивающая фильтрация	56
2.7.3. Консервирование с помощью токов	57

2.7.4. Ультрафиолетовое облучение.....	58
2.7.5. Озонирование	61
2.7.6. Консервирующая обработка ультразвуком.....	61
2.7.7. Ионизирующие излучения	62
2.7.8. Комбинированные (смешанные) методы консервирования	63
Контрольные вопросы	66
3. МЯСНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВНОЙ ПРОДУКЦИИ	68
3.1. Характеристика тканей мяса.....	68
3.2. Химический состав и пищевая ценность мяса.....	77
3.3. Водосвязывающая способность мяса.....	85
3.4. Основные свойства мяса.....	92
Контрольные вопросы	101
4. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ	103
4.1. Массовый состав рыбы.....	103
4.2. Характеристика тканей тела рыбы	103
4.3. Химический состав рыбы.....	107
4.3.1. Характеристика химических веществ тканей рыбы	108
4.3.2. Изменение химического состава рыб	117
4.3.3. Пищевая ценность рыбы	118
4.3.4. Посмертные изменения и способы сохранения качества рыбы....	121
Контрольные вопросы	125
5. ТАРА, ПРИМЕНЯЕМАЯ В КОНСЕРВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	126
5.1. Деревянные бочки, ящики, картонные короба	128
5.2. Полимерная тара. Требования к полимерам для упаковки пищевых продуктов	132
5.3. Комбинированная тара с использованием алюминия.....	136
5.4. Факторы, влияющие на выбор тары.....	137
5.5. Алюминиевая тара	139
5.6. Жестяная тара	142
5.6.1. Производство жестяной тары	143
5.6.2. Контроль герметичности тары.....	147
5.6.3. Требования к жести.....	148
5.6.4. Коррозия внутренней поверхности тары.....	151
5.7. Стеклоянная тара для консервов	153
5.7.1. Факторы, влияющие на качество стеклянной тары.....	157
5.7.2. Входной контроль тары.....	161

5.7.3. Крышки для стеклянных банок	164
5.7.4. Качество укупоривания	167
Контрольные вопросы	169
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.	171
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	193
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	194
ПРИЛОЖЕНИЕ	196

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие «Технология консервирования пищевых продуктов» состоит из двух частей и содержит теоретические материалы для освоения дисциплин профессиональных циклов и модулей, входящих в учебные планы по подготовке магистров, бакалавров и специалистов среднего звена. Теоретический материал дополнен лабораторными работами, позволяющими закрепить знания по направлению подготовки 19.04.03 по изучению дисциплин «Рациональное использование вторичного сырья в производстве продуктов из мяса, водных биоресурсов и объектов аквакультуры», «Общие тенденции развития отрасли», «Технологии комплексной переработки сырья животного происхождения»; по направлению подготовки 19.03.03 по изучению дисциплин «Общая технология отрасли», «Инновационные технологии консервирования продуктов животного происхождения и биотехнологической продукции», «Технология пищевых концентратов»; по специальности 19.02.08 по изучению дисциплин «Введение в специальность», «Технология обработки продуктов убоя», «Технология первичной переработки скота, птицы и кроликов: технология переработки мяса птицы», «Технология первичной переработки скота, птицы и кроликов: технология первичной переработки мяса кроликов», «Техника и технология консервирования».

Учебное пособие позволяет студентам самостоятельно изучить методы консервирования пищевых продуктов, характеристику мясного и рыбного сырья для производства консервной продукции, а также ознакомиться с производством и контролем тары, применяемой в консервной промышленности.

В первой части представлена история консервирования, подробно перечислены методы консервирования продуктов, дана характеристика мясного и рыбного сырья, а также тары, применяемой в консервной промышленности. Помимо этого, первая часть учебного пособия включает задания для самостоятельной работы студентов.

1. РАЗВИТИЕ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

1.1. Возникновение и развитие методов консервирования продуктов

Слово «консервирование» происходит от лат. *conservatio* – сохранение. Под консервированием в широком смысле слова понимается любой способ длительного сохранения пищевых продуктов от порчи. К методам консервирования (сохранения) относят сушку, замораживание, копчение, вяление, уваривание, квашение и др.

Индейцы Южной Америки готовили концентрат из высушенного на солнце мяса, растертого между камнями, с добавлением приправ, меда и ягод. Смесь прессовали и хранили в кожаных мешках. Аборигены Сибири готовили порсу – муку из сушеной рыбы. Жители холодных районов замораживали рыбу и мясо убитых животных. Бесценный опыт сохранения пищи передавался из поколения в поколение.

В узком смысле *консервирование* – это способ длительного сохранения продуктов от порчи, заключающийся в том, что пищевые продукты животного или растительного происхождения, соответствующим образом подготовленные, помещают в герметичную тару, обрабатывают теплом для уничтожения микроорганизмов, способных вызвать порчу.

Одни из самых первых консервов найдены при раскопках гробницы фараона Тутанхамона в Египте. Это были зажаренные и забальзамированные оливковым маслом утки в глиняной чаше, овальные половинки которой скрепляла смолистая замазка. Качеству таких консервов, выдержавших испытания тысячелетиями и сохранивших относительную пригодность в пищу (есть сведения, что утки были съедобны для животных), могли бы позавидовать многие из современных производителей консервов.

Несмотря на подобные факты консервирование посредством тепловой обработки принято называть самым молодым способом консервирования. Автором способа является французский повар Николас Аппер (Nicolas Appert, 1750–1841). Он открыл первую в мире мастерскую по производству новых пищевых продуктов. Бутылки со всевозможными компонентами Аппер закрывал корковыми пробками и обвязывал прочной проволокой, удерживающей пробки на бутылках

при нагревании. Бутылки помещались на водяную баню и кипятились различное время – в зависимости от вида продуктов. Ассортимент консервов, вырабатываемых на фабрике Аппера, был разнообразен: зеленый горошек, фасоль, томаты, щавель, компот вишневый и абрикосовый, соки, супы, бульоны, филе из птицы и говядины и др. В 1809 г. Аппер получил назначенную Наполеоном премию в 12 000 франков за метод сохранения пищевых продуктов. После выхода в свет в 1810 г. книги Аппера (таково было условие Наполеона), которая называлась «Искусство сохранения в течение нескольких лет животной и растительной субстанции», консервные фабрики появляются в Англии (1813), США (1820) и других странах.

Аппер не имел представления о сущности изобретенного им метода. Положения его книги отличаются непоследовательностью и наивностью. Лишь в 1860 г. французский ученый Луи Пастер теоретически обосновал процессы, происходящие в пищевых продуктах под воздействием микроорганизмов и ферментов, объяснил сущность консервирования методом стерилизации в герметически укупоренной таре.

Через два месяца после выхода в свет книги Аппера английский коммерсант Питер Дюранд обратился к королю Георгу III с просьбой о выдаче ему патента на «способ консервирования животных, овощных и других скоропортящихся продуктов на длительное время». В описании способа было сказано: «Я помещаю и закрываю эти продукты в бутылки или другую посуду из стекла, керамики, олова или другого металла». Было также общее замечание и о возможности применения тары из листовой стали, покрытой оловом (белой жести). Вскоре Дюранд продал свой патент двум английским промышленникам, которые организовали небольшое производство мясных консервов в канистрах из белой жести. Уже в 1813 г. такие консервы были испытаны в английской армии и во флоте, а с 1818 г. адмиралтейство регулярно покупало у фирмы консервированные мясо, овощи и супы.

Жестяные банки в те годы выпускали закрытыми сверху и снизу, а в верхней крышке проделывали круглое отверстие, через которое закладывали продукты. Затем закрывали жестяным кружком и запаивали, после чего банку стерилизовали. Такая техника герметизации банки была малопродуктивной и сопряженной с большим количеством брака. Лишь в 1900 г. изобрели жестяную консервную банку, открытую сверху.

В 1861 г. прошли первые опыты по стерилизации консервов не в воде, а в растворе хлористого кальция, что позволяло поднять температуру внутри банок выше 100 °С.

Учеными Фастье (1839) и Цинслоу (1843) был изобретен способ стерилизации водой и паром под давлением.

В 1874 г. был разработан и внедрен в производство *автоклав* – основной аппарат, применяемый до настоящего времени для стерилизации консервов под определенным давлением. Изобретение автоклава и новой консервной банки послужили толчком к дальнейшему развитию консервирования во многих странах мира.

Научное обоснование изобретению Аппера дали результаты исследований Пастера. Однако основные теоретические положения процесса стерилизации были изложены американскими учеными Биггелу и Эсти только в 1920-х гг., после чего последовали публикации в медицинских и бактериологических журналах.

В 1963 г. Чейфель и Томас применили эти положения к технологии консервирования продуктов.

В 40-х гг. XIX в. департамент земледелия в Петербурге организовывал выставки консервов из растительного сырья (домашние заготовки). Лучшие из них отмечались премиями. Здесь же с целью ускорения создания отечественной плодоовощной консервной промышленности читались лекции о консервировании.

По одним данным, старейшим консервным заводом был завод в Одессе, по другим – в Екатеринодаре, по третьим – консервная фабрика в селе Поречье-Рыбное. В 40-х гг. XIX в. в село Поречье-Рыбное Ростовского уезда Ярославской губернии приехал мелкий французский промышленник Мальон, который уже имел опыт работы в изготовлении консервов. На его заводе делали натуральные консервы из гороха, огурцов, цветной капусты, спаржи и др. В 1895 г. натуральные консервы Поречской фабрики исследовали на Московской санитарной станции и обнаружили антисептики, запрещенные и в настоящее время: борную и салициловую кислоты. И только в 1961–1964 гг. была научно подтверждена целесообразность введения в натуральные консервы «Зеленый горошек» консервирующего вещества (антибиотика низина).

В 1910–1911 гг. работавший на заводе мастером житель Поречья Коркунов выкупил у Мальона завод и расширил его. В 1917 г. завод был национализирован. В настоящее время это современное по техническому оснащению консервное предприятие с широким ассорти-

ментом консервов, ведущее место среди которых занимает зеленый горошек.

Выпуск консервов из растительного сырья в России стал доходным лишь на рубеже XIX–XX вв., когда после реформы 1861 г. началось промышленное развитие окраинных территорий, богатых плодовоовощным сырьем и дешевой рабочей силой, когда стала налаживаться связь с ними крупных торговых центров по железной дороге.

С 1878 г. стали выпускать варенье и компоты на крымской фабрике Абрикосова, а в 1896 г. – на консервном заводе г. Буйнакск (Дагестан) изготовлены первые промышленные образцы пюре из абрикосов. С 1897 г. виноградный сок по способу, в целом аналогичному современному асептическому методу консервирования, стали выпускать на фабрике Эйнема.

Технология изготовления натуральных консервов в конце XIX в. была заимствована за рубежом. Ассортимент и технология других консервов, в том числе овощных (фаршированные и резаные овощи, икра), разрабатывались на основе навыков домашнего приготовления этих блюд населением юга страны. Таким образом, в России уже в конце XIX – начале XX в. был освоен выпуск консервов широкого ассортимента по вполне современным технологиям. Однако основная часть операций выполнялась вручную. Предприятия работали только в период сбора урожая.

За годы довоенных пятилеток было построено значительное число хорошо оборудованных консервных заводов, реконструированы старые. Начали вырабатывать такие виды консервной продукции, как томатная паста, соусы, замороженные плоды и овощи. Были созданы единые технологические инструкции и научно обоснованные рецептуры, введены государственные стандарты на готовую продукцию. Разработаны и внедрены методы контроля производства.

К 1941 г. производство консервов в СССР по сравнению с 1913 г. выросло в 10 раз и превысило 1 млрд банок, в том числе 757 млн банок плодовоовощных консервов.

В первую послевоенную пятилетку наряду с восстановлением старых заводов начали строить новые консервные заводы, в том числе и в Республике Беларусь.

К концу 80-х гг. XX в. консервная промышленность СССР представляла собой развитую, хорошо оснащенную отрасль, обеспечивающую выпуск 15 млрд условных банок консервов в год. Уровень некоторых технологий не уступал зарубежному, 70 % консервов вы-

рабатывалось на комплектном оборудовании. За заводами были закреплены хозяйства в радиусе 30–50 км, составляющие сырьевую зону заводов.

Вместе с развитием производства шла подготовка кадров и развивались теоретические основы производства.

Огромное значение в развитии технологии сельскохозяйственных продуктов, в совершенствовании отечественного производства имела научная, инженерная и общественная деятельность Д.И. Менделеева. Наряду с фундаментальными работами в области теоретической химии он разработал новые направления развития различных отраслей промышленности. Будучи редактором химико-технического и фабрично-заводского отделов Энциклопедии Брокгауза и Эфрона, он обеспечил публикацию в ее многочисленных томах квалифицированных статей по отраслям технологии. Менделееву принадлежит инициатива перевода на русский язык и редактирование девяти выпусков «Технологии» по Вагнеру (1862–1879), посвященных в основном переработке сельскохозяйственного сырья.

В становлении и развитии курса переработки сельхозпродуктов большое значение имела деятельность профессора Я.Я. Никитинского (рис. 1) (1854–1924), возглавлявшего с 1895 по 1915 г. кафедру в Московском сельскохозяйственном институте. Он развил и углубил преподавание предмета на основе физики, химии и других наук, организовал исследования, обратил внимание на возможность рационального использования отходов при переработке сельскохозяйственного сырья.

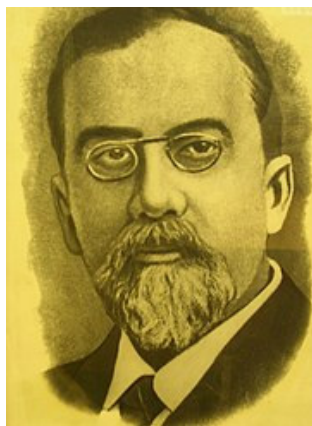


Рисунок 1 – Профессор Яков Яковлевич Никитинский (русский ученый, советский химик-технолог; профессор и декан коммерческо-технического отделения Императорского Московского технического училища, действительный статский советник, основоположник научного товароведения пищевых продуктов)

Развитие курса переработки сельхозпродуктов происходило и в технологических вузах. В 1888–1889 гг. вышло в свет двухтомное издание «Химическая технология сельскохозяйственных продуктов» профессора Санкт-Петербургского технологического института Та-вилдарова, состоящее из общей части и подробного описания крахмального, сахарорафинадного, пивоваренного и винокуренного производства.

Изучение природы сельскохозяйственных продуктов на биохимической и физической основе позволило выявить причины потерь сырья при хранении и переработке. По словам одного из основателей биохимической науки академика А.И. Опарина, *«...так называемые «нормальные» потери материалов, происходящие при хранении, являются по существу налогом на наше невежество, на наше незнание внутренних биохимических процессов, происходящих в клетках и тканях зерна, свеклы, картофеля и прочего «живого» сырья»*. С учетом этого совершенствовались методы хранения и переработки.

В развивающуюся науку переработки и хранения внесли вклад Ф.В. Церевитинов, Б.А. Рубин, Л.В. Метлицкий, Н.В. Сабуров, Н.А. Головкин, Г.Б.Чижов, Е.П. Широков, профессора Одесского технологического института пищевой промышленности А.Ф. Фан-Юнг, Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Марх, ученые Всесоюзного научно-исследовательского института консервной и овощесушильной промышленности А.Н. Самсонова, Э.С. Гореньков и др.

1.2. Роль консервной промышленности в обеспечении населения питанием

Исследования, проводимые в разных странах, выявили недостаточное содержание овощей и фруктов в суточном рационе населения, за счет чего ощущается дефицит клетчатки, пектина и острый дефицит витаминов. Обеспечение населения свежими плодами и овощами осложняется действием следующих факторов:

- посевные площади находятся в зоне рискованного земледелия, и нет гарантии получения урожая надлежащего количества и качества;
- климатические условия позволяют получать свежие плоды и овощи только в течение 2–3 мес. (без применения холода для сохранения);
- подверженностью плодов и овощей быстрой порче;
- недостаточной материальной базой для хранения.

Во всех экономически развитых странах невозможность обеспечения населения свежими плодами и овощами компенсируется продуктами переработки, доля которых составляет около 50 % от общего объема выращиваемых плодов и овощей (у нас около 20 %).

Недостаток потребления свежих плодов и овощей должен компенсироваться потреблением консервированных продуктов. Рекомендуемое среднее потребление консервированных продуктов – 90 условных банок консервов в год на человека.

Неуклонное развитие консервной промышленности объясняется тем, что консервирование позволяет:

- компенсировать дефицит плодоовощной продукции в питании населения в зимне-весенний период;

- сократить потери плодов и овощей, мяса и рыбы при хранении. Ежегодно около 25 % сельскохозяйственной продукции не доходит до потребителя;

- создать государственные резервы на случай неурожая или стихийного бедствия;

- повысить пищевую ценность продуктов питания путем обогащения их различными компонентами (консервы с каротином, пектином, альгинатом натрия), путем уваривания, отделения малоценных частей сырья при подготовке к консервированию и др.;

- изготавливать продукцию, не только удобную для употребления, но и обладающую хорошими органолептическими показателями и высокой пищевой ценностью за счет использования достижений технологии и научно обоснованных режимов обработки;

- сократить затраты на хранение и транспортирование консервированных продуктов (например, томатной пасты) по сравнению со свежим сырьем;

- потреблять продукты переработки в тех регионах, где выращивание данного вида плодов и овощей невозможно из-за климата или экономически нецелесообразно;

- уменьшить затраты труда на приготовление пищи в домашних условиях, увеличить свободное время населения;

- обеспечить питанием определенные группы людей: детей и больных (для которых в природе нет продуктов необходимого химического состава и консистенции, например, гомогенизированные продукты для питания детей, для зондового питания ожоговых больных), армии, космонавтов, геологов (им важны не только биологиче-

ская и пищевая ценность, длительная сохраняемость, но и компактность продуктов, высокая готовность к употреблению).

Однако следует иметь в виду, что население с низким уровнем доходов при наличии доступного сырья в сезон заготовок освоило технологию производства консервов в домашних условиях и обеспечивает себя консервами до нового урожая, что ведет к снижению спроса на продукцию промышленного производства.

Тенденции дальнейшего развития домашнего консервирования будут определяться противоположно направленными факторами:

- высокой ценой плодоовощного сырья и развитием садоводства и огородничества;
- большим расходом электроэнергии и воды при домашнем консервировании и высокой ценой на промышленные консервы;
- отсутствием условий для домашнего консервирования, хранения консервов и невысоким качеством промышленных консервов, их ограниченным ассортиментом.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные методы консервирования.
2. Что представляет метод консервирования «сушка»?
3. Что представляет метод консервирования «замораживание»?
4. Что представляет метод консервирования «копчение»?
5. Что представляет метод консервирования «вяление»?
6. Что представляет метод консервирования «уваривание»?
7. Что представляет метод консервирования «квашение»?
8. Что подразумевает способ сохранения продуктов «консервирование»?
9. Авторы способов консервирования.
10. Первые способы сохранения продуктов.
11. Какими факторами осложняется обеспечение населения свежими плодами и овощами?
12. Факторы, влияющие на развитие консервной промышленности.
13. При какой температуре проводят стерилизацию?
14. При какой температуре проводят пастеризацию?

2. МЕТОДЫ КОНСЕРВИРОВАНИЯ

2.1. Порча пищевых продуктов при хранении

Порча пищевых продуктов при хранении может быть вызвана действием внешних (физических и химических) и внутренних (биохимических и микробиологических) факторов.

Другими словами, порча происходит:

- под действием кислорода воздуха и солнечных лучей;
- вследствие чрезмерно низкой или очень высокой влажности воздуха;
- вследствие биохимических процессов (деятельности тканевых ферментов);
- под влиянием микробиологического фактора.

Например, под действием кислорода воздуха в жирах и жиросодержащих продуктах идут процессы прогоркания и осаливания, реакции взаимодействия редуцирующих сахаров с белками и аминокислотами с образованием меланоидинов и другие реакции. Слишком сухой воздух вызывает усушку мяса, яиц, плодов и овощей. При хранении во влажной среде соль и мука теряют сыпучесть, комкуются, слеживаются. Сушеные овощи и фрукты увеличивают массу, впитывая влагу из воздуха. Влажный воздух, кроме того, способствует микробиологической порче. Изменение температуры может вызвать изменение физического состояния пищевого продукта: плавление жира, кристаллизацию сахара из варенья и др.

Качество пищевых продуктов изменяется также в результате биохимических процессов, катализируемых ферментами самих продуктов. В некоторых случаях в начале хранения может наблюдаться улучшение качества под действием собственных ферментов – созревание мяса, дозревание плодов. Но затем протекают необратимые биохимические процессы, ведущие к порче. Процессы порчи, катализируемые собственными ферментами, свойственны свежим плодам и овощам, мясу и рыбе и некоторым другим продуктам. В большей части продуктов система ферментов инактивирована в процессе переработки.

Наиболее существенные изменения в пищевых продуктах при хранении происходят под действием микроорганизмов. Микроорганизмы в процессе развития выделяют ферменты, которые разлагают

сложные органические соединения продукта на более простые, пригодные для всасывания через оболочку микробной клетки.

Под действием микроорганизмов в продукте возможны изменения, приводящие к следующим видам микробиологической порчи:

- распад органических соединений продуктов до простых соединений, не имеющих питательной ценности (например, воды, углекислого газа);
- появление среди продуктов распада микробиологических токсинов;
- образование в результате жизнедеятельности микроорганизмов (*Proteus*, *Staphylococcus aureus*) соединений с неприятным запахом;
- наличие среди микроорганизмов, развивающихся на пищевых продуктах, микроорганизмов, патогенных для человека (например, *Salmonella*) и др.

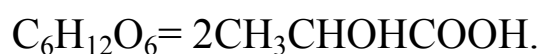
В зависимости от вида развивающихся микроорганизмов различают такие виды порчи, как брожение, гниение, плесневение.

Брожение – разложение углеводов под влиянием ферментов дрожжей. Различают брожение спиртовое, молочнокислое, маслянокислое, уксуснокислое. При *спиртовом* брожении в плодах, ягодах, варенье из сахара образуются спирт и CO_2 , возможно образование других соединений (глицерина, сивушных масел).

Уравнение спиртового брожения принято записывать в виде



Молочнокислое брожение вызывается молочнокислыми бактериями и заключается в разложении сахаров с образованием молочной кислоты:

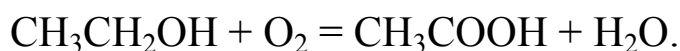


Маслянокислое брожение вызывается маслянокислыми анаэробными бактериями:



Маслянокислое брожение в квашеной капусте, молочных продуктах придает продуктам горечь, прогорклый запах.

Уксуснокислое брожение вызывается уксуснокислыми бактериями, развивающимися на поверхности жидкостей, содержащих спирт, в аэробных условиях и записывается в виде уравнения



Гниением называется глубокий распад белковых веществ мяса, рыбы и других продуктов под влиянием протеолитических ферментов микроорганизмов до аминокислот и далее. Из аминокислот в аэробных условиях образуются H_2S , H_2O , CO_2 , NH_3 , CH_4 , а в анаэробных условиях – амины, многие из которых ядовиты, индол, скатол, меркаптаны, обладающие неприятным гнилостным запахом.

Гниение вызывается гнилостными бактериями рода *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Clostridium*, грибами *Mucorales*, отдельными представителями *Aspergillus* и *Trichoderma*.

Плесневые грибы вызывают появление на поверхности пищевых продуктов рыхлых слизистых налетов белой окраски, переходящих затем в желтую, коричневую, черную окраску.

Плесени выделяют ферменты, расщепляющие белки, жиры, углеводы. При плесневении плодов и овощей сахара могут сбраживаться в спирт, в органические кислоты, окисляться до CO_2 и H_2O .

Под действием ферментов плесеней белковые вещества расщепляются до более простых соединений. Под действием плесеней может идти порча жиров продукта. На первой стадии под действием липолитических ферментов расщепляются триглицериды с образованием жирных кислот и глицерина. Жирные кислоты могут расщепляться затем до H_2O и CO_2 , глицерин – окисляться. Липолитической активностью обладают многие виды *Aspergillus*, *Penicillium*, а также дрожжи и бактерии: *Oidium lactis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus*, *Clostridium*.

Основной вид опасности в результате плесневения фруктов и овощного сырья – образование токсинов (микотоксинов).

2.2. Классификация методов консервирования

В основу существующих методов консервирования положено регулирование биологических процессов, протекающих в сырье и микроорганизмах.

Методы консервирования можно условно подразделить на группы в зависимости от природы консервирующего фактора: *физические, химические, физико-химические, биохимические и комбинированные*. В литературе предлагаются различные варианты такой классификации. Один из них представлен на рисунке 2.

Более широко применяется система классификации, разработанная одним из основоположников товароведения Я.Я. Никитинским, который предложил свести все существующие способы консервирования к четырем принципам – биозу, анабиозу, ценоанабиозу и абиозу.

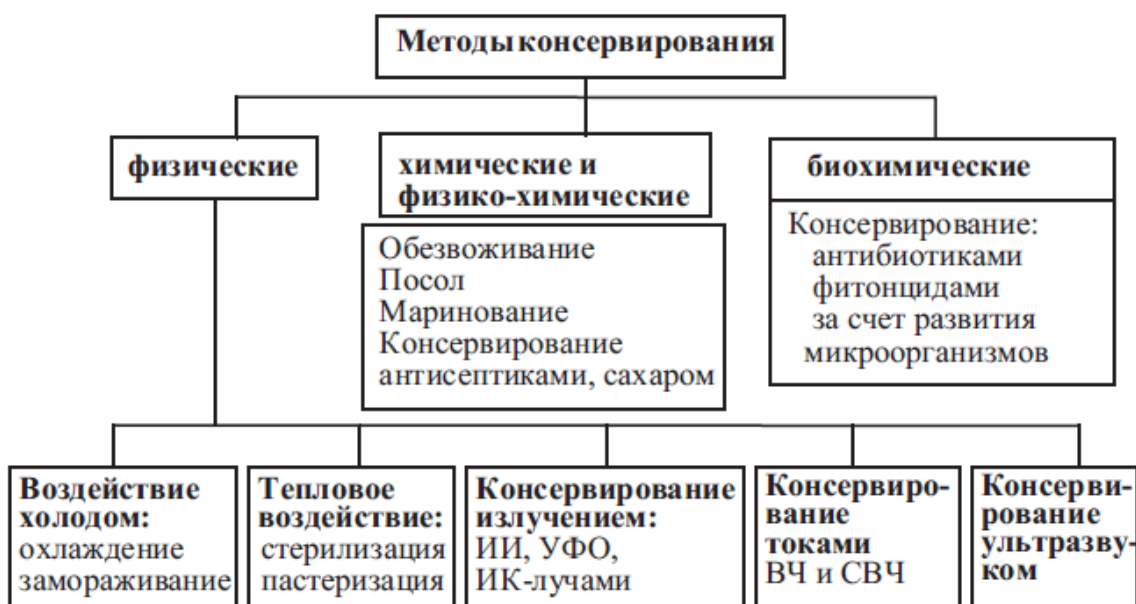


Рисунок 2 – Классификация методов консервирования

Биоз – поддержание жизненных процессов в продовольственном сырье с использованием естественного иммунитета.

Анабиоз – замедление, подавление жизнедеятельности микроорганизмов и активности тканевых ферментов при помощи различных факторов.

Ценоанабиоз – подавление вредной микрофлоры, вызывающей порчу за счет создания условий для жизнедеятельности полезной микрофлоры, способствующей сохранению продукта.

Абиоз – принцип полного отсутствия жизни, прекращение всех жизненных процессов в сырье и в микроорганизмах.

В настоящее время, используя биологические принципы, положенные в основу классификации Я.Я. Никитинским, методы консервирования делят на три группы: методы, основанные на принципе биоза, анабиоза и абиоза. Однако ни один из принципов, положенных в основу этой классификации, не может быть осуществлен на практике в чистом виде. Чаще всего методы консервирования основываются на смешанных принципах. Так, в группе методов, основанных на принципе биоза, встречаются элементы анабиоза, подавления жизненных процессов. В группе анабиотических методов можно различить признаки группы, основанной на принципе отсутствия жизни. И наконец, в группе методов, основанных на принципе отсутствия жизни, всегда присутствуют элементы анабиоза.

Однако каждая из групп характеризуется преобладанием какого-либо одного принципа, и поэтому классификация Я.Я. Никитинского (табл. 1) позволяет лучше уяснить сущность методов консервирования.

Таблица 1 – Классификация принципов консервирования продуктов

Принцип консервирования	Вид	Сущность метода
Биоз	Эубиоз (истинный)	Хранение живых организмов (транспортирование и предубойное содержание скота, птицы, рыбы)
	Гемибхоз (частичный)	Кратковременное хранение в свежем виде плодов, овощей, картофеля
Анабиоз	Термоанабиоз	Хранение в охлажденном и замороженном состоянии
	Ксероанабиоз	Сохранение в результате частичного или полного обезвоживания (сушка)
	Ацидоанабиоз	Изменение кислотности среды путем введения кислоты
	Алкогoльанабиоз	Сохранение продукта путем введения консервирующего спирта
	Наркоанабиоз	Применение анестезирующих (устраняющих чувствительность) веществ (хлороформа, эфира)
	Осмоанабиоз	Изменение осмотического давления в продукте
Ценоанабиоз	Ацидоценоанабиоз	Повышение кислотности среды (продукта) в результате развития микроорганизмов
	Алкогoльценоанабиоз	Консервирование спиртом, выделяемым микроорганизмами
Абиоз	Термостерилизация	Нагревание до высоких температур
	Фотостерилизация	Применение различного вида лучей (актиноабиоз, от греч. <i>actis</i> – луч)
	Химическая стерилизация	Применение сорбиновой, бензойной кислот, сульфитация (токсоабиоз, от греч. <i>toxikon</i> – яд)
	Механическая стерилизация	Фильтрация на обеспложивающих фильтрах

При выборе метода консервирования, кроме основной цели (увеличение продолжительности хранения), стремятся добиться максимальной сохраняемости свойств продукта, а также экономичности процесса.

Лучшим способом консервирования является тот, который позволяет дольше хранить продукт с наименьшими потерями пищевой ценности и массы. Поэтому в практической деятельности часто комбинируют разные способы консервирования (овощные маринады пастеризуют, квашеную капусту хранят при пониженной температуре).

Таким образом, для сохранения пищевых продуктов необходимо выполнить одно или несколько следующих условий:

- обеспечить поддержание жизни в сохраняемых объектах;
- определенным образом изменить условия среды;
- инактивировать ферменты продукта;
- уничтожить или подавить жизнедеятельность микроорганизмов.

2.3. Сохранение сырья по принципу биоза

На принципе биоза основано хранение сырья в живом (свежем) виде за счет иммунных свойств живого здорового организма. Благодаря данным свойствам организмы защищают себя от неблагоприятных воздействий.

Эубиоз – сохранение живых организмов (домашнего скота, птицы, живой рыбы, раков, устриц) до момента их использования (переработки). При этом принимаются меры для поддержания жизненных процессов – достаточное и полноценное кормление, правильное содержание и транспортировка, своевременная подача питья. При нарушении этих условий организмы теряют в массе, снижается качество мяса (упитанность, нежность, пригодность к переработке).

Гемибхоз предусматривает хранение плодов и овощей в свежем виде без специальной обработки и без создания специальных условий. Плоды и овощи являются живыми органами растений и как живые организмы обладают естественной невосприимчивостью (иммунитетом) к различным заболеваниям. Они защищены от внешних воздействий рядом механических, физико-химических и химических барьеров.

В коже или над кожей почти всегда содержатся эфирные масла и некоторые другие вещества бактерицидного действия – *фитонциды*. Хранящиеся плоды как бы окутаны облаком веществ, действующих губительно на микроорганизмы. Фитонциды вырабатываются всеми растениями, но в разных количествах. Химическая природа фитонцидов различна. Чаще всего они представляют собой сложный комплекс соединений гликозидов, алкалоидов, дубильных

веществ, органических кислот и др. Действие фитонцидов разных растений на микроорганизмы различно по эффективности.

Репчатый лук разрушает споры фитогоры за 33–56 с. Фитонциды чеснока и его тканевые соки уничтожают за несколько минут стафилококки, бактерии – возбудители брюшного тифа, дизентерийную палочку. Фитонциды, выделяемые корнем хрена, подавляют рост сенной и кишечной палочек и других бактерий. Антибактериальной и антиактиномицетной активностью характеризуется рябина, антигрибной и антиактиномицетной – смородина черная. Лесная земляника считается почти стерильной ягодой, так как обладает сильным фунгистатическим и бактериостатическим действием.

По мере созревания плодов и овощей их фитонцидная активность снижается. При поражении растительной ткани микроорганизмами – резко возрастает. В ответ на поражение микроорганизмами растительные клетки синтезируют дополнительные антибиотические вещества – *фитоалексины*.

К *неспецифическим химическим средствам* защиты растительной ткани можно отнести лимонную, яблочную и винную кислоты. Они снижают рН клеточного сока и ограничивают тем самым развитие многих бактерий.

От проникновения микробов внутрь плодов, где в клетках находится основной питательный материал, предохраняет *кожица*, довольно прочная, зачастую покрытая восковидным налетом, инертным в химическом отношении и плохо поддающимся воздействию химического и ферментативного аппарата микробов.

Некоторые плоды и овощи способны образовывать новые ткани взамен механически поврежденных (послеуборочное образование раневой перидермы у картофеля и корнеплодов, прижизненное опробкование градобоин у яблок). Некоторые плоды и овощи способны вызывать гибель части собственных клеток вместе с проникшими в них гифами гриба-паразита, изолируя очаг инфекции от основной части плода.

Клетки мякоти плотно спаяны инертным в химическом отношении *протопектином*, чтобы добраться до поверхности каждой отдельной клетки, нужно их «расцементировать», расщепить этот связующий материал. Микроорганизмы располагают мощным и разнообразным ферментативным аппаратом, который переключается по мере надобности с одного биохимического процесса на другой. В данном случае в работу включаются пектолитические ферменты,

протопектин гидролизуется, плодовая ткань мацерируется, клетки разъединяются, и микробы получают доступ к каждой клетке со всех сторон. Но на этот биохимический процесс требуется затратить немало времени.

Следующий барьер – клеточная оболочка, в состав которой входят трудно поддающиеся химическому воздействию *целлюлоза и протопектин*. В состав одревесневшей ткани растений входит лигнин. Немногие микроорганизмы могут разрушать его, например, домовый гриб из рода *Merulius*.

Под клеточной оболочкой находится *цитоплазменная оболочка*, которая также требует особых мер воздействия для ее разрушения. Включаются в работу *протеолитические ферменты*, белковые вещества коагулируют, и последняя преграда на пути к клеточному соку устраняется. При повреждении цитоплазменной мембраны плодовая клетка погибает, находящийся в ней сок вытекает и становится питательной средой для микробов.

Можно выделить еще один защитный барьер. Все плоды и овощи имеют свойственную им *поверхностную (эпифитную) микрофлору*. При отсутствии повреждений кожицы на поверхности плодов и овощей в большинстве случаев присутствует незначительное количество питательных веществ. За счет их эпифитные микроорганизмы живут и размножаются на поверхности здоровых растений (их частей), не проникая в их ткани и не причиняя вреда (олиготрофы). Такие микроорганизмы устойчивы к фитонцидам, способны переносить периодические колебания влажности, некоторые из них устойчивы к солнечной радиации. Вполне вероятно, что эпифиты, вырабатывая физиологически активные вещества, существенно влияют на продуктивность растения.

При уборке урожая эта микрофлора пополняется микроорганизмами из окружающей среды – из почвы, из воздуха, в том числе возбудителями инфекции и фитопатогенными микроорганизмами. Эпифитные микроорганизмы обладают антагонистическими свойствами к ряду фитопатогенных бактерий и грибов, препятствуют проникновению паразитов в растительные ткани. Так, в составе эпифитной микрофлоры всегда выявляется *эрвиния хербикола* – антагонист мягкой гнили овощей, вызываемой *Erwinia carotovora*. Эпифитные микроорганизмы усиливают природный иммунитет растения.

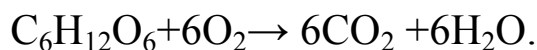
В некоторых случаях безвредная эпифитная микрофлора может стать причиной порчи плодов и овощей, например, при неблагопри-

ятных погодных условиях в день уборки урожая или при механических повреждениях.

Таким образом, до тех пор, пока плоды и овощи живут, они во многом сами себя защищают от воздействия микроорганизмов без вмешательства человека, реализуется принцип биоаза.

Однако необходимо учитывать, что растительное сырье – это живые органы растений, которые уже отделены от самого растения. Поступление извне питательных веществ в них прекращено. Протекающие в плодовоовощном сырье биохимические процессы приводят только к потреблению, к расходованию ценных питательных веществ и, таким образом, запасы этих веществ истощаются без возобновления. Потому метод относят к частичному биоазу.

Примером такого основного биохимического процесса, протекающего при хранении плодов и овощей, является дыхание. В процессе дыхания органические вещества плодов, например сахара, «сгорают», окисляются, превращаясь в диоксид углерода и воду по схеме



При этом масса сырья уменьшается, теряется его пищевая ценность.

В консервном производстве принцип биоаза реализуется как способ кратковременного сохранения сырья на сырьевых площадках на первом этапе технологического процесса. Реже метод используется для кратковременного хранения недозревшего сырья, подлежащего переработке по достижении зрелости.

На сырьевых площадках поступившее сырье хранят до переработки в течение нескольких часов или нескольких суток. Рекомендуемые сроки хранения некоторых видов сырья на сырьевых площадках приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Предельные сроки хранения сырья, ч, не более

Сырье	Срок хранения, ч
Перец сладкий	24
Огурцы	10
Морковь	48
Кабачки	36
Капуста белокочанная	72
Томаты	12

Если к качеству сырья предъявляют более строгие требования, то максимально допустимая продолжительность хранения на сырье-

вой площадке устанавливается в технологической инструкции на производство данного вида консервов.

Каждая партия доставленного сырья размещается на сырьевой площадке отдельно с указанием на ярлыке даты и времени поступления.

При хранении принимаются меры, направленные на поддержание нормальных жизненных процессов в плодоовощном сырье и некоторое ограничение их интенсивности с тем, чтобы уменьшить расход питательных веществ за счет дыхания и снизить потери массы за счет испарения влаги. Как правило, эти меры сводятся к соблюдению режима складирования и хранения.

Прежде всего отбраковывают испорченные микроорганизмами и имеющие повреждения экземпляры, так как поврежденный участок плода, который лишен иммунных барьеров, отмирает, и на нем начинают развиваться микроорганизмы. Процесс порчи, начавшийся на поврежденном участке одного плода, может перебраться на другие плоды и охватить всю массу. Если отбраковка по каким-то причинам невозможна или экономически нецелесообразна, партию сырья с большой долей поврежденных экземпляров немедленно направляют в переработку, не считаясь с требованием очередности переработки.

Сырье укладывают таким слоем, чтобы доступ воздуха к отдельным плодам не был затруднен, иначе процесс нормального дыхания нарушится и наступит так называемое *интрамолекулярное дыхание*, заключающееся в бескислородном разложении сахаров на спирт и диоксид углерода по схеме



Образующийся спирт является ядом для цитоплазмы, отравляет растительные клетки и приводит их к гибели. Поэтому сырье, особенно нежные виды, укладывают в ящики, оставляя между отдельными штабелями ящиков проходы или промежутки, достаточные для обеспечения аэробного дыхания. Однако при высокой скорости движения воздуха и слишком большой его сухости происходят излишние потери влаги. Плоды и овощи будут усыхать, терять массу. Поэтому следует создать условия, исключая возможность сквозняков.

Если для твердых плодов, например, яблок, планируется относительно небольшой срок хранения, измеряемый часами, то можно поступиться принципом хорошего доступа воздуха ради механизации процессов транспортировки, загрузки и разгрузки сырья. В настоящее

время практикуют хранение яблок в больших бункерах или завальных ямах высоким слоем, что позволяет механизировать подачу сырья в цех на переработку.

Интенсивность процессов дыхания и испарения влаги сильно возрастает с повышением температуры. Поэтому нежелательно хранить сырье под открытым небом или в таком укрытии, куда проникают прямые солнечные лучи, или кровля и стены которого легко пропускают теплоту.

Наконец, поддержание нормальных жизненных процессов в сырье требует создания условий, при которых сырье было бы в меньшем контакте с возбудителями порчи. С этой целью сырьевая площадка и тара систематически подвергаются санитарной обработке. К сырьевой площадке следует обеспечить подвод воды. Пол площадки должен быть влагопроницаемым с уклоном для стоков в канализацию.

2.4. Методы консервирования по принципу анабиоза

2.4.1. Консервирование осмотически деятельными веществами

Сохранить пищевые продукты можно, вызвав стойкий плазмолиз микробных клеток созданием высоких концентраций осмотически деятельных веществ. В результате плазмолиза микроорганизмы переходят в анабиотическое состояние и теряют способность развиваться и портить пищевые продукты. В качестве осмотически деятельных веществ для консервирования пищевых продуктов применяют сахар в концентрации 60–70 % или соль в концентрации 10–12 % (по отношению их молекулярных масс 6:1).

Консервирующее действие сахара. При изготовлении таких продуктов, как варенье, джем, повидло, используется консервирующее действие сахара. Эти продукты получают путем уваривания подготовленных плодов или пюре с сахарным сиропом или с сахаром. Уже при концентрации сахаров 50 % в не пастеризованном джеме, варенье или повидле наступает устойчивый плазмолиз микробных клеток.

В процессе варки под действием высокой температуры растительное сырье как живой организм погибает. Погибают и микроорганизмы, которые находились до варки в сырье и сахаре. Принцип анабиоза относится к тем микроорганизмам, которые могут попасть в готовую продукцию при хранении и не могут там развиваться из-за вы-

сокого осмотического давления в окружающей среде. Полной гарантии длительного хранения пищевых продуктов этот метод не дает: при случайном увлажнении продукта начинается микробиологическая порча. Поэтому консервирующее действие сахара в промышленности дополняют тепловой обработкой фасованных в герметичную тару продуктов.

На сохранении путем создания осмотического давления основано производство полуфабрикатов – плодово-ягодных припасов. Припасы предназначены для использования в различных отраслях пищевой промышленности, общественном питании, в том числе для приготовления блюд и изделий для детей дошкольного и школьного возраста.

Припасы получают из протертых плодов и ягод (пюре) путем смешивания и нагрева с сахаром и лимонной кислотой. Сахар добавляется в таком количестве, чтобы массовая доля растворимых сухих веществ в припасах составила не менее 68,0 %. Массовая доля титруемых кислот в расчете на лимонную кислоту – не менее 3,0 %, рН не более 3,7.

Припасы фасуют как в негерметичную тару (в деревянные бочки вместимостью до 100 дм³ с пленочными мешками-вкладышами или полимерные бочки до 50 дм³), так и в герметичную (банки стеклянные вместимостью от 3 до 10 дм³, укупоренные металлическими или полимерными крышками).

Припасы хранят при температуре воздуха от 0 °С до 12 °С. Срок годности припасов – не более 12 мес. с даты изготовления.

При консервировании сахаром наблюдаются побочные процессы как следствие высоких концентраций растворимых сухих веществ: денатурация белков, снижение активности ферментов и др. Кроме того, в результате воздействия высоких температур частично или полностью разрушаются витамины, образуются меланоидины.

Консервирующее действие соли. Это действие используется для сохранения шкур, некоторых рыбных и мясных продуктов.

По чувствительности к соли микроорганизмы условно подразделяют на следующие группы.

- *Галофобные*. К данной группе относится большое количество бактерий. В основном это гнилостные и патогенные виды. Жизнедеятельность таких бактерий приостанавливается при концентрации соли 5–6 %. Так, роды *Pseudomonas* и *Proteus* не размножаются при таких концентрациях, однако сохраняют свою активность. Бактерии группы кишечной палочки (БГКП), а также патогенные бактерии ро-

дов *Salmonella*, *Vibrio* снижают ферментативную активность при концентрации соли 6–8 %.

- *Галотолерантные (факультативные галофилы)*. Сюда относятся многие виды спорообразующих бактерий и микрококков, которые могут расти в присутствии соли, даже при ее концентрации от 6 до 15 %. Например, *B. cereus* хорошо растет при концентрации соли 8 %, *Cl. botulinum*, *Cl. perfringens* и *Cl. sporogenes* – 10–12 %, *St. aureus* – 15–18 %, плесневые грибы *Aspergillus niger* – при 17 %. При содержании соли 15–20 % активность ферментов и жизнедеятельность бактерий прекращаются;

- *Облигатные галофилы*. Это группа бактерий, для размножения которых необходима концентрация соли в питательной среде от 2 до 7 %. Высокие концентрации соли активизируют биохимическую деятельность галофильных бактерий. К облигатным галофилам относятся *Micrococcus gadidarum*, *Torulaveneri*, *Sarcinaerosea*.

Консервирующее действие соли зависит от ее процентного содержания, температуры и рН среды, присутствия консервантов. Как правило, продукты переработки плодов и овощей действием одной лишь поваренной соли не консервируют. Однако в некоторых случаях, например, при фасовке томатной пасты, содержащей 30 % сухих веществ, в негерметичную тару (бочки) добавляют с целью консервирования 10 % соли. Соль применяется в сухом виде (например, зелень петрушки или укропа пересыпают солью в отношении 72:28 и фасуют в банки) или в виде раствора – «мокрый посол» (например, посол огурцов-полуфабрикатов).

Подготовленные огурцы заливают 10 %-м раствором поваренной соли – рассолом. Оставляют для ферментирования при температуре 18–22° С на 3–5 дней до накопления 0,6–0,7 % молочной кислоты (элемент ценоанабиоза). Затем образовавшуюся на поверхности пленку снимают и в рассол добавляют 1 % соли. Каждую неделю повторяют добавление 1 % соли, пока концентрация соли в рассоле не станет 15 %. В рассол может добавляться сорбиновая кислота – 0,06 % к массе огурцов и рассола (элемент абиоза).

Перед приготовлением маринадов огурцы-полуфабрикаты вымачивают в проточной воде до содержания соли 6 %. При посоле используют различные виды соли – каменную, самосадочную, а в некоторых странах – морскую. В зависимости от места добычи способов транспортировки и хранения в соли могут содержаться различные виды и различные количества микроорганизмов. Для посола исполь-

зуются соль, количество бактерий в которой в 1 г не превышает 1000 клеток.

При консервировании солью интенсивность окислительных процессов в продуктах снижается за счет отсутствия доступа кислорода к тканям в солевом растворе, а при осмосе соли в клетки инактивируются окислительные ферменты вследствие их денатурации (высаливания).

Недостаток метода – ухудшение вкусовых свойств соленого продукта и некоторое снижение питательности.

2.4.2. Сушка

Сушка основана на ограничении роста и развития микроорганизмов путем снижения содержания влаги в перерабатываемом сырье.

С водой в микробную клетку поступают питательные вещества и удаляются из нее продукты жизнедеятельности. Минимум влажности, при котором возможно развитие бактерий, составляет 25–30 %, плесневых грибов – 10–15 %. С понижением влажности субстрата интенсивность размножения микробов падает, а при удалении из субстрата влаги ниже необходимого для микробов уровня их размножение прекращается. Попадая в сухую среду, микробные клетки отдают осмотическим путем свою влагу, в результате чего происходит их плазмолиз и приостановление жизнедеятельности – анабиоз.

Для микроорганизмов имеет значение не абсолютное значение содержания влаги, а доступность содержащейся в субстрате влаги, которую называют *водная активность*. Понятие активности воды было введено в 1953 г. и характеризует отношение давления водяного пара в пограничном слое над продуктом к давлению водяного пара над чистой водой при одной и той же температуре.

Рост микроорганизмов наблюдается при значениях активности воды от 1,00 до 0,65. Оптимальное значение – 0,99–0,98; примерно в этих пределах находится активность воды скоропортящихся пищевых продуктов (мяса, рыбы, плодов и овощей). Большинство бактерий не развивается при активности воды ниже 0,94–0,90. Для дрожжей предельная активность воды 0,88–0,85, для плесеней – 0,8. Однако некоторые плесени (например, *Aspergillus*) растут, хотя и медленно, при активности воды 0,75–0,62. Таким образом, длительно сохраняться без микробной порчи могут продукты, у которых активность воды менее 0,7.

Из-за высокого содержания кислот плоды более пригодны для сушки, чем овощи. Плоды сушат до остаточной влажности 18–25 %, овощи – до влажности 10–12 %. Сушка до более низкой влажности, например, картофеля и овощей до 6–8 %, обеспечивает лучшую сохраняемость, но требует применения герметичной тары и больших затрат энергии.

Плоды и овощи при подготовке к сушке и в процессе тепловой сушки как живой организм погибают. Погибают и микроорганизмы, находящиеся на плодах и овощах. Принцип анабиоза относится к микроорганизмам, которые попали на поверхность сушеных продуктов в процессе хранения. Эти микробы сохраняются длительное время в состоянии анабиоза. Если высушенный продукт увлажнить, микробы вновь оживают, начинают размножаться и вызывают порчу продукта.

Сушка как метод консервирования пищевых продуктов имеет следующие преимущества:

- простоту технологии и применяемой аппаратуры;
- уменьшение массы и объема сырья в несколько раз, что обеспечивает экономию тары, сокращение расходов на хранение и транспортирование;
- увеличение пищевой ценности за счет концентрации питательных веществ;
- нестрогие условия хранения.

Недостатками метода являются разрушение витаминов, окисление красящих и фенольных веществ, улетучивание ароматических веществ. Основной недостаток заключается в плохой восстанавливаемости естественных свойств продуктов при оводнении перед употреблением в пищу. Многие виды сушеных плодов и овощей плохо набухают при варке, остаются морщинистыми и жесткими. Кроме того, сушка – энергоемкое производство.

Интенсифицировать процесс и получить сушеную продукцию высокого качества можно в результате сублимационной сушки. При этом сырье замораживается в атмосфере глубокого вакуума. При незначительном подводе тепла влага возгоняется – переходит из твердого агрегатного состояния в газообразное, минуя жидкую фазу. Продукт приобретает пористую структуру, сохраняя форму и объем. Первоначальные свойства сырья быстро восстанавливаются при оводнении. Высушенные сублимационным методом пищевые про-

дукты сохраняют первоначальный цвет, запах, вкус и биологическую ценность.

К недостаткам метода можно отнести аппаратную сложность и значительные энергозатраты. Кроме того, для хранения высушенных сублимационным способом пищевых продуктов обязательна герметичная тара.

В некоторых странах производят сливы, бананы, изюм, инжир, высушенные до содержания воды 30–40 %. Они пригодны к непосредственному употреблению без предварительного оводнения. После фасовки в пакеты их дополнительно пастеризуют. Или вносят в пакеты сорбиновую кислоту. Возможно использование специальных пакетов, изготовленных из материала, пропитанного глюкозой и микробным ферментом глюкозооксидазой. Благодаря ферменту внутри пакета полностью отсутствует кислород. Возможна упаковка под вакуумом.

2.4.4. Маринование, квашение, спиртование и спиртовое брожение

Маринование, спиртование, квашение и спиртовое брожение – методы консервирования, основанные на невозможности большинства микроорганизмов, вызывающих порчу, развиваться в кислой среде или в среде, содержащей спирт.

Жизнедеятельность каждого вида микроорганизмов возможна лишь в определенных границах рН среды, выше и ниже которых она угнетается.

При низких значениях рН ионы водорода адсорбируются на частицах вещества и замещают другие катионы. В связи с этим в кислых субстратах возрастает количество ионов Al^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Mo^{3+} и может достигать таких уровней, которые токсичны для большинства микроорганизмов. При высоких значениях рН, т. е. в щелочных субстратах, необходимые для микроорганизмов элементы, такие, как Fe^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} и Mn^{2+} осаждаются в виде карбонатов, гидроксидов или фосфатов.

Кроме того, ионы водорода влияют на электрический заряд коллоидов клеточной стенки. При сдвиге рН в кислую или щелочную сторону изменяется знак заряда поверхности клетки, что приводит к изменению проницаемости клеточной стенки для различных молекул и ионов и нарушению нормального процесса обмена веществ.

Изменение рН влияет на степень дисперсности коллоидов цитоплазмы, активность ферментов, интенсивность и направление биохимических реакций. Так, дрожжи в кислой среде образуют в основном этиловый спирт, а в щелочной – глицерин.

Устойчивость некоторых микробных клеток к высокой кислотности среды объясняется особенностями их структуры и обмена веществ, благодаря чему поддерживаются рН внутри клетки на уровне, близком к нормальным физиологическим значениям. Так, изменения рН окружающей среды могут вызвать у многих микроорганизмов компенсаторные ферментативные сдвиги. Например, *Escherichia coli* реагирует на повышение кислотности среды синтезом декарбоксилаз аминокислот, под действием которых образуются амины, снижающие кислотность среды. Повышение щелочности стимулирует образование дезаминаз аминокислот, что приводит к снижению рН.

К ацидофильным микроорганизмам относят уксуснокислые, молочнокислые и другие бактерии, дрожжи, плесени. Представители уксуснокислых бактерий растут в пределах рН от 3 до 5, молочнокислые бактерии развиваются при рН от 3 до 8. Оптимум рН роста дрожжей находится в области 5,5–6,0. Однако они способны развиваться в более кислой среде – вплоть до рН 2 (*Saccharomyces cerevisiae*, *S. elipsoides*, дрожжи рода *Rhodotorula*). Самые устойчивые к кислоте организмы – плесневые грибы. Многие из них характеризуются ацидотолерантностью и способностью к росту в широких пределах рН. Разные виды родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* могут расти при значениях от рН 2 до рН 10.

Большинство бактерий лучше растет в нейтральной или слабощелочной среде (рН 6,8 – рН 7,3). Губительное действие на микроорганизмы некоторых органических кислот может быть обусловлено не только неблагоприятной концентрацией водородных ионов, но и токсичностью недиссоциированных молекул кислоты.

Микроорганизмы по-разному реагируют на разные виды кислот. Так, молочнокислый стрептококк прекращает размножаться в субстрате, содержащем молочную кислоту, при рН 4,7 – рН 4,4, а в присутствии уксусной кислоты – при рН 5,1 – рН 4,8.

Неблагоприятное действие кислой среды на гнилостной бактерии положено в основу хранения некоторых пищевых продуктов в маринованном и квашеном виде.

При изготовлении маринадов подготовленные плоды и овощи заливают раствором уксусной кислоты, содержащим также сахар и

соль (бывают маринады на основе молочной или лимонной кислоты). Консервирующее действие только за счет повышения кислотности может быть достигнуто при производстве острых маринадов, содержащих не менее 1,5–1,8 % уксусной кислоты. Промышленность выпускает менее острые маринады – слабокислые (0,4–0,6 % уксусной кислоты) или кислые (0,61–0,90 %). Применяемые на практике концентрации уксусной кислоты не могут полностью воспрепятствовать развитию плесеней, уксуснокислых бактерий и других микроорганизмов, способных вызвать порчу плодов и овощей. Для увеличения срока хранения маринованные продукты фасуют в герметично закупориваемую тару и пастеризуют или хранят при пониженных температурах. При этом изменяется принцип консервирования, который в таком случае сводится уже не к анабиозу микробов, вызванному действием кислоты, а к уничтожению микробов с помощью высокой температуры. Или говорят об анабиозе с элементами абиоза.

В отличие от маринования при квашении консервирующая кислота не вносится в пищевой продукт извне, а создается из сахаров самого сырья путем молочнокислого брожения:



При этом либо используют молочнокислые бактерии, которые всегда имеются в эпифитной микрофлоре перерабатываемого продукта, либо вводят чистую культуру молочнокислых бактерий.

Молочнокислое брожение овощей вызывается бактериями видов *Leuconostocmesenteroides*, *Lactobacillusbrevis*, *Lactobacillus plantarum*.

Накапливающаяся в процессе брожения молочная кислота уже в концентрации 0,5 % (лучше – 0,7–0,8 %) замедляет деятельность гнилостных бактерий, но не задерживает развитие дрожжей и плесеней. При содержании кислоты 1–2 % тормозится даже действие молочнокислых бактерий.

Некоторые из молочнокислых бактерий при сбраживании сахара наряду с молочной кислотой образуют уксусную кислоту, этанол. Образование спирта может идти также при «параллельном» спиртовом брожении под действием эпифитных дрожжей. Содержание спирта в квашеных овощах может составлять 0,5–0,7 %, а в моченых яблоках – 1,6–1,8 %. Спирт, вступая в соединение с молочной и другими кислотами, образует сложные эфиры, придающие квашеным продуктам приятный запах. При накоплении значительных количеств

спирта качество продукта ухудшается. Могут происходить нежелательные виды брожения – маслянокислое и уксуснокислое.

Направление процесса брожения регулируется условиями среды, количеством и видом микроорганизмов (закваски), санитарными условиями, концентрацией соли, температурой, защитой поверхности бродящего продукта от кислорода воздуха.

Для обеспечения доступа молочнокислых бактерий к сахарам сырья последнее измельчается и пересыпается солью. При резке овощей разрезанная поверхность покрывается клеточным соком, тем самым создаются хорошие условия для развития, например, *Leuconostoc mesenteroides*. Эти формы продуцируют CO_2 , молочную кислоту, уксусную кислоту, которые быстро понижают pH, чем ингибируют нежелательные микроорганизмы и активность ферментов, которые размягчали бы овощи. CO_2 вытесняет воздух и создает анаэробные условия, которые стабилизируют аскорбиновую кислоту и естественный цвет овощей. Эти микроорганизмы превращают сахара в *манитол* и *декстран* – соединения, которые не могут сбрасываться другими микроорганизмами, за исключением молочнокислых бактерий. Кроме того, у манитола и декстрана отсутствуют свободные альдегидные и кетогруппы, которые реагировали бы с аминокислотами и вызывали бы потемнение продукта.

Внесение соли не обязательно, но соль, во-первых, улучшает вкус продукта. Во-вторых, растворяется в клеточном соке, вытекающем из поврежденных клеток, и вызывает плазмолиз неповрежденных резанием клеток и выделение сока из них. В-третьих, молочнокислые бактерии переносят повышенные концентрации соли лучше, чем другие микроорганизмы, и внесение соли обеспечивает некоторое угнетение нежелательной микрофлоры (элементы осмоанабиоза).

Для преимущественного развития молочнокислых бактерий и подавления нежелательной микрофлоры создаются, кроме того, анаэробные условия (гнет) и регулируется температура процесса.

Ферментация идет 3–5 дней при температуре 12–15 °С. После накопления в заливке 0,3–0,4 % молочной кислоты бочки закрывают и отправляют на холодильное хранение (в подвалы, ледники, пруды, охлаждаемые склады). Оптимальная температура хранения готовой продукции минус 1–4 °С.

При мочении плодов и ягод подготовленные яблоки, дикие груши укладывают в бочки, заливают водой или специально подготовленной заливкой. Заливка может включать соль, сахар. На 1 т плодов

расходуется около 800 кг заливки. Бруснику и клюкву заливают водой или 5 %-м сахарным сиропом. Мочение заканчивается за 1–1,5 мес.

При мочении как субстрат для молочнокислых бактерий может использоваться солод – проросшие зерна пшеницы, ржи или ячменя, высушенные и крупноразмолотые. На 10 л воды расходуется 1 кг солода. Вместо солода может использоваться поспа – заваренная крутым кипятком ржаная мука (на 1 кг муки 4 л воды).

Термин *квашение* обычно используют применительно к капусте. В отношении огурцов и томатов пользуются термином *соленье*, так как получить из них сквашенный продукт хорошего качества без соли практически невозможно. Квашеные яблоки и ягоды называют «мочеными», так как для создания условий для сквашивания достаточно было их залить водой. Все это – продукты, консервированные с помощью молочнокислого брожения по принципу анабиоза.

Спиртование применяют как метод консервирования плодовых соков-полуфабрикатов, например, для ликероводочного производства. Спирт не обладает сильным консервирующим действием, и для того, чтобы предохранить пищевой продукт от порчи, требуются его значительные концентрации. Так, дрожжи прекращают свою жизнедеятельность при содержании спирта в среде не менее 16 %.

При спиртовом брожении благодаря деятельности винных дрожжей, имеющих в эпифитной микрофлоре сырья или внесенных в виде чистой культуры извне, происходит разложение сахара с образованием спирта.

В отличие от спиртования при *спиртовом брожении* консервирующий спирт не вносится извне, а образуется из соединений пищевого продукта в результате биохимического процесса – спиртового брожения. Сбраживание фруктовых соков позволяет получать натуральные столовые вина, содержащие 9–14 % спирта, что недостаточно для сохранения продукта. В этом случае сбраживание комбинируют с пастеризацией, спиртованием или с другими методами консервирования.

Следует иметь в виду, что квашение и спиртовое брожение можно причислять к методам консервирования плодов и овощей лишь условно. Правильнее было бы рассматривать их как способ получения совершенно нового продукта с определенными желаемыми свойствами, так как в результате процессов брожения происходят значительные изменения исходного сырья. Столовое вино – это не консервированный виноградный сок и изготавливается оно в настоящее

время не для того, чтобы сохранить впрок этот сок. Капусту квасят не для того, чтобы ее законсервировать, а для того, чтобы получить закусочный продукт или приправу ко второму обеденному блюду. Однако, будучи изготовленными, данные продукты действительно сохраняются благодаря анабиотическому подавлению микробов с помощью кислоты или спирта.

2.5. Хранение сырья и пищевых продуктов при пониженных температурах

2.5.1. Охлаждение

Охлаждение сырья и продуктов переработки осуществляется до температуры, которая на 10–15 °С ниже комнатной температуры, но не ниже минус 1–3 °С, т. е. не ниже температуры начала льдообразования. Понижение температуры способствует значительному замедлению биохимических процессов, протекающих в растительном сырье, а также снижению активности микроорганизмов, большинство из которых лучше всего развивается при 37 °С.

При низких температурах не происходит глубоких изменений питательных веществ продуктов, как под действием высоких температур, поэтому замороженные, переохлажденные и охлажденные продукты в большей степени сохраняют исходные потребительские свойства сырья. Вместе с тем в отличие от консервирования высокими температурами низкие температуры не вызывают в такой степени гибели микроорганизмов и необратимой инактивации ферментов. После повышения температуры ферменты могут увеличивать свою активность почти до исходной.

При выборе температуры и способа охлаждения растительного сырья и пищевых продуктов, в которых ферментативная система не инактивирована (не подвергшихся глубокой переработке), должна учитываться возможность нарушения обмена веществ при резком понижении температуры. Нарушение обмена веществ, которое получило название *температурный шок*, обусловлено нарушением динамического равновесия различных биохимических процессов в организме вследствие того, что снижение активности разных ферментов при одном и том же снижении температуры различно. В результате в клетках накапливаются промежуточные, зачастую токсичные, продукты обмена веществ. Если охлаждение проводится быстро, то может на-

ступить гибель биологического объекта. При постепенном снижении температуры организм может адаптироваться к изменяющимся условиям и выжить.

Снижение биологической и биохимической активности свежих плодов и овощей как живых объектов, а также микроорганизмов при понижении температуры объясняется не только зависимостью скорости химических реакций от температуры, но и тем, что под влиянием холода проницаемость цитоплазмы падает. Как любой живой организм, цитоплазма реагирует на понижение температуры. Стремясь уловить остатки тепла из окружающей среды, цитоплазма увеличивает площадь своей поверхности. При этом толщина цитоплазменной мембраны уменьшается, поры затягиваются и клеточная проницаемость уменьшается. Падает интенсивность обмена веществ, снижается поступление кислорода извне через сузившиеся поры цитоплазменной мембраны. Жизнь клетки замирает, не прекращаясь совсем, и клетка впадает в состояние анабиоза.

От микроорганизмов порчи, также находящихся в состоянии анабиоза, плоды и овощи защищены естественным иммунитетом.

В значительной степени режимы охлаждения и продолжительность хранения плодов и овощей в свежем виде определяются теми физиологическими процессами, которые протекают в них. По пригодности к длительному хранению плоды, ягоды и овощи можно разделить на три группы.

К *первой группе* отнесены ягоды, листовые овощи (зеленные), косточковые плоды. Все они непригодны к длительному хранению по тем или иным причинам. У щавеля, листового салата большая поверхность испарения, сочная мякоть ягод не защищена от испарения и микроорганизмов кутикулой и т. д.

Ко *второй группе* относят семечковые плоды и плодовые овощи. Продолжительность их хранения определяется длительностью периода послеуборочного дозревания. После того как завершится формирование семян, начнется неминуемое разложение ткани плода. Понижение температуры после уборки урожая «растягивает» период послеуборочного дозревания за счет снижения интенсивности всех биохимических процессов в хранящихся плодах. Охлаждение обеспечивает в первую очередь снижение интенсивности дыхания и, следовательно, сохранение органических соединений плодов, сохранение их пищевой ценности.

К *третьей группе* относят двулетние овощи и картофель. Продолжительность их хранения определяется длительностью периода покоя. Начинаясь по завершении покоя прорастание ведет к расходованию питательных веществ мякоти, к снижению устойчивости овощей и картофеля к действию фитопатогенной микрофлоры. Понижение температуры в период хранения отдаляет начало прорастания за счет замедления всех процессов, в том числе направленных на подготовку к прорастанию.

Таким образом, понижение температуры по-разному способствует сохранению свежих плодов и овощей в зависимости от протекающих в них биохимических процессов.

2.5.2. Замораживание

Замороженные пищевые продукты и сырье можно сохранять в течение многих месяцев, т. е. значительно дольше, чем при использовании низких положительных температур. Это объясняется не только количественной разницей в уровне температур процессов замораживания и охлаждения, но и тем, что в замороженных пищевых продуктах большая часть влаги превращена в лед. При этом микроорганизмы, питание которых происходит осмотическим всасыванием жидких питательных сред, лишаются возможности использовать для питания отвердевшие пищевые продукты.

Многие вегетативные формы микроорганизмов погибают при низких температурах. При температуре минус 3 – минус 5 °С прекращается рост бактерий, при температуре минус 7 °С – плесеней. Более устойчивы к низким температурам споры бактерий, но и они при минус 12 °С не развиваются, впадая в анабиотическое состояние. Продукты можно было бы замораживать до минус 12 °С и хранить при такой температуре, но при этой температуре еще активны ферменты.

Замораживание продукта предусматривает понижение его температуры до температуры более низкой, чем температура начала замерзания и превращение воды в лед. Поскольку в воде пищевого продукта растворены минеральные и органические вещества, фазовое превращение воды в лед начинается при температурах ниже 0 °С. Температура начала льдообразования в пищевых продуктах (криоскопическая температура) лежит в пределах от 0 °С до минус 4 °С.

Для определения количества вымороженной влаги при разных температурах можно воспользоваться приблизительной закономерной

стью: после того как достигнута точка замерзания, дальнейшее понижение температуры вдвое приводит к вымерзанию половинного количества оставшейся влаги.

Так, если криоскопическая температура для продукта составляет минус 2 °С, то при понижении температуры до минус 4 °С вымерзнет половинное количество имеющейся влаги, т. е. 50 %. При дальнейшем понижении температуры вдвое, т. е. до минус 8 °С, вымерзнет половинное количество оставшихся 50 % влаги, т. е. 25 %, а всего к этому моменту 75 % воды превратится в лед. При минус 16 °С количество вымерзшей воды составит 87,5 %, при минус 32 °С – 93,8 % и т. д. Практика подтвердила, что из овощей при температуре продукта минус 18 °С вымерзает от 84 до 91 % воды, из плодов – от 71 до 80 %. Практически полное вымораживание свободной воды пищевых продуктов происходит при снижении их температуры до минус 30 °С. Получаемое при данной температуре дополнительное количество льда существенно не отражается на жизнедеятельности микроорганизмов, а аппаратурные и энергетические затраты резко возрастают. Поэтому за температуру промышленного замораживания принята температура минус 18 °С.

При замораживании продовольственного сырья и пищевых продуктов принцип анабиоза относится только к микроорганизмам, попавшим на замороженный продукт, так как плоды и овощи как живой организм погибают.

Замороженные продукты нетребовательны к виду тары, но требуют поддержания постоянной низкой температуры. Повышение температуры замороженного продукта пусть на короткое время, хотя бы до минус 10 °С, приводит в тому, что микроорганизмы могут возвратиться к нормальной жизнедеятельности, которую уже не остановить повторным понижением температуры до минус 18 °С.

Совокупность технологических процессов, обеспеченных соответствующими техническими средствами, позволяющая поддерживать требуемую низкую температуру на всем пути от изготовителя до потребителя и сохранить качество скоропортящихся продуктов, называется *непрерывной холодильной цепью*. Основным звеном непрерывной холодильной цепи является *холодильник* – самостоятельное промышленное предприятие (цех предприятия пищевой промышленности), осуществляющее холодильную обработку и хранение пищевых продуктов. В зависимости от выполняемых функций холодильники могут быть производственно-заготовительными, базисными,

распределительными, холодильниками предприятий общественного питания и розничной торговли и др.

Для перемещения замороженной продукции необходим специальный транспорт: железнодорожные вагоны, автомашины, снабженные холодильными установками или приспособлениями, позволяющими поддерживать температуру минус 18 °С.

2.5.3. Повреждающее действие замораживания

Метод замораживания позволяет сохранять пищевые продукты значительно более длительное время, чем метод хранения в охлажденном состоянии, однако качество замороженных продуктов ниже прежде всего из-за повреждений ткани.

Особенно резкие изменения в структуре растительной и животной ткани происходят при медленном замораживании, например, если сырье помещают в холодильные камеры с температурой воздуха минус 20 °С и замораживают до достижения температуры минус 18 °С. Сначала кристаллы льда образуются в межклеточной жидкости, концентрация растворенных веществ которой вследствие вымерзания воды начинает увеличиваться. Возникает разность между концентрациями растворов в межклеточном пространстве и внутри клеток. Это приводит к перемещению влаги из клеток к кристаллам льда и росту кристаллов. Крупные кристаллы травмируют клетки, одновременно обезвоживается содержимое клеток.

В медленно замороженной ткани внутри клеток, потерявших упругость, находится незамерзший раствор, а образовавшийся лед – вне клеток. При этом доля поврежденных клеток около 70 %. После оттаивания плоды и овощи, особенно нежные виды (например, ягоды) теряют форму, размягчаются, из них самопроизвольно вытекает большое количество сока. При быстром замораживании, когда плоды обдуваются в скороморозильном аппарате воздухом, имеющим температуру минус (30...35) °С, тепло отводится интенсивно. Прежде чем успеет развиваться миграционный процесс, температура внутри клеток становится достаточной для начала льдообразования. Влага затвердевает без ее значительного перераспределения. Образуется большое количество мелких кристаллов, которые равномерно распределены в клетках и межклеточном пространстве. При этом травмирующее действие кристаллов на клетки и ткани меньше, качество продукта выше.

Механическое действие на клетки кристаллов льда (проколы, порезы) не может считаться единственной причиной повреждения клеток продукта при замораживании. Повреждающее действие замораживания обусловлено также комплексом явлений, сопутствующих льдообразованию и обезвоживанию клетки.

Одним из повреждающих факторов является повышение концентрации солей в незамерзшей клеточной жидкости в результате льдообразования, что ведет к денатурации белков, в том числе входящих в состав ферментов и клеточных мембран. В концентрированном растворе макромолекулы белка теряют оболочку из строго ориентированных молекул воды.

Потеря сольватных оболочек ведет к достаточному сближению макромолекул белка, образованию связей между ними, коагуляции. Происходит необратимое нарушение полупроницаемости цитоплазматической мембраны и нарушение деятельности ферментов.

При быстром понижении температуры время воздействия солевых растворов на белковые молекулы живой клетки уменьшается. Возможно, поэтому многие органические вещества и некоторые биологические объекты лучше сохраняются при быстром и сверхбыстром замораживании.

2.5.4. Размораживание пищевых продуктов

Размораживанием называют технологический процесс, при котором лед, содержащийся в мороженых продуктах, переходит в жидкую фазу. При размораживании температуру в толще продуктов доводят до температуры, близкой к криоскопической. Исходные свойства продуктов при размораживании восстанавливаются не полностью. В размороженном продукте становятся заметными изменения, которые происходили на всех этапах холодильной обработки.

На качество размороженных продуктов влияет скорость *размораживания*. Для продуктов растительного происхождения оптимальным считается медленное размораживание. При этом влага, образующаяся при таянии льда, получает возможность переместиться к тем белковым субстанциям и коллоидным системам, откуда была «извлечена» при вымораживании.

Для продуктов животного происхождения оптимальным считают быстрое размораживание. В начальный период размораживания мышечная ткань оказывается под воздействием концентрированных

солевых растворов. Их продолжительное действие вызывает дополнительную денатурацию белков и разрушение коллоидных систем. При быстром размораживании действие концентрированных растворов менее выражено.

Изменения в размороженных продуктах обусловлены прежде всего действием ферментов и микроорганизмов. Повышение температуры продуктов, конденсация водяного пара на их поверхности при размораживании вызывает ускоренное развитие микроорганизмов, которые остались жизнеспособными после замораживания, и тех, которые попали на продукт в результате повторного обсеменения. Кроме того, при замораживании в большей степени повреждаются микроорганизмы, которые являлись антагонистами микроорганизмам порчи и патогенным микроорганизмам, что также способствует развитию процессов порчи размороженных продуктов.

При размораживании из клеточных структур высвобождаются тканевые ферменты. При отеплении продуктов ферменты интенсифицируют процессы порчи. Сохраняемость плодов и овощей после размораживания меньше, чем продуктов животного происхождения.

Размороженные продукты вследствие быстрой порчи и ухудшения товарного вида в розничную торговлю не поступают. Размороженные продукты не подлежат повторному замораживанию или хранению в условиях пониженных положительных температур (в домашнем холодильнике), должны быть максимально быстро использованы или переработаны.

Размораживание в воздухе может быть медленным при температуре 0–4 °С и быстрым в воздухе при 15–20 °С. Размораживание в жидкости орошением или погружением при 4–20 °С повышает эффективность теплообмена из-за большой теплоемкости воды (бульона, сиропа) и высокого коэффициента теплоотдачи. Размораживание может совмещаться с кулинарной обработкой (обжаривание быстрозамороженного гарнирного картофеля, варка замороженных овощей и др.).

Опыт зарубежных фирм по использованию СВЧ-энергии для размораживания пищевых продуктов показал преимущества метода: малое время дефростации и практически полное отсутствие потерь; экономия производственных площадей и возможность встраивания в технологические линии, простота обслуживания; однородность температуры по объему продукта и регулирование конечной температуры внутри продукта; уменьшение трудовых затрат благодаря размораживанию продуктов в упаковке.

Оценка качества и санитарного состояния готовой продукции показала, что СВЧ-размораживание позволяет в большей степени восстановить качество продукции, предотвратить развитие микрофлоры.

2.5.5. Процессы, влияющие на качество замороженных продуктов при хранении

В замороженных продуктах при хранении вследствие продолжающихся физических, химических, биохимических и микробиологических процессов происходят изменения структуры, массы, цвета, свойств белков и липидов, разрушение витаминов, а также микробиологические изменения. Основное влияние на качество оказывают перекристаллизация и усушка.

Перекристаллизация. В различных слоях замороженного продукта размеры кристаллов льда различаются. Большие кристаллы в процессе хранения растут за счет маленьких – идет перекристаллизация (рекристаллизация). Из-за рекристаллизации различия в качестве продуктов, замороженных с разной скоростью, после нескольких месяцев хранения при температуре минус 20 °С практически исчезают.

Рекристаллизация замедляется с понижением температуры. Почти полностью тормозится при минус 65 °С. Рекристаллизация резко ускоряется при колебаниях температуры хранения. При повышении температуры мелкие кристаллики подтаивают, а при последующем понижении температуры вода кристаллизуется на крупных кристаллах.

Усушка замороженных продуктов. В процессе замораживания с поверхности незамерзшего продукта испаряется капельно-жидкая влага, при хранении замороженного продукта происходит сублимация льда, что и приводит к усушке продукта. Потери воды могут колебаться в широких пределах – от 0,3 до 2 % и более в зависимости от температуры охлаждающей среды, начальной и конечной температуры продукта, вида среды, метода и скорости замораживания, а также специфических свойств отдельных продуктов. Усушка резко снижается, если на поверхности продукта имеется влагонепроницаемый слой (корочка подсыхания на поверхности мяса, слой жировой ткани и др.). Продукты с неровной поверхностью теряют влаги больше, чем с гладкой; мелкие усыхают быстрее, чем крупные. При измельчении продуктов усушка резко возрастает.

Испарение влаги ведет не только к потерям массы, но и к снижению качества. На продуктах животного происхождения из-за увеличения концентрации пигментов в результате усушки появляются пятна. Из-за сублимации льда на поверхности замороженных продуктов образуется пористый слой. Пористая структура способствует окислительным процессам, что ухудшает способность коллоидов после размораживания впитывать воду, ведет к прогорканию жиров, к распаду в плодах и овощах витамина С. Пористая поверхность интенсивно поглощает посторонние запахи.

Способы снижения усушки:

- упаковка продуктов или защита ледяной глазурью;
- плотная укладка продуктов в штабель и укрытие штабеля;
- раздельное хранение затаренных и неупакованных грузов;
- полная загрузка камеры;
- совершенствование теплоизоляции, увлажнение воздуха в камере.

Снижению усушки способствует понижение температуры в камере хранения, например, переход от температуры хранения минус 18 °С к минус 30 °С.

2.5.6. Хранение в измененной газовой среде

При хранении плодов в газонепроницаемом помещении кислород (O_2) из атмосферы, содержащей 79 % азота (N_2) и 21 % O_2 , будет расходоваться на дыхание, а взамен израсходованного кислорода в атмосферу будет выделяться равный объем диоксида углерода (CO_2). Когда весь кислород будет израсходован, то в составе атмосферы хранилища азота будет 79 %, CO_2 – 21 %. При этом начнется бескислородное (анаэробное) дыхание, сопровождаемое дальнейшим накоплением CO_2 и образованием спирта, что приведет растительную клетку к гибели.

Если при хранении обеспечить не только низкую температуру, но и содержание диоксида углерода, при котором интрамолекулярные явления еще не наступают (до 10 % CO_2), то дыхание плодов не прекращается, а только замедляется. Благодаря этому замедляется расходование питательных веществ клетки. Срок хранения сырья в такой *измененной атмосфере (газовой среде)* удлиняется. Повышенное количество CO_2 в атмосфере замедляюще влияет и на микроорганизмы, способные вызвать порчу. Реализуется принцип анабиоза в отношении сырья и микроорганизмов.

Оптимальный состав измененной атмосферы различен для разных видов плодов, даже для разных помологических сортоводного и того же вида сырья, зависит и от нестабильных от сезона к сезону условий выращивания.

Возможно изменение состава газовой среды за счет дыхания хранящихся плодов и овощей. Такая газовая среда называется *модифицированной средой (МГС)*. Способ относительно дешевый и простой, но требует продолжительного времени для выведения камеры на надлежащий режим хранения. Так, для яблок необходимые параметры – концентрация CO_2 и O_2 – достигаются в среднем через 10 дней.

Другой вариант применения измененной газовой среды – это хранение растительного сырья в селективно-проницаемых пленках. Способ заключается в том, что плоды упаковываются в полиэтиленовые пакеты вместимостью 1–3 кг, ящики – вместимостью 25–30 кг или контейнеры вместимостью 300–1000 кгс полиэтиленовыми вкладышами. Полиэтиленовые пленки неодинаково (селективно) проницаемы для различных газов – для диоксида углерода больше, чем для кислорода. Образующийся при дыхании CO_2 выходит из пакета или контейнера в большем количестве, чем кислород, вследствие чего в емкостях создается вакуум. При этом пакет сжимается, а парциальное давление азота увеличивается. Так как пленка полиэтилена для азота проницаема, то он выходит из пакета. В результате в емкостях создается МГС, которую в известной мере можно регулировать, подбирая пленки с различной селективной проницаемостью для газов, учитывая сорт и количество плодов, температуру в хранилище.

Создание нужной концентрации диоксида углерода в хранилище может достигаться введением газа извне. При этом получают регулируемую газовую среду (РГС) разного состава. Можно получать так называемые *нормальные газовые среды*, в которых суммарное содержание кислорода и диоксида углерода соответствует 21 %. В пределах данной суммы кислород варьируется в интервале 11–16 %, CO_2 – от 5 до 11 %, количество азота остается неизменным – 79 %.

В ряде случаев оптимальными являются газовые среды, в которых сумма O_2 и CO_2 меньше 21 % (*субнормальные*). Наибольшее распространение имеют среды, в которых содержится 3–5 % кислорода, 3–5 % диоксида углерода и 90–94 % азота. Для получения субнормальных смесей воздух из камеры хранения, обедненный кислородом и обогащенный CO_2 , прокачивают через специальное устрой-

ство (*скруббер*), где избыток CO₂ связывается химическим поглотителем с образованием бикарбоната, а воздух снова подается в камеру хранения. Субнормальные смеси можно подавать в камеру хранения из специальных газогенераторов или баллонов.

Регулируемая атмосфера может использоваться также для сохранения сырья животного происхождения и продуктов его переработки. Так, срок хранения мяса и мясопродуктов можно продлить повышением концентрации CO₂. Эффект обусловлен подавляющим действием CO₂ на жизненные функции микроорганизмов и на процессы окисления в мясе. При содержании CO₂ в атмосфере 50–100 % и температуре около 0 °С срок хранения рыбы удваивается, так как в этих условиях сильно задерживается рост бактерий – возбудителей порчи свежей рыбы.

Измененные газовые среды применяют в сочетании с понижением температуры.

2.6. Консервирование с помощью антисептиков и антибиотиков

2.6.1. Общая характеристика метода сохранения пищевых продуктов с помощью антисептиков

Антисептики – химические вещества, вызывающие гибель микроорганизмов при соприкосновении с ними. Антисептики могут оказывать микробостатическое действие или бактерицидное (фунгицидное) действие в зависимости от скорости отмирания микроорганизмов. Если гибель микроорганизмов происходит очень быстро, говорят о дезинфицирующем действии.

Некоторые антисептики могут использоваться для сохранения пищевых продуктов в качестве консервантов.

Консерванты – вещества, которые увеличивают период хранения пищевых продуктов, защищая их от порчи, обусловленной микроорганизмами.

Внесение консервантов используют для сохранения:

- больших масс полуфабрикатов с целью продления периода переработки;
- пищевых продуктов, расфасованных в тару, не выдерживающую обработку высокими температурами;
- продуктов, тепловая обработка которых ведет к резкому снижению качества.

Применение консервантов основано на их свойстве убивать микроорганизмы, предохраняя продукт от порчи. Проникая в клетку микроба, антисептические вещества парализуют ее жизненные функции и приводят микробную клетку к гибели.

Антимикробное действие консерванта может быть направлено непосредственно на ДНК микроорганизма, на синтез белка в микробной клетке, на цитоплазматическую мембрану или клеточную оболочку, на механизмы транспорта питательных веществ в микробную клетку и т. д.

Как правило, конкретный консервант может блокировать одну определенную стадию метаболизма микробной клетки – разрыв спорной оболочки (бензоаты), рост клетки (сорбаты, хлорид натрия, сернистый ангидрид), деление (полифосфаты) или набухание спор (низин, субтилин) и т. д.

Основные принципы консервирования антисептиками:

- вносить антисептики следует в минимальном количестве, достаточном для достижения требуемого эффекта, но не более установленного максимально допустимого уровня;
- не использовать антисептики для сохранения сильно обсемененных продуктов (консерванты не предназначены для компенсации нарушений технологической дисциплины, правил санитарии и гигиены);
- развитие микроорганизмов следует останавливать на начальной стадии.

Идеальные антисептики, которые можно использовать как консерванты для сохранения пищевых продуктов, должны удовлетворять следующим требованиям:

- обладать широким спектром антимикробного действия;
- быть ядовитыми для микробов в небольших дозах, порядка доли процента;
- в применяемых дозах не оказывать вредного действия на организм человека, не образовывать токсических соединений в организме человека при разложении;
- не вступать во взаимодействие с пищевыми веществами и не придавать продукту неприятного запаха или привкуса;
- не реагировать с материалом оборудования или консервной тары;
- легко поддаваться удалению из продукта перед употреблением последнего в пищу;
- быть удобным в употреблении.

Антисептика, который бы удовлетворял полностью этим требованиям, не существует. Подобрать эффективные антисептики, пригодные для консервирования пищевых продуктов, нелегко, так как большинство из них оказывают вредное действие не только на микробов, но и на организм человека. Вещества, раздражающе действующие на те или иные органы человека (уротропин, салициловая и борная кислоты, квасцы и др.), используются в исключительных случаях с большой осторожностью и в минимально необходимых дозах.

Конкретный консервант не может быть эффективен против всего спектра возможных возбудителей порчи пищевых продуктов. Тип применяемого консерванта зависит от вида пищевого продукта, способа изготовления и хранения и от природы микроорганизмов, которые могут развиваться на данном продукте.

Антисептики запрещается добавлять в пищевые продукты массового потребления – молоко, масло, муку, в продукты для детского и диетического питания, а также в изделия, реализуемые как свежие. Для консервирования пищевых продуктов можно использовать комбинации не более чем из двух химических консервантов. При этом суммарная концентрация консервантов в готовом пищевом продукте не должна превышать концентрацию того консерванта, который имеет меньший максимально допустимый уровень.

Перечень разрешенных консервантов и предельно допустимые количества устанавливаются в Санитарных правилах и нормах (СанПиН). Перед получением разрешения на использование в промышленности определенных консервантов разрабатывают и стандартизируют методы контроля их содержания в продуктах.

2.6.2. Сохранение сернистым ангидридом

Наилучшим с практической стороны антисептиком считается диоксид серы (E220), хотя он не удовлетворяет большинству предъявляемых к антисептикам требований.

Ингибирующее действие диоксида серы (SO_2) на микроорганизмы обусловлено, по-видимому, его реакцией с альдо- и кетогруппами моносахаридов, вследствие чего микроорганизмы лишаются возможности их использовать, а также влиянием на sh-группы, содержащиеся в протеинах ферментов микроорганизмов.

Диоксид серы и его производные (сульфит натрия E221, гидросульфит натрия E222, бисульфит калия E228 и др.) более токсичны

для плесеней и бактерий (особенно уксуснокислых и молочнокислых), чем для дрожжей.

Консервирующее действие усиливается в кислой среде, так как при понижении рН резко возрастает доля недиссоциированной свободной формы сернистой кислоты, которая отвечает за антисептический эффект. Диоксид серы в слабокислых растворах быстрее связывается глюкозой и другими химическими компонентами плодово-ягодного сырья и сильнее инактивируется, чем в кислых. Поэтому сульфитируют только плоды и ягоды, имеющие кислый клеточный сок.

Консервирующая концентрация SO_2 – от 0,15 до 0,20 %, но в этой концентрации он ядовит для человека и придает продукту неприятный запах и привкус. Диоксид серы преждевременно выводит из строя насосы для перекачки сульфитированных продуктов, вызывает коррозию металлической аппаратуры. Оборудование, тара и инвентарь должны быть изготовлены из некорродирующих материалов – алюминия, полимеров, стекла и др.

Диоксид серы – удушливый газ, поэтому проводить обработку требуется на открытых площадках или в противогазах, соблюдая требования техники безопасности.

Преимуществом этого антисептика является возможность почти полного удаления его из продукта перед употреблением его в пищу.

При нормальных условиях SO_2 – газ, не слишком хорошо растворимый в водной среде (5–7 % при комнатной температуре). При нагревании сульфитированного продукта SO_2 улетучивается (идет десульфитация). Поэтому в консервном производстве он применяется для сохранения фруктовых полуфабрикатов и заготовок, которые впоследствии используют для варки из них джема, повидла и других после десульфитации. Допустимая концентрация сернистого ангидрида в готовом повидле – до 0,01 %. Для сушеных фруктов и овощей нормативное содержание диоксида серы зависит от вида продукции и составляет 150–1000 мг/кг. Сульфитированные полуфабрикаты не используют в детском и диетическом питании, в производстве напитков.

Диоксид серы влияет на растительную ткань: вызывает нарушение тургора, способствует размягчению ткани, вступает во взаимодействие не только с сахарами, но и с красящими веществами, вызывая обесцвечивание; SO_2 ингибирует и некоторые ферменты – в частности, те, которые вызывают побурение плодов и овощей. Вместе с тем его редуцирующие свойства способствуют сохранению витамина С.

Сульфитация может проводиться сухим и мокрым способами.

При сухой сульфитации серу сжигают в закрытых помещениях, где размещены окуриваемые плоды, из расчета 2 кг на 1 т продукта, хранят без проветривания при температуре не выше 10 °С. Возможна подача газа непосредственно из баллона.

При мокрой сульфитации в продукт вводится раствор сернистой кислоты или ее производных. С этой целью предварительно готовят 5–6 %-й рабочий раствор, чаще всего используя газообразный SO₂. Количество газа, необходимое для растворения, рассчитывают заранее и контролируют, взвешивая баллон с SO₂ в момент подачи газа в раствор. Скорость растворения газа зависит от температуры раствора. Чем она ниже, тем лучше проходит растворение. Готовить рабочий водный раствор сернистого ангидрида рекомендуется при температуре 15–20 °С, в этом случае растворимость диоксида серы составляет 3–7 %. Фактическую концентрацию сернистого ангидрида в воде контролируют по относительной плотности раствора. Так, при концентрации сернистого ангидрида 5 % плотность раствора составляет 1,0275, а при концентрации 6 % – 1,0328. Рабочий раствор готовят в день сульфитации продукции, так как газ обладает сильной летучестью.

Технологические инструкции нормируют количество сернистого ангидрида, обеспечивающее сохранность, в зависимости от вида сырья:

- для пюре из яблок, слив и алычи – 0,10–0,18 % к массе продукта;
- земляники, малины и других ягод – 0,10–0,15 %;
- абрикосов, персиков и дынь – 0,12–0,20 % и т. д.

Готовое горячее плодое пюре охлаждают в вакуум-аппарате до температуры 30–40 °С. Охлажденное пюре подают в смеситель-сульфитатор определенной вместимости, заполняют его на 20–25 %, после чего в смеситель поступает SO₂ из баллона, установленного на весах. Включают мешалку для равномерного распределения сернистого ангидрида в продукте. Сульфитированный продукт немедленно разливают в деревянные бочки вместимостью до 200 л, деревянные чаны или железобетонные бассейны вместимостью до 20–25 т.

При отсутствии необходимого оборудования сульфитацию проводят с использованием рабочего раствора сернистого ангидрида.

Десульфитацию проводят в двухкотельных котлах, подавая пар и тем самым нагревая продукт. В процессе десульфитации восстанавливается первоначальная окраска сырья, потерянная при сульфитации. В готовой продукции обязательно определяют остаточное содержание SO₂.

При консервировании с помощью сернистого ангидрида необходимо соблюдать правила техники безопасности. Сернистый газ ядовит. Он раздражающе действует на органы дыхания, слизистые оболочки человека, вызывает удушье. Газообразный диоксид серы значительно (в 2,25 раза) тяжелее воздуха, поэтому он концентрируется в нижней части помещения.

При работе с сернистым ангидридом обязательно использование противогаза.

2.6.3. Консервирование бензойной кислотой и ее солями

Бензойная кислота (E210) и ее соли (бензоат натрия E211, бензоат калия E212) применяются с 1932 г. Они сильнее действуют на дрожжи и плесени, включая афлатоксинообразующие. Бактерии угнетаются частично. Бензойная кислота малоэффективна против молочнокислых бактерий и клостридий. Антимикробное действие связано с ее влиянием на ферментную систему микроорганизмов, действует и на клеточные мембраны. Консервирующее действие проявляется в кислой среде при рН не выше 5,0 (титруемая кислотность не менее 0,4 %), оптимальным является значение рН 2,5–3,5.

Чаще используют хорошо растворимый бензоат натрия C_6H_5COONa (в 100 г воды при комнатной температуре растворяется 0,34 г бензойной кислоты или 63 г бензоата натрия). Бензоат представляет собой кристаллический порошок без запаха и вкуса, оказывает консервирующее действие в концентрации 0,1 %. Бензоат натрия удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к антисептикам, за исключением легкого привкуса при содержании в продукте более 0,04 %.

В концентрации 0,07 % бензойную кислоту и ее соли применяют для сохранения повидла, в концентрации до 0,12 % – для сохранения соков. В некоторых странах они используются для сохранения маргарина (0,08–0,15 %), майонеза. В консервном производстве их часто используют для сохранения полуфабрикатов пюре и соков.

Необходимое количество бензоата натрия растворяют в 20-кратном количестве горячего сока. Полученный раствор понемногу при помешивании вводят в основную массу. Содержание бензоата натрия в пюре не должно превышать 0,1 %. Оптимальная температура длительного хранения пюре от минус 1 °С до плюс 10 °С.

2.6.4. Консервирование сорбиновой кислотой и ее солями

Сорбиновая кислота $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6$ (E200) подобно естественным жирным кислотам при участии лимонной кислоты разлагается в организме на углекислый газ и воду, не сообщает продуктам посторонний привкус и запах. Не канцерогенна. Не токсична. Обладает консервирующим эффектом в небольших концентрациях – 0,05–0,10 %.

Сорбиновая кислота и ее соли (сорбат натрия E201, сорбат калия E202) подавляют развитие дрожжей, плесеней и многих бактерий, за исключением молочно- и уксуснокислых, на которые они практически не оказывают воздействия. Антисептическое действие в большей степени проявляется в кислой среде.

При необходимости перед внесением сорбиновой кислоты продукт нагревают для уничтожения бактерий или предусматривают внесение лимонной или молочной кислоты.

В холодной воде сорбиновая кислота растворяется слабо в отличие от калиевой соли: при комнатной температуре в 100 г воды растворяется 0,16 г сорбиновой кислоты, тогда как сорбата калия растворяется 138 г.

Учитывая плохую растворимость, необходимое количество кислоты предварительно смешивают с десятикратным количеством горячего продукта (85 °С) и вводят в основную массу. При длительном нагревании сорбиновая кислота может частично улетучиваться, поэтому ее добавляют в конце варки перед фасовкой.

Сорбиновая кислота может применяться во всех случаях вместо диоксида серы для консервирования полуфабрикатов плодового пюре, фруктовых соков и т. п. Особую ценность этот консервант представляет при производстве протертых или дробленых плодов и ягод с сахаром. Она используется также для сохранения вина, безалкогольных напитков, варенья, повидла, квашеной капусты, соленых огурцов, соков, икры, плавленых сыров, майонеза, маргарина. Применение сорбиновой кислоты позволяет значительно снизить температуру и время нагрева продукции при горячем розливе, использовать для фасовки материалы, не выдерживающие обработку высокими температурами (тетрапак).

Содержание консерванта в готовой продукции нормируется. Так, для повидла и джемов содержание сорбиновой кислоты не должно превышать 0,05 %. Допустимое содержание в соках, сиропах – 0,06 %.

2.6.5. Прочие антисептики, применяемые для сохранения пищевых продуктов

Борная кислота H_3BO_3 (E284) и ее натриевая соль – бура – $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (E285) эффективны против дрожжей, частично действуют на бактерии, мало действуют на плесени. Оказывают консервирующее действие на плоды в концентрации 1,5 %, но эта концентрация может вызвать рвоту, понос. Поступая в организм с продуктами в меньших концентрациях, могут накапливаться. Аккумулируясь в организме человека, вызывают раздражение почек. Так, в 1983 г. в Дублине произошло отравление с летальным исходом грудных детей сиропом для сосок, законсервированным борной кислотой.

В концентрации 0,3 % борную кислоту использовали для консервирования зернистой икры, для сохранения которой при пониженных температурах такая концентрация достаточна. Широко применялась в Европе как консервант для маргарина и масла в концентрации 0,5–1,0 %.

Уротропин (гексаметилентетрамин E239, $(CH_2)_6N$) в небольших дозах (до 0,1 %) безвреден и разрешен для консервирования зернистой икры. Для консервирования плодов его использовать нельзя, так как в этом случае потребуются большие дозы, вызывающие сильное раздражение мочевого пузыря.

Некоторое время применялся *диэтиловый эфир пирогальной кислоты (E242)*, который представляет собой прозрачную бесцветную жидкость со слабым фруктовым ароматом. Этот антисептик применялся в концентрации 0,05–0,10 % для консервирования фруктовых соков, плодов и ягод, вин, холодного чая, газированных напитков. Был запрещен в ряде стран после установления его канцерогенности. В настоящее время применяется его родственное соединение – диметилдикарбонат. В присутствии воды данные соединения за короткое время распадаются до микробиологически нейтральных веществ. Поэтому могут и пользоваться только для таких продуктов, которые полностью защищены от повторного инфицирования герметичной укупоркой (например, безалкогольные прохладительные напитки, ароматизированные напитки на основе воды).

Применяются перспективный антисептик *дегидрацетовая кислота (E265)* и ее натриевая соль (E266), обладающие выраженными фунгицидными и бактерицидными свойствами.

Обладают высокой противогрибковой активностью. Разрешены к применению в Республике Беларусь и Российской Федерации в качестве консерванта для поверхностной обработки колбас, колбасных изделий, сыров, для использования в составе антимикробных пленок и покрытий. За рубежом используют в качестве ингибитора развития плесени на поверхности бекона и ветчины, масла, маргарина и майонеза, для предотвращения микробной порчи спелой клубники.

2.6.6. Использование антибиотиков

Применение *антибиотиков* основано на бактерицидном характере их действия. Отличаются от антисептиков по происхождению (способу получения). Антисептики получают химическим путем из неорганических продуктов (диоксид серы) или органических веществ (бензойная и сорбиновая кислоты), а антибиотики продуцируются живой клеткой.

Существуют антибиотики *растительного происхождения* – фитонциды (бактерицидные вещества лука, чеснока, хрена, горчицы и других растений).

Некоторые антибиотики вырабатываются *органами животных*, например эритрин, выделенный из эритроцитов (красных кровяных шариков) животных, и лизоцим, вырабатываемый различными тканями и органами животных и человека (содержится в слезах, слюне, носовой слизи, сыворотке крови, яичном белке, молоке) и др.

Наиболее распространены антибиотики *микробного происхождения*, такие, как пенициллин, стрептомицин, грамицидин и др.

По своему бактерицидному действию антибиотики селективны – одни эффективны против грамположительных бактерий, другие – против грамотрицательных, третьи антибиотики – широкого спектра действия. Антибиотики в сотни раз бактерициднее антисептиков и оказывают консервирующее действие в концентрациях, измеряемых иногда несколькими десятитысячными долями процента.

Многие антибиотики при их потреблении вызывают тошноту, рвоту, расстройство сердечной деятельности и даже шок.

Введение антибиотиков в организм человека нарушает естественный симбиоз, который установился издавна между человеком и обитающими в его организме микроорганизмами. В результате частичного угнетения одних микробов становятся активными другие, что приводит к ряду трудноизлечимых кожных заболеваний, назы-

ваемых кандидомикозами. Наконец, систематическое потребление малых доз антибиотиков приводит к образованию в организме человека антибиотикоустойчивых рас микроорганизмов. Могут появиться зависимые штаммы, не развивающиеся без наличия в среде соответствующего антибиотика. Таким образом, систематическое потребление антибиотиков нарушает естественную микрофлору человека, обесценивает антибиотики как лекарство.

Антибиотиком, разрешенным для применения в пищевой промышленности, является хлортетрациклин, или биомицин.

Так как он способен полностью разлагаться при непродолжительном кипячении, его разрешено применять для консервирования сырья животного происхождения (мяса, рыбы, битой птицы), которое потребляется в пищу только после горячей кулинарной обработки.

Техника консервирования биомицином зависит от вида сохраняемого сырья. Так, для сохранения рыбы готовят раствор хлортетрациклина, содержащий 5 г антибиотика в 1 м³ воды.

Этот раствор замораживают и битым биомициновым льдом пересыпают рыбу. Такая обработка позволяет продлить срок хранения охлажденной рыбы и повысить ее качество.

При сохранении битой птицы потрошенные тушки погружают на 1–2 ч в охлажденный 0,001 %-й водный раствор. Дают ему стечь, заворачивают тушки в целлофан и хранят при пониженной температуре. Иногда птицам перед убоем этот раствор вносят в питье.

Органы здравоохранения рекомендуют использовать в пищевой промышленности антибиотики, не имеющие применения в медицине. К таким антибиотикам относят *натамицин (E235)* и *низин (E234)*. Натамицин используют для поверхностной обработки сыров и колбас. Низин используют для смягчения режимов стерилизации овощных консервов. Максимально допустимый уровень низина – 100 мг/кг. В некоторых странах низин разрешен для консервирования сыра, молочных продуктов и молока.

Низин – это полипептидный антибиотик, который продуцируется некоторыми штаммами *Streptococcus lactis*. Дрожжи и плесневые грибы низином не угнетаются. Бактерицидное действие низина проявляется в первую очередь в отношении грамположительных бактерий. Он задерживает рост различных видов стафилококков, стрептококков, клостридий. Важной особенностью его является способность снижать сопротивляемость спор термоустойчивых бактерий (*B. stearothermophilus*, *Cl. botulinum* типа А и др.) к нагреванию.

По другим данным, споры *Cl. botulinum* устойчивы к действию низина; для подавления их необходимы концентрации в 100 раз большие, чем для других бактерий. Поэтому применение низина может оказать влияние только на величину первоначальной обсемененности, а не на термостойкость возбудителей ботулизма.

В консервированной низином овощной продукции (картофеле, зеленом горошке, цветной капусте и др.) содержание низина в заливке не превышает 100 мг/кг. В процессе нагревания около 75 % низина разрушается, что позволяет вносить его повышенные количества для получения необходимых результатов.

Токсическое действие низина маловероятно, так как он естественным образом содержится в молоке и сыре, низинообразующие стрептококки встречаются в кишечнике.

Таким же биологическим действием обладает антибиотик субтилин (продуцент – сенная палочка). Он также нетоксичен для человека.

Из фитонцидов наиболее подходящим для консервирования является эфирное масло из семян горчицы, так называемое аллилгорчичное масло. Введение этого антибиотика, например, в маринады в количестве 0,002 % позволяет сохранять продукты больше года без порчи, даже если они не были пастеризованы, при условии герметичной укупорки банки.

2.7. Методы консервирования по принципу абиоза. Физическая стерилизация

2.7.1. Консервирование нагреванием

Наиболее надежный метод сохранения продуктов – сохранение в герметичной таре с помощью тепловой обработки (*стерилизации или пастеризации*).

Метод заключается в том, что пищевые продукты помещают в герметически укупориваемую тару и подвергают тепловой обработке в специальных аппаратах. Обработка продукта высокой температурой приводит к смерти микробных клеток в результате коагуляции белков. Возбудители порчи, находящиеся в окружающей среде, благодаря герметичности тары внутрь попасть не могут. Ферменты, сохранившиеся в продукте к началу стерилизации, инактивируются, вследствие чего в растительных или животных тканях прекращаются биохимические процессы. Консервированные этим способом пищевые продукты могут храниться в течение многих лет.

Принцип *абиоза* в данном случае соблюдается в отношении микроорганизмов и в отношении консервируемого сырья: клеточная проницаемость растительной ткани, характерная для убитой клетки, достигается за несколько минут уже при температуре 60–70 °С.

Преимущества метода:

- меньшие изменения химического состава и свойств сырья по сравнению с такими методами консервирования, как посол, квашение, варка с сахаром и сушка;
- нестрогие условия хранения и транспортирования по сравнению с хранением в регулируемой газовой среде, охлаждением или замораживанием;
- универсальность метода – можно сохранять продукты животного и растительного происхождения практически в любой герметичной таре в любом виде (в натуральном, в виде заготовок и готовых блюд), можно комбинировать с другими методами.

При высоких температурах обработки происходят физико-химические и химические процессы, влияющие на формирование новых потребительских свойств консервов. К их числу относится клейстеризация крахмала, набухание и денатурация белков, вследствие которых улучшается усвояемость готовой продукции.

Недостатком является значительная продолжительность тепловой обработки, обуславливающая высокую энергоемкость метода, ухудшение органолептических свойств продукта. При высоких температурах разрушаются многие ценные вещества продукта: витамины, красящие, фенольные вещества и др. Длительная тепловая обработка, кроме того, снижает пищевую ценность за счет меланоидинообразования, карамелизации, гидролиза жиров, белков и т. п.

Недостаток усиливается с увеличением размеров тары. Стерилизация продукта без тары позволяет интенсифицировать процесс с помощью перемешивания за счет применения трубчатых, пленочных или других теплообменников, что реализовано в таких способах консервирования, как горячий розлив и асептическое консервирование.

2.7.2. Обеспложивающая фильтрация

Метод заключается в *фильтровании* абсолютно прозрачного пищевого продукта, например, осветленного сока, через специальный материал, задерживающий микробные клетки.

Фильтрующим материалом может быть прессованная асбесто-целлюлозная масса, размеры пор которой меньше микробной клетки.

Достоинством метода является отсутствие тепловой обработки, что позволяет максимально сохранить все биологически активные вещества и органолептическую ценность. Однако при использовании бестемпературной стерилизации в продукте остаются активные комплексы ферментов, которые влияют на его цвет, вкус и аромат при хранении. Поэтому продукт перед стерилизацией приходится обрабатывать с целью инактивации ферментов.

Чтобы исключить вторичное заражение продукта после стерилизующей фильтрации стерильными должны быть обеспложивающий фильтр, разливочный аппарат, консервная тара, укупорочная машина и материалы, воздух в помещении. Обслуживающий персонал должен принимать особые меры предосторожности, чтобы не внести инфекцию в продукт.

К недостаткам метода относится применимость к ограниченному числу пищевых продуктов: только к жидким и полностью прозрачным продуктам (вино, пиво, соки и др.), большие потери сока и высокая эксплуатационная стоимость.

На практике удаление бактериальных клеток и спор мембранными технологиями (*микрофльтрация*) используется при получении молока с увеличенным сроком годности – до 3 недель при надлежащей работе холодильной цепи. Из-за одинакового размера бактериальных спор и глобул молочного жира микрофльтрации подвергают не цельное, а предварительно обезжиренное молоко. Еще один сдерживающий фактор – размер казеиновых мицелл. Чтобы свести к минимуму изменения в составе молока в промышленном масштабе обычно используют керамические мембраны с диаметром пор 0,8–1,4 мкм. Через такие поры могут проникать некоторые бактерии, в связи с чем для гарантии удаления вегетативных патогенных микроорганизмов молоко приходится пастеризовать.

2.7.3. Консервирование с помощью токов

Применение электрического переменного тока высокой частоты (ВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ) представляет один из вариантов тепловой стерилизации пищевых продуктов. Если пищевой продукт поместить в электрическое поле переменного тока высокой частоты, происходит поглощение электрической энергии структурными элементами продукта. Последние в результате переменной поляризации приобретают колебательное движение, преобразуемое благодаря

внутреннему трению в теплоту. Так как поглощение электрической энергии происходит одновременно всем объемом продукта, продукт разогревается быстро и не от периферии к центру, как в обычных способах передачи теплоты, а одновременно и равномерно по всему объему. Нагрев продукта в поле ВЧ происходит примерно за 1,5–2 мин, в то время как обычный способ нагрева консервов требует десятков минут. Улучшаются потребительские свойства готового продукта: аромат, вкус, консистенция, цвет, лучше сохраняются витамины.

Кратковременный и эффективный нагрев позволяет получать консервы высокого качества в тех случаях, когда при обычной стерилизации качество ухудшается из-за разваривания плодов (компоты). Однако из-за неоднородности электрофизических свойств продуктов возможен селективный нагрев, т. е. неодинаковая скорость разогрева неоднородного по своей структуре продукта.

Еще более эффективен сверхвысокочастотный нагрев. В СВЧ-поле стакан воды закипает через 2–3 с, курица готова через 6–8 мин. Применение микроволновой энергии частотой 2400 МГц дает возможность осуществить непрерывный процесс стерилизации на конвейере в рабочей камере. При СВЧ-обработке физические свойства продукта, размеры банки и другие характеристики обрабатываемого материала мало отражаются на режиме работы генератора микроволновой энергии.

Внедрение процессов ВЧ- и СВЧ-обработки в практику консервирования сдерживается сложностью оборудования, относительной дороговизной процесса, трудностью контроля температурного режима в банке во время обработки и т. д.

2.7.4. Ультрафиолетовое облучение

Ультрафиолетовое (УФ) облучение охватывает область электромагнитных колебаний с длинами волн $(136–4000) \cdot 10^{-10}$ м. В зависимости от длины волны действие различных участков ультрафиолетового спектра неодинаково. Область лучей с длиной волн $(4000–3300) \cdot 10^{-10}$ м является химически активной. Зона в пределах $(3300–2000) \cdot 10^{-10}$ м является биологически активной, способствует синтезу в организме витамина А и оказывает антирахитическое действие. Наибольшим воздействием на микроорганизмы, подавляющим их жизнедеятельность и приводящим живые клетки к гибели, обладают ультрафиолетовые лучи (УФЛ) с длиной волн $(2950–2000) \cdot 10^{-10}$ м.

Максимум бактерицидного действия оказывают лучи с длиной волны около $2600 \cdot 10^{-10}$ м.

Чувствительность микроорганизмов к действию УФЛ уменьшается с увеличением размеров клеток: стойкость плесеней значительно больше, чем у бактерий. Но и различные плесени по-разному воспринимают облучение. Не все клетки даже одной и той же культуры одинаково стойки к действию УФЛ: 70–80 % клеток погибают при минимальной затрате лучистой энергии, а для уничтожения остальных 20–30 % ее требуется в 3–4 раза больше. Если бактерии или споры подвергают многократному мгновенному действию УФЛ, то для их уничтожения потребуется значительно больше энергии, чем при непрерывном облучении той же продолжительности.

Продукт при УФ-обработке не нагревается, благодаря чему сохраняет свои нативные свойства. Но при этом практически не инактивируются ферменты, интенсифицируется окисление жиров. Кроме того, широкое использование бактерицидного эффекта УФЛ для консервирования пищевых продуктов ограничивается их малой проникающей способностью (доли миллиметра). Не проходят лучи через стенки жестяной и стеклянной тары.

УФ-лучи можно использовать для обеззараживания воздуха, стен производственных и складских помещений, реже – для обработки поверхности мясных туш и колбасных изделий, так как шероховатость, мельчайшие неровности и складки защищают споры и клетки микроорганизмов от действия УФЛ.

Бутылки и крышки можно сделать стерильными путем установки непрерывной линии УФ-ламп непосредственно над подающим конвейером. Установка ламп над наполнителями, укупорочными машинами защищает продукцию. Использование бактерицидных УФ-облучателей вместо пероксида водорода для обработки тароупаковочного материала упрощает и удешевляет линию по асептическому розливу соков и напитков.

УФ-облучатели используют для дезинфекции молока, соков и напитков и других жидкостей в тонком слое. Для дезинфекции мутных сред и жидкостей большой плотности используют мощные облучатели или специально защищенные УФ-облучатели в потоке.

Установка бактерицидных УФ-облучателей влагозащитного исполнения на внутренней поверхности крышки бака позволяет избежать развития микроорганизмов на поверхности хранящегося полуфабриката. Лампы размещают не выше, чем на 2 м от поверхности

жидкости. Для защиты оператора при открытии бака устанавливается система автоматического отключения УФ-облучателей.

В последние 20 лет во всем мире получил широкое распространение *метод обеззараживания воды УФ-излучением*. Причиной этого стало обнаружение недостатков хлорирования воды. При определенном количестве хлора в воде он способен уничтожить полезные бактерии в пищеварительном тракте. Вступая в реакцию с органическими соединениями, содержащими углерод, хлор образует канцерогены. Кроме того, хлорирование недостаточно эффективно в отношении некоторых микроорганизмов.

УФ-обеззараживание – простой и дешевый способ дезинфекции воды (питьевой, оборотной, сточной). УФЛ эффективно уничтожают находящиеся в воде микроорганизмы. Вместе с тем при последующем внесении в обеззараженную воду микроорганизмов (например, при производстве продуктов брожения) они не испытывают на себе остаточного подавляющего действия УФЛ. В обеззараженной воде отсутствуют нежелательные химические соединения.

Среди излучательного оборудования выделяют бактерицидные лампы, облучатели и установки. Могут применять открытые (работающие в отсутствие работников), закрытые и комбинированные УФ-облучатели. Время достижения требуемого уровня бактерицидной эффективности зависит от типа облучателя: для закрытых облучателей – 1–2 ч; для открытых и комбинированных – 15–30 мин. Основным расходным материалом в установке – УФ-лампы. При непрерывной эксплуатации смену ламп следует производить 1 раз в 1,5 года. Наибольшее распространение получили бактерицидные разрядные ртутные лампы низкого давления (срок службы от 5000 до 8000 ч). Ртутные лампы высокого давления имеют более низкую бактерицидную эффективность при меньшем сроке службы.

В последнее время распространение получили ксеноновые импульсные лампы, обладающие более высокой бактерицидной активностью и меньшим временем экспозиции. Достоинством ксеноновых ламп является также то, что при случайном их разрушении окружающая среда не загрязняется парами ртути.

Таким образом, УФ-облучение – эффективная защита от микроорганизмов при относительно малых затратах и эксплуатационных издержках.

2.7.5. Озонирование

Озон зарегистрирован в Министерстве здравоохранения в качестве средства дезинфекции. По бактерицидному действию озонирование помещений превосходит действие ультрафиолетового кварцевого облучения. Эффект от кварцевого облучения в течение 60 мин эквивалентен бактерицидному эффекту от озонирования в течение 3 мин. Пищевые производства используют технологии озонирования для получения воды питьевого качества.

Преимущества озонирования:

- озон удобен для дезинфекции замкнутых пространств, поскольку заполняет все труднодоступные для жидких дезинфектантов места (щели, полости и т. д.);
- не существует и не может возникнуть форм микробов, устойчивых к озону;
- не образуются побочные токсичные продукты, которые могли бы загрязнить воздух, поверхности помещения или оборудование;
- озон устраняет неприятные запахи, обеспечивая дезодорирующий эффект;
- озонирование не придает воде дополнительных вкусов и запахов, не изменяет кислотность воды и не удаляет из нее необходимые человеку вещества;
- остаточный озон быстро превращается в кислород, тем самым обогащая воду кислородом, придавая ей вкус родниковой.

Озонаторы белорусских производителей предназначены также для дератизации (уничтожения грызунов), дезинсекции помещений.

2.7.6. Консервирующая обработка ультразвуком

Ультразвук – высокочастотные (более 20 кГц) механические колебания упругой среды, не воспринимаемые ухом человека (1 Гц – одно колебание в секунду).

Механизм бактерицидного действия ультразвука объясняется механическими и электрохимическими изменениями. Под влиянием звуковой волны озвучиваемая жидкая среда вследствие попеременного сжатия и разрежения разрывается. Образование и разрыв в среде полостей и изменения, происходящие при этом, называют *кавитацией*. Электрохимические изменения в кавитационных полостях идут с образованием активного кислорода, водорода пероксида и других соединений. Они обуславливают распад некоторых высокомолекуляр-

ных соединений, коагуляцию белков, инактивацию ферментов, ведут к частичному или полному разрушению микробных клеток. Наличие в составе среды липидов, углеводов и особенно белков, а также увеличение концентрации микробных клеток снижают бактерицидный эффект ультразвука. При обработке ультразвуком плодов и овощей или других продуктов с плотной консистенцией с целью стерилизации не только уничтожаются микроорганизмы, но и повреждается структура самих продуктов.

Практическое использование ультразвуковых волн ограничивается жидкими пищевыми продуктами (питьевая вода, безалкогольные напитки, соки, вино, молоко). Разработаны ультразвуковые установки для мойки и стерилизации стеклянной тары. Широкого применения метод не нашел.

2.7.7. *Ионизирующие излучения*

Применяют *излучения высокой энергии*, способные ионизировать электрически нейтральные атомы и молекулы, стимулировать в облученных клетках микроорганизмов однотипные химические реакции и вызывать их гибель. Излучения могут быть получены путем радиоактивного распада различных изотопов типа ^{60}Co , ^{137}Cs или представляют собой поток электронов, который разогнали до больших скоростей. Возникающие при этом в пищевых продуктах и в живых организмах химические превращения связаны в первую очередь с ионизацией воды.

При определенной дозировке ионизирующих излучений можно подавить жизнедеятельность микроорганизмов либо их уничтожить. На этом основаны методы консервирования, называемые радисидацией, радуризацией и радаппертизацией.

Радисидация предполагает выборочное уничтожение определенного вида микроорганизмов.

При *радуризации*, производимой дозами $(25-80) \cdot 10^2$ Зв, микроорганизмы уничтожаются частично, в результате чего плоды, овощи, мясо и рыба могут сохраняться в свежем виде дольше, чем без радиационной обработки. Например, срок хранения земляники в холодильнике после радуризации можно продлить на 1 неделю, томатов – на 2 недели, а мяса – на несколько месяцев.

Радаппертизация (радиационная стерилизация) предназначена для уничтожения микроорганизмов и их спор в такой же степени, как и при тепловой стерилизации. При этом требуются очень большие дозы ионизирующих излучений, порядка $(1,5-2) \cdot 10^4$ Зв, так как мик-

роорганизмы, особенно споры анаэробов, очень устойчивы к радиационному фактору. Например, при дозах облучения $(0,2-0,4) \cdot 10^4$ Зв погибает 90–95 % микроорганизмов. Для уничтожения возбудителей ботулизма требуются дозы порядка $(4-5) \cdot 10^4$ Зв. Наименее устойчивы к облучению грамотрицательные бактерии: кишечная палочка, сальмонелла, псевдомонас. Споры в 10–12 раз (иногда в сотни раз) устойчивее вегетативных клеток. Чувствительность грибов и дрожжей к облучению примерно равна радиоустойчивости бактериальных спор.

Для радиационной инактивации ферментов требуются большие дозы – порядка 10^5 Зв, т. е. значительно превышающие летальные дозы для микроорганизмов. Большие дозы облучения приводят к изменениям в продукте: появлению посторонних запахов и привкусов, размягчению, разложению пищевых веществ, образованию токсичных соединений. Поэтому установлены пороговые дозы – например, при облучении рыбы – $5 \cdot 10^3$ Зв, при облучении мяса – $7 \cdot 10^3$ Зв.

Достоинством указанного метода является повышенная скорость обработки, а недостатком – ухудшение органолептических свойств (вкуса, консистенции, запаха). Указанные недостатки устраняются при облучении в инертных газах, вакууме при низких температурах с применением антиокислителей.

Широкого практического применения метод не нашел, однако считается, что разработки в этой области перспективны в отношении пищевых продуктов, для которых характерен высокий риск обсемененности патогенными микроорганизмами.

2.7.8. Комбинированные (смешанные) методы консервирования

Широко практикуется совместное использование нескольких способов консервирования. Так, добавление консервантов позволяет уменьшить дозу облучения при обработке рыбопродуктов. Антимикробное действие ультрафиолетовых лучей усиливается в присутствии консервантов, например, сорбиновой кислоты.

Для предотвращения нежелательных изменений в пищевых продуктах под влиянием ионизирующей обработки используется комбинирование нескольких консервирующих факторов:

- предварительная (до облучения) тепловая обработка пищевых продуктов для инактивации ферментов;
- предварительное замораживание продуктов для превращения значительной части жидкой влаги в лед и снижения этим концентрации свободных радикалов, образующихся при последующей радиационной обработке;

- внесение до облучения в продукт аскорбиновой кислоты для защиты пищевых веществ от чрезмерного окислительного воздействия и т. п.

Широко применяется *совместное внесение консервантов*. Любой консервант эффективен против конкретных возбудителей порчи. Потому применяют эмпирически подобранные комбинации из нескольких консервантов. Использование таких смесей направлено на усиление антимикробного эффекта, расширение спектра действия, уменьшение концентрации отдельных консервантов.

Для обеспечения консервирующего эффекта при использовании только бензоата натрия его концентрация должна составлять 0,07–0,10 %. В этой концентрации он придает продукту привкус. Совместное использование бензоата с сорбиновой кислотой позволяет уменьшить его количество и улучшить вкус продукта. Практический интерес представляют сочетания бензойной и сорбиновой кислот с антибактериальным консервантом, например, SO^2 .

Копчение также основано на действии нескольких консервирующих факторов. Оно представляет собой способ консервирования, при котором ткани продукта, чаще всего рыбы, пропитываются продуктами теплового разложения древесины (дуба, березы без коры, осины, клена и др.). При медленном неполном сгорании древесины образуются фенолы и метиловые эфиры, альдегиды, кислоты (уксусная, пропионовая, масляная, валериановая и т. д.) и другие соединения. Эти соединения придают продукту специфические вкус и запах копчености, золотисто-коричневую окраску, обладают антисептическим действием.

В зависимости от температуры различают теплое, горячее и холодное копчение. Теплое копчение проводят при температуре 25–50 °С, горячее при температуре 50–100 °С. При холодном копчении охлажденный до комнатной температуры дым в течение нескольких дней контактирует с пищевым продуктом.

Для получения стандартизованного дыма применяют дымогенераторы с электрическим или газовым нагревом тлеющего дымообразователя; фрикционные генераторы, в которых дым образуется в результате трения древесины о вращающиеся стальные диски; устройства, в которых древесная щепка обдувается воздухом, нагретым до 200–500 °С. Могут использоваться коптильные жидкости – очищенные конденсаты дыма, которые в значительной степени освобождены от смол и нежелательных побочных продуктов, например ароматиче-

ских углеводов или нитрозаминов. Коптильные жидкости служат скорее для ароматизации, чем для получения антимикробного эффекта.

Бактерии, не образующие спор, погибают при копчении в течение 2–3 ч. Споры *B. subtilis* (сенная палочка) и *B. mesentericus* (картофельная палочка) выдерживают копчение до 8–10 ч.

При горячем копчении погибает 99 %, а при холодном – 47 % первоначального количества микроорганизмов. По сравнению с другими консервантами коптильный дым мало эффективен. Консервирующий эффект копчения усиливается вследствие частичного обезвоживания продукта, нагревания (при горячем копчении).

Пресерование – метод консервирования, основанный на сочетании герметизации с солевым, кислотным и фитонцидным воздействиями. Каждое из перечисленных консервирующих воздействий в применяемых границах не позволяет значительно удлинить сроки хранения рыбных пресервов, для которых этот метод и используется.

Герметизация продукции прекращает окислительные процессы за счет ограничения доступа кислорода и полного использования его в консервной банке. При этом создаются анаэробные условия, неблагоприятные для жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Применяемые концентрации соли (1,5–10 %) и пряностей, фитонциды которых обладают бактерицидным действием, недостаточны для консервирования ими отдельно, но в совокупности обеспечивают необходимый эффект консервирования, следствием которого является удлинение сроков хранения пресервов при температуре 0–4 °С от 2 до 3 мес.

Вяление (чаще всего рыбы) – комбинированный метод, основанный на сочетании консервирования солью и обезвоживания естественной сушкой в течение длительного времени (10–30 сут). Совмещение двух консервирующих воздействий позволяет проводить обезвоживание до более высокого остаточного содержания воды (38–47 %). В результате этого вяленые продукты имеют менее жесткую консистенцию, чем сушеные.

При вялении происходят частичная денатурация белков, гибель клеток и пропитывание их жиром, вследствие чего ткани приобретают янтарно-желтый цвет и полупрозрачную, плотную консистенцию. При вялении протекают сложные физические и биохимические процессы, благодаря которым продукт созревает и появляются приятные вкус и запах.

В заключение необходимо отметить, что разные методы консервирования отличаются степенью изменения исходных свойств сырья,

а также степенью готовности к непосредственному употреблению в пищу и сроками хранения.

Контрольные вопросы

1. Назовите причины порчи пищевых продуктов.
2. Как называется вид порчи пищевых продуктов, вызываемый дрожжами?
3. Какие условия следует выполнить, чтобы предупредить порчу продуктов?
4. На чем основана классификация способов консервирования по Я.Я. Никитинскому?
5. Обоснуйте условия кратковременного хранения плодов и овощей на сырьевой площадке.
6. Раскройте элементы иммунитета свежих плодов и овощей.
7. Фитонциды и фитоалексины – что общего и в чем различия?
8. Почему консервирующая концентрация сахара намного больше, чем соли?
9. Укажите элементы абиоза при сушке.
10. Преимущества и недостатки сушеных продуктов.
11. Назовите преимущества и недостатки сушки как метода сохранения пищевых продуктов.
12. Почему консервирование солью не применяется широко?
13. Что общего и в чем различия спиртования и спиртового брожения, маринования и квашения?
14. Как управляют процессом квашения капусты?
15. Почему квашеную капусту хранят при пониженных температурах?
16. Назовите виды холодильной обработки.
17. Каковы преимущества хранения в РГС?
18. Как создается МГС?
19. При какой температуре проводят промышленное замораживание пищевых продуктов?
20. Как скорость замораживания влияет на качество продуктов?
21. Укажите преимущества СВЧ-размораживания.
22. Почему колебания температуры в холодильной камере ведут к увеличению усушки?
23. Чем отличается способ сохранения продукции горячим розливом от асептического консервирования?

24. В чем преимущество горячего розлива по сравнению с консервированием тепловой стерилизацией продукта в таре?
25. Почему ограничивается размер тары для консервирования горячим розливом?
26. В чем недостатки стерилизующего фильтрования?
27. Назовите факторы, уменьшающие устойчивость микроорганизмов к УФЛ.
28. Назовите область практического применения УФЛ.
29. В чем преимущества использования озона для дезинфекции?
30. Приведите примеры взаимного усиления дезинфицирующих свойств.
31. На каком принципе основано вяление?
32. Способы и условия копчения?
33. Применение коптильных препаратов.
34. В чем заключается консервирующее действие холода на рыбу?
35. Какие применяют способы для охлаждения рыбы? Как они практически осуществляются?
36. Как хранят и транспортируют охлажденную рыбу?
37. Какие требования предъявляют к охлажденной рыбе? Назовите пороки охлажденной рыбы, причины их возникновения и меры предупреждения.
38. Что такое подмораживание рыбы? В чем его преимущество перед охлаждением?
39. В чем проявляется консервирующее действие замораживания на рыбу?
40. Какие существуют способы замораживания рыбы? Назовите типы морозильных установок для замораживания рыбы и объясните принцип их работы.
41. В чем заключаются изменения мороженой рыбы при хранении? Каким образом их можно замедлить или предотвратить?
42. Что такое размораживание рыбы? Какими способами оно осуществляется?
43. Какие требования предъявляются к качеству мороженой рыбы? Укажите пороки мороженой рыбы, причины их возникновения и меры предупреждения.

3. МЯСНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНСЕРВНОЙ ПРОДУКЦИИ

Мясом называются части туши животных, состоящие из различных тканей – мышечных, соединительных (жировой, хрящевой, костной), нервной – и кровеносно-лимфатических сосудов. Соотношение этих тканей зависит от вида, породы, пола, возраста, упитанности животных и от анатомического происхождения части туши.

Наиболее ценны в пищевом отношении мышечные и жировые ткани.

3.1. Характеристика тканей мяса

Различают поперечнополосатые (рис. 3) и гладкие мышечные ткани.

Основной структурный элемент поперечнополосатой мышечной ткани – мышечные волокна, имеющие длину от 2 до 150 мм и диаметр от 10 до 150 мкм.

Мышечное волокно покрыто с поверхности тонкой двухслойной прозрачной и эластичной оболочкой – сарколеммой, устойчивой к действию щелочей, кислот, к кипячению.

Внутри волокна расположены длинные нитеобразные более тонкие волокна – миофибриллы, состоящие из тончайших нитевидных образований – протофибрилл. Пространство между миофибриллами заполнено саркоплазмой.

Саркоплазма представляет собой сложную концентрированную коллоидную систему, состоящую в основном из белков. В саркоплазме находятся ядра и органеллы.

Ядра мышечного волокна удлинено-овальной формы располагаются по периферии под сарколеммой. Ядерная оболочка состоит из двух мембран. Внутри ядра находятся криоплазма, ядерная сеть и 2–4 ядрышка, а вокруг них – мелкое зернистое хроматиновое вещество.

Ядрышки – небольшие округлой формы тельца – содержат рибонуклеиновую кислоту (РНК), а хроматиновое вещество криоплазмы – дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК). РНК и ДНК определяют индивидуальную особенность белков, образующихся в волокне.

К органеллам относят эндоплазматическую сеть, митохондрии, лизосомы, так называемый внутриклеточный сетчатый аппарат и клеточный центр.

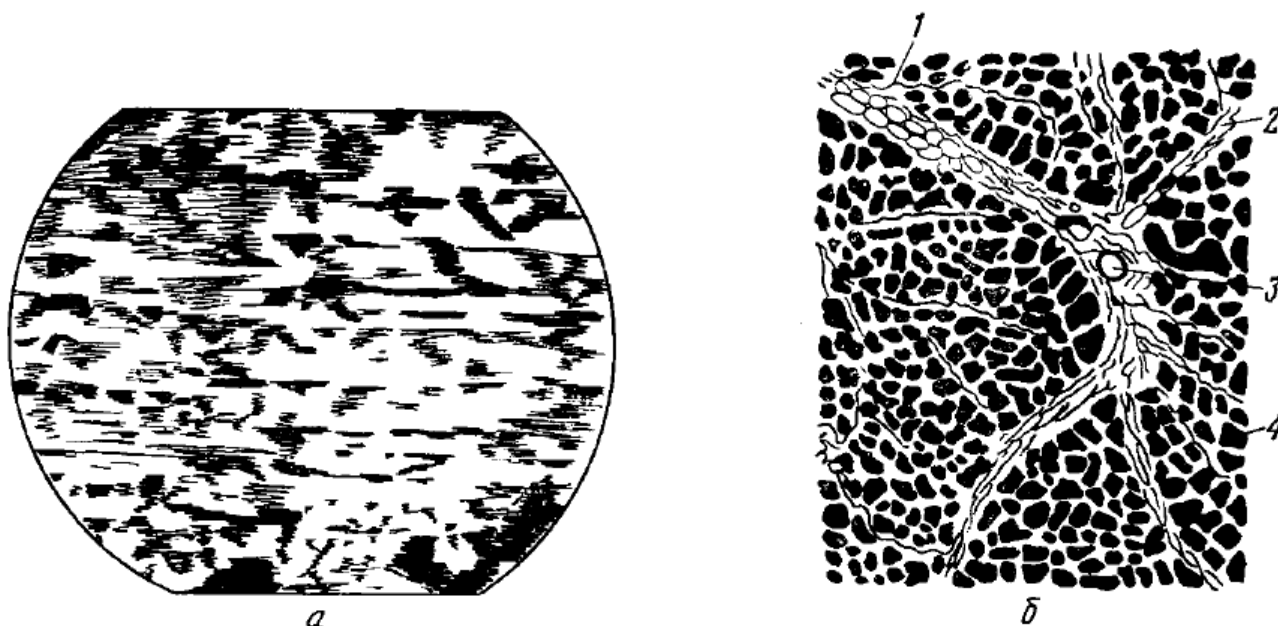


Рисунок 3 – Мышечная ткань:

а – в продольном разрезе; б – в поперечном разрезе (1 – жировые прослойки; 2 – соединительнотканые прослойки; 3 – кровеносные сосуды; 4 – мышечные волокна)

Гладкая мышечная ткань в отличие от поперечнополосатой имеет клеточное строение. В саркоплазме клетки располагается сократительный аппарат, состоящий из гладких миофибрилл. В центральной части клетки находится ядро эллипсоидной формы с несколькими ядрышками. Гладкая мышечная ткань входит в состав стенки кровеносных сосудов, кишечника и других органов.

В поперечнополосатой мышечной ткани волокна группируются в первичные мышечные пучки, в которых они разделяются прослойками соединительной ткани – эндомизием, состоящим из тонких и нежных волокон. Прослойки эндомизия пронизаны кровеносными и лимфатическими сосудами и нервными волокнами. Первичные мышечные пучки объединяются в пучки высшего порядка, которые покрыты соединительнотканной оболочкой – перимизием. Пучки высшего порядка образуют мускул, покрытый оболочкой – эпимизием.

Эндомизий, перимизий и эпимизий построены из коллагеновых и эластиновых волокон различной структуры и прочности. В перимизии и эпимизии мышц некоторых видов откормленных животных находятся жировые клетки, которые в поперечном разрезе мускула придают ему мраморовидность.

Соединительная ткань. Основу соединительной ткани составляют коллагеновые и эластиновые волокна. Коллагеновые волокна –

преимущественно лентовидной формы, но известно до пяти морфологических вариантов; эластиновые волокна – нитевидной формы. Коллагеновые и эластиновые волокна вместе с перепонками образуют губчатую структуру соединительной ткани, в ячейках которой содержится тканевая жидкость. Клеточные элементы в соединительной ткани немногочисленны, хотя и разнообразны (рис. 4).

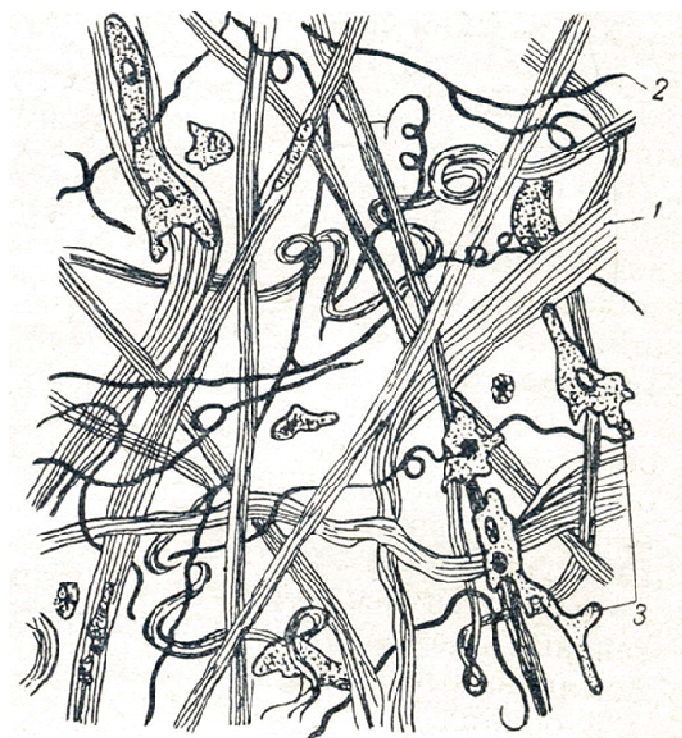


Рисунок 4 – Соединительная ткань:

1 – коллагеновые волокна; 2 – эластиновые волокна; 3 – клетки

Высокая прочность коллагеновых и упругость эластиновых волокон обуславливают прочностные свойства соединительной ткани в целом, которые значительно превосходят такие же свойства мышечной ткани. Если сопротивление резанию различных мускулов колеблется в пределах 1,3–8,6 кН/м, то для соединительной ткани оно составляет 27–40 кН/м.

Химический состав соединительной ткани различен и зависит главным образом от соотношения в ней количества коллагеновых и эластиновых волокон. В некоторых видах соединительной ткани (рыхлая соединительная ткань, сухожилия) преобладает коллаген и в таких тканях несколько больше воды. Другие виды соединительной ткани содержат больше эластина и беднее водой. Так, в состав сухо-

жилий входит до 32 % коллагена и лишь 0,7 % эластина, а в состав вейной связки – до 32 % эластина и лишь 1,6 % коллагена.

В соединительной ткани любого вида большую часть сухого остатка составляют коллаген и эластин, но количественное соотношение их различно. Свойства, пищевая ценность и промышленное значение соединительной ткани определяется свойствами коллагена и эластина и их количественным соотношением.

В зависимости от анатомического происхождения соединительной ткани различают коллаген волокнистый (сухожилия и кожа), гиалиновый (кость), хондриновый (хрящи). Аминокислотный состав коллагенов разного происхождения несколько отличается, но во всех случаях в коллагене очень мало метионина и отсутствует триптофан.

Нативный коллаген нерастворим в воде, но набухает в ней. Он медленно переваривается пепсином и почти не переваривается трипсином и панкреатическим соком, но расщепляется коллагеназой на цепочки параллельно оси волокна. При нагреве коллагена до 60–70 °С и тщательной механической деструкции переваривающее действие пепсина усиливается. Таким образом, коллаген, хотя и сравнительно медленно, все же может усваиваться организмом. Однако поскольку он относится к неполноценным белкам, употребление в пищу продуктов с большим содержанием коллагена обуславливает отрицательный баланс азота: организм выделяет его больше, чем получает с пищей. В умеренных количествах коллаген сберегает в пище полноценные белки.

При нагреве коллагена выше 65 °С полностью разрываются водородные и солевые связи, удерживающие полипептидные цепочки в структуре коллагена, без заметного нарушения связей внутри цепей. Этот процесс, протекающий с участием воды, известен под названием пептизации коллагена. Продукт пептизации, состоящий из нескольких, связанных друг с другом полипептидных цепочек, называется глютином.

Практически одновременно с образованием глютина происходит гидролитический распад части полипептидных цепочек на более мелкие звенья. В совокупности образующие полидисперсный продукт гидролиза глютина – смесь желатоз (глютоз).

Эластин не содержит триптофана, и в нем очень мало метионина и гистидина. Он почти не переваривается пепсином, медленно трипсином и сравнительно легко эластазой. Он очень устойчив к действию химических реагентов, не изменяется в растворах кислот и ще-

лочей, выдерживает длительный нагрев при 125 °С. Следовательно, эластин практически не имеет какой-либо пищевой ценности.

Пищевая и промышленная ценность соединительной ткани. Благодаря способности коллагена переходить в глютин разновидности соединительной ткани, богатые им, могут быть использованы для производства некоторых видов пищевой и технической продукции, в том числе желатина и клея. Ткани, которые содержат много эластина, пригодны для производства кормовой продукции.

Соединительная ткань, связанная с мышечной и органически входящая в состав мяса (внутримышечная), уменьшает его пищевую ценность. Она снижает качество мяса также и потому, что увеличивает его жесткость в зависимости от соотношения в ней количества коллагеновых и эластиновых волокон, строения и толщины коллагеновых волокон и пучков.

Жировая ткань представляет разновидность рыхлой соединительной ткани, клетки которой содержат значительное количество нейтрального жира. В соединительной ткани они располагаются в одиночку или небольшими группами, в жировой – скапливаются в большие массы. Размеры жировых клеток достигают 120 мкм. Они обладают обычными для клеток структурными элементами, но в них центральная часть заполнена жировой каплей, а протоплазма и ядро оттеснены к периферии (рис. 5). Жировые «капли» представляют собой сложную дисперсную систему, образованную жиром и обводненной фазой. Наряду с жирами в составе жировой ткани содержатся различные липоиды (преимущественно фосфатиды). Но количество их невелико и не превышает долей процента.

Соответственно распределению соединительной ткани в мясе различают внутримышечную, межмышечную и поверхностную жировую ткань. В мясе упитанных животных (крупного рогатого скота и свиней) жировая ткань прослаивает мышечную, образуя на разрезе так называемую мраморность.

Пищевая ценность жировой ткани определяется свойствами содержащихся в ней жиров и пищевой ценностью липоидов. Белковая часть не имеет существенного пищевого значения.

Энергетическая ценность жиров обусловлена, тем, что они являются носителями больших запасов энергии. Калорийность жиров превышает калорийность белков и углеводов и достигает 39 кДж на 1 г жира. В этом отношении животные жиры независимо от содержа-

ния в их составе радикалов насыщенных и ненасыщенных кислот масло отличаются друг от друга.

Биологическая ценность жиров зависит от содержания в них радикалов полиненасыщенных жирных кислот с двумя и более двойными связями, разделенными метиленовым звеном, с числом углеродных атомов 18 и более. Эти кислоты не синтезируются организмом в необходимых количествах. К ним относятся линолевая (две двойные связи), линоленовая (три двойные связи), арахидоновая (четыре двойные связи).

В жирах в определенных количествах содержатся такие витамины, как А, D, Е, К.

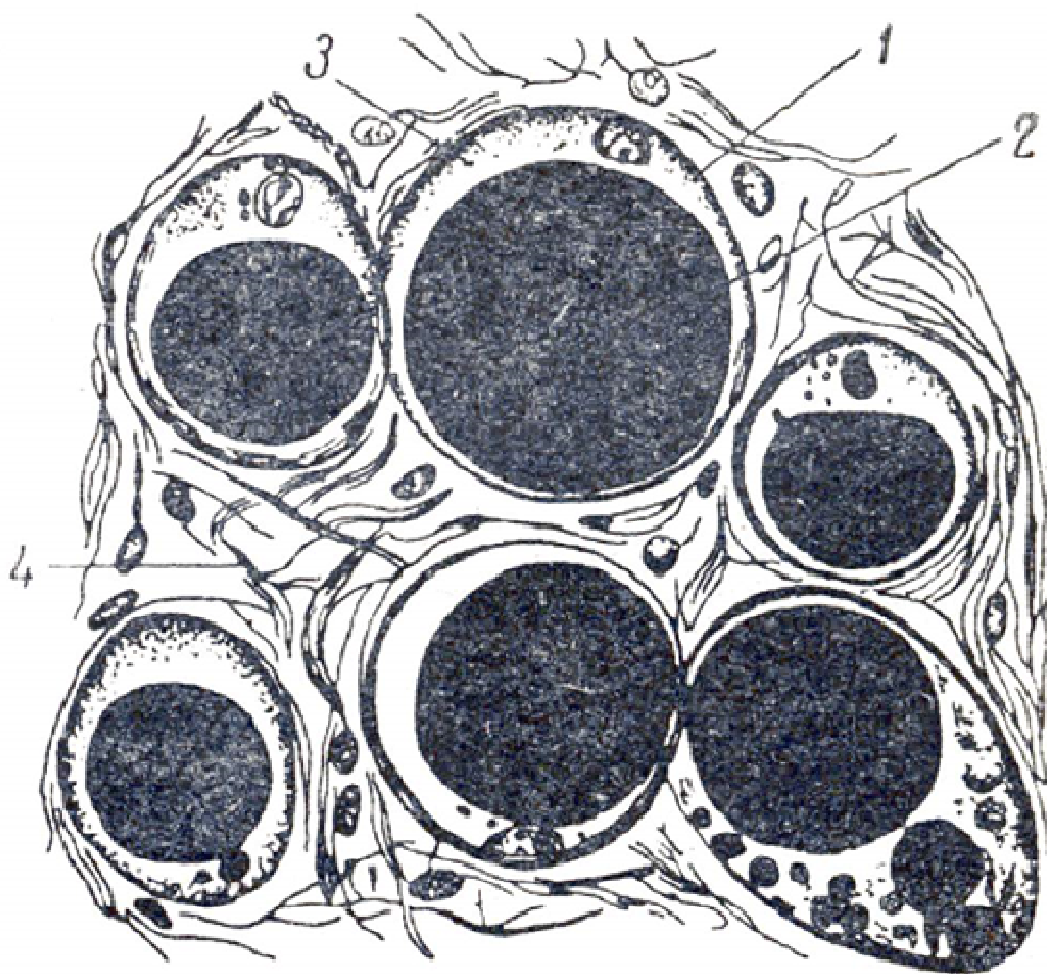


Рисунок 5 – Жировая ткань:

*1 – жировая клетка; 2 – жировая капля; 3 – протоплазма;
4 – волокна соединительной ткани*

В процессе усвоения пищи около 20–25 % жира гидролизуются под действием панкреатического сока. Остальной жир всасывается стенками кишечника в нейтральном состоянии. И расщепление жира,

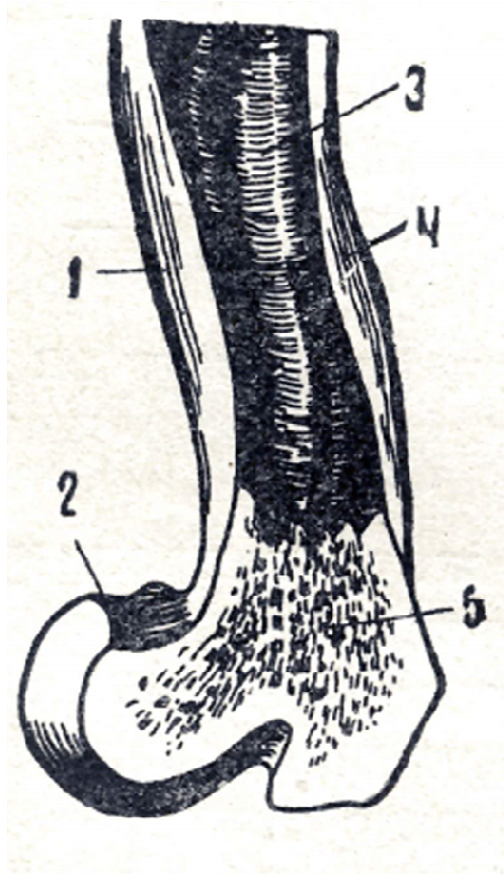
и его всасывание требует эмульгирования его в водной среде до размеров частиц менее 0,5 мкм с отрицательным зарядом. Поэтому усвояемость жиров зависит от их способности образовывать эмульсии в водной среде, что в свою очередь связано с их температурой плавления. Жиры с температурой плавления ниже температуры тела хорошо усваиваются, так как, попадая в организм, они целиком переходят в жидкое состояние и легко эмульгируются.

Хрящевая ткань. В мясе содержатся гиалиновая хрящевая ткань (хрящевая часть ребер) и волокнистая хрящевая ткань (в местах крепления сухожилий к костям). Хрящевая ткань состоит из коллагеновых и эластиновых волокон и пучков, связанных аморфным промежуточным веществом, содержащим хондромукоид и хондроитинсерную кислоту. Гиалиновый и волокнистый хрящи отличаются друг от друга свойствами промежуточного вещества и соотношением в их составе коллагена и эластина. В среднем в хрящевой ткани содержится: сухого вещества 28–33 %, белковых веществ 17–20 %, жира 3–5 %, минеральных веществ 1,5–2,2 %.

При вываривании хряща глютин, который при обычных условиях содержит избыток отрицательно заряженных групп, соединяется с хондритинсерной кислотой и образует хондромукоид. Поэтому хрящевая ткань мало пригодна для производства желатина и клея и, следовательно, не имеет большого промышленного значения. Находясь в составе мяса, хрящевая ткань уменьшает его пищевую ценность.

Костная ткань. Костная ткань отличается развитым межклеточным (основным) веществом, состоящим из органической части и воды. В основном веществе расположены костные клетки и проходят кровеносные сосуды. В кости различают наружный слой, и внутренний, менее плотный, состоящий из губчатого вещества.

В костях сложного профиля и кулачках трубчатой кости плотный слой незначителен. В плоских костях он намного толще и иногда превосходит губчатый слой. Трубка трубчатой кости целиком состоит из плотного вещества. Плотное и губчатое вещества построены из окостеневших пластинок, образованных небольшими пучками коллагеновых фибрилл. В губчатом веществе пластины расположены менее упорядоченно и образуют многочисленные мельчайшие поры, в которых находится красный костный мозг. Снаружи кость покрыта соединительнотканной оболочкой – надкостницей, а поверхность кулачков – хрящевым слоем (рис. 6).



*Рисунок 6 – Разрез трубчатой кости:
1 – диафиз (трубка); 2 – эпифиз (кулачок); 3 – полость трубки;
4 – плотное вещество; 5 – губчатое вещество*

Главный органический элемент основного вещества кости – коллаген (оссеин), составляющий 24–34 % к массе сухой обезжиренной кости. Основное вещество содержит 30–65 % минеральных составных частей. Около 70 % минеральных веществ приходится на фосфорнокислый кальций и около 10 % на углекислый кальций.

В связи с особенностями строения и состава различных костей, характером использования и особенностями технологической обработки их подразделяют на три группы: трубчатые кости (бедренная, берцовая, плечевая, предплечье, пястная, плюсневая); паспортная кость (плоские кости) и рядовая кость (кости сложного профиля и кулачки трубчатой кости).

Диафиз обладает высокой прочностью, его модуль упругости около 156 Мн/м². Поэтому после выварки жира его используют как поделочный материал. Для сохранения необходимых свойств трубки вываривать жир следует осторожно и отдельно от эпифизов.

Кулачки, или эпифизы, образованы в основном губчатой тканью и лишь на поверхности состоят из плотной ткани. Мельчайшие по-

лоски губчатой ткани заполнены красным костным мозгом (жировыми клетками), содержащим около 92 % липидов, в составе которых около 99,5 % жира, 0,21 % фосфатидов, 0,28 % холестерина.

Паспортная кость состоит главным образом из плотной ткани. Внутри имеется небольшой слой губчатой ткани. Плотная ткань богата коллагеном (около 93 % к общему количеству белков) и поэтому является хорошим сырьем для производства желатина. К паспортной кости относятся плоские кости скелета: кости черепа, челюсти, кости таза, лопатки, опиленные ребра, а также отходы трубчатой кости.

Рядовая кость построена сходно с эпифизами; это кости сложной конфигурации: позвонки, запястья, предплюсны, путовый состав и пальцы, носовые раковины черепа.

Состав кости заметно меняется с изменением упитанности скота: с повышением упитанности несколько повышается содержание жира и минеральных веществ и уменьшается содержание воды. В позвонках это же наблюдается в направлении от головы к задней части туши. В головке ребер больше жира и воды, и меньше минеральных веществ, чем в их теле. Трубчатые кости задних конечностей содержат несколько больше жира и коллагена, чем трубчатые кости передних конечностей.

Пищевое и промышленное значение костной ткани вытекает из ее свойств и химического состава. Диафиз трубчатой кости является прекрасным сырьем для поделочных изделий. Остальная кость для этих целей непригодна. В составе кости от 10 до 25 % жира, большая часть которого может быть выделена вываркой в воде или другим способом. Коллаген кости также может быть извлечен горячей водой в виде глютина. В тех случаях, когда мясо используют вместе с костью (например, при изготовлении первых блюд), часть ценных в пищевом отношении веществ кости (жир, глютин кости и др.) в процессе варки переходит в бульон, увеличивая баланс пищевых веществ. Однако варка мяса не обеспечивает полного извлечения жира и глютина из кости. Пищевая ценность кости значительно ниже, чем у мышечной ткани, поэтому увеличение ее относительного содержания ухудшает качество мяса.

В зависимости от конкретных условий и состава кость можно использовать на пищевые цели (полуфабрикат для первых блюд, выварка пищевого костного жира), на производство желатина и клея, на выработку кормовой муки.

3.2. Химический состав и пищевая ценность мяса

В собственном смысле слова мясом называют комплекс тканей животного, в состав которого входят мышечная, соединительная и жировая ткани. Кроме того, в мясе всегда присутствует небольшое количество нервной ткани (в виде периферийных нервов). При производстве мясных продуктов – консервов, колбас и т. д. – используют в основном скелетную мускулатуру животного. При направлении мяса в торговую сеть под термином «мясо» понимают комплекс, состоящий из мышечной, жировой, собственно соединительной, хрящевой и костной тканей. Соотношение перечисленных тканей колеблется и зависит от вида скота, породы, пола, возраста животного, его упитанности, а также анатомического происхождения мяса.

Преобладающей в мясной туше является мышечная ткань. С повышением упитанности увеличивается количество жировой ткани.

Количество соединительной и костной тканей увеличивается с возрастом животного.

У взрослого скота соединительная ткань более плотная, чем у молодых, так как с возрастом начинается интенсивный рост коллагеновых и эластиновых волокон. В свиных тушах соединительная ткань более мягкая, чем в говяжьих и бараньих.

Пищевая ценность мяса зависит от соотношения тканей, входящих в его состав которое при изготовлении мясопродуктов может быть искусственно изменено. Мышечная ткань обладает наибольшей питательной ценностью и высокими вкусовыми достоинствами. Жировая ткань делает мясо высококалорийным продуктом. Чем больше в мясе соединительной ткани, тем меньше его пищевая ценность и тем больше жесткость.

Вместе с тем соединительная ткань улучшает пищеварение. Так, колбасные изделия, содержащие соединительную ткань, усваиваются лучше, чем изделия, состоящие только из мышечной ткани.

Химический состав мяса зависит от вида, упитанности, возраста скота, анатомического расположения и многих других факторов.

Так, в мясе молодых животных много воды и мало жира. С возрастом количество жира увеличивается, а влаги уменьшается. Мясо гусей и уток содержит много жира, мясо кур и индеек – больше белковых веществ. Состав мяса различных животных представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав мяса животных

Компонент	Содержание (%) в			
	говядина	телятина	свинина	баранина
Белки	16,2–29,5	19,1–19,4	13,5–16,4	12,8–18,6
Вода	55–69	68–70	49–58	48–56
Жир	11–28	5–12	25–37	16–37
Минеральные вещества	0,8–1,0	1,0–1,3	0,7–0,9	0,8–0,9

Белки. Мясо и мясопродукты характеризуются высоким содержанием белка, но общее содержание белков мяса недостаточно характеризует его пищевую ценность, так как наряду с полноценными белками (миозин, глобулин X и др.) в мясе присутствуют и неполноценные белки (коллаген, эластин). Чем больше в мясе полноценных белков, тем выше его пищевая ценность. Вместе с тем и белки невысокой пищевой ценности все же играют большую роль. Аминокислоты, освобождающиеся из неполноценных белков, в процессе пищеварения дополняют аминокислотные смеси, образующиеся из других белков.

В целом белки мяса содержат все незаменимые аминокислоты в значительных количествах и почти не уступают белкам яйца и молока, характеризующимся высокой биологической ценностью (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание в мясе незаменимых аминокислот

Аминокислота	Содержание (в % к белку)				
	говядина	свинина	баранина	яйцо	молоко
Аргинин	6,6	6,4	5,9	6,4	3,5
Гистидин	2,9	3,2	2,7	2,1	2,4
Лизин	8,1	7,8	7,6	7,2	8,1
Лейцин	8,4	7,5	7,4	9,2	11,8
Изолейцин	5,1	4,9	4,8	8,0	6,5
Валин	5,7	5,0	5,4	7,3	6,2
Метионин	2,3	2,5	2,3	4,1	2,2
Треонин	4,0	5,1	4,9	4,9	4,8
Триптофан	1,1	1,4	1,3	1,5	1,4
Фенилаланин	4,0	4,1	3,9	6,3	4,6
Тирозин	3,2	3,0	3,2	4,5	5,5

Содержание незаменимых и полунезаменимых аминокислот в мясе различных животных представлены в таблице 4 (для сравнения дан аминокислотный состав яйца и цельного молока).

Животные белки усваиваются полнее, чем растительные.

И.А. Смородинцев писал: «Составные части мяса ближе подходят к составу наших собственных тканей, чем объекты растительного происхождения, и потому, естественно, они быстрее и легче усваиваются нашими клетками и используются ими для целей пластики и энергетики».

Так, для покрытия минимальных потребностей в белках человеку требуется белков мяса вдвое меньше, чем растительных. Белки мяса усваиваются на 96–98 %.

Липиды. С мясом в пищевой рацион вносится значительное количество жира. В мясе содержится 11–37 % жира. Липиды входят в состав мяса в виде внутриклеточного жира – мельчайших капелек в клеточной плазме, межклеточного жира – скоплений между мышечными волокнами в соединительной ткани в виде прожилок, образуя мраморность мяса, и в межмышечной жировой ткани и подкожной клетчатке – мясного жира. Биологическая ценность жиров зависит от содержания в них незаменимых (полиненасыщенных) жирных кислот (линолевой, леноленовой, арахидоновой). Однако в животных жирах их содержится мало, больше их в растительных маслах. Среди животных жиров незаменимых жирных кислот больше в свином жире.

Пищевые жиры мало отличаются по калорийности друг от друга. Однако не все жиры усваиваются одинаково в виду их разного состава и свойств. Свиной жир лучше усваивается, чем говяжий и бараний: усвояемость свиного жира составляет 96–98 %, говяжьего – 76–94 %, бараньего – 80–90 %.

Из липидов в мясе присутствуют фосфолипиды, холестерин и холестериды. Наиболее богата фосфолипидами баранина.

Витамины. В составе мяса имеются почти все водорастворимые витамины (витамины группы В и С). В жирах присутствуют такие жирорастворимые витамины, как А, D, Е и К, однако содержание двух последних незначительно.

Витамин А – один из немногих каротиноидов, найденных в тканях растений и животных. В этом различают витамин А₁, встречающийся в тканях всех животных и рыб, и А₂, встречающийся только в тканях пресноводных рыб. Структурная формула витамина А₁ представлена ниже (рис. 7):

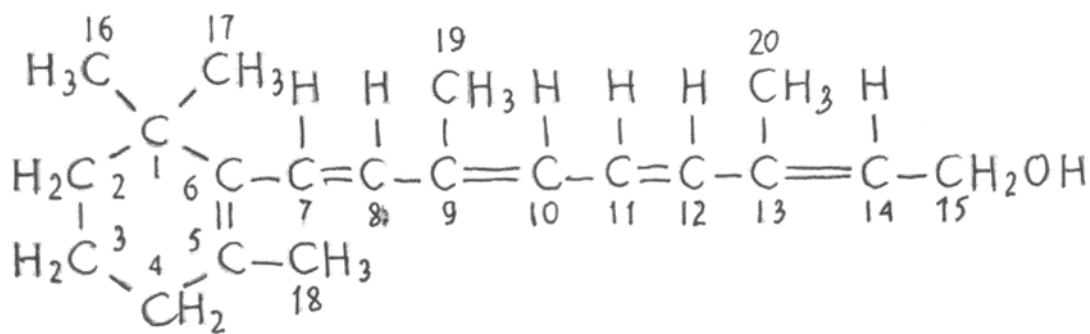


Рисунок 7 – Структурная формула витамина A_1

Структура витамина A_2 отличается от структуры витамина A_1 наличием добавочной связи в β -ионовом кольце между третьим и четвертым углеродными атомами. Биологическая активность витамина A_2 составляет 40 % биологической активности витамина A_1 .

Витамин A_1 встречается в трех следующих формах: в виде спирта (ретинола), альдегида (ретинала) и кислоты (ретиеновой).

Витамин D (кальциферол) представляет собой ряд родственных соединений, обладающих антирахитической активностью. Известно несколько видов D : D_2 , D_3 , D_4 , D_5 , D_6 , D_7 , которые имеют сходное строение. Все они могут быть получены путем облучения определенных провитаминов D (стероидов) ультрафиолетовым светом.

Наиболее распространенными витаминами являются D_2 (эргокальциферол) и D_3 (холекальциферол). Эргокальциферол образуется при облучении ультрафиолетовым светом эргостерола, а холекальциферол – при облучении

7-дегидрохолестерина. Структурные формулы витаминов D_2 и D_3 представлены ниже (рис. 8).

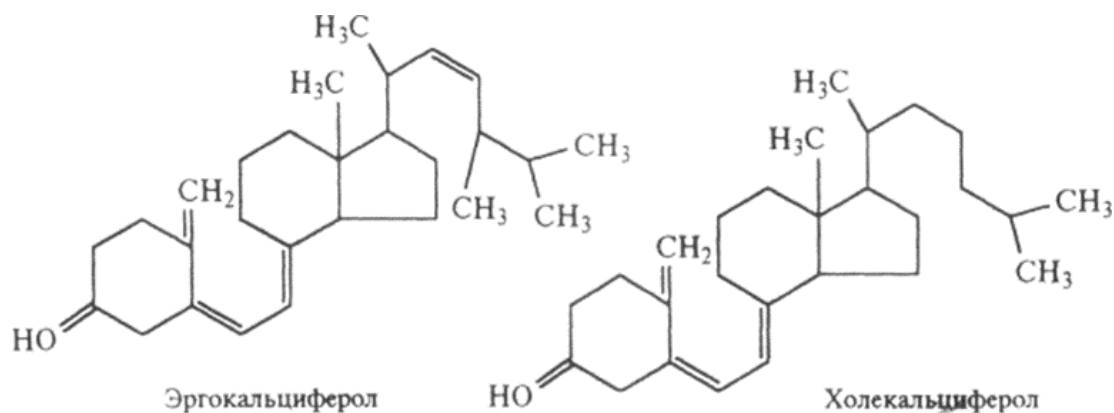


Рисунок 8 – Структурные формулы витаминов D_2 и D_3

Эти две формы витамина D различаются по точкам плавления: витамин D₂ плавится при 388–390 К, а D₃ – при 355–358 К. Кальциферолы весьма чувствительны к действию кислорода воздуха и света, особенно при нагревании.

Витамин E по химической природе представляет собой группу родственных соединений – токоферолов, молекулы которых состоят из двух компонентов: кольца, являющегося производным бензохинона, и изопреноидной боковой цепи, сходной с боковыми цепями витаминов А и К. Наиболее биологической активностью среди токоферолов обладает α-токоферол, структурная формула которого приведена ниже (рис. 9).

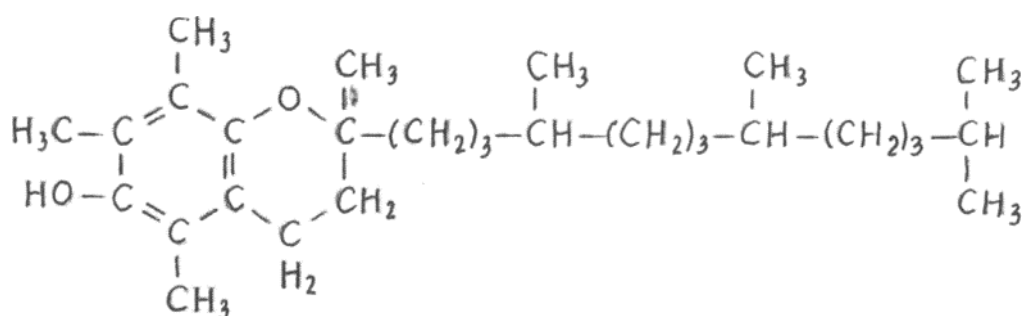


Рисунок 9 – Структурная формула α-токоферола

Токоферол представляет собой прозрачную маслянистую жидкость светло-желтого цвета, нерастворимую в воде, хорошо растворимую в растительных маслах, этаноле, серном и петролейном эфирах.

Витамин K по химической природе представляет собой группу соединений, молекулы которых состоят из двух компонентов: циклической структуры хинонного строения, имеющей метильную группу (2-метил-1,4-нафтохинона), и боковой цепи. В природе встречаются витамины К с различным числом изопреновых звеньев в боковой цепи.

Длинная боковая цепь витамина К₁ является остатком высокомолекулярного алифатического спирта фитола, входящего в состав хлорофилла.

Витамин К₂ (мультипренилменахинон) синтезируется различными бактериями или трансформируется из нафтохинонов в организме. Биологическая активность витамина К₂ примерно в 2 раза ниже биологической активности витамина К₁.

Витамин К содержится в большинстве распространенных продуктов питания, причем в растениях присутствует витамин К₁, а в продуктах животного происхождения – различные формы витамина

K₂. Чем больше в мясе жира, тем больше жирорастворимых витаминов и меньше водорастворимых. Суммарное содержание витаминных примесей служит показателем биологической ценности жиров.

Углеводы. Содержание углеводов в мясе незначительно по сравнению с их нормой в рационе человека, поэтому мясо не может служить источником углеводов в питании. К числу наиболее важных углеводов животного происхождения относится гликоген.

Гликоген, содержащийся в мясе и мясопродуктах, служит резервным питательным веществом, вследствие чего за ним сохранилось название животный крахмал. Массовая доля гликогена в печени животных достигает 20 %, в мышцах – 4 %. Содержание углеводов зависит от степени упитанности животного. В мышцах плохо откормленных, истощенных, голодных и больных животных гликогена в 2–3 раза меньше, чем в мышцах животных нормального физиологического состояния.

Гликоген имеет много общих свойств с крахмалом. Например, гликоген дает цветную реакцию с йодом.

Гликоген сравнительно хорошо растворяется в горячей воде. Как и крахмал, гликоген высаливается из коллоидного раствора при 33 °С сульфатом аммония или сульфатом натрия, подобно белкам осаждается двойным объемом спирта и эфиром в виде белого хлопьевидного осадка.

Структурная формула гликогена (рис. 10) идеально удовлетворяет его прижизненным функциям как глюкозное депо, служащее источником энергии.

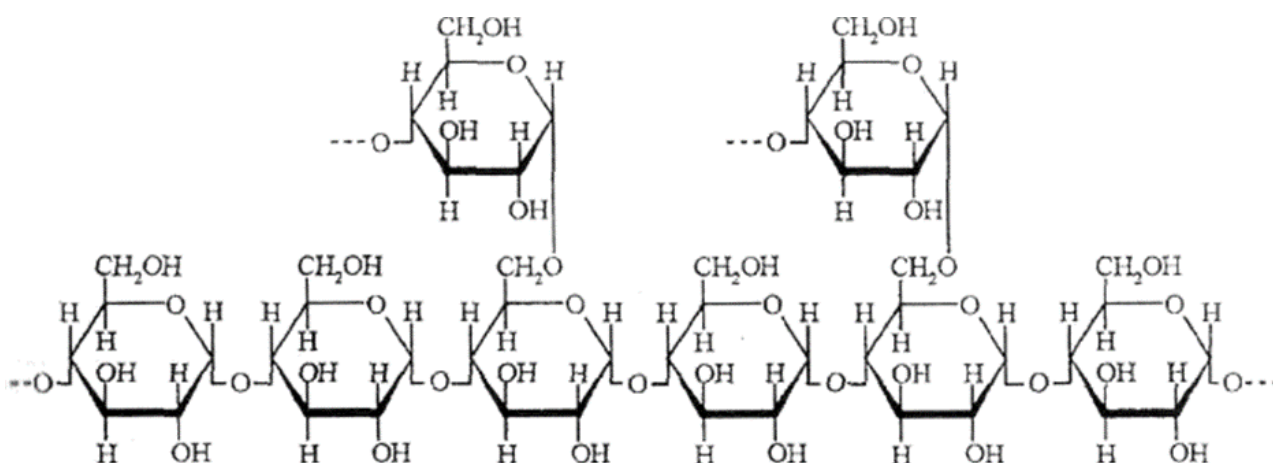


Рисунок 10 – Структурная формула гликогена

В послеубойный период гликоген выступает фоном для развития автолитических превращений мышечной ткани. Количество угле-

водов в созревшем мясе составляет около 1,0–1,5 %. Их роль в основном связана с участием в биохимических процессах созревания мяса, формирования вкуса, аромата, изменения консистенции, величины рН, нежности и т. д.

Экстрактивные вещества. В мясе содержится около одного процента безазотистых экстрактивных веществ. Количество азотистых экстрактивных веществ составляет примерно 11 % всех азотосодержащих веществ мышечной ткани крупного рогатого скота.

Важная роль отводится органическим фосфатам.

Фосфорорганические соединения при жизни животных играют роль запасников энергии. После убоя животных многие фракции этих веществ участвуют в образовании специфического вкуса мясных продуктов. Особая роль отводится креатинфосфату (КрФ), аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ) и их производным.

Креатин (метилгуанидинуксусная кислота) является обязательной составной частью поперечнополосатой мускулатуры. Содержание креатина в скелетных мышцах достигает 400–500 мг%, в сердечной мышце креатина в 2–3 раза меньше. Креатин присутствует также в ткани мозга (около 100 мг%) и в значительно меньших количествах в паренхиматозных органах (10–50 мг%).

В мышечной ткани креатин (рис. 11) содержится как в свободном виде, так и в виде фосфорилированного производного (креатинфосфата, фосфокреатина) – макроэргического соединения, представляющего собой источник легко утилизируемой энергии.

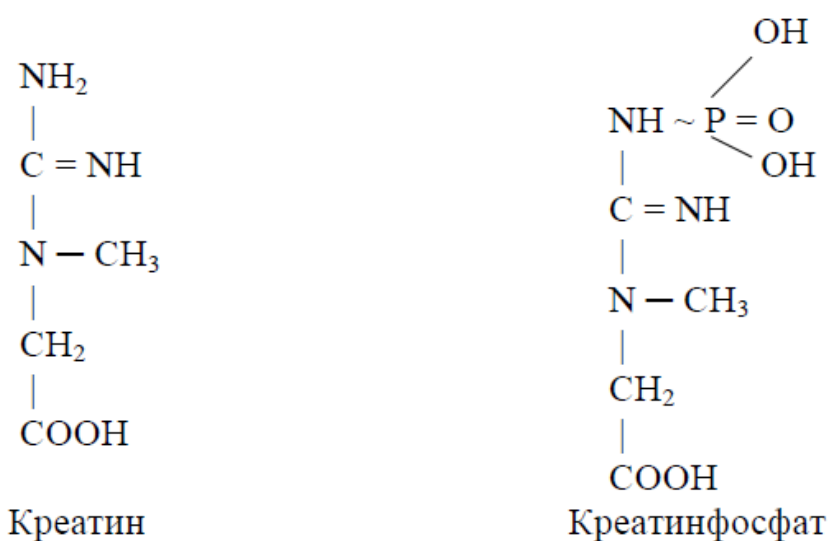
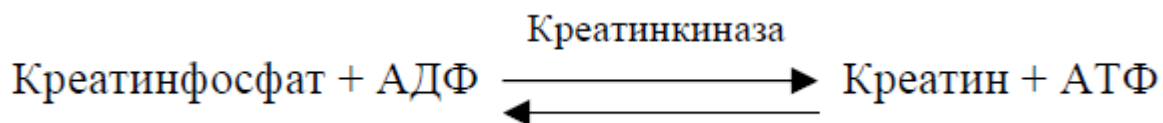


Рисунок 11 – Структура креатина и креатинфосфата

Креатинфосфат участвует в обратимом переносе фосфорилированного остатка с креатинфосфата на АДФ, реакция катализируется креатинкиназой:



Это единственная ферментативная реакция, протекающая с участием креатинфосфата.

Соотношение количеств свободного креатина и креатинфосфата в мышечной ткани зависит от физиологического состояния мышцы. При сокращении происходит распад АТФ, но за счет креатинкиназной реакции при наличии креатинфосфата происходит ее регенерация, что в итоге приводит к увеличению свободного креатина и уменьшению креатинфосфата. В покое синтез АТФ превалирует над распадом и приводит к синтезу и накоплению в ткани креатинфосфата.

Креатинфосфат, являясь источником энергии для мышечных сокращений, представляет собой важнейший компонент мышечной ткани. По сравнению с АТФ креатинфосфат характеризуется более высоким потенциалом переноса высокоэнергетических фосфатных групп. Если имеющееся в мышце количество АТФ может поддерживать ее сократительную активность на протяжении долей секунды, то в целом резерва энергии АТФ и креатинфосфата хватает на 10–12 с мышечной работы. Дальнейшее понижение энергетического потенциала мышцы приводит к стимулированию гликолиза и гликогенолиза, цикла карбоновых кислот и окислительного фосфорилирования. В среднем концентрация креатинфосфата в скелетных мышцах позвоночных в 4–5 раз превышает концентрацию АТФ.

Уровень креатинфосфата зависит от упитанности животного и степени тренированности мышц. Определение креатинфосфата в мышцах имеет большое значение для выявления уровня физического развития и физиологического состояния животного. Массовая доля креатинфосфата в мышцах больных животных, как правило, значительно снижается.

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) (рис. 12) являясь универсальным источником энергии для биохимических реакций, занимает центральное место в обмене веществ. Так, организм человека для гликолитических реакций расходует около 0,5 кг АТФ в сутки. При дефосфорилировании 1 моль АТФ освобождает 33,6–42,0 кДж энергии.

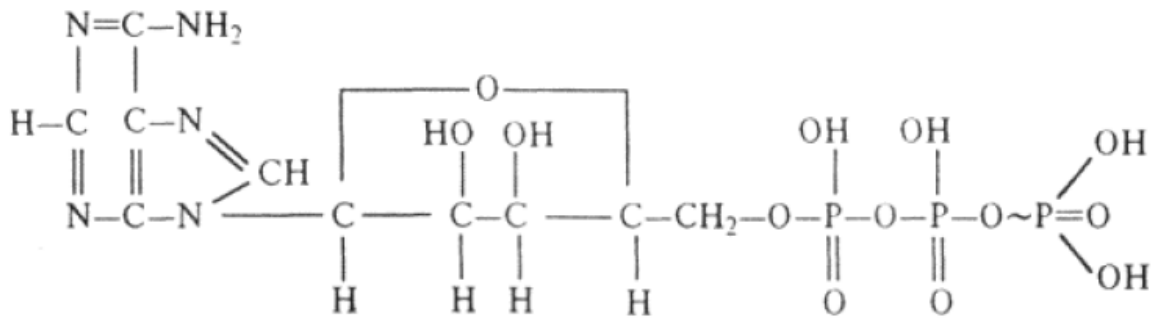


Рисунок 12 – Структурная формула АТФ

Массовая доля АТФ в мышцах составляет в среднем 30,0–45,0 мг%. Уровень АТФ является также показателем физического и физиологического состояния животного, снижаясь при мышечном утомлении и дегенеративных процессах. В послеубойный период эти вещества вносят существенный вклад в формирование вкуса мяса при созревании.

Минеральные вещества. В мясе содержится значительное количество минеральных веществ (1–1,5 %), особенно много фосфора и железа. Исходя из потребностей человека в минеральных элементах, мясо можно считать одним из основных источников фосфора. С мясом в организм человека попадают микроэлементы: цинк, алюминий, калий, натрий, магний и др. Они частично связаны с белковыми коллоидами мышечного волокна, частично с кислотами (ортофосфорной, серной, соляной, угольной), образуя электролиты. Некоторые из электролитов (соли угольной, фосфорной кислот) играют роль буферных систем мышечного волокна. Железо входит в состав миоглобина. Количество минеральных фосфорных соединений изменяется в связи с распадом органических фосфорсодержащих составных частей мышечной ткани. Медь, марганец, никель, кобальт и другие микроэлементы содержатся в мышцах в незначительных количествах (0,03–0,70 мг%). Они являются компонентами ферментных систем. Кроме перечисленных минеральных составных частей, в мышечной ткани содержится сероводород. Количество его обычно не превышает 0,5 мг%.

3.3. Водосвязывающая способность мяса

Вода – важнейший компонент всех пищевых продуктов. Воду нельзя рассматривать просто как инертный компонент или универсальный растворитель для пищевых веществ. Она является не только преобладающим компонентом большинства пищевых продуктов, но и оказывает предопределяющее влияние на многие их качественные характеристики, особенно на сроки хранения.

Массовая доля влаги в мясе и мясных продуктах колеблется в широких пределах (табл. 5).

Таблица 5 – Массовая доля влаги в некоторых пищевых продуктах

Массовая доля влаги, %	Продукт
40–70	Копчености, свежие сосиски, ветчина, окорок, ливерная колбаса и немецкие колбаски
50–60	Жирное мясо
70–80	Свежие бобовые (фасоль, бобы, горох) и мясо (говядина, баранина, конина, птица). Рыбные продукты (рыба, моллюски, ракообразные)

Водосвязывающая способность определяет свойства мяса на различных стадиях его технологической обработки и влияет на вододерживающую способность вырабатываемых из него различных готовых мясопродуктов, на их качество и выход. Поскольку преобладающими компонентами мяса являются мышечная и соединительная ткани, их водосвязывающая способность имеет наибольшее практическое значение.

Водосвязывающая способность мяса в первую очередь зависит от состояния белков, жиры лишь в незначительной степени способны удерживать влагу.

Основная часть воды мышечной ткани (около 90 %) содержится в волокнах: больше ее находится в составе миофибрилл, меньше – в саркоплазме. Водосвязывающая способность мышечной ткани поэтому в первую очередь зависит от свойств и состояний белков миофибрилл (актина, миозина и актомиозина). В составе соединительной ткани воды меньше, в основном она связана с коллагеном.

Согласно классификации П.А. Ребиндера, в основу которой положена энергия связи, связь влаги с продуктом может быть:

- химической;
- физико-химической (адсорбционной, осмотической, структурной);
- механической (влаги в микро- и макрокапиллярных, средний радиус которых соответственно 10–7 м и менее и более 10–7 м, а также влаги смачивания, находящаяся на поверхности).

Влага смачивания и влага макропор имеет весьма непрочную связь с продуктом и может быть удалена механическими способами (отжатием на прессах или под действием центробежной силы в центрифугах). Такая влага называется свободной. Свободную влагу также можно удалить путем высушивания или вымораживания.

Свободная влага, являясь растворителем органических неорганических соединений, участвует во всех биохимических процессах, протекающих при хранении и переработке мясного сырья.

Химически связанная влага наиболее прочная и представляет собой воду гидратов, связанную в виде гидроксильных ионов, и конструкционную воду кристаллогидратов, связанную значительно слабее. Химическое связывание влаги в строго определенных молекулярных соотношениях происходит при химической реакции (гидратации). При этом вода входит в состав образованного вещества. При кристаллизации из раствора вода входит в структуру кристалла целыми молекулами. Для нарушения этой связи сушка недостаточно эффективна, необходимо применить прокалывание или химическое воздействие.

Связь влаги в продуктах часто осуществляется межмолекулярными силами (ван-дер-ваальсовы силы). По данным Б.В. Дерягина и И.И. Абрикосовой, ван-дер-ваальсовы силы взаимодействия имеют место на расстоянии до 0,1–1,2 мкм, т. е. значительно больше самих молекул. Энергия ван-дер-ваальсового взаимодействия колеблется в пределах 0,42–4,20 кДж/моль.

Особым видом межмолекулярного взаимодействия является водородная связь. Она проявляется между ковалентно связанным атомом водорода и электроотрицательными атомами (кислород, фтор, азот), которые принадлежат к той же или другой молекуле. Энергия водородной связи равна 21,0–29,4 кДж/моль, что лишь на один порядок меньше энергии химического взаимодействия.

Формы физико-химической связи воды с мясом разнообразны. Существует адсорбционно-связанная, осмотически связанная и капиллярно связанная влага.

Адсорбционная влага – это часть воды, которая удерживается в мясе за счет сил адсорбции главным образом белками. Диполи воды фиксируются гидрофильными центрами белков.

Водосвязывающая способность белков тем выше, чем больше интервал между величиной рН среды и изоэлектрической точкой (т. е. чем больше групп COOH и NH_2 будет ионизировано и окажется

заряженными). Так, если животное перед убоем было подвергнуто воздействию стресса, например, при перевозке, то автолитические, гликолитические процессы в мясе животных усиливаются и рН резко сдвигается в кислую сторону, т. е. приближается к изоэлектрической точке. Такое мясо теряет много сока, а также обладает пониженной гидратацией. Туша становится особенно водянистой при рН 5,2–5,5.

Число групп, фиксирующих влагу за счет адсорбции, зависит и от взаимодействия белков друг с другом, так как при этом происходит взаимная блокировка групп и уменьшение адсорбции. Такое взаимодействие происходит, например, при автолизе в процессе развития посмертного окоченения, что связано с образованием актомиозина из актина и миозина.

Адсорбционная влага – это часть воды, которая находится в мясе в наиболее прочном состоянии. Адсорбция влаги сопровождается выделением теплоты, которая называется теплотой гидратации.

Осмотическая влага удерживается в неразрушенных клетках за счет разности осмотического давления по обе стороны клеточных оболочек (полупроницаемых мембран), и внутриклеточных мембран.

Осмотическая влага удерживается структурой мяса тем больше, чем больше остаются неразрушенными полупроницаемые мембраны или структурные образования, выполняющие их роль. Она частично выходит из мяса при погружении его в раствор с более высоким осмотическим давлением (посол), при тепловой денатурации белков. Количество осмотической влаги влияет на другие свойства тканей.

Осмотически связанная влага является свободной в том смысле, что ей соответствует весьма малая энергия связи. Влага присоединяется без выделения теплоты и сжатия системы.

Капиллярная влага заполняет поры и капилляры мяса и фарша. Эта часть воды находится в капиллярах (порах), средний радиус которых 10^{-7} мм и менее. Капиллярная влага перемещается в теле как в виде жидкости, так и в виде пара. Различают два состояния капиллярной влаги: стыковое, когда влага разобщена в виде манжеток (защемленная вода), и канатное состояние, когда клинья жидкости соединены между собой, образуя непрерывную жидкую пленку, обволакивающую дисперсные частицы тела.

Количество капиллярной влаги зависит от степени развития капиллярной сети в структуре материала. В мясе роль капилляров выполняют кровеносные и лимфатические сосуды. Капиллярная влага влияет на объем и сочность продукта. Чем больше величина капил-

лярного давления, тем прочнее капиллярная влага связана с материалом. Капиллярное давление в свою очередь определяется размером капилляров. Чем меньше диаметр капилляра (микрокапилляра), тем больше капиллярное давление и тем прочнее удерживается вода.

В технологической практике влагу по форме ее связи с мясом часто разделяют упрощенно на прочно связанную, слабосвязанную и слабосвязанную избыточную. К влаге, прочно связанной с продуктом, относят адсорбционную влагу, влагу микрокапилляров, а также часть осмотической влаги. Слабосвязанная полезная влага размягчает (пластифицирует) продукт, создавая благоприятную консистенцию, способствует усвоению пищи. Слабосвязанная избыточная влага – это та ее часть, которая может отделяться в процессе технологической обработки в виде бульона при варке колбас, при размораживании – в составе мясного сока. При изготовлении колбас прочно связанная влага должна составлять $1/3$ всей жидкости. В этом случае продукт имеет хорошую консистенцию и выход. В случае изготовления колбасы, например, из длительно хранившегося мороженого мяса, часть влаги оказывается в виде слабосвязанной избыточной. В этом случае консистенция продукта будет хуже, имеет место отделение бульона и выход продукта меньше. Если прочносвязанная влага составляет более $1/3$, то продукт получается чрезвычайно твердым. Чем больше прочно связанной влаги, тем меньше испарение. Так, при обжарке колбас потери за счет испарения могут составлять от 7 до 8 %.

Связанная влага по своим свойствам значительно отличается от свободной: она не замерзает при низких температурах (вплоть до минус 40 °С); имеет плотность, вдвое превышенную плотность свободной воды, не всегда удаляется из продукта при высушивании (химически связанная) и т. д. связанная влага в отличие от свободной недоступна микроорганизмам.

Поэтому для подавления развития микрофлоры в пищевых продуктах свободную воду полностью удаляют или переводят в связанную, добавляя влагосвязывающие компоненты (соли, функциональные добавки, полисахариды и т. д.).

Активность воды. Для характеристики состояния влаги в продукте все шире применяют показатель активности воды a_w , являющийся интегральной характеристикой. Активность воды влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, на биохимические, физико-химические реакции и процессы, протекающие в продукте. От величины активности воды зависят сроки хранения мяса и мясопродуктов,

стабильность мясных консервов, формирование цвета и запаха, а также потери в процессе термообработки и хранения. Из общего количества воды, содержащейся в пищевом продукте, бактерии, плесени, дрожжи могут использовать для своей жизнедеятельности лишь определенную активную часть. Термин «активность воды», введенный Скоттом в 1953 г. в отношении пищевых продуктов, позволил установить взаимосвязь между состоянием слабосвязанной влаги продукта и возможностью развития в нем микроорганизмов.

Активность воды определяется как отношение парциального давления водяного пара над поверхностью продукта к давлению насыщенного водяного пара при той же температуре:

$$a_w = p/p_0 = \text{РОВ}/100,$$

где p – парциальное давление; p_0 – давление насыщенного водяного пара; РОВ – равновесная относительная влажность.

Активность воды – это характеристика самого продукта, обусловленная химическим составом и его гигроскопическими свойствами, РОВ – характеристика окружающей среды, находящейся в гигротермическом равновесии с продуктом. Активность воды служит качественной характеристикой связи влаги в продукте.

Зависимость активности воды от влагосодержания продукта $a_w = f(W)$ при постоянной температуре носит название изотермы (рис. 13).

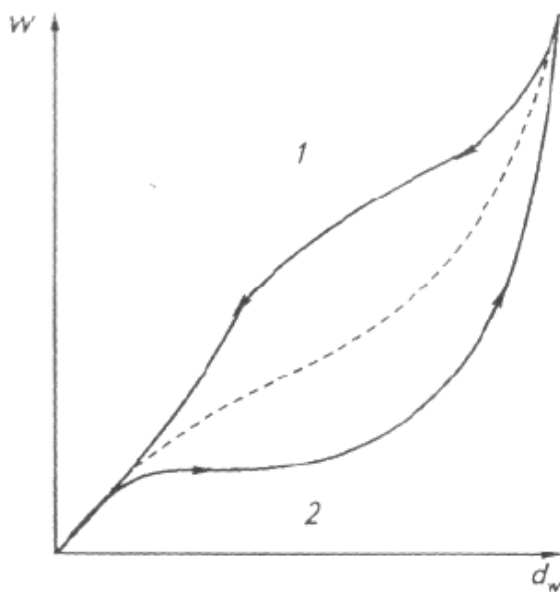


Рисунок 13 – Пример зависимости равновесной влажности продукта от относительной влажности воздуха:

1 – десорбция; 2 – адсорбция

При удалении влаги из продукта (десорбции) и получении влаги продуктом (адсорбции) изотермы совпадают только в начальных точках, т. е. имеет место сорбционный гистерезис.

При изменении содержания воды происходят глубокие изменения в специфических свойствах пищевой системы, что отражается на ряде показателей.

Для каждого вида микроорганизмов существуют максимальное, минимальное и оптимальное значение активности воды. Удаление a_w от оптимального значения приводит к торможению жизненных процессов, присущих микроорганизмам. При достижении определенной максимальной или минимальной величины активности воды прекращается жизнедеятельность микроорганизмов, что не говорит о гибели клетки. Минимальные значения активности воды для различных микроорганизмов приведены ниже.

<i>Микроорганизмы</i>	<i>Активность воды a_w</i>
Грамотрицательная палочка	1,00–0,95
Большинство кокков и лактобацилл	0,95–0,91
Большинство дрожжей	0,91–0,88
Большинство плесеней	0,88–0,80
Большинство галофильных бактерий	0,80–0,75
Ксерофильные плесени	0,75–0,65
Осмофильные дрожжи	0,65–0,60

За 1,0 применяется активность дистиллированной воды. Активность воды для свежего мяса равна 0,99. Активность воды имеет большое практическое значение. В таблице 6 приведены ее числовые значения для некоторых мясопродуктов.

Таблица 6 – Значение активности воды для некоторых мясопродуктов

Продукт	Массовая доля влаги, %	Активность воды
Мясо	70–74	0,96–0,99
Колбасы		
Вареные	62–72	0,96–0,98
Полукопченые	40–55	0,94–0,97
Варено-копченые	40–43	0,90–0,93
Сырокопченые	24–30	0,78–0,85

Активность воды можно изменять, подбирая сырье и рецептуры с учетом используемого количества поваренной соли и жира. Созда-

ние оптимальных условий обезвоживания колбас в процессе созревания является еще одной возможностью регулирования активности воды. В созревших колбасах рост нежелательных микроорганизмов сдерживается сочетанием низкой активности воды, анаэробной среды, низкого значения рН, наличием хлорида и нитрита натрия и молочнокислой микрофлоры.

3.4. Основные свойства мяса

Цвет мяса

Цвет мяса является одним из основных показателей качества, по которому судят о товарном виде продукции, о степени работы определенных групп мышц, а также о некоторых химических превращениях, которые могут происходить в мясе. Цвет тканей мяса в зависимости от химического строения красящих веществ колеблется от белого (для свиного жира) до различных оттенков желтого, желто-коричневого, коричнево-красного и красного.

Считают, что мясо коров имеет ярко-красную окраску, молодняка крупного рогатого скота до 1,5 лет – бледно-красную, свиней – красную. На интенсивность окраски мяса влияют вид, порода, пол, возраст животного и способ откорма.

Цвет мяса в значительной степени зависит от рН. Изучение свойств говядины показало, что при величине рН 5,6 цвет обычно яркий, при повышении рН до 6,5 и выше цвет мяса темнеет. Установлено, что повышение рН мяса по мере варьирования цвета мышцы от светлого идо темного. Темная окраска мышечной ткани связана с меньшими потерями сока при последующем нагреве, т. е. Такое мясо обладает большой водо-связывающей способностью.

Имеется связь между содержанием воды в мясе и миоглобином, а также факторами, определяющими его концентрацию.

Миоглобин (Mb) и гемоглобин (Hb) являются хромопротеидами, т. е. соединениями, состоящими из 96 % белка и красящего компонента – гема (4 %). Основной красящей гемовой группой является протопорфирин, четыре пирольных кольца которого объединены в молекулу кольцевой формы. Цвет Mb определяется валентностью Fe (II или III).

Mb и Hb имеют подобные гемовые группы, поэтому влияние различных условий на их окраску примерно одинаковое. Mb и Hb

имеют различную молекулярную массу: Mb – 17800 и Hb – 67000. В молекуле Hb содержится 4 гемовых группы, в молекуле Mb – одна. Белковые группы Mb и Hb отличаются последовательностью аминокислот, величиной электрического заряда, растворимостью. Mb может связать в 6 раз больше кислорода, чем Hb.

Содержание Mb в мясе зависит от вида, породы, возраста животного, откорма.

Вид животного	Содержание Mb в длиннейшей поясничной мышце
Лошадь	0,71
Свинья	0,43
КРС	0,60
МРС	0,35
Кролики	0,02

Содержание Mb в мясе молодых животных в 2–8 раз меньше, чем в мясе взрослых животных.

При правильно проведенном обескровливании окраска мышечной ткани мяса обусловлена содержанием Mb.

В тушах животных имеется светлая и темная мускулатура, отличающаяся по содержанию Mb, что вызвано различными физиологическими функциями мускулов. Концентрация Mb зависит от активности дыхательных ферментов мышц. Особенно много Mb содержится в мышцах сердца. Окорочка свиней, мышцы которых перед убоем выполняли значительную физическую работу, имеют более темную окраску и жесткую консистенцию. Наиболее темные окорока получены от свиней с низким содержанием углеводов в кормовом рационе.

В мясе содержится несколько типов Mb, отличных по аминокислотному составу глобина. Эти различия не влияют на цвет мяса. Цвет мяса зависит от трех факторов: концентрации Mb в ткани, связывания миоглобином кислорода и от заряда иона Fe:

- с Fe ++, если не содержит кислорода, придает мясу пурпурно- и темно-красный цвет;
- с Fe ++ (MbO₂) при присоединении молекулы O₂, имеет светло- красную окраску;
- с Fe ++ Fe +++ образуется метмиоглобин (Me+Mb) коричневого цвета.

Три формы Mb и их соотношение определяют цвет мяса.

Потребитель предпочитает мясо со светло-красной окраской.

Цвет поверхности мяса определяется содержанием MbO_2 и Me+Mb . В поверхностном слое мяса в результате соединения Mb с кислородом образуется оксимиоглобин, придающий мясу светло-красный цвет. В более глубоких слоях окраска мяса более темная, что обусловлено наличием восстановленного миоглобина.

Установлено, что рН является важным фактором, влияющим на скорость окисления Mb : при рН 5,2 Mb MbO_2 при 4 °С; при рН 6,4 MbO_2 более устойчив. Подъем температуры до 10 °С ускоряет окисление Mb .

Количество образовавшегося MbO_2 в мясе, т. е. толщина светлокрасного слоя мяса, определяется диффузией кислорода в ткань, которая зависит от температуры. Поверхность хранившегося неупакованного мяса имеет светло-красный цвет, обусловленный присутствием MbO_2 . При нарезании мяса пурпурно-красный цвет его вследствие поглощения O_2 воздуха также приобретает светло-красную окраску, обусловленную образованием MbO_2 .

В результате окисления Mb и Me+Mb при длительном хранении мясо приобретает коричневый оттенок. Скорость образования Me+Mb с понижением рН возрастает. Цвет мяса, рН которого быстро падает после убоя (с 7,0 падает до 5,6) спустя короткое время становится неудовлетворительным.

Скорость изменения цвета мяса из красного в коричневый в результате образования MetMb снижается со снижением температуры. Предполагается, что образование MetMb обусловлено тканевым дыханием.

Для выявления способности поверхности мяса сохранять цвет большое значение имеет свойство мышечной ткани восстанавливать коричневый MetMb в красный Mb . Восстановление MetMb различно у разных животных, возрастает с увеличением концентрации пигмента, величины рН (5,1–7,1) и температуры (30–35 °С); оно интенсивнее в измельченной ткани, чем в кусках мяса.

Изменение окраски внешней поверхности мышечной ткани различных мышц происходит с различной скоростью. Например, широчайшая мышца спины относительно нестойка к образованию MetMb , в то время как длиннейшая мышца спины отличается высокой стойкостью. Это обусловлено различной активностью фермента, сокращающего образование MetMb в отдельных мышцах. Стойкость окраски говядины тем выше, чем ниже температура хранения. Чем долъ-

ше срок созревания мяса, тем менее стойкой будет окраска при последующем хранении в фасованном виде.

Изменение окраски внешней поверхности мясных туш (ее потемнение) происходит также вследствие испарения влаги с поверхности и увеличения концентрации красящих веществ.

Введением аскорбиновой кислоты и аскорбата натрия достигается торможение окисления Mb и образования MetMb. Наиболее эффективно в течение продолжительного времени сохранение окраски достигается при введении этих веществ внутривенно до убоя.

Деятельность микроорганизмов может оказать косвенное влияние на цвет мяса. Появление зеленой окраски несоленого мяса обусловлено изменением порфиринового кольца под воздействием перекисей, образующихся в жире, а также сероводорода в результате образования сульфмиоглобина.

Вкус и аромат мяса

Обусловлены содержанием характерных для данного продукта химических соединений. Вкус и аромат косвенным путем влияют на пищевую ценность продукта, на его усвояемость.

Для придания нужного вкуса и аромата мясу ведутся исследования по выделению, разделению, концентрированию и идентификации веществ, придающих вкус и аромат. Это позволит улучшить вкусоароматические свойства продуктов, в частности, из низкосортного, длительно хранившегося сырья, а также продуктов, изготовленных по ускоренной технологии.

Новейшие методы исследования позволили установить, что в образовании запаха и вкуса мяса участвуют вещества, относящиеся к различным классам органических соединений, основными из которых являются карбонильные соединения, органические кислоты, амины, фенолы, эфиры. Эти вещества присутствуют в мясе в незначительных количествах.

В формировании специфического аромата и вкуса вареного мяса решающую роль играют экстрактивные вещества. При нагреве водной фракции мяса появляются вкус и запах, характерные для вареного мяса. При диализе водный экстракт теряет эти характерные свойства.

Вкус и аромат мяса обуславливаются летучими и нелетучими фракциями.

Считают, что нелетучие водорастворимые вещества формируют основной вкус мяса при тепловой обработке. Специфический вкус говядины, свинины, баранины объясняется жирорастворимыми соединениями.

Раньше считали, что в формировании вкуса и аромата мяса участвуют продукты распада нуклеотидов и параллельно с улучшением вкуса и аромата мяса накапливаются инозиновая кислота и гипоксантин. Однако были проведены эксперименты по удалению инозиновой кислоты, инозина и гипоксантина из фракций с мясным ароматом и вкусом без влияния на их изменения.

Сейчас доказано, что компонентами фракции нелетучих водорастворимых соединений, обладающих мясным вкусом, являются изомеры инозиновой, гуанозиновой кислот и моноглутаминат натрия.

Процессы деструкции азотистых соединений сопровождаются увеличением количества свободных аминокислот.

Исследованиями было установлено:

1) участие свободных аминокислот (серина, аспарагиновой кислоты, глутамина) в возникновении аромата вареного мяса;

2) накопление свободных аминокислот связано с нежностью мяса (установлена корреляция между 12 свободными аминокислотами в окороке и его ароматом).

Ученые отметили, что существует зависимость состава летучих оснований мяса от вида животных. Обнаружено от 3 до 10 летучих оснований (их постоянные компоненты метил- и диметиламины). В мышечной ткани изделий из свинины обнаружено увеличение числа летучих оснований (до 6–13) по сравнению с исходным мясом. При изготовлении, а также при тепловой обработке содержание метил- и диметиламинов снижается. При посоле и тепловой обработке увеличивается содержание аммиака.

В последнее время в образовании вкуса и аромата мяса все большее значение придают участию липидных компонентов свободных жирных кислот, алифатических альдегидов, кетонов. Низкомолекулярные продукты превращения липидов преимущественно влияют на аромат.

Исследованиями установлено различие в жирно-кислотном составе липидов мышечной ткани различных видов животных: в свинине содержится больше каприловой и пеларгоновой кислот по сравнению с говядиной.

К веществам, участвующим в формировании аромата мясных продуктов, относят летучие карбонильные соединения и низкомолекулярные жирные кислоты. В мясе карбонильные соединения могут образовываться в ходе ферментативных, бактериальных, окислительных процессов и термического воздействия на его составные части.

По мере созревания свинины в ней увеличивается содержание карбонильных соединений, больше в свинине и жирных кислот в составе летучих соединений свиного жира по сравнению с говяжьим жиром. При тепловой обработке содержание карбонильных соединений увеличивается ~ в 1,5 раза, в том числе количество формальдегида, гликолевого и нонилового альдегида. Большое значение в формировании аромата придают также летучим жирным кислотам, которые могут образовываться в мясе под воздействием липолитических тканевых и микробиальных ферментов, в процессе окисления жиров и карбонильных соединений и за счет дезаминирования аминокислот. Они не только сами участвуют в формировании аромата непосредственно, но, по-видимому, оказывают положительное влияние на поры чувствительности других веществ.

Жирные кислоты, подвергаясь превращениям при технологической обработке, могут оказать влияние на вкус и аромат продуктов. В свином мясе идентифицирована 7 ЛЖК с числом С2 – С7: уксусная, пропионовая, масляная, валериановая, изокапроновая, капроновая и гептановая. При тепловой обработке снижается ~ на 50 % содержание уксусной, пропионовой, масляной и капроновой кислот. Вместе с тем, тепловая обработка приводит к повышению содержания СЖК (~на 10 %) средней и высокой молекулярной массы.

В образовании специфического вкуса и аромата мяса большая роль принадлежит реакции меланоидинообразования. Начальный этап: взаимодействие аминокислот с РВ (сахара), а также другие соединения с карбонильной группой (уксусный альдегид, ацетон, ПВК и др.). В результате этой реакции образуются фурфурол, диацетил, формальдегид.

На накопление в мясе вкусовых и ароматических веществ влияют различные технологические факторы: нагрев, охлаждение, посол и др.

Вкус свежего мяса специфический, слегка сладковатый. Значительные различия во вкусе и аромате различных видов мяса могут быть объяснены количественным соотношением экстрактивных веществ. Установлено, что аромат и вкус, специфические для данного мяса, обусловлены веществами, растворимыми в липидах.

Вкус и запах мяса зависит от возраста животных и наличия жировой ткани, от количества и характера распределения жира в мясе (при содержании 20 % внутримышечного жира в сухой массе отмечаются высокие вкусовые качества).

Мясо молодых животных без выраженного вкуса и запаха, а мясо взрослых животных имеет более острый запах и менее приятный вкус по сравнению с мясом молодых животных. Предполагают, что это обусловлено более высоким содержанием миоглобина, создающего металлический привкус мяса.

Отличие вкуса и аромата между отдельными частями туши объясняют биохимическим состоянием мышц.

Привкус мяса зависит от кормового рациона, например, скармливание животным рыбных отходов придает свинине специфический рыбный привкус.

Ученые разрабатывают препараты, получаемые из аминокислот и углеводов соединений или фосфорной кислоты, улучшающие вкус и аромат мяса: гетероциклические тиопроизводные инозинфосфата и аллилксинозинфосфата; комплексный препарат, включающий алифатические кислоты, карбонильные соединения, летучие основания, нуклеотиды, аминокислоты, углеводы, сернистые соединения, минеральные вещества, продукты распада фосфолипидов (Ю.Н. Лясковский).

За рубежом применяют глутаминовую кислоту, глутамат натрия или калия, гуаниловую кислоту, инозиновую кислоту, инозинат натрия или калия, гуанилат натрия или калия.

Для достижения лучшего вкуса и запаха мясных продуктов добавляют белковые гидролизаты, которые содержат все аминокислоты. Незаменимые аминокислоты облагораживают вкус и запах продукта в большей степени, чем заменимые. Эффективно также применение рибонуклеотидов.

Консистенция мяса

К основным положительным качественным показателям консистенции относят нежность, мягкость, сочность. Эти свойства могут быть обнаружены после кулинарной обработки продукта, однако они могут быть определены и в сыром мясе.

В настоящее время консистенция и нежность мяса оцениваются потребителем высоко, и он предпочитает их аромату, вкусу и окраске.

В связи с тем, что в мясном сырье вода является дисперсионной средой, его свойства находятся в прямой зависимости от ее содержания и формы связи влаги с дисперсными частицами. Общеизвестно, что качество мяса характеризуется не общим содержанием воды, а ее количеством в связанной форме.

Влагосвязывающая способность относится к числу важнейших факторов, определяющих качество мяса. Доказано, что сочность, нежность, вкус и другие технологические свойства во многом зависят от способности продукта удерживать воду.

Экспериментальными исследованиями установлена связь между окраской и сочностью мяса. Мясо с более темной окраской отличается большей сочностью и меньшими потерями сока при варке. Такое мясо имело более высокий рН, что увеличивает водосвязывание.

Нежность мяса уменьшается с увеличением содержания в туше тощего мяса или с сокращением мраморности. Мраморность не влияет на нежность мяса молодняка до 18 месяцев, однако для животных в возрасте 2–7 лет она способствует увеличению нежности мяса. Сочность мяса зависит от содержания жира внутри мышечных волокон, между мышцами и группами мышц. Мясо без мраморности отличается сухостью; на сочность мяса также влияет его консистенция.

Существует взаимосвязь между изменениями длины мышцы после убоя животного и нежностью говядины; максимальная жесткость вареного мяса отмечается при сокращении мышечных волокон на 35–40 %. Увеличение же длины мышц на 25–30 % первоначальной длины значительно снижает его жесткость. Установлена зависимость между длиной саркомеров и нежностью мяса. У вертикально подвешенных туш саркомеры имеют большую длину, чем у горизонтально подвешенных. При сокращении мышц длина саркомера сокращается, диаметр волокон возрастает и нежность снижается.

Существует связь между жесткостью мяса и степенью сокращения микрофибрилл. Увеличение жесткости мяса обусловлено сокращением мышц. Состояние сокращения мышечной ткани определяется длиной саркомеров. Изменение длины саркомеров при технологической обработке может изменять нежность в 40 % случаев.

Установлено, что если мышца во время окоченения находилась в растянутом состоянии, то ее нежность после варки была более высокой. Степень растяжения воздействует не только на поперечные мостики, но и на диски g-z, на фрагментацию микрофибрилл и в конечном итоге на нежность мяса. Зависимость нежности от длины во-

локон может быть объяснена взаимным расположением нитей миозина: при увеличении длины волокон нити актина проскальзывают между нитями миозина.

За время посмертного окоченения возникают поперечные связи между миозином и актином и распад z-дисков саркомер. Изменения микрофибриллярной системы в значительно большей степени влияют на нежность, чем изменения соединительной ткани.

На длину саркомер влияет, в частности, способ подвешивания полутуш. Отвергается существующий способ подвешивания полутуш за ахиллово сухожилие как отрицательно влияющий на нежность мяса. Техника обычного подвешивания за ахиллово сухожилие позволяет всей массе длинных спинных мышц и задних конечностей сокращаться, в то время как поверхностные мышцы, например, поясничная, находятся в растянутом состоянии.

На нежность мяса влияют скорость и степень послеубойного гликолиза. При резком снижении величины рН белки саркоплазмы подвергаются частичной денатурации. При достижении рН 5,5–6,0 нежность уменьшается. Однако при увеличении рН более 6,0 нежность увеличивается, а при рН 6,8 нежность становится чрезмерной и мясо приобретает желеобразную консистенцию. Это обусловлено более высокой влагосвязывающей способностью мышечных белков и более высокой степенью их набухания. Основная роль в удержании влаги мышечной тканью принадлежит белкам микрофибрилл, растворимость которых зависит от рН. При нормальном рН мяса в раствор переходит 88,5 % белков микрофибрилл, а при низком рН – лишь 11 %.

Установлена связь между изменением рН непосредственно после убоя и нежностью мяса: мышечная ткань с рН 5,8–6,2 была более жесткой и требовала более длительного созревания для существенного снижения жесткостных характеристик, чем ткань с рН 6,7–7,1.

Механические свойства мяса определяются его химическим составом. Из всех пищевых продуктов оно имеет наиболее сложную структуру. В мускулатуре трех видов убойных животных имеется более 300 мышц, различных по составу и строению.

В интенсивно работающих мышцах содержание эластина больше, чем в мышцах, мало работающих. Нежность в пределах не только одной туши, но и одной мышцы может быть различной, например, боковые части длинной поясничной мышцы нежнее, чем срединные.

Мускулатура головы, нижней части конечностей, живота у КРС, частично грудная мускулатура содержит значительное количество соединительной ткани. Содержание эластиновых волокон в соединительной ткани довольно высокое в мышцах брюшной части и ребер. Длиннейшая мышца спины содержит в 2,5 раза меньше белков соединительной ткани, чем полусухожильная и трапецевидная мышцы. Жесткость мяса зависит не только от количества, но и от качества соединительной ткани. Соединительная ткань свинины содержит значительно меньше эластина, чем ткань говядины.

С возрастом животных нежность мяса и содержание соединительной ткани уменьшается. Это кажущееся противоречие, наблюдаемое до определенного возраста, объясняется тем, что соединительная ткань молодых животных содержит больше ретикулина и меньше поперечных связей, чем коллаген. Телятина отличается повышенной нежностью по сравнению с говядиной, хотя содержание соединительной ткани в ней выше.

Разработан ряд физических методов оценки нежности мяса, основанных на определении усилия резания, проникающего усилия, усилия раскусывания, измельчения, растяжения мяса, силы сжатия. С другой стороны, ее необходимо оценивать органолептически, как сочность, мягкость, легкость пережевывания и количество остатка после жевания.

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику промышленному понятию «мяса», приведите химический состав мяса.
2. Охарактеризуйте тканевый состав мяса и укажите направления промышленного использования каждого вида тканей.
3. Опишите особенности различных видов мяса (говядины, свинины, баранины).
4. Охарактеризуйте структуру, состав и свойства мышечной ткани убойных животных и птиц.
5. Назовите основные белки мышечной ткани и их важнейшие свойства.
6. Опишите строение и состав костной и хрящевой тканей.
7. Назовите белки костной и хрящевой тканей и опишите их свойства.

8. Опишите пищевую и промышленную ценность кости, влияние содержания кости в мясе на его пищевую ценность.
9. Приведите варианты использования кости на пищевые и технические цели.
10. Строение, состав и свойства собственно соединительной ткани.
11. Гидротермический распад коллагена и его значение для промышленного использования соединительной ткани.
12. Строение и химический состав жировой ткани.
13. Опишите пищевую и промышленную ценность жировой ткани.
14. Основные свойства мяса.
15. Что такое водосвязывающая активность?
16. От чего зависит водосвязывающая активность мяса?
17. Какая бывает связь влаги с продуктом?
18. Что такое миоглобин?
19. Какую функцию выполняет миоглобин?
20. Что такое адсорбционная влага?
21. Что такое капиллярная влага?
22. Что такое осмотическая влага?
23. От чего зависит активность воды?
24. Что из себя представляет саркоплазма мышечной ткани мяса?
25. Что такое миофибриллы мышечной ткани мяса?
26. Какого вида ткани больше всего в мясе крупного рогатого скота?

4. ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РЫБНЫХ КОНСЕРВОВ

4.1. Массовый состав рыбы

Под массовым составом рыбы понимают соотношение массы отдельных частей ее тела и органов, выраженное в процентах от массы целой рыбы. Отдельные органы и части тела рыбы отличаются по химическому составу, строению. Для того чтобы полностью и рационально использовать все части тела рыбы, которые не равноценны по химическому составу и строению, необходимо знать массовый состав рыбы.

Для характеристики рыбы как пищевого сырья достаточно знать содержание в ее теле съедобных частей. Однако для организации рациональной комплексной переработки рыбы необходимо знание ее массового состава, показывающего количество частей тела и органов, которые могут иметь значение как сырье для получения пищевых, кормовых и других продуктов.

При определении массового состава рыбы обычно сначала снимают с тела чешую, затем отрезают плавники, удаляют голову и, разрезав брюшко, извлекают внутренности, отделяя при этом, если требуется, отдельные органы (гонады, печень, плавательный пузырь); после этого срезают с тушки филе, как можно тщательнее отделяя мясо от костей. С филе снимают кожу и определяют массу каждой выделяемой части тела. При определении массового состава мелкой рыбы часто ограничиваются отделением головы, хвоста и внутренностей. Полученную после этого тушку, содержащую мясо вместе с костями и кожей, принимают за съедобную часть рыбы.

Например, массовый состав минтая: голова – 21%, мясо с кожей – 50, кости – 8, плавники – 3, внутренности – 17 %.

4.2. Характеристика тканей тела рыбы

Организм рыбы, как и других животных, можно рассматривать как совокупность специализированных клеток. Группы специализированных клеток называются тканями. Несколько тканей, объединенных в определенный комплекс, образуют орган. В построении органов тела рыбы участвуют четыре группы тканей: мышечная, соединительная, эпителиальная, нервная. Несколько органов, совместно выполняющих определенную функцию, складываются в систему

органов, например, пищеварительную, опорную. Комплекс систем органов, связанных воедино, образуют организм.

Мышечная ткань является основной составляющей съедобной части рыбы – ее мяса. Основой мышечной ткани является поперечно-полосатое мышечное волокно (рис. 14), содержащее оболочку – сарколемму, некоторое количество протоплазмы – саркоплазмы, и нитевидные образования – миофибриллы. Кроме миофибрилл, в волокне имеется большое количество ядер. У трески массой около 4 кг ширина мышечного волокна колеблется от 0,1 до 0,325 мм, а длина – от 8,25 до 14 мм. Миофибриллы находятся внутри волокна и располагаются в нем продольными рядами параллельно длине волокна. Каждая миофибрилла по своей длине под микроскопом на некоторых участках имеет темную полосу, а на других – светлую. При построении мышечного волокна миофибриллы располагаются так, что темные участки совпадают с темными, а светлые со светлыми, придавая всему мышечному волокну поперечную полосатость.

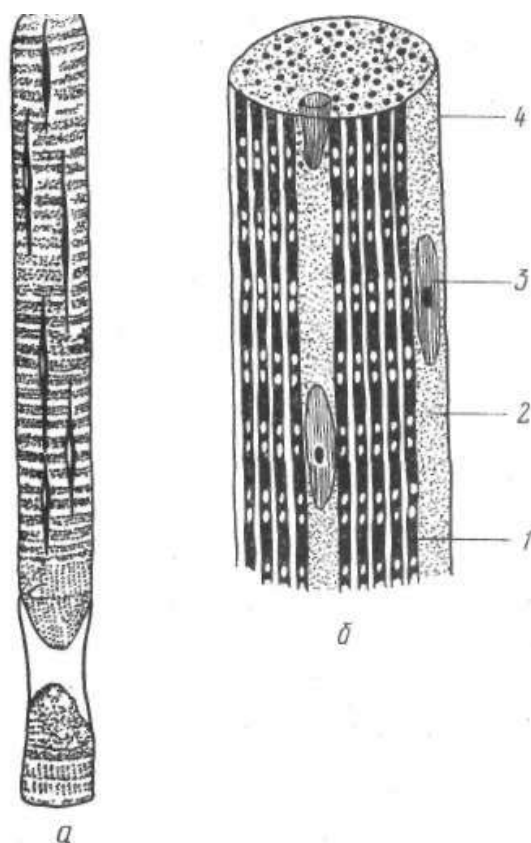


Рисунок 14 – Строение поперечнополосатого мышечного волокна рыбы:
а – изолированное мышечное волокно; б – схема строения мышечного волокна:
1 – миофибриллы; 2 – саркоплазма; 3 – ядро; 4 – сарколемма

Соединительная ткань в организме рыбы бывает нескольких видов, которые подразделяют на группы в зависимости от их строения. В построении любой соединительной ткани принимают участие клетки, волокна и некоторое аморфное вещество, находящееся в желеобразном состоянии и не имеющее клеток и волокон. Различают следующие разновидности соединительной ткани:

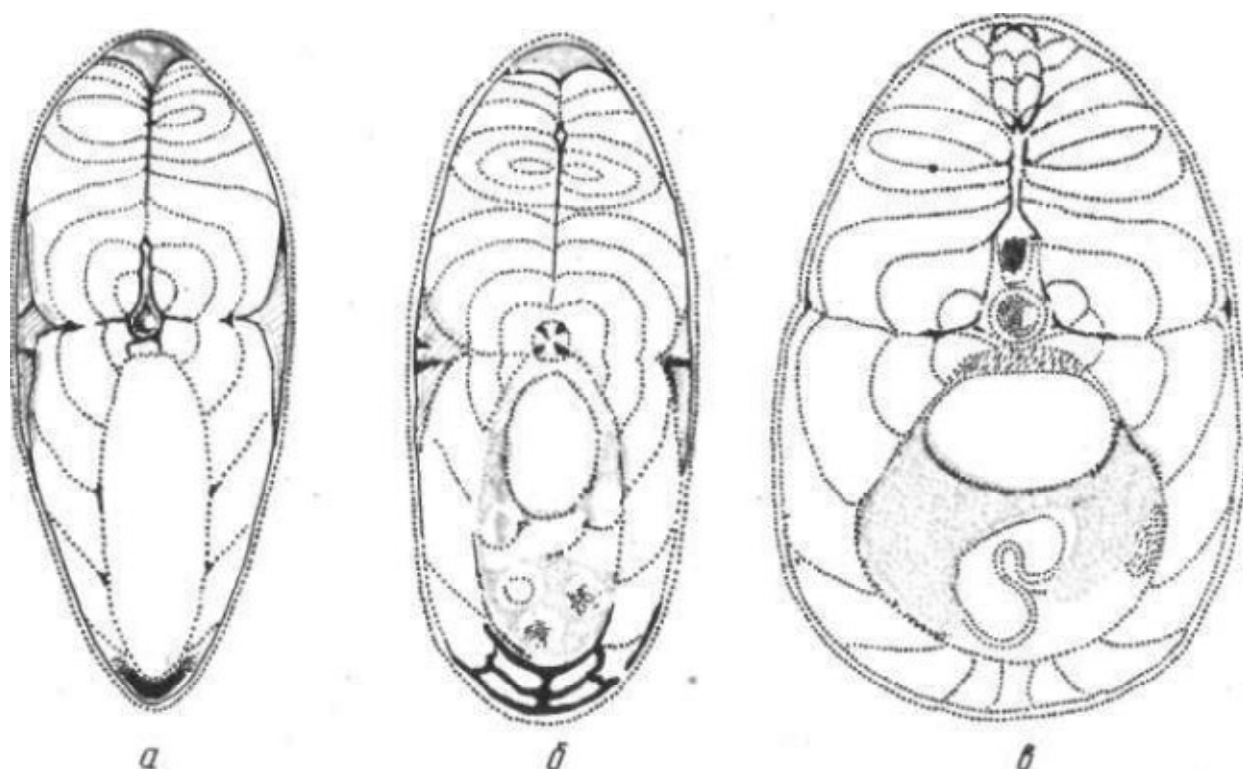
- жировая, с преобладанием клеток;
- рыхлая соединительная, с примерно одинаковым содержанием клеток и аморфного вещества, участвующая в построении мышц;
- кости, сухожилия, связки, с преобладанием волокон;
- слизистая ткань, с преобладанием аморфного вещества.

Жировые клетки имеют оболочку, протоплазму и ядро, в них откладывается жир, который в жировой клетке представлен целым рядом микроскопических капелек. Скопление жировых клеток обуславливает образование жировой ткани. По расположению в теле рыб различают следующие жиры: подкожный, бурой (темной) мускулатуры, спинной, брюшной, внутримышечный, прикостный и внутренних органов. Подкожный жир имеется непосредственно под кожей.

Жир бурой мускулатуры находится в бурых мышцах, расположенных по бокам тела рыбы, вдоль боковой линии. Спинной и брюшной жир откладывается под кожей спинки и брюшка рыбы. Внутримышечный жир размещается в глубине мяса, в соединительнотканых перегородках, отделяющих слои мышечных волокон. Прикостный жир находится рядом с костными образованиями, непосредственно с ними соприкасаясь, главным образом вдоль позвоночника.

Жир внутренних органов откладывается в жировой ткани и органах внутренней полости рыбы (в печени, головном мозгу, половых органах) или вокруг этих органов, густо обволакивая их.

У рыб разных видов в одних и тех же частях тела жировая ткань распределяется неодинаково, неравномерно она распределяется и в разных частях тела рыбы одного и того же вида. Топографическое расположение жира на поперечном разрезе тела некоторых видов рыб (по данным Г. Ф. Бромлея) показано на рисунке 15, где жиры обозначены красным цветом (линии, пятна, отдельные участки X бурая мускулатура заштрихована, внешние очертания кусков рыбы, внутренние органы, кости, пучки мышц обозначены пунктиром.



*Рисунок 15 – Расположение жира в теле:
а – воibly; б – леца; в – трески*

Волокна соединительной ткани подразделяют на два типа: коллагеновые и эластиновые (по названию белков, из которых они построены). Они различаются не только по форме и строению, но и по свойствам. Волокна хорошо представлены в костной соединительной ткани, хрящах, сухожилиях.

В мускулатуре рыб имеются коллагеновые волокна, наличие эластиновых волокон не доказано. Коллагеновые волокна имеют вид длинных тяжей различной толщины. Каждое волокно в свою очередь состоит из тончайших ниточек, называемых коллагеновыми фибриллами, или волоконцами. Коллагеновые волокна ветвятся и становятся более тонкими или более толстыми. Таким образом из волокон образуется сеть, связывающая те или иные органы. Коллагеновые волокна интенсивно набухают в уксусной кислоте, увеличиваясь в объеме и несколько изменяя свою структуру. При мариновании рыбы масса волокон увеличивается. В пресной воде при повышении температуры коллагеновые волокна разрушаются. При этом коллаген переходит в глютин – вещество, составляющее основу клея. При специальной обработке коллагеновые волокна становятся более прочными, теряют способность к набуханию, на этом основано производство кожи из шкуры рыб.

Эпителиальная ткань в организме рыбы покрывает всю поверхность кожи, всю внутреннюю поверхность кишечника, кровеносных и лимфатических сосудов. Она построена из эпителиальных клеток, у которых нет оболочки, но есть ядро и протоплазма.

Часть протоплазмы клеток, обращенная наружу, является резко уплотненной. Этими уплотненными частями клетки плотно прилегают одна к другой, образуя плотный барьер от проникновения различных посторонних тел. Протоплазма близлежащих клеток соединяется между собой перемычками, что обуславливает стягивание и плотное расположение клеток. Пространство между клетками может изменяться увеличиваться или уменьшаться, при этом регулируется течение процесса обмена тела рыбы с окружающей средой.

Эпителиальная ткань представляет собой полупроницаемую пленку, в ней нет кровеносных и лимфатических сосудов. Под эпителиальной тканью непосредственно находится пленка из соединительной ткани, с помощью которой эпителиальная ткань связывается с нижележащими мускулами или другими органами.

Нервная ткань состоит из специальных нервных клеток, расположенных в головном и спинном мозгу, с бесчисленными нервными волосками, соединяющимися как с поверхностью тела рыбы, так и со всеми тканями и органами рыбы, благодаря чему все реакции живой рыбы, отвечающие как на внешние, так и на внутренние раздражения, являются строго урегулированными.

4.3. Химический состав рыбы

Различают элементный и молекулярный химический состав рыбы. Элементный химический состав показывает содержание отдельных химических элементов в теле рыбы. К настоящему времени в теле рыбы найдено около 60 химических элементов. Элементы, которые встречаются в рыбе в сравнительно больших количествах (до 0,01 %), принято называть макроэлементами (кислород, водород, углерод, азот, кальций, фосфор, сера и др.), элементы, содержащиеся в сравнительно малом количестве (менее 0,01 %), – микроэлементами.

Молекулярный химический состав показывает содержание в рыбе отдельных химических соединений и их количественное соотношение.

Знание молекулярного химического состава рыбы необходимо для оценки ее пищевых достоинств и выбора наиболее рациональных

способов ее использования и переработки. При оценке рыбы как промышленного сырья обычно учитывают содержание в рыбе (или отдельных частях ее тела) воды, общего количества азотистых веществ, называемых сырым протеином или белком, жира и общего количества минеральных веществ – золы. Для более полной оценки пищевых достоинств рыбы определяют отдельно содержание собственно белков и небелковых азотистых веществ, жирных кислот и аминокислот, а также витаминов и наиболее важных минеральных веществ (фосфора, калия, кальция, йода и пр.).

4.3.1. Характеристика химических веществ тканей рыбы

Ткани рыбы построены из большого числа различных химических веществ, из которых наибольший интерес представляют белки, небелковые азотистые вещества, жиры и жироподобные вещества, минеральные вещества, ферменты, витамины, углеводы и вода.

Белки – наиболее важные в биологическом отношении и наиболее сложные по химической структуре органические вещества, входящие в состав живых организмов, в том числе и рыбы. Белки составляют основу тканей, участвующих в построении органов тела рыбы.

Белки – это высокомолекулярные азотсодержащие вещества, находящиеся в клетках преимущественно в коллоидном состоянии.

Это физико-химическое состояние белковых веществ характеризуется неустойчивостью, зависимостью от изменений условий среды.

Различные физические (нагревание, ультразвук, высокое давление, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение и т. д.) и химические (некоторые органические и неорганические вещества) факторы могут вызывать денатурацию белка, т. е. нарушение в строении молекулы, сопровождающееся изменением ряда свойств: растворимости в воде и растворе солей и др.

После прибавления различных солей белки из раствора могут осаждаться. Это выделение белка из раствора называется высаливанием.

В отличие от денатурации высаливание не сопровождается глубокими изменениями в структуре белковой молекулы и потерей способности белка вновь растворяться в воде после удаления из раствора соли. С высаливанием белков мяса рыбы приходится сталкиваться, когда рыбу консервируют посолом.

По элементному составу белки характеризуются наличием наряду с углеродом, кислородом и водородом еще азота и серы, а также часто фосфора. Содержание углерода, кислорода, водорода и азота в различных белках колеблется в сравнительно небольших пределах.

Содержание азота составляет от 15 до 17,6 % (в среднем 16 %). Общее содержание белка в рыбе определяют умножением содержания азота, устанавливаемого химическим путем, на коэффициент 6,25, поскольку $100:16 = 6,25$.

Белки построены из аминокислот (в разных белках обнаружено 25 аминокислот), среди которых различают заменимые аминокислоты, которые могут синтезироваться в организме человека, и незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются в организме и должны обязательно поступать с пищей. Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называются полноценными. Наличием полноценных белков и определяются ценность и незаменимость животной пищи, в том числе рыбы, в отличие от растительной. Полноценными являются все белки, за исключением некоторых белков мяса рыбы. Неполюценные белки не содержат некоторых незаменимых аминокислот или содержат их в ничтожных количествах.

Небелковые азотистые вещества представляют собой продукты обмена белков и низкомолекулярные вещества, содержащие азот и выполняющие определенные физиологические функции. Они легко извлекаются (экстрагируются) при обработке мышц водой и потому их часто называют экстрактивными азотистыми веществами. О суммарном содержании всех небелковых азотистых веществ в тканях рыбы судят обычно по количеству заключенного в них азота (небелковый азот) и по количественному отношению ко всему азоту ткани.

Вследствие относительно небольшого содержания небелковые азотистые вещества мало влияют на пищевую ценность рыбы. Тем не менее они имеют большое значение, поскольку некоторые из них придают рыбе специфический вкус и запах и влияют на выделение пищеварительных соков, возбуждая аппетит и способствуя лучшему усвоению пищи. Кроме того, небелковые азотистые вещества в большей степени, чем белки, подвержены действию микробов, и потому от их содержания зависит скорость процесса порчи рыбы при хранении.

К небелковым азотистым веществам относят следующие соединения: аммиак и триметиламин, аминокислоты, мочевины, гистамин и пр.

Аммиак и триметиламин находятся в мышцах свежей рыбы в очень малых количествах и образуются главным образом после смер-

ти рыбы при воздействии на нее микробов. Они накапливаются в испорченной рыбе и придают ей неприятный запах. Для пресноводных рыб характерным является аммиак, а для морских – триметиламин.

По количеству триметиламина, образующегося при хранении рыбы, можно косвенно судить о качестве некоторых видов рыб, например, трески.

Аминокислоты в свободном состоянии находятся в мышцах рыб в небольшом количестве. Содержание азота свободных аминокислот совершенно свежих рыб обычно не превышает 1 % от общего количества азота в мышцах.

Содержание мочевины весьма значительно в мышцах акул и скатов (2 %), у других промысловых рыб обычно ничтожно (от 0,5 до 15 мг%). Азот мочевины у акул и скатов составляет пример наполовину всего небелкового азота мышц. Мочевина придает мясу этих рыб горько-кислый вкус, а при ее распаде образуется аммиак, отчего мясо акул и скатов может иметь сильный аммиачный запах. При обработке акул и скатов мясо их освобождают от мочевины.

Гистамин – вещество, которое образуется в тканях некоторых видов рыб при хранении и обладает токсическими свойствами. Этим объясняются случаи отравления недоброкачественным мясом сардины, скумбрии, тунцов, в мясе которых может образоваться гистамин в значительных количествах.

Жиры и жироподобные вещества (липоиды) находятся в организме либо в форме протоплазматического жира, т. е. жира, являющегося структурным компонентом протоплазмы клетки, либо в форме так называемого резервного или запасного жира, откладывающегося в жировой ткани. Физиологическая роль этих двух видов жира неодинакова. Протоплазматический жир, являясь составной частью клетки, содержится в органах и тканях в постоянных количествах и имеет определенный состав. В протоплазме клеток жиры и липоиды находятся не столько в виде отдельных включений (капелек жира), сколько в виде сложных нестойких соединений с белками – липопротеидов.

Жиры в питании человека имеют преимущественно энергетическое значение. Благодаря высокой калорийности они особенно ценны при расходовании организмом больших количеств энергии.

Жиры представляют собой смесь большого числа разнообразных глицеридов, в составе которых найдено больше 25 высокомоле-

кулярных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот с различной длиной углеродной цепи.

К липоидам относят все жироподобные вещества, встречающиеся в организме животных и растений и независимо от их химического строения растворимые в эфире, хлороформе, ацетоне, бензоле, сероуглероде, горячем спирте и некоторых других растворителях.

Липоиды обычно извлекаются вместе с жирами из высушенных (обезвоженных) тканей при обработке последних соответствующими органическими растворителями.

В группе липоидов различают фосфатиды, стерины и пр. Широко распространены в природе фосфатиды – жироподобные вещества, содержащие фосфорную кислоту. Фосфатиды входят в состав почти всех тканей и клеток. Значительное количество их найдено в нервной ткани, мозге. Среди имеющихся в природе нескольких групп фосфатидов широко распространены лецитины.

Составной частью каждого жира являются так называемые неомыляемые вещества, не реагирующие с едкими щелочами, нерастворимые в воде, но растворимые в эфире. В жирах рыб и морских млекопитающих содержится значительно больше неомыляемых веществ, чем в других жирах. Содержание указанных веществ в них достигает иногда нескольких десятков процентов (например, спермацетовый жир).

Выделяемые из тканей рыбы жировые вещества, называемые обычно сырым жиром, представляют смесь веществ, характеризующихся общим физическим свойством, – нерастворимостью в воде и растворимостью в органических растворителях (эфире, хлороформе и пр.). Основную массу жировых веществ представляют собственно жиры – триглицериды жирных кислот (нейтральный жир).

Благодаря многочисленности и большому разнообразию жирных кислот, входящих в состав жиров рыб, последние имеют гораздо более сложный состав, чем жиры наземных животных. Важная отличительная особенность жиров рыбы – преобладание в их составе ненасыщенных жирных кислот и наличие среди них высоконепредельных, которые в жирах наземных животных отсутствуют. Присутствующие в жирах рыб в значительных количествах линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты являются очень важными, физиологически необходимыми веществами.

Жиры морских рыб по сравнению с жирами пресноводных содержат значительно больше высоконепредельных жирных кислот.

Наиболее ненасыщенными являются жиры сельдевых рыб, содержащие наибольшее количество высоконепредельных кислот. Жиры рыб в отличие от жиров наземных животных при комнатной температуре имеют жидкую консистенцию благодаря наличию в их составе большого количества ненасыщенных кислот.

При нагревании до температуры 200 °С и выше жиры рыб разлагаются с выделением акролеина и других неприятно пахнущих продуктов распада. При хранении рыбы находящийся в ней жир постепенно гидролизуеться с образованием глицерина и свободных высокомолекулярных кислот под действием тканевых ферментов. Благодаря высокой ненасыщенности жиры рыб легко окисляются, что имеет очень большое значение при обработке и хранении рыбы, при этом образуются перекиси, альдегиды, кетоны, оксикислоты и низкомолекулярные жирные кислоты, причем некоторые из этих продуктов обладают токсичностью.

В тканях рыбы присутствуют вещества, играющие роль природных антиокислителей, предохраняющие жиры от быстрого окисления. К таким антиокислителям относятся растворимые в жирах витамины группы Е (токоферолы).

Ферменты – белковые вещества, биологическая функция которых состоит в ускорении течения химических реакций в организме.

Благодаря действию ферментов белки, жиры и углеводы, которые могут храниться без заметных изменений при температуре 37 °С, попадая в организм, быстро подвергаются гидролитическому расщеплению с образованием более простых веществ, из которых в свою очередь синтезируются вещества, свойственные данному организму.

В мышечной ткани животных обнаружено более 50 ферментов, катализирующих превращения азотистых и других органических веществ. Большой комплекс ферментов находится также во внутренних органах – печени и поджелудочной железе, желудке, кишечнике, почках и половых железах. Активность ферментов различных видов рыб в разные сезоны года неодинакова. При температурах, близких к 0 °С и ниже, активность ферментов сильно понижается, при температурах выше 60–70 °С ферменты соответственно своей белковой природе денатурируют и утрачивают свою активность.

Протекающие в живом организме при участии ферментов реакции идут постоянно в двух направлениях: с одной стороны, по пути распада веществ, поступающих в организм, а с другой стороны, образования из этих продуктов распада новых, нужных организму веществ.

После смерти организма ферментативные процессы приобретают одностороннюю направленность и сводятся к распаду веществ.

Процессы распада веществ, из которых построены ткани рыбы, при участии ферментов, называемые автолитическими процессами, имеют большое значение в качественном посмертном изменении рыбы.

Витамины – группа органических веществ различной химической структуры, синтезирующихся, как правило, в растениях, входящих в состав тканей животных обычно в малых количествах.

Организм человека, а также животных нуждается в поступлении витаминов с пищей. При отсутствии витаминов наступают глубокие нарушения в процессах обмена веществ, ведущие к тяжелым заболеваниям, заканчивающимся гибелью организма. Эти заболевания носят название авитаминозов. Чрезмерное введение некоторых витаминов в организм также вредно и может приводить к различным заболеваниям.

Витамины делят на две группы: витамины, растворимые в воде, и витамины, растворимые в жирах.

В число водорастворимых витаминов, обнаруженных в рыбе, входят витамины В₁, В₂, В₆, В₁₂, фолиевая кислота, витамины Н, РР, инозит и пантотеновая кислота, а также витамин С.

К жирорастворимым витаминам относят витамины А, D₃ и Е. Отсутствие в пище человека витамина В₁ приводит к полиневриту – заболеванию нервной системы. Поэтому витамин В₁ называют антиневритным. При отсутствии витамина В₂, называемого также рибофлавином, наблюдается прекращение роста животных, выпадение волос и заболевание глаз у людей. Недостаток витамина В₆, называемого антидерматитным, способствует возникновению заболеваний кожи (дерматиты). Фолиевая кислота, называемая антианемическим витамином, предотвращает нарушение кроветворения в организме человека. Авитаминозы В₁₂ – это нарушение кроветворной функции и расстройство нервной системы.

Витамин Н (биотин) – вещество, широко распространенное в природе, необходимо для нормальной жизни всех организмов, начиная от бактерий и кончая высшими животными. Витамин РР (никотиновая кислота) – отсутствие его в пище у человека вызывает пеллагру. Поэтому этот витамин называют антипеллагрическим. Пантотеновая кислота является необходимой составной частью пищи человека и животных, чрезвычайно широко распространена в природе. Витамин С (аскорбиновая кислота), или антицинготный фактор, харак-

терен для растительной пищи, в рыбе содержится в весьма малых количествах.

Из жирорастворимых витаминов в рыбе содержатся витамин А, являющийся витамином роста, витамин D₃, или антирахитический витамин, и витамин Е (токоферол), называемый фактором размножения.

Содержание витамина А в организме рыб во много раз больше, чем в организме других животных, поэтому рыба является важнейшим природным источником получения этого витамина.

В теле рыбы витамины распределены неравномерно, причем во внутренних органах их содержится обычно гораздо больше, чем в мышцах. В особенности это относится к жирорастворимым витаминам, которые находятся в мясе далеко не всех рыб.

В отличие от ферментов водорастворимые витамины (группы В) довольно устойчивы к действию физических и химических факторов и при обычных в практике способах обработки рыбы большей частью сохраняются. При варке рыбы значительная часть находящихся в ней водорастворимых витаминов переходит в бульон, что предопределяет важность пищевого и кормового использования рыбных бульонов.

Витамин А устойчив к действию повышенной температуры при отсутствии в среде кислорода, но в его присутствии быстро разрушается.

Минеральные вещества, содержащиеся в рыбе, обнаруживаются в золе, полученной при сжигании мяса и других частей, и органов рыбы. Наибольшее количество минеральных элементов содержится в костях. Содержание различных минеральных элементов в разных частях тела рыб неодинаково и зависит также от их вида.

Общее количество минеральных веществ в теле рыбы достигает 4 %. Главную массу их составляют К, Na, Са, Mg, P, Cl, S. Эти элементы, находящиеся в тканях рыбы в сравнительно больших количествах, называют макроэлементами (в мясе рыбы содержатся в десятых и сотых долях процента). Остальные обнаруженные элементы: железо, медь, марганец, кобальт, цинк, молибден, йод, бром, фтор и другие, содержащиеся в очень малых количествах, – относятся к микроэлементам (в мясе рыбы содержатся от тысячных до миллионных долей процента).

Основная масса фосфора и кальция в теле рыбы содержится в костях в виде фосфорнокислого кальция, образуя их твердый остов.

В составе костей также находится большая часть магния. Свободной фосфорной кислоты в мясе рыбы небольшое количество, она накапливается после смерти рыбы как продукт распада фосфорсо-

державших органических веществ. Общее количество фосфора (органического и неорганического) в мясе рыб составляет в среднем 0,2–0,25 %. Натрий, калий, кальций, магний, хлор в виде растворимых солей входят в состав протоплазмы (саркоплазмы) мышечных клеток, межклеточной жидкости, крови, плазмы, частично калий и кальций связаны с белками. Сера входит в состав белков, количество ее в мясе разных рыб колеблется от 0,13 до 0,26 %.

Большое физиологическое значение имеют микроэлементы, входящие в состав ряда важных органических соединений. Железо содержится в гемоглобине крови, миоглобине и некоторых ферментах, марганец, молибден, цинк, медь – в ряде тканевых ферментов.

Кобальт является составной частью важнейшего антианемического витамина В₁₂. Йод в основном присутствует в органических соединениях, а также в виде солей, растворенных в тканевых жидкостях.

В небольших количествах в мясе рыб найден мышьяк и кремний. Содержание солей в мясе морских рыб больше, чем в мясе пресноводных.

Важным различием между морскими и пресноводными рыбами является практически полное отсутствие в мясе последних йода и брома.

Минеральные вещества относят к обязательным компонентам пищи, их отсутствие приводит к гибели организма. Они активно участвуют в жизнедеятельности организма, в нормализации функций важнейших его систем. Известна их роль в кроветворении (железо, кобальт, марганец, никель), а также участие в формировании и регенерации тканей организма, особенно костной, где фосфор и кальций являются основными структурными элементами. Важную роль минеральные вещества играют в развитии и росте зубов. Фтор, например, делает ткань зубов особенно прочной. Одной из важнейших функций минеральных веществ является поддержание в организме необходимого кислотно-щелочного равновесия. Входя в состав белковых фракций, минеральные вещества сообщают им свойства живой протоплазмы. Минеральные соли участвуют в функции эндокринных и ферментных систем, неоценима их роль в нормализации водного обмена.

В настоящее время можно считать, что человек нуждается в обеспечении не менее чем 20 минеральными веществами. Удовлетворение потребности в них осуществляется за счет продуктов питания, а также воды. Хорошим источником минеральных веществ является рыба.

Некоторые продукты питания обладают способностью избирательно концентрировать в своем составе значительное количество иногда редких минеральных веществ. Так, известны большие количества йода в морских водорослях, меди и цинка в устрицах, кадмия в гребешке и т. д.

Углеводы в тканях рыбы содержатся в сравнительно малом количестве. В мышцах и печени находится в основном углевод гликоген – важнейший энергетический материал мышц. В живом организме при мышечной работе гликоген расходуется, а во время отдыха накапливается. В процессе мышечной работы он подвергается распаду с образованием молочной кислоты, поэтому в свежих мышцах наряду с гликогеном обычно присутствует и молочная кислота.

Содержание гликогена в мышцах рыбы, как и в мышцах других животных, зависит от упитанности и физиологического состояния организма: в мышцах истощенной и утомленной рыбы гликогена содержится меньше, а молочной кислоты больше, чем в мышцах упитанной рыбы в спокойном состоянии.

После смерти рыбы находящийся в ее мышцах гликоген быстро распадается с образованием молочной кислоты, так же как при работе мышц у живого организма. В мясе различных рыб обнаружено от 0,05 до 0,85 % гликогена и от 0,005 до 0,43 % молочной кислоты. Ввиду очень небольшого содержания углеводов при определении пищевой ценности рыбы их обычно не учитывают.

Вода, заключенная в тканях рыбы, не является питательным веществом, но она прочно связана с молекулами гидрофильных веществ. Вместе с водой плотные вещества образуют ткани рыбы.

В мясе рыбы различают связанную и свободную воду. В отличие от обычной свободной воды связанная не является растворителем, замерзает при температуре значительно ниже 0 °С, для испарения ее требуется значительно больше тепла. Свободная вода в тканях рыбы удерживается структурной сеткой, образуемой азотистыми веществами. Свободная вода является растворителем для входящих в состав мяса рыбы небелковых азотистых веществ и минеральных солей, а также некоторых растворимых белков.

Характер связи воды с основными веществами, входящими в состав рыбы, оказывает большое влияние на ее вкус и консистенцию.

В случае ослабления связи части влаги с белковыми веществами тканей мясо в значительной степени теряет свои первоначальные свойства (упругость), изменяется и его консистенция.

4.3.2. Изменение химического состава рыб

Химический состав одного и того же вида рыбы не остается постоянным, а меняется в зависимости от возраста, пола, места ее обитания и времени (сезона) лова.

При повышении возраста рыбы, а следовательно, и увеличении ее размера наблюдается нарастание количества жира и уменьшение содержания воды в ней. Например, в судаке массой 12,1 г было найдено 1,0 % жира (к целой рыбе), массой 200 г – 2,1 %, массой 1955 г – 5,3 %. В пределах немногих возрастных групп взрослых особей рыбы, составляющих основную массу промысловых уловов, различия в химическом составе обычно невелики.

Изменения химического состава, зависящее от половых различий, обусловлены прежде всего тем, что в период половой зрелости в теле рыбы развиваются половые органы, представляющие дополнительное сырье: яичники у самок и семенники у самцов.

Различия в химическом составе, связанные с местом обитания рыб, обусловлены неодинаковостью кормовой базы в разных водоемах.

В водоемах с повышенной кормностью рыбы растут и нагуливаются быстрее, чем в водоемах с пониженной кормностью, и в одинаковом возрасте имеют большие размеры и упитанность. Так, химический состав мяса леща из уловов в Азовском море (жира – 4,9–12,2 %, белка – 14,7–18,2 %) отличается от химического состава леща из уловов в Каспийском море более бедном кормовыми организмами (жира – 0,9–8,8 %, белка – 16,3–22,1 %). Изменения химического состава в зависимости от времени (сезона) лова бывают весьма значительными, что надо учитывать при оценке сырья и определении способов его использования. Химический состав половозрелой рыбы на протяжении года подвергается закономерным изменениям, обусловленным различным образом жизни и физиологическим состоянием рыбы в разные периоды времени. Годичный цикл рыбы можно разделить на два основных периода, резко отличающихся по характеру происходящих в них изменений химического состава рыбы: период, связанный с процессом воспроизводства, включающий время созревания гонад, преднерестовых миграций и нереста, и период интенсивного питания инагула рыбы после нереста до наступления следующего периода развития гонад.

Изменения химического состава рыбы, связанные с процессом воспроизводства, выражаются прежде всего в том, что при развитии гонад происходит перемещение белковых и жировых веществ внутри тела рыбы, обусловленное потребностью в материале для построения гонад и покрытия расходуемой на это энергии. Если в это время рыба нормально питается, то расход веществ на построение гонад компенсируется поступлением их извне (из пищи) и химический состав рыбы мало меняется. Если же рыба питается мало или, как это нередко бывает, совсем перестает питаться, то созреванию гонад сопутствует значительное изменение химического состава рыбы и в первую очередь уменьшение содержания жира.

4.3.3. Пищевая ценность рыбы

Термин «пищевая ценность продуктов питания, в том числе рыбы», отражает всю полноту полезных качеств продукта, связанных с оценкой содержания в нем широкого перечня пищевых веществ.

Часто применяемые в литературе термины «биологическая» и «энергетическая ценность» являются более частными. Первый отражает качество белковых компонентов продукта, связанных как с переваримостью белка, так и со степенью сбалансированности его аминокислотного состава. При этом следует учитывать, что показатели биологической ценности могут существенно меняться как при жестких методах технологической обработки, приводящих к изменению структуры самих молекул белка и взаимодействию их с другими веществами, так и в процессе длительного хранения.

Термин «энергетическая ценность» характеризует долю энергии, которая может высвободиться из пищевых веществ в процессе окисления в организме.

Ценность рыбы как пищевого продукта определяется в первую очередь наличием в ее составе большого количества полноценных белков, содержащих все жизненно необходимые (незаменимые) аминокислоты.

Важное значение имеют также другие питательные вещества: жиры, витамины, минеральные вещества.

В пищу обычно употребляют туловищные мышцы рыбы, а иногда также икру, молоки, печень и мышцы головы.

Поэтому для полной и правильной оценки пищевых достоинств рыбы следует знать относительное содержание съедобных частей, а

также количество и состав входящих в них азотистых веществ, жиров, витаминов, минеральных солей.

На практике пищевые достоинства рыбы оцениваются обычно приблизительно, судя по количеству туловищных мышц (мяса) и содержанию в них основных питательных веществ – белков ($N \times 6,25$) и липидов (жира).

Для удобства сравнения пищевой ценности разных рыб и сопоставления с другими продуктами пищевую ценность рыбы часто характеризуют калорийностью ее мяса, т. е. количеством тепла, которое может быть получено в человеческом организме при окислении белков и жира, содержащихся в 100 г мяса рыбы и выражается в килоджоулях (кДж). Калорийность рассчитывают, пользуясь следующими коэффициентами: при окислении 1 г белка выделяется 17,1 кДж тепла, а при окислении 1 г жира – 38,9 кДж тепла.

Белки и жиры рыб имеют высокую усвояемость при употреблении в пищу. Белковых веществ из мяса рыбы усваивается больше, чем из мяса наземных животных. Коэффициент усвоения белков мяса рыбы – 0,96, рыбьего жира – 0,91. Известно, что свежая рыба переваривается значительно быстрее, чем мясо наземных животных, но меньше насыщает организм. Эта особенность мяса рыбы не зависит от разницы аминокислотного состава, а обусловлена физико-химическими особенностями белков рыбы. Мясо рыбы после варки остается более рыхлым, легче пропитывается пищеварительными соками, а поэтому и легче переваривается и, следовательно, быстрее усваивается.

Пример расчета калорийности мяса рыбы. В мясе рыбы содержится 18 % белка и 5 % жира. Калорийность мяса составит $18 \cdot 17,1 + 5 \cdot 38,9 = 502,8$ кДж. Эта калорийность соответствует количеству фактически поступившей в организм энергии. Однако пищевые вещества усваиваются организмом не полностью. Поэтому фактически усвоенное организмом количество калорий из 100 г мяса составит $18 \cdot 17,1 \cdot 0,96 + 5 \cdot 38,9 \cdot 0,91 = 472,8$ кДж.

Иногда наряду с калорийностью мяса рыбы определяют калорийность съедобной части в расчете на целую рыбу. В этом случае для определения калорийности 100 г целой рыбы найденную калорийность 100 г мяса умножают на коэффициент, отражающий относительное содержание мяса в теле рыбы.

Поскольку калорийность мяса дает лишь приближенное представление о пищевой ценности рыбы, в последние годы большое

внимание уделяется оценке количества и качества находящихся в мясе рыбы белков, т. е. их биологической полноценности. Биологическая полноценность белков характеризуется составом и соотношением аминокислот в белке, особенно незаменимых, и соответствием их оптимальному соотношению в белке-эталоне.

Чтобы узнать полноценность белков рыбы и рыбных продуктов, иногда определяют их усвояемость, ставя биологические опыты на животных, или определяют переваримость белков, подвергая мясо рыбы действию препаратов ферментов, аналогичных или близких пищеварительным.

При оценке пищевых достоинств рыбы всегда следует учитывать возможности ее использования для приготовления различных пищевых продуктов (первых и вторых блюд, кулинарных изделий, копченых, соленых, вяленых, консервов и др.) и органолептические показатели последних (вкус, запах, консистенцию), а также товарный вид рыбы и рыбных продуктов, имея в виду, что от них во многом зависят аппетит и усвоение пищи организмом человека.

Рыбы и рыбные продукты по химическому составу, особенно по содержанию белка и пищевой ценности, обычно не уступают другим полноценным продуктам животного происхождения. В таблице 7 сопоставляется мясо некоторых промысловых видов рыб с другими продуктами животного происхождения по содержанию белка, жира и калорийности в расчете на 100 г съедобной части.

Таблица 7 – Сопоставление мяса некоторых промысловых видов рыб с другими продуктами животного происхождения

Продукт	Химический состав мяса, %		Калорийность на 100 г мяса, кДж
	белок	жир	
1	2	3	4
Говядина I категории	18,9	12,4	782
Говядина II категории	20,2	7,0	602
Китовое мясо	22,5	3,2	490
Куры I категории	18,2	18,4	1004
Куры II категории	20,8	8,0	690
Творог жирный	14,0	18,0	945
Творог полужирный	16,7	9,0	652
Творог нежирный	18,0	0,6	360
Яйца куриные	12,7	11,5	657
Горбуша	21,0	7,0	615

1	2	3	4
Карп	16,0	3,6	402
Минтай	15,9	0,7	293
Мойва весенняя	13,1	5,4	422
Мойва осенняя	13,6	17,5	887
Севрюга	16,9	10,3	669
Сельдь атлантическая жирная	17,7	19,5	1013
Сельдь атлантическая нежирная	19,1	6,5	565
Скумбрия атлантическая	18,0	9,0	640
Ставрида океаническая	18,5	5,0	498
Треска	17,5	0,6	314
Хек	16,6	2,2	360

4.3.4. Посмертные изменения и способы сохранения качества рыбы

Рыба, вынутая из воды, быстро умирает (засыпает) от удушья (асфиксии) в результате недостаточного поступления в ее организм кислорода. После смерти в теле рыбы происходят физические и химические изменения под влиянием собственных ферментов и микроорганизмов, приводящих в конечном результате к ее порче.

Посмертные изменения в рыбе принято разделять на следующие стадии: выделение слизи на поверхности рыбы, посмертное окоченение, ферментативный распад тканей, или автолиз, и бактериальное разложение. В зависимости от условий содержания рыбы, особенно температуры среды, продолжительность каждого процесса может меняться, причем один процесс может накладываться на другой.

Выделение слизи

Слизь образуется в специальных слизевых клетках, расположенных в эпидермисе кожи, которые начинают усиленно функционировать после смерти рыбы.

Одни рыбы (угорь, стерлядь, сом, линь) выделяют значительное количество слизи, другие (лососевые, окунь), очень мало. Как правило, рыбы с хорошо развитой чешуей выделяют мало слизи. Рыбы, способные выделять много слизи, совсем не имеют чешуи, или она слабо развита. Отделение слизи бывает настолько значительным, что она покрывает сплошным слоем тело рыбы, составляя при этом 2–3 % от ее массы, а иногда и более.

В слизи рыб содержится около 12 % сухого вещества преимущественно белкового характера. Она является благоприятной средой для развития гнилостных микроорганизмов, попадающих из окружающей среды. Слизь быстро портится и придает рыбе неприятный запах, а также способствует дальнейшему проникновению микроорганизмов вглубь тела рыбы. Поэтому слизь необходимо удалять, промывая рыбу-сырец.

Посмертное окоченение

Посмертное окоченение проявляется в потере телом уснувшей рыбы высокой гибкости и эластичности и затвердевании его в результате сложных биохимических процессов, вызывающих сокращение мышц. При этом миофибриллы, волокна и, в целом, мышцы напрягаются, сокращаются по длине и становятся толще в диаметре. Если мясо только что уснувшей рыбы отделено от скелета, например, в случае разделки на филе, то оно, сокращаясь при посмертном окоченении, вдоль волокон становится короче, но толще и шире по сравнению с первоначальными размерами филе. Однако объем куска мяса при этом не изменяется. Филе трески по длине сокращается до 33 % от первоначальной длины. Когда мышцы рыбы находятся на костях, то они напрягаются, но не изменяются по длине.

После некоторого хранения уснувшей рыбы состояние окоченения, проходит. Причины, вызывающие расслабление окоченевших мышц, по-видимому, связаны с воздействием протеолитических ферментов рыбы и микроорганизмов на белки мышечных волокон.

Продолжительность посмертного окоченения зависит от вида рыбы, ее физиологического состояния при вылове, способа умерщвления, температурных и других условий.

У подвижных рыб, совершающих энергичные и быстрые движения, окоченение обычно наступает раньше и завершается быстрее, чем у малоподвижных рыб. Окоченение упитанной рыбы более ярко выражено, чем истощенной. У рыбы, убитой непосредственно после изъятия из воды, окоченение наступает позже, чем у погибшей от удушья, и длится дольше. Очень большое значение имеет температура хранения рыбы: чем выше температура, тем скорее наступает и быстрее проходит окоченение. Окоченение при более высокой температуре сопровождается и более глубокими изменениями белков мяса, что проявляется, в частности, в большем количестве сока, выделяемого из мяса рыбы под давлением. Поэтому необходимо, чтобы рыба,

особенно филе, до наступления окоченения хранилось при возможно более низкой температуре.

Качество рыбы в состоянии посмертного окоченения высокое. Чем позднее наступает окоченение и чем дольше оно продолжается, тем больше возможный срок хранения рыбы.

Автолиз

Под автолизом понимают процесс распада белковых веществ тканей под действием протеолитических ферментов. В широком смысле автолиз – это совокупность всех процессов ферментативного распада веществ, входящих в состав тканей рыбы: белков, жиров, углеводов, фосфорных соединений.

При автолизе происходит постепенный распад белков, составляющих структуру мышечной ткани, до полипептидов и аминокислот, накапливаются и другие продукты распада веществ, входящих в состав мяса рыбы.

Образующиеся при автолизе продукты расщепления белков, жира и других веществ являются вполне доброкачественными, и потому автолиз не может рассматриваться как явление порчи. Однако автолиз сопровождается структурными изменениями тканей, внешне выражающимися в их размягчении и ослаблении консистенции рыбы.

Вместе с тем продукты расщепления белков являются питательной средой для бактерий и подготавливают почву для бактериальных процессов. Автолиз под влиянием ферментов внутренних органов может приводить к разрыву тканей брюшка у свежей рыбы (лопанец).

Поэтому при разделке рыбы необходимо обращать внимание на зачистку внутренней полости рыбы.

Бактериальное разложение рыбы

Ткани живой рыбы обычно стерильны. Бактерии могут находиться в кишечнике и на поверхности рыбы. После смерти рыбы бактерии в ткани проникают как из кишечника, так и с поверхности. В тканях рыбы содержатся все питательные вещества, необходимые для развития гнилостных бактерий, и достаточное количество влаги для их нормальной жизнедеятельности.

В зависимости от температуры окружающей среды гнилостные процессы развиваются с большей или меньшей скоростью. Чем выше температура, тем выше скорость бактериального разложения рыбы, и наоборот.

Бактерии могут разлагать белки. Однако лучшим субстратом для их развития являются продукты распада белков, в частности аминокислоты. Под влиянием ферментов бактерии разлагают аминокислоты с образованием газообразных веществ – водорода, углекислого газа, аммиака, сернистых соединений (сероводорода, меркаптана), триметиламина и других соединений, придающих рыбе неприятный запах и даже токсические свойства.

Глубокие изменения химического состава тканей, а также их структуры в результате бактериального разложения легко обнаруживаются по внешним признакам. Эти изменения зависят от глубины процесса гниения. Они проявляются в том, что мясо становится все более дряблым, его цвет становится тусклым, сероватым или зеленым. В толще мяса обнаруживаются пузырьки газа. По мере накопления газа пузырьки лопаются и из них выходит газ. Консистенция мяса становится мягкой, мясо теряет связь с костями, в нем появляются заметные пустоты. Запах становится неприятным, усиливается при нажатии на рыбу.

Рыба в стадии бактериального разложения непригодна в пищу и не может быть использована как сырье для обработки.

Способы сохранения качества рыбы

Существующие способы сохранения (консервирования) рыбы и нерыбных объектов моря преследуют цель в той или иной мере инактивировать (прекратить) действие тканевых ферментов и подавить жизнедеятельность микроорганизмов. Содержание рыбы в живом виде далеко не всегда возможно. Поэтому применяют специальные способы консервирования уснувшей рыбы.

В задачу консервирования входит не только сохранение сырья, но и получение продуктов с определенными пищевыми, вкусовыми и техническими свойствами. Существуют следующие основные способы консервирования рыбы, а также других объектов морского промысла: способ, основанный на применении низких температур (охлаждение и замораживание), при которых в той или иной мере уменьшается активность тканевых ферментов и задерживается развитие микроорганизмов.

Рыбу охлаждают до температуры около 0 °С, замораживают обычно до температуры –18 °С и ниже.

Этот способ основан или только на применении холода или на применении холода в сочетании с антисептиками и антибиотиками; способ, основанный на применении высоких температур, при кото-

рых удается инактивировать действие тканевых ферментов, находящихся в рыбе, и в той или иной степени уничтожить микроорганизмы или подавить их жизнедеятельность. Продукт помещают в герметически закрытые емкости и прогревают до температуры 65–70 °С (пастеризация) или выше 100 °С (стерилизация) в течение определенного промежутка времени; способ, основанный на удалении из рыбы части воды (сушка).

Для действия многих ферментов и микроорганизмов необходима вода с растворенными в ней азотистыми веществами. Высушивание создает неблагоприятные условия для действия тканевых ферментов и жизнедеятельности микроорганизмов. Этот способ основан на введении в ткани рыбы специальных химических консервирующих веществ (поваренная соль, уксусная и другие кислоты, антисептики). В результате введения этих веществ создаются неблагоприятные условия для деятельности тканевых ферментов и микроорганизмов. Консервирующие вещества вводят в рыбу в определенных количествах, чтобы не только продлить сроки ее хранения, но и придать ей определенный вкус, сохранив при этом пищевую ценность.

Контрольные вопросы

1. Основные семейства и виды промысловых рыб, их место в уловах.
2. Из каких тканей построены органы тела рыбы? Каково их строение, состав и свойства?
3. Каковы физические свойства рыбы?
4. Что понимают под массовым составом рыбы?
5. Из каких веществ построены ткани рыбы, их состав, свойства, значение в питании человека?
6. Что понимают под химическим составом рыбы и как он изменяется в зависимости от возраста, пола, места обитания и сезона лова?
7. Какова характеристика отдельных органов и частей тела рыбы: их соотношение к массе целой рыбы, химический состав, особенности строения и значение как сырья для обработки?
8. Каковы стадии посмертных изменений рыбы и основные способы ее сохранения (консервирования)?
9. Чем характеризуется пищевая ценность рыбы в сопоставлении с пищевой ценностью других продуктов животного происхождения?

5. ТАРА, ПРИМЕНЯЕМАЯ В КОНСЕРВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Тара является составной частью производства, необходимой для доставки изделия потребителю в надлежащем виде.

Она призвана:

- обеспечить сохранность произведенной продукции до ее использования;
- рациональное использование транспортных средств и механизацию погрузочно-разгрузочных работ;
- удобство реализации и потребления продукции;
- передать потребителю информацию о товаре и производителе.

Тару следует рассматривать прежде всего как средство защиты товара от неблагоприятных климатических, механических, химических и микробиологических воздействий окружающей среды. Степень защиты зависит от вида и свойств тары, таких, как герметичность, светопроницаемость и др.

Герметичность тары обуславливает прекращение доступа в нее кислорода воздуха и микроорганизмов, благодаря чему замедляются, а затем и совсем прекращаются окислительные процессы порчи, в том числе прогоркание жиров. Микробиологические процессы не происходят, если укупоривается стерильный продукт или после герметизации он подвергается стерилизации. Кроме того, в герметичной таре отсутствуют потери массы за счет испарения воды.

Светопроницаемость тары влияет на интенсивность процессов прогоркания жиров, обесцвечивания, позеленения, появления несвойственных вкуса, запаха, цвета.

На количественные потери продукта влияют форма, размер и состояние поверхности, материал тары.

Чем более простую форму имеет тара, тем меньше ее удельная поверхность, а, следовательно, при извлечении или перефасовывании на поверхности остается меньше продукта и ниже его потери. Меньшей удельной поверхностью отличается округлая и цилиндрическая формы упаковки. Потери больше, если внутренняя поверхность упаковки шероховатая, а не гладкая.

Наиболее древний созданный человеком искусственный материал – стекло. Из него жители Древнего Египта первыми производили стеклянную тару (около 5 тыс. лет назад). Другой из древних видов

тары, созданной человеком, – деревянные бочки. Особенно высокой степени развития бондарное производство достигло в XVI–XVII вв.

Металл в качестве упаковочного материала начали широко применять всего около 100 лет тому назад. Жестяную консервную банку впервые начали использовать в конце XVIII в., а тубы из олова и алюминия – с 1920 г.

Тару можно классифицировать по нескольким признакам. Она может подразделяться на потребительскую (внутреннюю) и транспортную (внешнюю).

К *внутренней таре* относят различные обертки, картонные коробки, жестяные банки, бутылки, пакеты, флаконы, тубики и т. д. Ее стоимость полностью включается в стоимость товара и оплачивается потребителем, поскольку переходит в полную собственность покупателя.

В *транспортной таре* продукция транспортируется или хранится в процессе своего продвижения от производителя до потребителя.

К транспортной таре относится большинство видов деревянных, картонных металлических, полимерных ящиков и контейнеров, бочек, барабанов, мешков и др. Стоимость внешней тары, как правило, частично включается в стоимость товара.

В зависимости от материалов, из которых изготовлена тара, она подразделяется на деревянную, стеклянную, картонную, бумажную, металлическую, полимерную и др.

В зависимости от сопротивляемости к механическим воздействиям бывает тара жесткая и мягкая.

Жесткая тара сохраняет свою форму до заполнения продукцией и после освобождения от нее.

Мягкая тара изменяет свою форму при освобождении из-под товара. Мягкая тара хорошо сохраняет сыпучие товары от потерь и загрязнения, занимает мало места и имеет небольшую массу.

В зависимости от количества оборотов, которое может совершить тара, она подразделяется на однооборотную (разовую) и многооборотную (возвратную).

В консервном производстве используют различные виды тары. Для фасовки стерилизуемой продукции основной тарой являются стеклянные банки и бутылки, металлические банки и тубы. Для фасовки нестерилизуемой продукции применяют деревянную, полимерную, картонную тару (бочки, ящики).

5.1. Деревянные бочки, ящики, картонные коробки

Бочки используют для фасовки продукции, сохраняемой за счет осмотически деятельных сахара или соли (повидло, джем, варенье, томатная паста), сохраняемых за счет молочной или уксусной кислоты (соления, квашения, маринады) или антисептиков (сульфитированные плоды и пюре).

Бочки вместимостью 15–250 л производят из древесины лиственных и хвойных пород: осины, липы, бука, ели и др. Для заливных продуктов они изготавливаются из древесины одной породы. Бочки из березы в этом случае использовать нельзя.

Бочки состоят из остова, двух доньев и обручей. Остов изготавливают из клепок (дощечек), скрепленных между собой симметричными плотно насаженными металлическими обручами (рис. 16).

Концы обручей соединяют заклепками или сваривают.

Уторные обручи служат для защиты утора, их набивают вровень с торцами остова. Бочки могут поставляться в собранном и разобранном виде. В зависимости от вместимости бочки на сборку расходуется 20–26 клепок (шириной 40–105 мм, толщиной 15–19 мм) и 4–6 обручей шириной 30–50 мм, толщиной 1,6–1,8 мм. Обручи, расположенные ближе к середине остова (пуковые), укрепляют зону, где возникают напряжения при перекачивании и ударах.

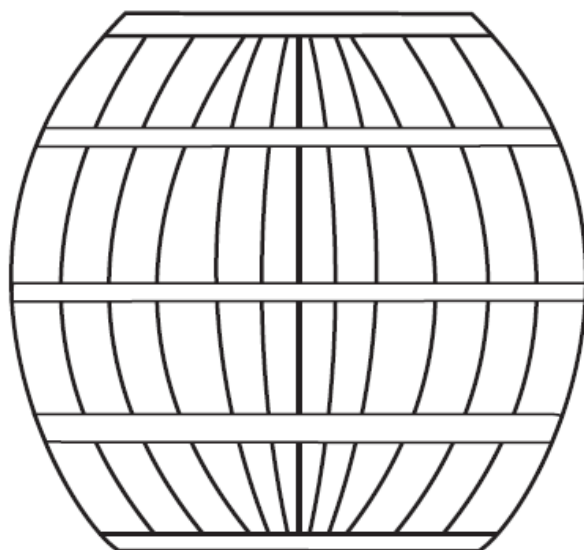


Рисунок 16 – Схема деревянной бочки

Клепки для доньев соединяют между собой в прочные щиты с помощью деревянных шпилек или металлических пластинок. В осто-

ве имеются два круговых паза, в которые вводят донья. Одно днище делают постоянным, другое – съемным (рис. 17).

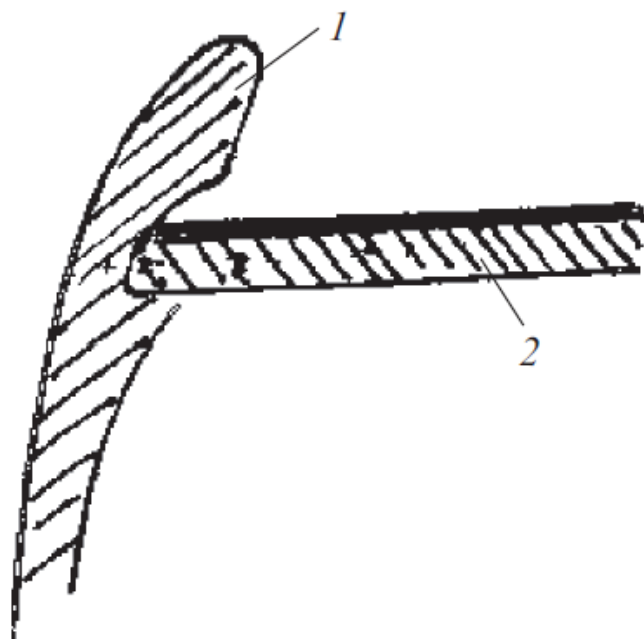


Рисунок 17 – Схема крепления клепки и днища:
1 – клепка; 2 – днище

При изготовлении *заливных бочек* в одном из доньев просверливают одно или два отверстия под шпунты (одно для заполнения бочки, другое – для отвода воздуха). Пробки для закупоривания наливных отверстий делают конусообразными. Максимальный диаметр конуса пробки на 5 мм больше диаметра наливного отверстия, наименьший диаметр – на 2 мм меньше.

Новые дубовые бочки для удаления из них дубильных веществ наполняют на 1/3 горячим 0,2 %-м раствором кальцинированной (или каустической) соды. Нагревают раствор, пропуская пар. Шпунтовое отверстие закрывают пробкой и прокатывают 10–15 минут. Раствор выливают. Бочки промывают водой до полного удаления щелочи. Перед использованием чистые новые бочки заливают водой для замачивания на 15–20 суток, меняя воду каждые 3–5 суток.

Возвратные рассохшиеся бочки замачивают, тщательно моют, шпарят. Нерассохшиеся бочки (хранившиеся в чистом виде в подвале) можно не замачивать. Их моют, обрабатывают паром. Душевая насадка рассчитывается на расход 15 дм³ воды за 2 мин на бочку. Бочка в начале обработки устанавливается дном вниз, шпарится, затем опрокидывается дном вверх. Обработанные бочки не позднее чем

за 1 ч до наполнения окуривают 5–10 минут сернистым газом, сжигая 7–8 г серы на бочку вместимостью 100 л, или подают сернистый ангидрид из баллона.

Шпунты-пробки обрабатывают кипятком, подсушивают и окуривают сернистым газом. Под шпунт подкладывают смоченную в 1 %-м растворе сернистой кислоты ткань (бязь, марлю) или пергамент. Можно опустить шпунт на 20 мм в расплавленный парафин. Парафином может покрываться и внутренняя поверхность бочки. Для покрытия поверхности бочки используется специальная эмаль – смесь белого парафина (66 %) и светлой канифоли (34 %), которую плавят при температуре 120–130 °С. Горячую (не ниже 70 °С) эмаль наносят кистью или при помощи пароструйного аппарата.

Недостатки использования бочек:

- ручной труд при изготовлении;
- стоимость ремонта составляет 30 % от первоначальной;
- при изготовлении используется 30–35 % древесины (остальное – стружка);
- используют бочки обычно 1 раз в году при общем сроке службы в 3 года;
- требуются большие площади для хранения;
- при использовании бочек необходимо учитывать особенности хранившихся ранее продуктов. Например, не допускается использовать при переработке плодов и овощей бочки, в которых хранились масло, рыба. Не допускается применение бочек из-под томатопродуктов, солений, квашений, маринадов, спиртованных соков для расфасовки варенья, джема, фруктового пюре. Бочки из-под солений, квашений, маринадов не разрешается использовать для расфасовки томатопродуктов.

Для предупреждения потерь содержимого в результате течи могут использоваться *полиэтиленовые вкладыши*, в том числе для фанерных барабанов и полимерных бочек. *Полимерные бочки* не протекают, дешевы, гигиеничны. Упрощается подготовка перед использованием – не требуют шпарки и замачивания.

Деревянные и фанерные ящики используют для непосредственной расфасовки продуктов (сушеных, замороженных или повидла) и как транспортная тара для консервов в стеклянных или жестяных банках.

Дощечки из здоровой и чистой древесины соединяют гвоздями, при необходимости скрепляют стальной лентой или проволокой.

Ящики могут быть сплошными (как требуется, например, при отгрузке консервированной продукции в районы Крайнего Севера) или решетчатыми. Банки в ящики устанавливаются в один или несколько рядов по высоте с бумажными или картонными прокладками.

Фанерные ящики изготавливают из трехслойной клееной фанеры из березовой, ольховой, сосновой древесины. Фанеру для изготовления ящиков выпускают толщиной от 1,5 до 12 мм.

В зависимости от водостойкости клееная фанера может быть повышенной водостойкости (марки ФСК, клеенная клеем на фенолформальдегидной основе), средней водостойкости (марки ФК или ФБА, клеенная карбидными или альбумино-казеиновыми клеями) и ограниченной водостойкости (марки ФБ, клеенная белковыми клеями).

Картонная тара является одним из наиболее прогрессивных и экономичных видов тары. В промышленно развитых странах картонная тара практически вытеснила деревянную тару благодаря более низкой стоимости (в 2,8 раза ниже себестоимости деревянных ящиков) и легкости (в 5 раз легче деревянных ящиков). Доля тары из картона в общей структуре мирового производства тары составляет в среднем 40–50 %. Производство картонной тары позволяет значительно сократить потребление деловой древесины: на производство 1000 картонных ящиков расходуется около 6,3 м³ древесины, деревянных ящиков – 23–32 м³ древесины.

Картонная тара отличается легкостью, прочностью, хорошей изотермичностью. Конструкция картонных ящиков может быть упрочнена за счет применения каркасов, стоек, вкладышей и других деталей из дерева, металла, полимеров, фанеры.

Так, складные многооборотные ящики из влагопрочного обработанного парафином гофрированного картона типа Simрах (Англия) можно использовать до 5 раз.

Основным видом картонной тары, предназначенной для упаковки товаров народного потребления, являются ящики (короба).

Для изготовления транспортной тары используют гофрированный и плоский клееный картон. Гофрированный картон изготавливается из одного или нескольких гофрированных слоев (флутингов) и одного или нескольких плоских слоев (лайнеров), которые в определенном порядке соединяются между собой.

Для получения влагопрочного картона в последние годы вместо парафинирования бумаги и картона стали применять покрытия на основе микрокристаллического воска и различных полимеров.

Картонная тара поступает на завод в виде заготовок-разверток. Короба собирают на месте. Прошивают скобами из проволоки или оклеивают. Внутренние размеры ящиков, марка картона, масса груза, размещение банок в ящике, размеры и количество перегородок и прокладок между ними приводятся в соответствующих нормативных документах. Масса груза в картонных ящиках может быть в пределах 15–30 кг.

Мешки бумажные предназначены для упаковки сыпучей (высушенные продукты) и штучной продукции. Они бывают двух типов: сшитые и склеенные с открытой или закрытой (с клапаном) горловиной. В мешках должно быть от 3 до 6 слоев бумаги. Масса продукции в мешке не должна превышать 50 кг для пяти- и шестислойных мешков; 40 кг – для четырехслойных и 30 кг – для трехслойных мешков.

Бумажно-металлическая тара – комбинированные банки для пастеризуемой продукции вместимостью 200, 300 и 400 г, полностью имитирующие обычные консервные банки, т. е. укупоренные двумя одинаковыми металлическими концами. Корпус их изготавливается из рулонной бумаги с использованием защитных материалов (пергамент, фольги, бумаги с полимерным покрытием), лака или парафина, связующих веществ (костного клея, поливинилацетатной эмульсии), многокрасочных этикеток и пр. Для изготовления концов используют белую и черную лакированную жель, алюминий.

5.2. Полимерная тара. Требования к полимерам для упаковки пищевых продуктов

В последнее время все более широкое применение в консервной промышленности находит тара из *полимерных материалов*.

Полимерная тара имеет ряд преимуществ:

- незначительная масса (обуславливает снижение расходов на хранение и транспортировку за счет сокращения массы упаковочного материала в 5–20 раз по сравнению с желью и в 30–40 раз по отношению к стеклянной таре);
- возможность изготовления на перерабатывающем заводе (формование горячим воздухом из заготовок);
- невысокая стоимость сырья;
- снижение шума при передаче тары по операциям.

К полимерам, используемым для упаковывания пищевых продуктов, предъявляют особые требования:

- механическая прочность, эластичность, свариваемость, устойчивость к изменению температур;
- непроницаемость в отношении микроорганизмов;
- газо- и водонепроницаемость, непроницаемость для ультрафиолетовых лучей;
- химическая устойчивость к действию компонентов пищевого продукта;
- экономичность, недифицитность и невысокая стоимость;
- технологичность (возможность переработки в готовые изделия высокопроизводительными способами при малых трудовых затратах);
- санитарно-гигиеническая безупречность, т. е. невозможность перехода в пищевой продукт из полимерного материала посторонних веществ, изменяющих вкус и запах продукта, а также вредно влияющих на организм человека.

Гигиенические требования к упаковочным материалам разрабатывают и утверждают органы Госсанэпиднадзора на основании анализа имеющейся научной информации или на основе токсикоклинических исследований.

Контроль за гигиеническими свойствами полимерных тароматериалов осложняется тем, что на практике в состав полимерных композиций, кроме мономеров, которые должны быть нетоксичными, входят катализаторы и инициаторы полимеризации, отвердители, наполнители, красители, пластификаторы и другие компоненты, используемые для придания полимерам определенных свойств. Кроме того, при эксплуатации полимеров неизбежно их старение. Под влиянием внешних условий, под воздействием самих продуктов питания протекает деструкция полимера – разрыв его молекулярной цепи. При этом изменяются внешний вид полимера, его свойства. Увеличивается вероятность миграции в продукт вредных соединений, образующихся в процессе старения полимера. Так, при деструкции полиэтилена выделяются формальдегид, олигомеры. Для наиболее токсичных соединений устанавливают нормативы – допустимое количество миграции и максимально допустимая суточная доза.

К основным полимерным тароматериалам относят:

- полиолефины – полиэтилен (высокого и низкого давления), полипропилен, сополимеры этилена с пропиленом;
- материалы на основе полистирола;

- полимеры на основе винилхлорида;
- полиамидные упаковочные материалы;
- полиэфирные пленки на основе полиэтилентерефталата (например, лавсан) и др.
- лакированный целлофан, целлофан с покрытием на основе сополимера винилиденхлорида и винилхлорида.

Пленка из *полипропилена* термостойка, потому продукты в ней можно стерилизовать. Возможна стерилизация консервов в жестких стаканах на основе полиэтилена или полипропилена высокой плотности, укупоренных жестяными крышками. Пленку из полипропилена можно использовать для упаковки свежего мяса, овощей, соков, компотов, варенья.

Полистирол служит для изготовления ударопрочного материала. Из него производят стаканы вместимостью от 100 до 500 мл для плавленных сырков, сметаны.

В мелкую тару на основе поливинилхлорида или полистирола (баночки, стаканчики, коробочки) фасуют непастеризуемые пищевые продукты (джем, повидло, протертые яблоки с сахаром, соус), сохранность которых обеспечивается высокой концентрацией осмотически деятельных веществ или введением консервантов.

Поливинилхлоридные пленки при нагревании до 100 °С и последующем охлаждении обладают способностью сжиматься. Поэтому их используют при вакуум-упаковке мяса, птицы, твердых сыров, масла.

Пленка из *полиэтилентерефталата* характеризуется высокой прочностью, стойкостью к бактериям и плесеням, морозо-, тепло- и термостойкостью (от минус 60 °С до 150 °С). Эти свойства обеспечивают возможность замораживания и стерилизации продуктов.

Эффективна тара, полученная вспениванием полистирола до пятидесятикратного объема. Поскольку полученный пенополистирол состоит из огромного количества закрытых ячеек, в которых содержится воздух (более 95 % объема ячейки), то он превосходит по своим качествам такой ценнейший природный материал, как пробка.

Целлофан изготавливается обработкой вискозы серной кислотой и глицерином. Это блестящая прозрачная пленка толщиной 27–60 мкм, самая дешевая из упаковочных пленок.

Из *полиэтилена* изготавливают жесткую и мягкую тару. Свойства полиэтилена определяются условиями полимеризации этилена.

Полиэтилен низкого давления жесткий, его молекулы имеют нитевидную структуру почти без ответвлений.

Молекулы полиэтилена высокого давления разветвлены в разные стороны, потому он мягкий, эластичный, имеет меньшую плотность.

Полиэтилен высокой плотности идет на производство ящиков для бутылок, бутылей, фляг, жестких контейнеров, стаканчиков для расфасовки сметаны и других продуктов. Полиэтилен высокого давления низкой плотности используют для изготовления пленок. Полиэтиленовая пленка толщиной от 0,2 до 0,02 мм отличается высокой газопроницаемостью. Она используется для упаковки жидких и гигроскопичных продуктов (кондитерские изделия и т. п.). Благодаря морозостойкости и хорошей теплопроводности такая пленка применяется для контактного замораживания и размораживания мяса, птицы, рыбы и др. Упакованные под вакуумом в пленку замороженные мясные блюда хорошо сохраняются при температуре минус 20 °С в течение 3–4 мес. Хорошо сохраняются соки, фасованные в пакеты из комбинированных материалов: целлофан-полиэтилен (ПЦ-2), из бумаги с полиэтиленовым покрытием типа тетрапак.

Проницаемость диоксида углерода через полиэтиленовую пленку в 2–5 раз выше кислородопроницаемости. Поэтому полиэтиленовую пленку используют при хранении плодоовощной продукции в модифицированной атмосфере. Мелкую упаковку – пакеты по 0,5–1 кг из экономических соображений главным образом применяют для цитрусовых плодов, груш, ягод, а для более дешевых плодов и овощей используют крупные упаковки (ящики, камеры) с полимерными вкладышами.

Применяется также новая упаковка лин-пак, представляющая собой кувшин из полимерного материала с включением мела. Полностью утилизируется: разлагается в течение нескольких дней. Легко наносится рисунок. Тара пригодна для автоматической расфасовки продукта с температурой от 2 до 75 °С.

Большинство полимерных упаковочных материалов обладает комплексом ценных свойств, однако среди них нет ни одного материала, который бы полностью удовлетворял отмеченным ниже требованиям (табл. 8). Поэтому полимерную тару и упаковку стараются изготавливать из комбинированных материалов, сочетающих лучшие свойства своих отдельных компонентов.

Таблица 8 – Сравнительная оценка некоторых полимеров

Полимер	Преимущество	Недостаток
Целлофан	Прочен, прозрачен, мало газопроницаем, отвечает санитарно-гигиеническим требованиям	Нестоек к влаге, малоэластичен, трудносвариваем
Полиэтилен	Химически устойчив, легко сваривается, водостоек, мало паропроницаем	Кислородопроницаем, малопрочен, неустойчив к жирам
Полиэтилен-терефталат	Прозрачен, прочен, мало газо- и водопроницаем, отвечает санитарно-гигиеническим требованиям	Плохо сваривается

5.3. Комбинированная тара с использованием алюминия

Подбирая необходимое сочетание компонентов, можно получать многослойный упаковочный материал практически любыми заданными свойствами не только из многослойных полимерных пленок, но и из бумаги или картона с полимерами, или из алюминиевой фольги с полимерами и т. д.

В пищевой промышленности используются упаковочные комбинированные материалы на основе алюминиевой фольги, имеющие структуру: полимер-алюминиевая, фольга-полимер или полимер-бумага-алюминиевая фольга-полимер. Внешний слой полимера защищает материал от механических повреждений и от действия химически агрессивных факторов. Внутренний слой должен обеспечивать термическую сварку, защищать поверхность алюминиевой фольги от действия пищевого продукта. За рубежом применяются ламинаты с торговым названием алюсил и стералкон. Состав стералкона:

- лак на основе эпоксидных смол;
- алюминиевая фольга (толщиной 0,06–0,25 мм);
- двухкомпонентный адгезив (клей) на основе полиуретановых смол;
- полипропилен (0,015–0,070 мм).

Стералкон инертен к жирам, стоек к кислотам и щелочам, выдерживает температуру стерилизации до 140 °С, воспринимает печать, поддается пневмоформованию и тепловой сварке. В отечественной про-

мышленности для мясных, мясорастительных, рыбных консервов используется аналогичный материал – *ламистер* (ТУ 15-0463801-06-91). Основой композиции служит фольга толщиной 70–120 мкм, внешняя сторона которой покрыта слоем пищевого лака ЭП 51-18 толщиной 4–6 мкм. К внутренней стороне методом сухого каширования приклеивается полипропиленовая пленка толщиной 50 мкм, обладающая высокой химической инертностью.

Ламистер выдерживает стерилизацию в модельных средах (3 %-й раствор уксусной кислоты, 2 %-й раствор винной кислоты или белковой жидкости). Хорошо штампуются. В 2 раза легче алюминиевой ленты, и, следовательно, расход алюминия меньше, чем на производство алюминиевой тары. Используются прямоугольные банки вместимостью 240 см³, 260 см³.

Применение в пищевой промышленности находят коробки из комбинированных материалов в форме параллелепипедов для мелкой фасовки молока или соков асептического розлива (0,20–1,00 дм³). Такая тара состоит из нескольких слоев материалов. Например, упаковка *тетра-брик-асептик* изготавливается из четырехслойного материала полиэтилен-бумага-алюминиевая фольга-полиэтилен.

Автоматы работают на рулонном материале. Одновременно выполняются стерилизация упаковочного материала (ультрафиолетовыми лучами, пероксидом водорода), формование упаковки, наполнение ее продуктом и герметизация путем термоконтантной сварки.

Перспективным является применение для изготовления консервной тары алюминия и его сплавов в сочетании с лаковым покрытием.

5.4. Факторы, влияющие на выбор тары

Выбор тары зависит от ряда факторов:

- вида продукта и его особенностей, в первую очередь химического состава;
- способа и условий обработки продукта (например, в жестяные банки № 14 и 15 фасуют консервы горячим розливом или пастеризуемые при температурах не выше 100 °С);
- предполагаемой продолжительности хранения (в цельной жестяной банке, например, продукт хранится хуже, чем в сборной жестяной, в стеклянной – лучше, чем в металлической);

- экономической эффективности производства и использования тары.

В последнее время на выбор тары также влияют ее экологичность, возможность утилизации. Способы утилизации различны для разных видов тары.

Стеклобой, образующийся в процессе производства консервов, моют с удалением остатков продукта и сдают на склад.

Затем отправляют на стеклозавод, где его дробят, плавят и используют при производстве новой стеклотары (можно вносить 20–70 % стеклобоя без ухудшения качества). Стеклобой можно использовать вместо песка или гравия при производстве бетона, асфальта.

Отработанную металлическую тару плавят и используют вторично. Выплавка алюминия из лома позволяет сэкономить до 90 % энергии, необходимой для выплавки его из руды. Эффективность вовлечения вторичного алюминиевого сырья обусловлена высокой стоимостью алюминиевых отходов и дешевизной их переработки. Дешевле всего утилизировать упаковки из жести.

Переработка полимерных материалов обходится на порядок дороже из-за сложных и трудоемких процессов.

Экологические вопросы по полимерной таре и материалам решаются по следующим направлениям:

- применение многооборотной тары (высокопрочные бутылки из ПЭТФ для соков, вина, минеральной воды и др.);

- сжигание использованной полимерной упаковки в качестве топлива ТЭЦ и для бытовых нужд (2 т упаковки по теплотворной способности эквивалентны 1 т нефти);

- использование отходов полимерной тары при производстве строительных материалов (синтетическая «древесина», устойчивая к биодegradации), водопроводных труб, ящиков, контейнеров и др.;

- использование саморазрушающейся полимерной тары.

В настоящее время основными видами тары в консервной промышленности являются жестяные банки и стеклянные банки и бутылки. Каждый из этих видов тары имеет свои специфические особенности, достоинства и недостатки (табл. 9).

Принято считать основным недостатком стеклянной тары ее значительную массу: например, масса обычной стеклянной банки объемом 0,5 дм³ – около 250 г. Однако фирма Pepsico выпустила сверхлегкую бутылку для воды массой 10,9 г (емкость 0,5 л), а ее конкурент – Coca-cola – имеет бутылку массой 12,5 г.

Таблица 9 – Сравнительная оценка жестяной и стеклянной тары

Жестяная тара	Стеклянная тара
Незначительная масса (10–17 % от массы нетто): снижение транспортных расходов	Значительная масса (35–50 % массы нетто)
Механически прочна, термостойка: возможна механизация и автоматизация процессов передачи по операциям	Механически и термически нестойка: дополнительные потери тары и продукта. Необходимость подогрева перед фасованием. Возможность попадания стекла в банку
Подвержена коррозии: дополнительные затраты на защитное покрытие (олово, лаки, эмали)	Химически стойка: обеспечивает длительное сохранение консервов без ухудшения качества
Непрозрачна: не разрушаются на свету пигменты и витамины	Производится на стеклозаводах
Однократно используется: простота подготовки, но расход металла	Многооборотная: экономия сырья для производства тары, но расход на содержание приемных пунктов и транспортировку необходимость тщательной мойки
Высокая теплопроводность: быстрее прогревается при стерилизации	Низкая теплопроводность
Высокая прочность укупорки: возможна стерилизация без противодавления	Низкая прочность укупорки
	Наличие отечественных ресурсов сырья
	Высокая экологичность

5.5. Алюминиевая тара

Металлическая тара – это алюминиевые банки и тубы, также хромированная и алюминированная жестяная тара, лакированные жестяные банки.

Алюминиевая фольга (и упаковочные материалы из нее) удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к материалам для расфасовки продуктов питания:

- непроницаема для влаги, света, масел, запахов и кислорода;
- сохраняет прочность при низких температурах, хорошо формируется;
- практически не содержит микроорганизмов;
- теплостойкость и теплопроводность обеспечивают возможность стерилизации;
- способна к окрашиванию и иным покрытиям, тиснению, нанесению текстов;
- пригодна к переработке после использования.

Алюминий и его сплавы выпускают в листах или лентах шириной от 66 до 1000 мм, толщиной 0,25–0,20 мм. Лента из алюминия обладает недостаточной коррозионной стойкостью к большинству консервированных пищевых продуктов. Поэтому такую ленту лакируют. Толщина лакового покрытия 5–9 мкм.

Для изготовления консервной тары может применяться *алюминированная лакированная жесть*, которую получают путем нанесения на прокат тонкой стальной ленты слоя алюминия толщиной 1–5 мкм.

К недостаткам алюминия относят его низкую механическую прочность. Так как алюминий нельзя паять, то его применяют для изготовления цельноштампованных банок небольших размеров, крышек (в том числе для стеклянных банок).

Из *листового алюминия* толщиной 4–5 мм изготавливают тубы для фасовки консервированной пюреобразной продукции, главным образом для питания детей, а также нестерилизуемых рыбных паст, стерилизуемых рыбных паштетов.

Алюминиевые тубы технологичны в изготовлении – лента легко штампуется и лакируется. Процессы производства туб, наполнения и упаковки легко поддаются механизации и автоматизации на всех участках. Стоимость туб, расход материалов, отношение массы тары к массе нетто значительно ниже, чем соответствующие показатели для стеклянной тары той же вместимости. Кроме того, преимуществом является красочность упаковки, легкость вскрытия. Меньшая продолжительность стерилизации консервов в тубиках по сравнению с продолжительностью стерилизации консервов в стеклянных и жестяных банках, обусловленная их размерами и формой, позволяет более полно сохранить в продукте витамины, первоначальные вкус, цвет, запах и другие качества.

Для стерилизуемых консервов используют тубы с закрытым носиком, поверх которого навинчивают пластмассовый бушон. Используют алюминий марки А7. Толщина стенки тубы – 0,12–0,17 мм, толщина пленки на носике – 0,08–0,12 мм. Внутренняя поверхность алюминиевых туб лакируется пищевыми лаками, на наружной стороне печатается красочная этикетка.

Тубы, предназначенные для фасовки консервов детского питания, заполняют со стороны хвостовой части. Для обеспечения герметизации на внутреннюю часть открытой тубы на расстоянии 1–3 мм от края предварительно наносят кольцевую полосу водно-аммиачной пасты шириной 10–12 мм и подсушивают.

После заполнения тубы ее герметизируют за счет образования одно- или двустороннего замка в 3 или 5 изгибов (рис. 18).

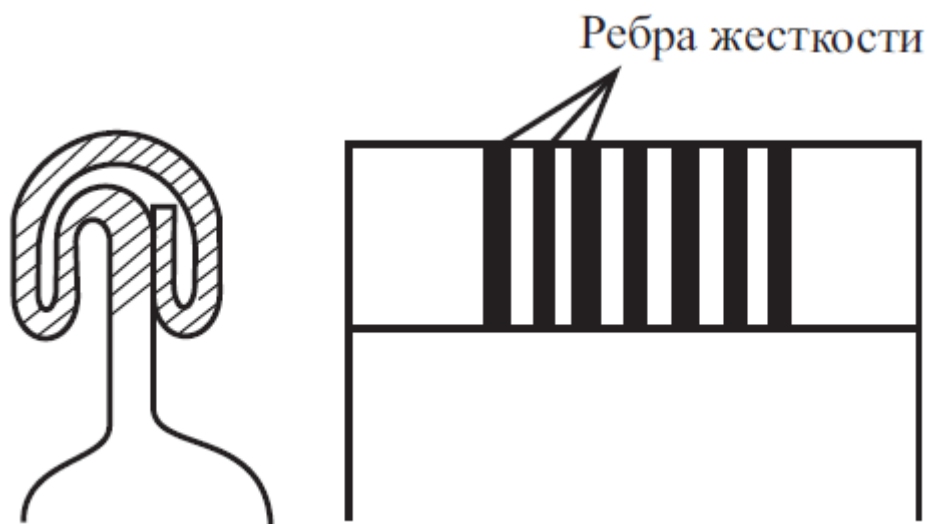


Рисунок 18 – Схема замка хвостовой части тубы

Для упрочения замка с одной или с двух сторон выполняется несколько зигов.

Технологическая схема производства алюминиевых туб представляет собой ряд последовательных операций:

- вырубку заготовок (в форме шайб из алюминиевых полос);
- голтовку заготовок (обработку во вращающемся барабане для сглаживания заусениц);
- отжиг заготовок (при температуре 520 °С 1,5–2 ч для устранения внутренних напряжений в металле);
- промывку (15–20 мин в 2 %-м в кипящем растворе кальцинированной соды и в теплой воде);
- смазку (нанесение слоя жира в голтовочном барабане);

- прессование (ударное холодное выдавливание туб);
- обрезку по длине;
- торцовку носика и нарезку резьбы;
- отжиг туб (для придания мягкости и эластичности);
- лакирование внутренней поверхности и сушку;
- наружную окраску и сушку; нанесение рисунка и сушку.

5.6. Жестяная тара

В последнее время на мировом рынке упаковки из металла господствуют алюминиевые банки для пива и безалкогольных напитков. Однако, начиная с 1996 г., производители стали возвращаться к изготовлению стальной банки. Это объясняется тем, что удалось значительно снизить ее массу (в среднем с 28 до 19 г), а значит, и себестоимость. Сегодня алюминиевая банка обходится производителю примерно в 3 раза дороже, чем банка из стали (жести). К другим преимуществам белой жести относятся достаточная прочность и высокая теплопроводность, технологичность (легко поддается обработке, легко герметизируется).

Металлические банки для консервов бывают двух типов: сборные и цельноштампованные (рис. 19).

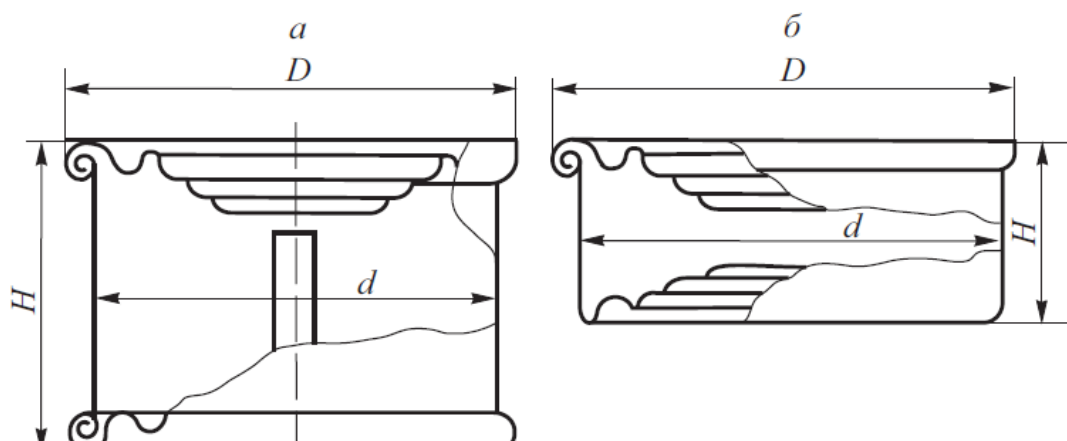


Рисунок 19 – Сборные (а) и цельные (б) круглые металлические банки

Сборные банки бывают круглого и прямоугольного сечения, а цельные банки – круглого и фигурного сечения (прямоугольные, овальные, эллиптические).

Жестяные банки могут иметь корпус из жести, а концы из алюминия, например, банка № 20А. Перечень и характеристики наиболее

часто используемых металлических банок круглого сечения приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Основные параметры жестяных банок

Принятые обозначения банки (номер)	Вместимость, см ³	Наружный диаметр, мм	Наружная высота, мм	Номер жести		Тип банки
				для корпуса банки	для концов банки	
1	110	76,0	31,5	0,20	0,22	Цельная
3	250	103,0	39,0	22	25	Сборная
7	325	76,0	84,0	20	22	Сборная
8	355	103,0	54,0	22	25	Сборная / цельная
9	370	76,0	95,0	20	22	Сборная
12	580	103,0	82,0	22	25	»
13	895	103,0	124,0	22	25	»
14	3030	157,1	172,0	25	28	»
15	8880	218,0	250,0	28	32	»

Примечание: для цельноштампованной алюминиевой банки № 1 толщина алюминия для корпуса банки равна 0,25 мм, для крышки – 0,27 мм.

5.6.1. Производство жестяной тары

Наиболее распространена жестяная сборная цилиндрическая банка, состоящая из трех частей: крышки, доньшка и корпуса. Крышка и дно, которые совершенно одинаковы по конструкции, называются концами.

Технологическая схема производства сборных жестяных банок представлена на рисунке 20. Раскрой жести осуществляется на полосы по длине и бланки по ширине. Часть банок используется для штампования крышек. При этом на концах выполняются концентрические кольца, определяющие рельеф крышки, – бомбажные кольца.

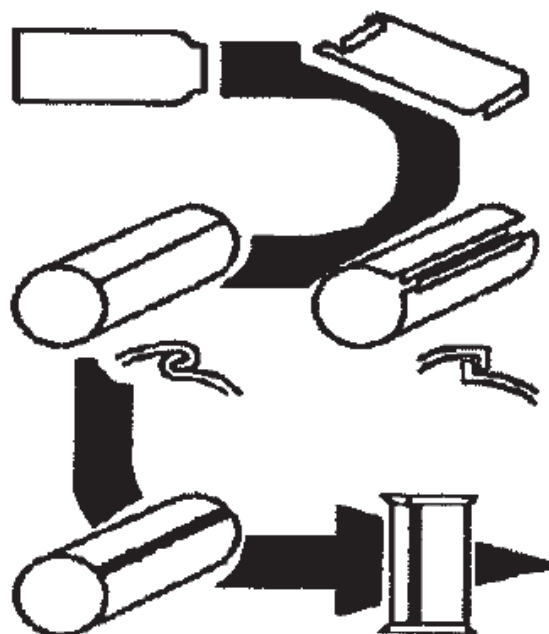
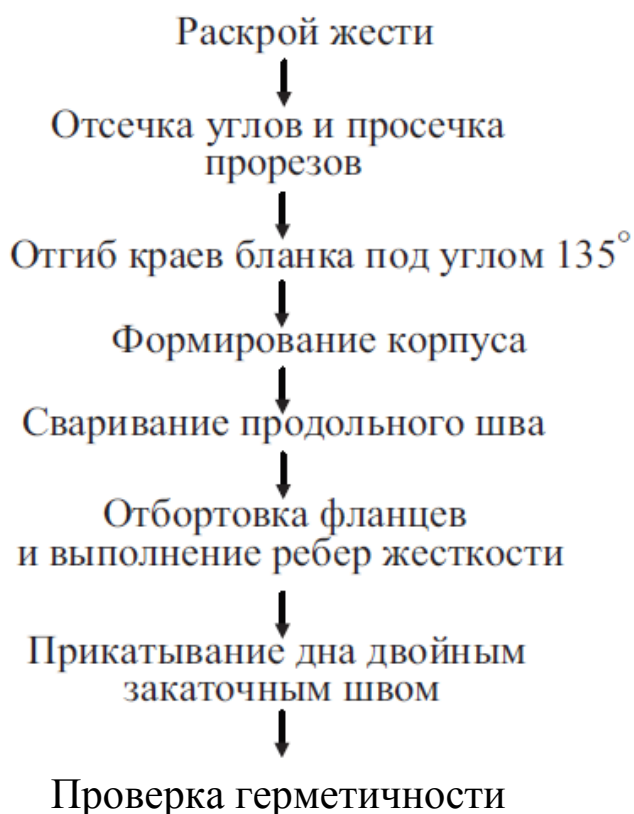


Рисунок 20 – Технологическая схема производства жестяной банки

Рельеф крышки обеспечивает необходимые изменения объема банки при стерилизации. Рельеф может быть вогнутым и выпуклым (обратным) (рис. 21).



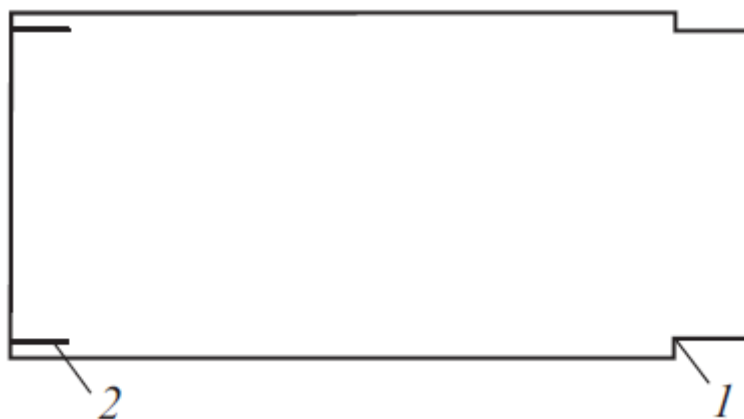
Рисунок 21 – Рельеф концов жестяной банки:
а – обычный; б – обратный

При охлаждении томатной пасты, расфасованной горячим розливом, в банке образуется вакуум. Обратный рельеф в этом случае обуславливает втягивание концов и предупреждает деформацию корпуса банки. В процессе стерилизации консервов «Говядина тушеная» давление в банке резко возрастает, так как мясо фасовали с низкой температурой. Рельеф обуславливает прогибание крышки и увеличение объема банки – вздутие. После охлаждения крышка садится на

место. Рельефные кольца снимают давление, но вызывают нарушение лакового и оловянного покрытия.

После подвивки кромки (загибания края крышки по всей окружности) в концентрическую канавку крышки наносится слой водно-аммиачной пасты. В ее состав могут входить латекс, казеинат аммония, полиакриламид, каолин, вода, аммиак и др. При высыхании образуется эластичный слой, который обеспечивает герметичность закаточного шва, плотно заполняя зазоры между слоями жести. Без уплотнительного материала даже при очень сильном сжатии слоев жести закаточный шов оказывается проницаемым для воздуха.

На бланках для корпуса выполняется отсечка углов 1 и просечка прорезов 2 (рис. 22). Корпус банки образуется после свертывания в цилиндр прямоугольного бланка жести, на котором предварительно загнуты края под углом 135° , и последующего склепывания краев «в замок». Получившийся шов, называемый продольным, герметизируется путем пропайки оловянно-свинцовым припоем, например, ПОС-90 (90 % олова).



*Рисунок 22 – Бланк для корпуса:
1 – отсечка; 2 – просечка*

Шов должен быть равномерно пропаян. Припоя на внутренней поверхности банки не должно быть. Продольный шов состоит из четырех слоев жести (рис. 23, а). На торцах (возле вырубленных уголков) просеченные и загнутые края пластинки накладываются на боковую поверхность корпуса, образуя после пропайки соединение внахлестку, состоящее только из двух слоев жести (рис. 23, б), которое при отбортовке дает четыре слоя. Таким образом, нормальный углошов по месту соединения продольного и двойного закаточного шва будет содержать не 11, а всего 7 слоев жести.

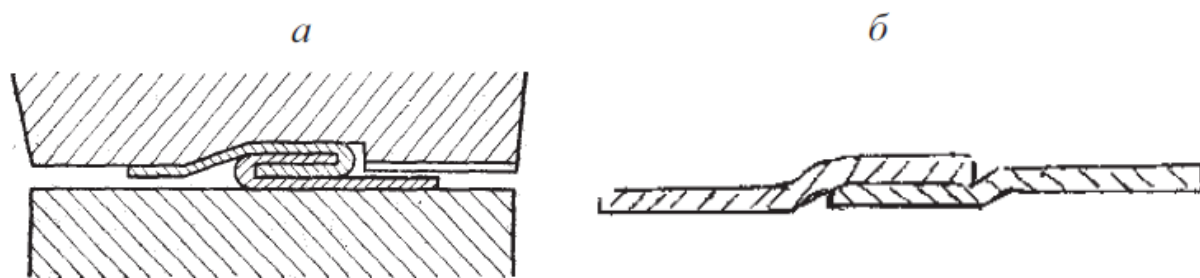


Рисунок 23 – Формирование продольного шва:
а – шов в замок; б – шов внахлестку

На корпусе банки выполняют кольца жесткости – канавки по всей окружности, придающие жесткость корпусу.

Жестяные банки герметизируют. Привальцовка концов к корпусу банки осуществляется на закаточных машинах. Закаточный шов формируется в две последовательно выполняемые операции. Ролики первой операции подкатывают фланец крышки под фланец корпуса банки. Ролики второй операции окончательно оформляют шов, обкатывая и плотно сжимая все пять слоев жести. Последовательность образования двойного закаточного шва изображена на рисунке 24.

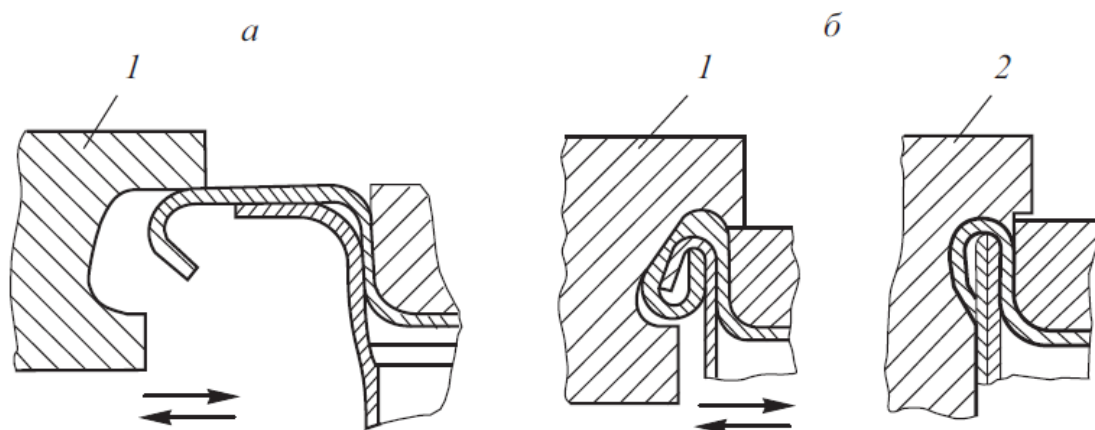


Рисунок 24 – Последовательность образования двойного закаточного шва:
а – первая операция; б – начало и конец второй операции; 1 – закаточный ролик первой операции; 2 – закаточный ролик второй операции

Хранят жестяные банки при температуре не ниже 4 °С и при влажности воздуха не более 75 %. Банки из нелакированной жести электролитического лужения содержат при влажности не более 65 %. Не допускается хранение банок в одном помещении с материалами, вызывающими коррозию и загрязнение банок.

5.6.2. Контроль герметичности тары

Изготовленные банки проходят контроль герметичности на воздушно-водяном тестере. На заводе-изготовителе контролируются все банки. При поставках для контроля герметичности отбирается 200 штук от партии (браковочное число 1). Банку зажимают между фланцами. С открытой стороны фланец имеет уплотнительную прокладку, герметизирующую внутреннюю полость банки. Банку опускают в водяную ванну, и через штуцер и гибкий шланг подают под давлением воздух. Давление зависит от вместимости банки и ее размера:

- для банок вместимостью до 1000 см^3 и диаметром до 100 мм
 $P = 90 - 110 \text{ кПа}$;
- вместимостью более 1000 см^3 и диаметром 100–153 мм
 $P = 85 - 95 \text{ кПа}$;
- вместимостью более 1000 см^3 и диаметром более 153 мм
 $P = 70 - 80 \text{ кПа}$.

Банку считают негерметичной, если во время испытаний в воде появляются непрерывно выделяющиеся пузырьки воздуха. Если пузырьки выделяются, прерываясь, то их собирают в опрокинутый мерный цилиндр, заполненный водой. За 30 с должно выделиться до 5 см^3 воздуха.

Для лабораторных определений герметичности в банку вводят небольшое количество ($0,5-1,5 \text{ см}^3$) эфира. Укупоривают и помещают в воду с температурой $70-80 \text{ }^\circ\text{C}$. При негерметичности банки начинают выделяться пузырьки эфира.

Негерметичность пустой жестяной банки может быть обусловлена негерметичностью по продольному шву (плохо пропаян), по углошву (неправильно обрублено поле, плохо пропаян шов), по закаточному шву.

Негерметичность двойного закаточного шва может быть обусловлена:

- неправильно нанесенной уплотняющей пастой (плохо высушена или нанесена дважды);
- недостаточной отбортовкой фланца (не обеспечивает формирование закаточного шва);
- недостаточно обжатым швом.

Укупоренные банки с консервами проверяют на герметичность. Если консервы изготовлены без жидкой фазы (мясо тушеное, лосось натуральный и др.) и фасованы в жестяные банки, то проводят 100 %-ю

проверку их на герметичность путем погружения в горячую воду с температурой 85–90 °С. При этом находящийся в банках воздух расширяется, давление в них повышается. В случае негерметичности пузырьки воздуха выходят из швов банок. Испытание может производиться путем непрерывного перемещения банок по желобу, опущенному в горячую воду. Негерметичные банки вручную удаляют из потока.

Такой способ проверки на герметичность возможен только тогда, когда продукт закатан в холодном состоянии и на безвакуумных закаточных машинах. Для остальных консервов пользуются методами выборочной проверки наполненных жестяных банок на герметичность. Один из методов лабораторного контроля связан с использованием прибора Бомбаго.

Более перспективным способом проверки герметичности закаточного шва является использование современного электронного оборудования, которое уже используют в других отраслях пищевой промышленности, в частности при производстве пива и соков, расфасованных в металлическую тару.

5.6.3. Требования к жести

Материалом для производства консервной жестяной тары служит белая жечь, представляющая собой сталь, покрытую с двух сторон защитным слоем олова.

Защитные свойства оловянного покрытия были открыты еще в 1200 гг. в Богемии. Рецепт держался в секрете около 400 лет. Промышленный выпуск банок из луженой жести начался в 1810 г. Олово способно реагировать с атмосферным кислородом с образованием поверхностного слоя оксида, который предохраняет олово от дальнейшей коррозии в водной нейтральной или слабокислой среде. При производстве кислых фруктовых соков поверхностные оксидные слои на олове и на алюминии могут не обеспечить необходимой защиты металла.

В зависимости от способа нанесения защитного оловянного покрытия (полуды) белая жечь выпускается двух видов – горячего и электролитического лужения.

При горячем лужении листы подготовленной черной жести пропускают через ванну с расплавленным оловом. При этом невозможно получить тонкий (менее 1,5 мкм), равномерный по всей поверхности слой олова. Конструкция агрегатов позволяет производить горячее лу-

жение листов только определенных размеров (например, 712×512 мм), что вызывает повышенные потери металла при раскросе некоторых видов банок.

Толщина оловянного покрытия при электролитическом лужении может быть снижена до 0,3 мкм. Расход олова при этом уменьшается в 2,5 раза и более по сравнению с горячим лужением. Кроме того, при электролитическом лужении легко получать разную толщину слоя олова с одной и другой стороны листа жести.

Для повышения стойкости белой жести электролитического лужения ее пассивируют, нанося химическим или электрохимическим способом на поверхность луженого листа оксидные пленки. После пассивации на полосу жести в агрегате электролитического лужения наносится тончайшая пленка масла (0,01 мкм), которая служит дополнительной защитой жести от коррозии при ее транспортировке и хранении, а также предохраняет оловянное покрытие от истирания.

Различают жечь ГЖК (горячелуженую жечь консервную) I и II классов, жечь ЭЖК (электролитически луженую жечь консервную) I, II и III классов при одинаковой с обеих сторон толщине покрытия оловом (массе олова) и различают жечь классов Д I, Д II и Д III при неодинаковой толщине покрытия оловом (табл. 11).

Таблица 11 – Номинальная масса олова

Класс покрытия	Номинальная масса олова с каждой стороны на 1м ² , г	
	Для ГЖК	Для ЭЖК
I	25	2,8
II	33,6	5,6
III	–	8,4
Д I	–	2,8/5,6
Д II	–	2,8/8,4
Д III	–	5,6/8,4

От толщины жести зависит ее обозначение. Для консервной тары используют жечь горячего лужения № 22–32 толщиной от 0,22 до 0,32 мм и электролитического лужения № 16–36 толщиной от 0,16 до 0,36 мм. Применение тонкой жести (0,20–0,22 мм) позволяет уменьшить расход металла, удлинить срок службы оборудования жестянобаночного цеха, улучшить качество банки.

При оценке качества жести определяют внешний вид, толщину листа, эластичность, пластичность (прочность), пористость и количество полуды. Массу оловянного покрытия определяют йодометрическим методом.

Осмотр жести проводят без применения вспомогательных (увеличительных) приборов. Листы должны иметь прямоугольную форму, поэтому оценивают отклонение от прямоугольной формы, определяя косину реза K и серповидность S исходя из линейных размеров листа жести (рис. 25).

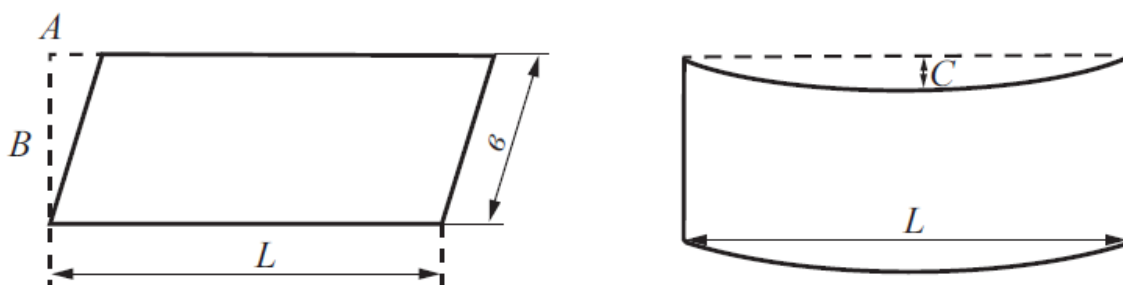


Рисунок 25 – Определение косины реза K и серповидности S :

$$K = 100 A/B, S = 100 C/L$$

При оценке жести толщину листа измеряют микрометром с точностью до 0,01 мм.

Поверхность жести должна быть глянцевой без трещин, нарушающих целостность полуды, без наплывов олова (не считая кромки листа), без ржавых пятен и незалуженных участков. Жесть марки ГЖК I класса покрытия не должна иметь более пяти пор, II класса – более трех пор на 1 см² поверхности. Пористость определяется по реакции с железосинеродистым калием в желатине.

Жесть консервная должна выдерживать восьмикратный перегиб на 90° вокруг губок с радиусом 1,5 мм без появления признаков надлома или отслоения олова.

Оловянное покрытие может иметь дефекты (царапины, пузыри, незалуженные участки) и недостаточно хорошо защищает железо от агрессивного воздействия продуктов. Поэтому белую жесть приходится с внутренней стороны лакировать.

Для предохранения наружной стороны металлической тары от атмосферной коррозии и для придания хорошего товарного вида ее также покрывают лаками и красками. Консервные лаки изготавливают на масляносмольной основе (например, лак ФЛ-561) или на эпоксифенольной основе (например, ФЛ-559, ЭП-527 и ЭП-547).

Хранят жесть при температуре не ниже 4 °С и относительной влажности воздуха не выше 80 %.

5.6.4. Коррозия внутренней поверхности тары

Наличие кислорода воздуха в банке способствует коррозии металлической тары в процессе стерилизации и хранения консервов. Коррозия металлической консервной тары может рассматриваться как электрохимический процесс, связанный с работой множества микрогальванических элементов (МГЭ), находящихся на поверхности жестяных банок. МГЭ «Sn–продукт–Fe» образуется в порах оловянного покрытия, где оголена железная основа и где, следовательно, имеются два соприкасающихся металла-электрода, погруженных в пищевой продукт, являющийся электролитом.

Кроме того, МГЭ получаются в результате работы гальванопар, образованных промежуточными слоями между железной основой и оловянным покрытием. Таких промежуточных слоев-электродов имеется не меньше трех: слой FeSn_2 , который образует с соединенным с ним слоем олова, сопряженный потенциал FeSn_2+Sn , в результате чего возникает гальванический элемент Sn–продукт– FeSn_2+Sn . Далее в глубину расположены гальванопары FeSn_2+Sn –продукт– FeSn_2 и FeSn_2 –продукт–Fe.

Наконец, на поверхности жестяной тары, соприкасающейся с продуктом, образуется множество гальванических элементов, образованных микрокристалликами Sn, которые могут рассматриваться как два разных электрода с неодинаковым потенциалом. Олово, которое весьма неоднородно как в химическом отношении, так и по физической структуре, к тому же находится в гетерогенной пищевой среде. Таким образом, получается еще один тип МГЭ «Sn–продукт–Sn».

Известно, что если погрузить два соединенных между собой металла Me_1 и Me_2 в электролит, то при наличии неодинаковых потенциалов этих электродов и благодаря образованию контактной разности потенциалов Me_1/Me_2 происходит переход электронов с одного электрода Me_1 (более электроотрицательного) на другой Me_2 . Возникает электрический ток. С электрода Me_1 выделится в электролит некоторое количество ионов Me_1^+ , а на электроде Me_2 разрядится соответствующее количество ионов Me_2^+ , превратившись в металл Me_2 .

В результате создается самопроизвольно протекающий электрохимический окислительно-восстановительный процесс, при котором

Me_1 , имеющий более электроотрицательный потенциал, будет растворяться (окисляться), а на Me_2 будут разряжаться (восстанавливаться) ионы Me_2^+ и выделяться в металлическом виде Me_2 .

В теории коррозии активный, т. е. более электроотрицательный, растворяющийся электрод называется анодом, а парный к нему электрод, на котором происходят восстановительные реакции, – катодом. В таблице напряжений железо, имеющее нормальный электроотрицательный потенциал 440 мВ, стоит выше, чем олово, нормальный потенциал которого составляет всего 136 мВ. Получается, что в электрохимических процессах анодом должно быть железо, а катодом – олово, т. е. в результате работы гальванического элемента Fe–продукт–Sn должно происходить растворение железа с выделением водорода на катоде.

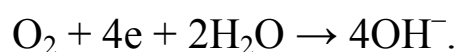
Однако значения нормальных потенциалов металлов, так называемый «ряд напряжений», относятся к воде при температуре +25 °С. Эти потенциалы меняются при погружении металлов в горячие растворы (например, пищевые продукты), причем в зависимости от химического состава среды металлы могут становиться то более, то менее электроотрицательными.

Олово и железо могут играть попеременно роль анода или катода не только в разных консервах, но даже в одном и том же продукте, в одной и той же консервной банке из-за гетерогенности среды, и неодинаковой скорости диффузии ионов образующихся продуктов. Таким образом, процесс электрохимической коррозии в консервной банке может протекать с растворением как олова, так и железа.

Обратимость полюсов гальванических элементов зависит от химического состава среды и от времени работы МГЭ. Некоторое время в гальванопаре Fe–Sn анодом может быть сначала, например, олово, а затем полюса в связи с изменившимся составом среды меняются, начинает растворяться железо. Так, консервы «Камбала в масле», в которых происходит только анодное растворение железа, могут дать при хранении водородный бомбаж. Накопления же солей олова в этих консервах не происходит.

Процесс коррозии банок из белой жести с томатной пастой обычно протекает с интенсивным растворением олова, а после растворения слоя олова теряет свое защитное действие и слой $FeSn_2$, что приводит к постепенному растворению железа. В среде компота из клубники вначале растворяется олово, а затем сразу начинается растворение железа, и коррозия завершается прободением стенок банки.

Коррозия усиливается в присутствии окислителей, например ионов трехвалентного железа, восстанавливающихся на катоде до двухвалентного по схеме $\text{Fe}^{3+} + e = \text{Fe}^{2+}$. Поэтому следует избегать попадания солей железа в продукт. Наиболее сильным ускорителем коррозии является кислород воздуха, находящийся в незаполненном продуктом пространстве консервной банки или поглощенный продуктом на каком-либо технологическом процессе, связанном с сильной аэрацией (при протирании, центрифугировании и т. п.). При этом связывание электронов происходит по схеме



Защитная водородная пленка, приостанавливающая коррозию, не образуется.

Для защиты от коррозии внутренней поверхности тары принимаются такие меры, как удаление воздуха из банки, снижение температуры хранения продукта, применение качественных покрытий (лаков и эмалей).

5.7. Стеклоянная тара для консервов

Стеклоянная тара – банки, бутылки – широко распространена в консервной промышленности. В отдельные года выпуск плодoоощных консервов в стеклоянной таре достигал 70–80 % общего выпуска консервов.

Для фасования пищевых жидкостей можно использовать стеклоянные бутылки по ГОСТ 10117.2-2001 «Бутылки стеклоянные для пищевых жидкостей. Типы, параметры и основные размеры». Бутылки укупориваются корончатыми или винтовыми крышками.

Для фасования кетчупа, соков и нектаров чаще используют бутылки, укупориваемые резьбовыми крышками.

Параметры и размеры стеклоянных банок нормируются стандартом – ГОСТ 5717.2-2003 «Банки стеклоянные для консервов. Основные параметры и размеры» (табл. 12).

Номинальная вместимость – вместимость тары, определяющая заданный объем жидкости, который используют для маркировки тары. Полная вместимость – вместимость тары, определяющая объем жидкости, помещенной до верхней плоскости торца венчика горловины.

Таблица 12 – Параметры и размеры стеклянных банок

Вместимость, см ³		Номер венчика горловины	Общая высота банки Н, мм	Диаметр цилиндрической части D, мм
Номинальная	Полная			
250	280±10	53,58,63,66	99,0±1,0	70,0±1,3
350	385±10	63,66	124,0±1,1	71,0±1,3
500	560±15	70, 82, 89	117,0±1,1	88,0±1,5
650	700±15		140,0±1,2	88,0±1,5
800	865±15		161,0±1,3	92,0±1,6
1000	1060±20			104,0±1,8
1500	1550±20		194,0±1,4	114,0±1,9
2000	2080±30		206,0±1,4	132,0±2,1
3000	3200±50	70, 82, 89, 100, 110	235,0±1,5	153,0±2,3

Согласно ГОСТ 5717.2-2003, в зависимости от способа укупорки и формы венчика горловины (рис. 26) различают три типа банок: обкатной (тип I), обжимной (тип II), резьбовой (тип III). Банки имеют условные обозначения, которые состоят из обозначения типа укупорки (I, II, III), номера (диаметра) венчика горловины и вместимости (см³, мл). Например, банка I-82-1000 – это банка обкатная с диаметром венчика горла 82 мм, вместимостью 1000 см³. Банка резьбовая с диаметром венчика горла 66 мм вместимостью 350 см³ будет иметь обозначение III-66-350. Возможно указание варианта: III-4-66-1-300.

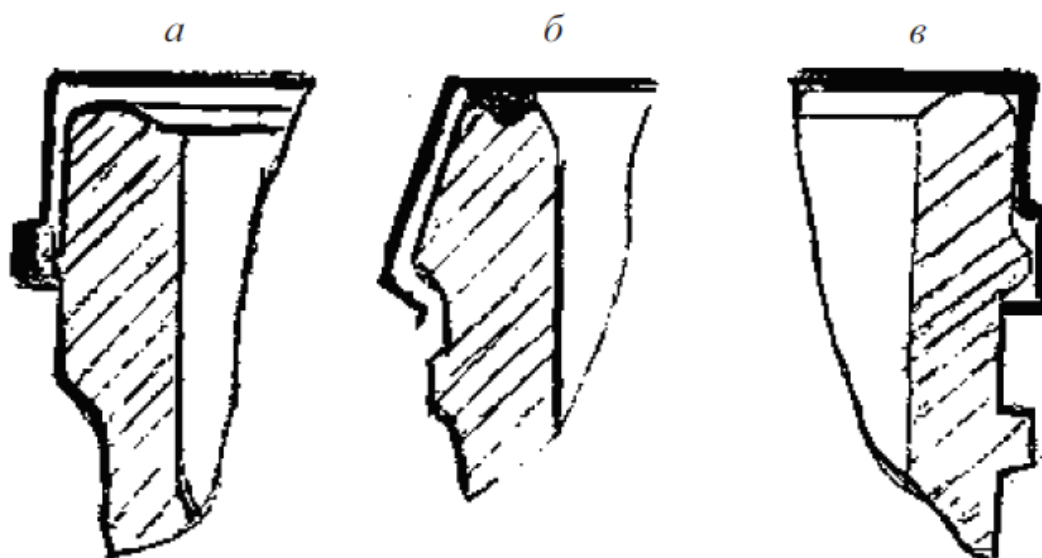


Рисунок 26 – Типы венчиков горловины стеклянной тары (профиль): а – обкатной (тип I); б – обжимной (тип II); в – резьбовой (тип III)

Ранее использовалось нерациональное обозначение банок. Так, в литературе еще встречаются обозначения 83-1 (банка с диаметром венчика 83 мм и вместимостью 0,5 л), 83-2 (1,0 л), 83-3 (3,0 л), 83-4 (10,0 л) и 83-6 (2,0 л).

Тип I (банка стеклянная консервная обкатная, ранее обозначавшаяся СКО). Герметизация осуществляется за счет резинового кольца, расположенного внутри крышки по ее периферии.

Кольцо прижимается к венчику банки при обкатывании металлической крышки вращающимися роликами закаточной машины. Для вскрытия банки требуется большое усилие, при котором не исключено разрушение венчика горла.

Тип II (банка стеклянная консервная обжимная, «Еврокап»).

Края крышки обжимаются вокруг горла банки, частично заходя под конусообразный уступ горловины. На крышке выполнены многочисленные лепестки, гофры. Нижний край борта крышки закатан наружу в виде ободка, разделенного сквозными просечками на 20–40 частей. Это обеспечивает механическое удержание крышки, но не дает полной герметичности. Герметизация обеспечивается с помощью эластичного слоя, нанесенного в виде кольца на внутренней торцевой поверхности крышки. Уплотняющее кольцо получают нанесением специальной пасты (например, водно-аммиачной) на торцевую часть крышки и ее последующей термообработкой.

В процессе стерилизации консервов идет постепенный выход паровоздушной смеси из банки при повышении в ней давления. При охлаждении консервов после стерилизации и создании вакуума в банке эластичная паста плотно прижимается к торцу горла банки.

Тип III (резьбовая или винтовая, twist-off).

Механическое удержание крышки обеспечивается за счет завинчивания ее на горле банки (чаще всего за $\frac{1}{4}$ оборота) по направляющим наплывам стекла (заходам резьбы) на горле банки (рис. 27).

Герметичность обеспечивается, как и для типа II, за счет кольца уплотнительной пасты (например, на основе поливинилхлорида). В процессе укупорки банка подвергается паровой вакуумизации. При этом перегретый пар давлением 0,05–0,10 МПа, имеющий температуру 120–130 °С, подается в верхнюю незаполненную часть банки и вытесняет из нее воздух. При охлаждении после стерилизации водяные пары в банке конденсируются, и создается вакуум, повышающий надежность герметизации.

Внешний вид банок типа III привлекателен. Крышки легко отвинчиваются, при этом не деформируются. Банки затем могут быть использованы в домашних условиях.

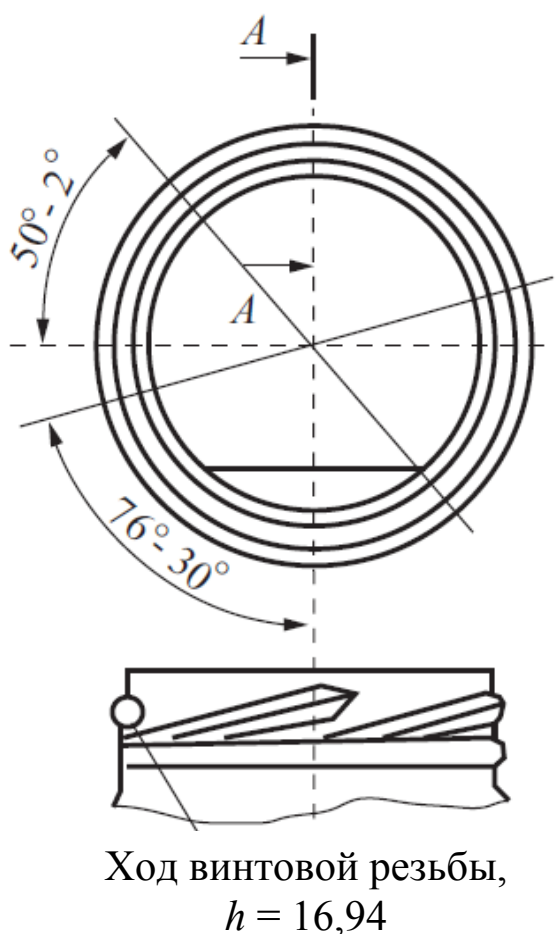


Рисунок 27 – Горловина резьбовой банки

Основными поставщиками стеклянных банок для консервных заводов республики являются: СЗАО «Стек лозавод Елизово» и СЗАО «БелСтеклоТрейд».

Герметизация банок типа III укупорки может осуществляться за счет слоя уплотнительной пасты, нанесенной в виде кольца на боковую поверхность внутренней части крышки – крышки типа РТ (prei-twist) и последующего обкатывания.

На крышках может быть выполнена сферическая выпуклая мембрана, при нажатии на которую раздается хлопающий звук. В банки при герметичной укупорке, как уже отмечалось, при хранении создается вакуум, и мембрана втягивается. Наличие вибрирующей мембраны говорит о нарушении герметичности банки.

5.7.1. Факторы, влияющие на качество стеклянной тары

Банки изготавливают из бесцветного, полубелого стекла или других сортов, допущенных органами здравоохранения для контакта с пищевыми продуктами.

Основной составной частью промышленных стекол является кремнезем. Он вводится в состав стекла в виде кварцевого песка. Высокосортные кварцевые пески должны содержать 99,0–99,8 % SiO_2 и 0,2–1,0 % примесей. В состав песка вводятся также оксид бора B_2O_3 – с борной кислотой, бурой или бурсодержащим минералом – ашаримом; оксид алюминия Al_2O_3 – с глинистыми примесями в песке, с глиной, полевым шпатом, а также с чистым глиноземом; оксид натрия Na_2O – с разными видами содопродуктов (кальцинированная сода, содопотаашная смесь, сульфат натрия и пр.); оксид кальция CaO – через известняк, мел; оксид магния MgO – через доломит; оксид бария BaO – через карбонат, сульфат и нитрат бария.

Процесс производства тары состоит из получения расплавленного стекла (стекломассы), формирования из жидкой стекломассы стеклянных банок и окончательной их отделки.

Смесь сырьевых материалов загружается в стеклоплавильную печь, где нагревается и расплавляется при сжигании смеси газогенераторного газа и воздуха. Температура варки стекломассы составляет 1450–1550 °С. Затем температура стекломассы снижается до 1150–1200 °С, после чего стекломасса направляется к стеклоделательным машинам. Сначала прессуется предварительная заготовка и окончательно формуется горло стеклянной банки. Затем заготовка раздувается сжатым воздухом до нужного размера и формы. После охлаждения стеклотара подвергается отжигу для устранения остаточных напряжений. Остаточные напряжения в стекле возникают при охлаждении стеклянного изделия вследствие того, что раньше охлаждаются наружные слои стекла и образуются затвердевшие ограничивающие пленки, между которыми уже затем происходит охлаждение внутренних слоев стекла. При отжиге изделие нагревается до размягчения, а затем медленно охлаждается.

По качеству банки должны соответствовать требованиям ГОСТ 5717.1-2003 «Банки стеклянные для консервов. Общие технические условия». Из-за нарушений технологии изготовления и правил эксплуатации оборудования готовые стеклянные банки могут иметь пороки. Некоторые из них не допускаются, а другие ограничиваются (рис. 28).

Не допускаются следующие пороки:

- прилипы стекла, стеклянные нити внутри изделий (свиль), сквозные посечки (тонкие волосяные трещины), сколы, острые швы;
- инородные включения (камни), имеющие вокруг себя трещины и посечки, открытые пузыри на внутренней поверхности;
- мелкие закрытые и открытые пузыри на внешней поверхности (мошка) и инородные включения (камни) в количестве и размером более указанных в таблице 13.

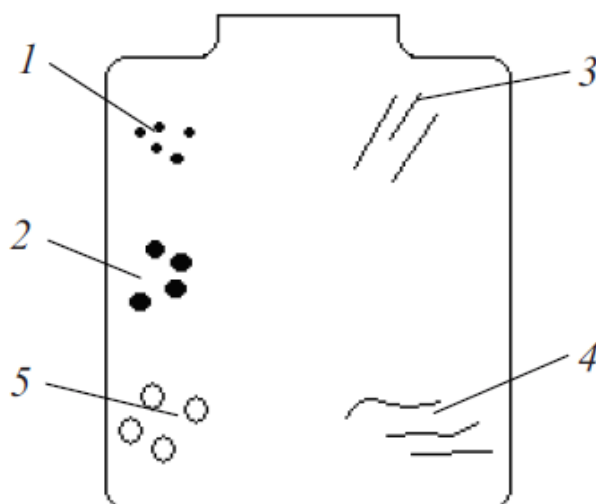


Рисунок 28 – Пороки стекла:

1 – мошка; 2 – камни; 3 – посечка; 4 – свиль; 5 – пузыри

Таблица 13 – Допускаемые дефекты стекла

Номинальная вместимость банки, см ³	Размер, мм		Количество, шт.	
	пузыря	инородного включения	пузыря	инородного включения
До 500 включительно	Свыше 1 до 2 включительно	До 0,5 включительно	4	2
	Свыше 2 до 3 включительно		2	
Свыше 500 До 1000 включительно	Свыше 1 до 2 включительно	До 1,0 включительно	4	2
	Свыше 2 до 4 включительно		3	
Свыше 1000	Свыше 1 до 4 включительно	До 1,0 включительно	5	3
	Свыше 4 до 6 включительно		5	

Примечание: размер для круглых пузырей – диаметр, для овальных – половина суммы длины и ширины.

На банках не допускаются поверхностные посечки длиной и в количестве более указанных в табл. 14.

Таблица 14 – Нормирование посечек

Место расположения посечек	Длина посечек, мм	Количество, шт.
Посечки единичные:		
На корпусе и дне	8	4
На боковой поверхности венчика горловины	3	2
На торцевой поверхности венчика горловины типов		
I	2	2
II	Не допускаются	Не допускаются
III	Не допускаются	Не допускаются
На шейке горловины для банок вместимостью, см ³		
До 1000 включительно	1	2
Свыше 1000	3	2
Посечки, сосредоточенные в одном месте на корпусе и дне для банок вместимостью, см ³		
До 350 включительно	3	Не допускаются
Свыше 350 до 1000 включительно	5	Не допускаются
Свыше 1000 до 3000 включительно	8	Не допускаются

Примечание: для сосредоточенных в одном месте посечек указана их суммарная длина.

На банках также не допускаются:

- резко выраженные складки, морщины, след отреза ножницами, кованость, двойные швы, потертость поверхности сосколами;
- несмываемые загрязнения;
- шлиры (прозрачные стекловидные включения) и свиля, резко выраженные и/или сопровождаемые внутренними напряжениями, оцениваемыми поляриметрически.

На поверхности венчика, соприкасающейся с укупорочным средством, не допускаются инородные включения, закрытые пузыри диаметром более 1,0 мм. Допускаются закрытые пузыри размером не более 1,0 мм (мошка), редко расположенные и/или в виде отдельных скоплений.

Толщина стенок и дна банок нормируется ГОСТ 5717.2-2003 (табл. 15). Допускается по согласованию с потребителем изготавливать банки вместимостью до 1000 см³ с толщиной стенки 1,2 мм и банки

вместимостью свыше 1000 см³ с толщиной стенки до 1,4 мм при обязательном нанесении упрочняющих материалов на поверхность банок.

Таблица 15 – Установленная толщина банок

Номинальная вместимость, см ³	Толщина, мм, не менее	
	стенок	дна
До 1000 включительно	1,4	2,0
Свыше 1000 до 3000 включительно	1,6	2,5

Неравномерное распределение стекла на стенках и дне банки (рис. 29, а) характеризуется коэффициентом разнотолщинности, определяемым отношением ее минимальной толщины к максимальной. Значение коэффициента разнотолщинности не должно быть менее 0,35.

На качество тары влияют такие пороки выработки, как нарушение линейных размеров (рис. 29).

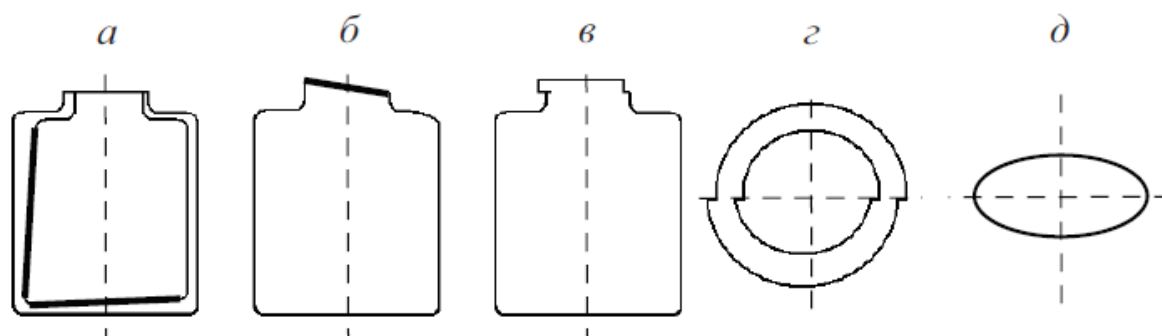


Рисунок 29 – Пороки выработки:

а – разнотолщинность; б – перекос по высоте; в – сдвиг горловины; г – сдвиг венчика; д – овальность венчика

Стандартом нормируются непараллельность торца венчика плоскости дна, овальность горловины и корпуса банок, отклонение вертикальной оси горловины относительно корпуса банок, вогнутость торца венчика, высота швов на шейке горловины и др. Переход торца венчика к внутренней полости должен быть закруглен. Высота цилиндрической части банок должна быть достаточной для нанесения этикеток. На корпусе банок допускается углубление под этикетку до 0,5 мм.

Овальность горловины и корпуса банок не должна превышать предельных отклонений на диаметр (для венчика номер 58 диаметр венчика $58,0 \pm 0,6$, для номера венчика 82 диаметр установлен $83,0^{+0,6}_{-0,9}$).

Непараллельность торца венчика горловины плоскости дна не должна превышать:

- для банок вместимостью 250 см^3 диаметром венчика горловины до 70 мм включительно – 0,5 мм;

- для банок остальных вместимостей: с диаметром венчика горловины от 60 до 80 мм включительно – 0,8 мм, свыше 80 мм – 1,0 мм.

Отклонение вертикальной оси горловины относительно корпуса банок вместимостью до 1000 см^3 включительно не должно превышать 0,5 мм, свыше 1000 см^3 – 1,0 мм.

Банки должны выдерживать без разрушения усилие сжатия в направлении вертикальной оси корпуса не менее 300 кгс.

Банки должны выдерживать без разрушения в течение 5 с внутреннее гидростатическое давление не менее 0,3 МПа для банок вместимостью до 1000 см^3 и не менее 0,25 МПа для банок вместимостью 1000–3000 см^3 .

5.7.2. Входной контроль тары

При оценке качества поступившей на консервный завод тары внешний вид, цвет, качество стекла и выработки банок контролируют визуально. В случае, когда дефекты не могут быть измерены, изготовитель может согласовать образцы дефектов с потребителем банок.

Размеры пузырей, инородных включений и длину посечек определяют с помощью измерительной лупы. Непараллельность торца венчика, отклонение вертикальной оси горловины относительно вертикальной оси корпуса контролируют штангенрейсмасом. Механическую прочность тары оценивают по ГОСТ13904-93 «Тара стеклянная. Методы определения сопротивления внутреннему давлению». Выборочно проверяют качество отжига стекла с помощью поляроидных полярископов, действие которых основано на изменении оптических свойств стекла при наличии в нем внутренних напряжений.

При приемке стеклотары на консервный завод определяют прежде всего термостойкость, наличие стеклянных нитей внутри изделий (визуально), кислотостойкость, линейные размеры.

Банки должны быть термически стойкими при перепаде температур не менее $40 \text{ }^\circ\text{C}$. Термостойкость тары устанавливают по ГОСТ 13903-93 «Тара стеклянная. Методы определения термической стойкости». Как правило, термостойкость определяют при перепаде температур $40 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 100 \text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 50 \text{ }^\circ\text{C}$. Тару в горизонтальном положении

погружают в ванну с водой и выдерживают 5 мин при каждой температуре. Начальная температура банки – 15–20 °С.

Банки должны быть кислотостойкими. Для оценки кислотостойкости (химической стойкости) по ГОСТ 5717.1-2003 банку разбивают, образцы стекла, тщательно промытые проточной водой, погружают в сосуд с приготовленным раствором 10 %-й уксусной кислоты. Помещают в термостат с температурой (40 ± 2) °С на 24 ч. После выдержки поверхность стекла не должна иметь признаков разъедания и помутнения.

Ранее рекомендовалось химическую стойкость тары определять путем заполнения тщательно промытой тары раствором, содержащим 5 капель 0,2 %-го раствора метилового красного и 1 см³ раствора HCl концентрацией 0,1 моль/дм³ на 1 дм³ свободной от щелочи дистиллированной воды, и нагревания. После нагревания на водяной бане в течение 30 мин окраска раствора должна остаться розовой.

Размеры, толщину стенок и дна, полную вместимость банок контролируют с помощью специальных мерительных калибров (рис. 30) или других средств измерений, обеспечивающих заданную точность.

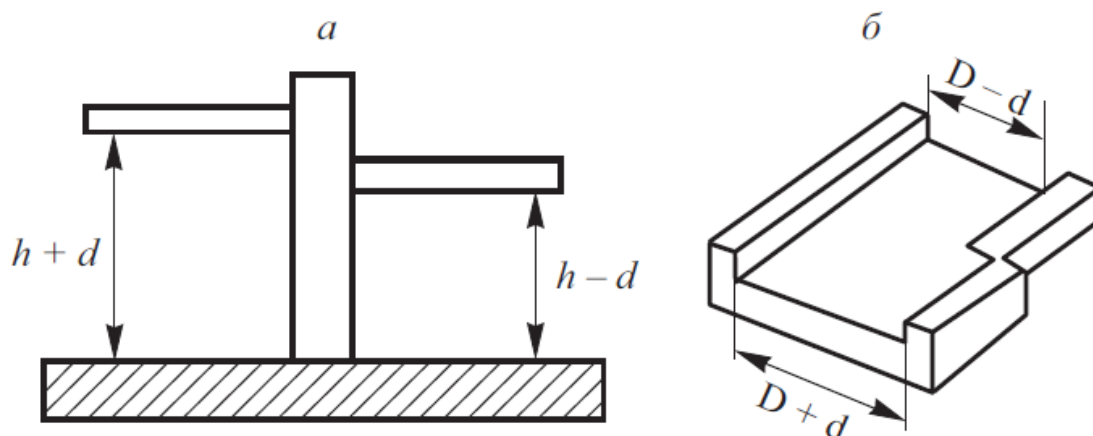


Рисунок 30 – Калибры для определения отклонения банки по высоте (а) и овальности венчика (б)

При определении показателя «высота тары и перекося по высоте» банка должна проходить под плоскостью калибра, установленной на высоте, равной высоте банки в соответствии со стандартом, плюс допускаемые отклонения – « $h + \text{допуск}$ ».

Банка не должна проходить под плоскостью « $h - \text{допуск}$ », где h – установленная стандартом высота банки. При определении показателя «овальность венчика горловины» банка устанавливается вниз горлом. Венчик должен проходить при проворачивании вокруг своей оси

между планками калибра «D + допуск» и не проходить между планками «D – допуск» (где D – установленный стандартом диаметр венчика горловины банки).

При приемке банок обращают внимание на их маркировку.

Маркировка банок по ГОСТ 30288-95 «Тара стеклянная. Общие требования по безопасности, маркировке и ресурсосбережению» должна содержать следующую информацию:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- номинальную вместимость в литрах с указанием единицы измерения (л);
- дату изготовления (две последние цифры года).

Дополнительно может быть указан номер формы.

Каждая партия поступающей на завод тары принимается по количеству и качеству и учитывается в журнале поступления стеклотары (табл. 16).

Таблица 16 – Журнал контроля качества поступающей на завод тары

Номер строки	Наименование материалов (тары)	Дата поступления	Наименование, номер и дата выдачи документа о качестве	Наименование предприятия-поставщика	Количество поступивших материалов (тары)	Обозначение ТНПА
1	2	3	4	5	6	7

Внешний вид	Герметичность банок	Химическая стойкость лакового покрытия	Наличие пороков стекла	Овальность горловины	Подпись
7	8	9	10	11	12

Стеклянную тару можно транспортировать в деревянных ящиках или картонных коробах. Прогрессивный способ – бестарное паке-тирование в термоусадочную пленку на поддонах в виде паллетов.

Хранят банки в закрытых помещениях или под навесами. Допускается хранение банок на открытых площадках не более 5 мес. Качество стеклянной тары снижается при транспортировании, при хранении вследствие образования на поверхности микротрещин от трения, ударов, во время хранения тары под открытым небом.

5.7.3. Крышки для стеклянных банок

Для укупоривания стеклянных банок типа I укупорки выпускаются крышки металлические по ТУ РБ00918241.106-97 или по другому нормативному документу.

Для крышек используется жечь ЭЖК и ГЖК по ГОСТ 13345-85 № 20, 22, 25. Может использоваться алюминий первичный А5 толщиной 0,38–0,50 мм. При изготовлении крышки для банки диаметром 82 мм из тонкой жести (№ 20, 22) на ней формируется дополнительное кольцо жесткости по окружности (см. рис. 31, б).



Рисунок 31 – Профили крышек различного исполнения:
а – исполнение 1; б – исполнение 2

Для нанесения защитного покрытия используются лаки – ФЛ-559 по ГОСТ 14147-80, ЭП-5194 по ТУ 113-12-129-83.

В пазы борта готовых крышек вкладываются специальные резиновые кольца. Для колец к крышкам используется резина марок № 3, 4, 5, 6 по ГОСТ 17133-83.

Полное условное обозначение крышки включает:

- наименование, типоразмер и вариант исполнения;
- область применения (Пр – промышленное применение, Д – для домашнего консервирования);
- обозначение металла (марка металла + наружное покрытие);
- обозначение лакокрасочного покрытия на внутренней поверхности;
- обозначение документа, в соответствии с которым изготовлены крышки: например, I-82-2. Пр.ЭЖК П.ЭП 147+ФЛ 559, ТУ 10.244.003-90.

Для домашнего консервирования допускается использовать белую жечь марки ГЖК и ЭЖК с односторонним лакокрасочным покрытием внутренней поверхности. Крышки для домашнего консервирования могут иметь сокращенное обозначение – например, I-82. Д.АЛК, I-82. Д ТУ 10.244.003-90.

Для укупоривания банок и бутылок типа III укупорки применяются крышки из жести, хромированной ХЖК и ХЛЖК и из жести белой ЭЖК номер 25 степенью твердости А2 класса покрытия II (рис. 32).

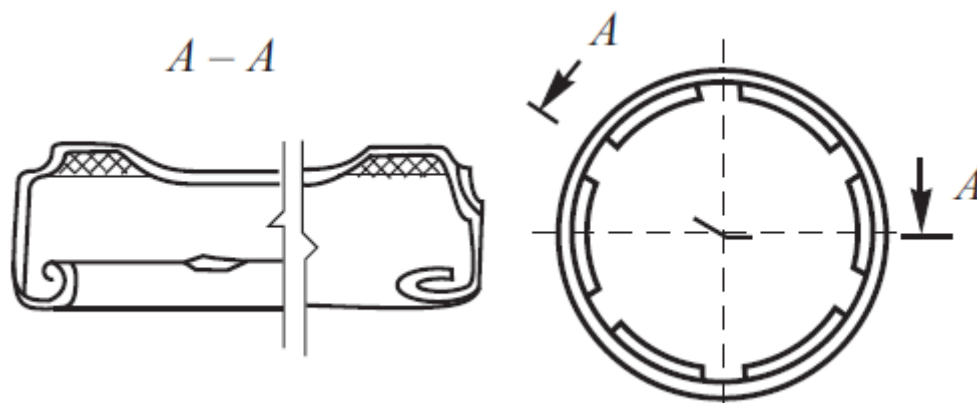


Рисунок 32 – Крышки для банок типа III укупорки

Металлические винтовые крышки по ГОСТ 25749-2005 подразделяются на типы: ТО – металлическая винтовая крышка с резьбовыми выступами; ПТ – металлическая винтовая крышка без резьбовых выступов.

В зависимости от конфигурации крышки тип ТО подразделяют на виды:

- RTO – стандартная крышка;
- RTB – стандартная крышка, имеющая специальную кнопку в центре для визуального и акустического контроля вакуума;
- RTS – стандартная крышка, имеющая ступенчатый профиль в зоне уплотнения;
- RSB – стандартная крышка, имеющая ступенчатый профиль в зоне уплотнения и специальную кнопку в центре для визуального и акустического контроля вакуума.

Обозначение крышки включает:

- тип укупорки и номер венчика;
- число заходов резьбы (для крышек диаметром 38 мм, как правило, 3, для 66 мм – 4, для крышки диаметром 82 мм – 6 заходов резьбы);

- наличие литографии (буква А);
- способ стерилизации (П – пастеризация, С – стерилизация):

например, литографированная крышка для резьбовой банки диаметром 38 мм с тремя заходами резьбы для пастеризуемой продукции имеет обозначение III-38/3П.

Сферическая поверхность крышек при легком нажиме пальцами должна прогибаться и возвращаться в первоначальное положение после снятия усилий. На поверхности крышек не должно быть гофр, вмятин, загрязнений. Резиновые кольца должны быть вложены в крышки и удерживаться в них. Крышки должны свободно укладываться в стопку.

Лакокрасочные покрытия на внутренней и наружной поверхностях крышек должны быть сплошными, гладкими, равномерными, со свойственными данному лаку блеском и оттенком. На наружной поверхности крышек допускаются поверхностные царапины без нарушений слоя олова и легкая матовость по местам вытяжки.

Покрытие из масляно-смоляного лака на внутренней поверхности крышек из жести горячего и электролитического лужения должно выдерживать двухчасовое кипячение в каждом из следующих растворов:

- в дистиллированной воде;
- 3 %-м растворе поваренной соли;
- 2 %-м растворе виннокаменной кислоты.

Кипячение проводится без колец в химических стаканах вместимостью 0,8–1,0 л. В стаканы заливается 0,6–0,7 л раствора так, чтобы испытуемые крышки полностью были погружены в раствор. Для лучшего омывания поверхности крышек между ними помещаются стеклянные прокладки. Кипячение должно быть не бурным, но заметным. Кипячение каждой из проверяемых крышек допускается только в одном растворе.

Стаканы накрывают фарфоровыми чашками с холодной водой.

Во время кипячения необходимо поддерживать постоянную концентрацию раствора, доливая в стакан по мере выкипания дистиллированную воду. После тепловой обработки допускается незначительная потеря глянца и блеска, не ухудшающая товарный вид продукции.

Крышки, покрытые масляно-смоляными лаками, не должны применяться для консервов, содержащих уксусную кислоту, и для консервов, стерилизуемых при температуре выше 100 °С.

Покрытие из эпоксидно-фенольных лаков на внутренней поверхности крышек из белой жести и алюминия должно выдерживать без заметных изменений стерилизацию в течение 1 ч при температуре 120 °С в 3 %-м растворе уксусной кислоты дополнительно к вышеназванным растворам.

Лакокрасочное покрытие на наружной поверхности лакированных литографированных крышек должно выдерживать без заметных изменений внешнего вида стерилизацию в дистиллированной воде в течение 2 ч при 120 °С.

Для оценки качества крышек из разных мест партии берут выборку в количестве 0,2 %, но не менее 100 шт. По линейным размерам проверяется 100 % крышек (с помощью шаблонов и универсальных измерителей). Для проверки химической стойкости лакокрасочного покрытия для каждого модельного раствора отбирается не менее четырех крышек.

5.7.4. Качество укупоривания

Для оценки качества укупоривания в дне банки специальным сверлом делается отверстие. В отверстие вставляется просверленная эластичная резиновая пробка (используемая в лабораторной практике), через которую проходит металлическая трубка диаметром 10–12 мм (рис. 33). Один конец трубки вводится в банку, а другой соединяется с тройником, на котором в верхнем штуцере имеется манометр на 5 кг/см² с ценой деления 0,1 кг/см². С другой стороны тройника установлен кран.

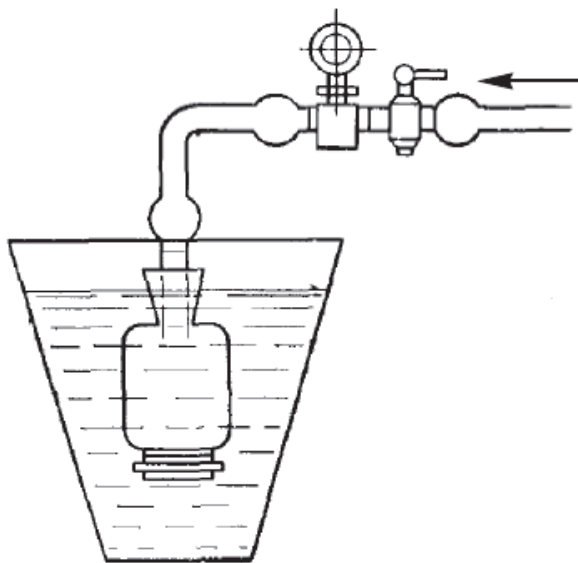


Рисунок 33 – Схема устройства для контроля качества укупорки

Кран соединяется гибким шлангом с резервуаром сжатого воздуха или прямо с водопроводом (при наличии в нем давления не ниже 0,3 МПа). Испытание производится постепенной медленной подачей воды или воздуха. Давление доводится до критической величины, при которой крышка срывается с горловины банки. При этом замечают показания манометра.

Банка I-82 считается нормально укупоренной (обкатанной), если критическое давление составляет 150–170 кПа.

Для смягчения гидравлического удара при срыве крышки банка погружается в сосуд с водой. Вместо просверливания отверстия в дне банки можно пробить отверстие в крышке, что гораздо проще, однако при этом следует остерегаться деформации крышки, так как результаты испытания получатся недостоверными.

При герметизации стеклянных «дышащих» банок (например, тип II), кроме прочности сцепления крышки с горлом, определяют допустимое максимальное внешнее давление, не вызывающее прорезание пасты торцом стеклобанки:

- для банок диаметром венчика 82 мм $P_{кр} = 80$ кПа;
- для банок диаметром венчика 68 мм $P_{кр} = 100$ кПа.

По ГОСТ 25749 «Крышки металлические винтовые. Общие технические условия» испытание на герметичность укупоривания проводят одним из следующих способов.

Способ I. Стеклянные банки наполняют водой температурой 80 °С до уровня нижнего края венчика горловины, обеспечивая создание свободного пространства. Наполненные банки укупоривают на паровакуумной укупорочной машине. Укупоренные банки с водой подвергают термообработке в автоклаве при температуре (121 ± 2) °С в течение 90 мин для крышек группы «С» и при температуре $(100 + 2)$ °С в течение 60 мин для крышек группы «П», затем банки оставляют на хранение в помещении с температурой воздуха (20 ± 5) °С на 1 сут. Потерю герметичности проверяют визуально. Признаком герметичности укупоривания является вогнутое положение контрольной кнопки.

Способ II. В стеклянную банку заливают горячую воду температурой 80–85 °С до уровня нижнего края венчика горловины, обеспечивая создание свободного пространства. Испытуемую крышку опускают в горячую воду при той же температуре. Затем банку с водой

закрывают испытуемой крышкой и через 1 ч переворачивают вверх дном на фильтровальную бумагу. Через 20 мин проверяют герметичность укупоривания.

Результат испытаний считают положительным, если не обнаружено следов воды на фильтровальной бумаге.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет потребительская тара?
2. Какие функции выполняет транспортная тара?
3. Какие проблемы связаны с использованием деревянных бочек?
4. Какие свойства картона обуславливают его широкое применение в качестве материала для тары?
5. Как готовят к фасованию бывшие в употреблении деревянные бочки?
6. Укажите достоинства и недостатки алюминия как материала для консервной тары.
7. В чем преимущества и недостатки полимерной тары?
8. Какая тара самая экологичная?
9. Дайте сравнительную оценку жестяной и стеклянной тары.
10. Покажите роль рельефа на концах жестяной банки.
11. Почему закаточный шов называется двойным?
12. Какие меры принимают для обеспечения герметичности жестяной банки в месте углошва?
13. Как обеспечивают герметичность жестяной тары?
14. С какой целью выполняют рельеф на крышке жестяной банки?
15. Как определяют герметичность жестяной тары?
16. Назовите причины негерметичности жестяных банок.
17. Обоснуйте условия хранения жестяных банок.
18. Что представляет собой белая жечь?
19. Какой способ лужения жести экономичнее?
20. Какой способ лужения жести обеспечивает гигиенические свойства тары в большей степени?
21. С какой целью контролируют серповидность жести?
22. Обоснуйте роль внутренней коррозии тары в обеспечении качества консервов.
23. Как можно замедлить коррозию внутренней поверхности тары?

24. По каким показателям оценивают качество лакированной тары?
25. Какой тип укупорки не обеспечивает прочного удержания крышки на горловине банки?
26. Какова роль кнопки контроля?
27. Какие дефекты стекла снижают качество банок?
28. Назовите дефекты выработки стеклянной тары.
29. Как определяют термостойкость стеклянной консервной тары?
30. Из чего изготавливают крышки к консервным банкам?
31. Назовите модельные среды для определения стойкости лакокрасочного покрытия крышек.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Тема 1. Исследование процесса обезвоживания сырья растительного происхождения

Повышенное содержание влаги в корнеплодах, клубнеплодах, капустных и других овощах и плодах осложняет их длительное хранение. В процессе обезвоживания, массовая доля влаги в плодовоовощном сырье снижается в 4–6 раз. С уменьшением влаги в сушеных продуктах возрастает массовая доля сухих веществ и энергетическая ценность за счет углеводов, белков и других ценных питательных веществ, содержание витаминов снижается до 60 %.

Скорость сушки плодовоовощного сырья зависит от содержания в клетках растворимых в воде веществ. Чем их меньше, тем быстрее протекает сушка, так как легче испаряется влага. Содержание большого количества растворимых веществ в растительных клетках, особенно обладающих осмотической активностью (сахара), а также гидрофильных коллоидов, легко связывающих влагу, приводит к затруднению удаления влаги и увеличению продолжительности сушки. Поэтому плоды, содержащие значительное количество сахаров, а также пектиновых веществ, обладающих способностью связывать воду, высыхают медленно.

Интенсивность и температура процесса сушки плодов и овощей меняется по мере удаления влаги. Для начального этапа характерна постоянная скорость испарения, температура поверхности продукта не достигает температуры сушильной камеры. На втором этапе происходит уменьшение скорости испарения и температура сначала на поверхности, а затем и в глубинных слоях продукта повышается и достигает значения температуры сушильного агента. Процесс сушки считается законченным при достижении сырьем равновесной влажности, соответствующей параметрам воздуха в сушилке. Процесс сушки происходит правильно, если скорость испарения влаги с поверхности продукта равна скорости перемещения ее из глубинных слоев. При быстром испарении на поверхности появляется корка, которая препятствует выделению влаги, снижает скорость сушки и ухудшает потребительские качества продукта. Медленное испарение также отрицательно влияет на качество получаемого продукта, увеличивается время сушки и продукт «запаривается».

Скорость сушки зависит от следующих факторов:

- увеличения скорости движения воздуха в сушилке, которое приводит к быстрому испарению влаги и повышению парциального давления водяного пара над продуктом;
- увеличения температуры воздуха в сушилке, которая увеличивает скорость испарения влаги;
- измельчения, интенсивного перемешивания, рационального способа укладки и оптимальной высоты слоя продукта на лентах сушилки, которые повышают интенсивность испарения влаги;
- физико-химического состава продукта, а именно повышенного содержания простых углеводов и пектиновых веществ, которые уменьшают интенсивность влагоотдачи.

Для сушки каждого вида плодоовощного сырья необходимо подбирать оптимальный температурный режим. Применение очень высокой и слишком низкой температуры воздуха недопустимо, так как при этом ухудшается восстановительная способность продукта, его органолептические свойства и химический состав. Оптимальный режим сушки – это такой режим, при котором гарантировано соблюдение следующих условий:

- получения высококачественного высушенного продукта, наиболее полно восстанавливающего свои исходные свойства и химический состав сырья; наилучшая сохранность готового продукта;
- удаления влаги из сырья при наименьших затратах топлива, электроэнергии и труда;
- полного использования сушильной поверхности, обеспечивающего максимальную производительность сушильной установки.

Основными параметрами режима сушки является температура агента сушки (воздуха), его относительная влажность и скорость движения. Чем ниже относительная влажность агента сушки, тем больше он поглощает влаги из продукта, тем быстрее будет проходить сушка. Поток воздуха, движущийся в сушильной установке, способствует лучшему перемешиванию его с испарившейся влагой и удалению увлажненного воздуха из сушилки. Без движения воздуха сушка невозможна. Кроме параметров воздуха на режим сушки влияет удельная нагрузка сырья на сушильную поверхность (кг на 1 м²). Это фактор зависит от вида сырья, его химического состава, начальной и конечной влажности, а также от формы и размеров кусочков. Удельная нагрузка обуславливает толщину слоя продукта на лентах

или ситах, степень уплотнения продукта при сушке, удельную поверхность испарения, скорость сушки и в конечном итоге качество сушеного продукта. Все перечисленные особенности необходимо учитывать при обезвоживании плодоовощного сырья. В начальный период сушки устанавливается высокая температура воздуха, около 100 °С, которая не создает опасности перегрева продукта, и влага интенсивно испаряется и охлаждает его, досушивают продукт при более низких температурах. На первом этапе, для получения сушеных продуктов, измельченные или целые плоды и овощи выкладывают в сушильную установку тонким слоем, а по мере испарения влаги – более толстым слоем, это способствует получению продукта высокого качества и эффективному использованию сушильной установки. В результате процесса обезвоживания плодоовощного сырья получают очень ценные продукты питания. Их можно использовать в рационах различного контингента населения, так как они сохраняют максимум питательных и биологически ценных веществ, обладают хорошими вкусовыми и потребительскими качествами, высокой энергетической ценностью, хорошей транспортабельностью и длительным сроком хранения. Так, например, энергетическая ценность свежего картофеля составляет 347 кДж, а в процессе высушивания она повышается до 1284 кДж, при том, что объем уменьшается в 3–4 раза.

Цель работы: изучить способы сушки растительного сырья.

Задание: изучить литературные источники, содержащие описание различных видов сушки и технологию сушки плодов и овощей. Для исследования процесса обезвоживания в качестве сырья использовать яблоки и морковь. Для повышения эффективности процесса сушки и для сравнения зависимости скорости процесса от степени измельчения и состояния сырья, часть плодоовощного сырья разрезать на четвертинки, часть на пластинки, толщиной около 6 мм. Часть резаного сырья бланшировать. Сырье поместить в сушилку и через каждые 10 минут измерять его массу. Моментом завершения эксперимента является незначительное изменение массы сырья. Расчеты оформить в виде таблиц и графиков. Сделать выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие способы сушки растительного сырья существуют?
2. В чем отличие способов сушки растительного сырья от мясного сырья?

3. Зависимость скорости процесса от степени измельчения сырья.
4. Какими показателями контролируется момент завершения процесса сушки?
5. Способы интенсификации процесса сушки.

Тема 2. Оценка качества сушеных плодов и овощей

При удалении влаги из свежих плодов и овощей под действием высоких температур получают сушеные плоды и овощи. Они считаются законсервированными, так как содержание влаги в овощах составляет от 12 до 14 %, в плодах – от 15 до 20 %. Сушеные плоды и овощи обладают высокой энергетической ценностью, так как содержат значительное количество сахаров, азотистых веществ, органических кислот, пектиновых и минеральных веществ, а также длительным сроком хранения и транспортабельностью. Они требуют меньше площадей для хранения, могут быть использованы для обеспечения северных районов, экспедиций, и использоваться как сырье для производства пищевых концентратов и в других отраслях пищевой промышленности (мясной, хлебопекарной, кондитерской). Недостатком является снижение содержания витаминов при сушке, изменение органолептических свойств.

Для сушки могут быть использованы все виды плодов и овощей, но в основном производят сушеные яблоки, груши, абрикосы, сливы, виноград, картофель, морковь, лук, капусту и др. Сушеные плоды и овощи гигроскопичны и при хранении в сыром помещении увлажняются, плесневеют и портятся. Поэтому их необходимо сохранять в сухом помещении при температуре не выше 20 °С и относительной влажностью не более 70 %. Кроме того, сушеные плоды и овощи необходимо предохранять от повреждения различными вредителями (молю, жуками, клещами), которые быстро размножаются при высокой влажности продукта. При обнаружении на отдельных экземплярах повреждений вредителями, товар необходимо просушить в течение 12–20 минут при температуре 95 °С.

Задание: провести оценку качества сушеных различных образцов плодов. Оценку качества сушеных плодов производят в соответствии с требованиями ГОСТ 32896-2014 «Фрукты сушеные. Общие технические условия», ГОСТ 12003-76 «Фрукты сушеные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение», ГОСТ 32065-2013 «Овощи сушеные. Общие технические условия», предусматривающих определение органолептических и физико-химических показателей.

Отбор проб. Проводят в соответствии с ГОСТ 34125-2017 «Фрукты и овощи сушеные. Правила приемки, отбор и подготовка проб». При отборе проб определяют объем выборки для контроля органолептических и физико-химических показателей. Из каждой вскрытой упаковки – единицы выборки отбирают точечные пробы и составляют объединенную пробу. Объединенную пробу делят на три части. Одну часть используют для определения влаги, коэффициента набухаемости и развариваемости. Вторую часть применяют для последовательного определения зараженности вредителями, размеров плодов и овощей, массовой доли дефектных плодов и растительных и минеральных примесей. Оставшуюся часть объединенной пробы используют для определения органолептических показателей.

Определение органолептических показателей сушеных плодов и овощей проводят в соответствии с ГОСТ 32896-2014 «Фрукты сушеные. Общие технические условия» и ГОСТ 32065-2013 «Овощи сушеные. Общие технические условия». При экспертизе качества сушеных плодов и овощей оценивают следующие показатели:

- внешний вид: плоды и овощи россыпью в виде кусочков, стружки, кубиков, колец, пластинок;
- брикеты правильной формы, целые, равномерные по толщине, без обломанных граней;
- консистенция: эластичная, но допускается легкая хрупкость;
- вкус и запах: свойственные данному виду плодов и овощей, без посторонних привкусов и запахов, оценивают в плодах, предварительно промытых водой комнатной температуры;
- цвет определяют в тонком слое рассыпанных на белую бумагу сушеных фруктов и овощей и устанавливают окраску в соответствии с требованиями стандарта.

При выполнении анализа, пробу сушеных продуктов помещают на стекло, положенное на белую бумагу, и с помощью пинцета выбирают плоды с дефектами и повреждениями (недоразвитые, поврежденные механически, сельхозвредителями, с оголенной косточкой и т. д.), а также косточки, плодоножки и другие посторонние примеси. После взвешивания или подсчета вычисляют процентное содержание каждой фракции.

Для определения зараженности вредителями средний образец высыпают тонким слоем на темную гладкую поверхность (разборную доску) и осматривают 2–3 минуты. При наличии насекомых (живых или мертвых) их отбирают и взвешивают. Для лучшего выявления насекомых, образец тщательно перебирают и выбирают не только на-

секомых, но и сушеные фрукты, поврежденные насекомыми. Затем образец просеивают через сито с ячейками диаметром 1,5 мм и полученный проход рассматривают в лупу с увеличением 5–10 раз для установления наличия клещей и других мелких насекомых. После подсчета (или взвешивания) каждой фракции количество ее выражают в процентах к общей массе, а затем на основании полученных данных делают заключение о принадлежности к тому или другому сорту.

В зависимости от качества и вида, сушеные плоды и овощи подразделяют на товарные сорта: высший, первый и второй.

В основу деления сушеных плодов и овощей на сорта положен принцип различия в показателях качества. Сорта имеют отличия по цвету, размеру, количеству частиц меньшего размера, механическим повреждениям, зараженности сельхозвредителями, засоренности семенами, плодоножками, крошкой и мелкой фракцией. Кроме того, у отдельных видов сушеных овощей и плодов, для которых предусмотрено удаление несъедобных частей (кожицы, семенного гнезда, косточек и т. п.), наличие кружков и долек с неудаленными несъедобными частями также служит одним из показателей того или иного сорта. Специфическими показателями качества, которые принимаются во внимание при оценке сорта, являются для сушеных абрикосов и персиков: плоды с солнечными ожогами и с единичными грибковыми заболеваниями, для винограда – ягоды тощие, недоразвитые, механически поврежденные, а для некоторых видов – наличие ягод другого сорта и способа обработки, для сушеных овощей – развариваемость.

При оценке качества сушеных плодов и овощей обращают внимание на наличие дефектов, недопускаемых по стандарту: наличие песка, осязаемого органолептически, признаков спиртового брожения, плесени, видимой невооруженным глазом; плодов и овощей, поврежденных амбарными вредителями, а также насекомыми, их личинок и куколок; плодов и овощей загнивших и горелых, остаточных количеств ядохимикатов сверх норм, допускаемых Минздравом РФ.

Определение развариваемости. Развариваемость – это время, необходимое для доведения сушеных овощей до полной готовности к употреблению. Развариваемость определяется только для сушеных овощей, в соответствии с ГОСТ 8756.1-2017 и свидетельствует об их потребительских достоинствах.

Навеску сушеных овощей 50 г помещают в химический стакан и заливают водой. Количество воды зависит от вида овощей и составляет для картофеля и горошка – 50 см³, а для всех остальных видов – 100 см³. Стакан нагревают до кипения, после чего ставят отметку

стеклографом уровня жидкости и отмечают время. Затем варят до готовности, периодически доливая выкипевшую жидкость до метки, готовность определяют органолептически. По разности начального времени (момент закипания) и конечного (готовность овощей) устанавливают развариваемость в минутах, развариваемость сушеных овощей при хранении до 12 месяцев должна составлять не более 25 мин.

Определение набухаемости сушеных плодов и овощей. Набухаемость – это способность коллоидов плодов и овощей поглощать воду, вследствие чего частично восстанавливаются потребительские свойства исходного сырья. В процессе длительного хранения может происходить старение коллоидов, связанное с частичной утратой набухаемости. Сушеные плоды и овощи с низким коэффициентом набухаемости хуже развариваются и характеризуются пониженными потребительскими свойствами. Навеску сушеных плодов и овощей 2,5 г помещают в стакан емкостью 100–150 см³, заливают 50 см³ дистиллированной воды при температуре 20 и 60 °С и через каждые 10 минут после подсушивания (в течение 3 минут) проводят взвешивание и рассчитывают коэффициент набухания К по формуле

$$K = D_1/D_2,$$

где D_2 – масса сушеных плодов и овощей до набухания, г;

D_1 – масса сушеных овощей или плодов после набухания, г.

Определение содержания массовой доли влаги проводят в соответствии в ГОСТ 33977-2016 «Продукты переработки фруктов и овощей».

Методы определения общего содержания сухих веществ» термобариметрическим методом. Сухофрукты измельчают на лабораторной мельнице или мясорубке путем двукратного пропускания через решетку с минимальным диаметром отверстий, чтобы размеры частиц отдельных компонентов продукта не превышали 1,5 мм. Измельченную навеску 5 г помещают в заранее подготовленный и взвешенный стеклянный стаканчик с песком и стеклянной палочкой, перемешивают. При исследовании порошкообразных продуктов, не комкующихся при сушке, песок не используют. Пробу высушивают при температуре, соответствующей определенному виду сухого продукта до постоянной массы. Массовую долю влаги в продукте X, %, вычисляют по формуле

$$X = m_1 - m_2/m_1 - m_3 \cdot K \cdot 100,$$

где m_1 – масса стаканчика с крышкой, палочкой и песком или фильтровальной бумагой (или без них) и пробой до высушивания, г;

m_2 – масса стаканчика с крышкой, палочкой, песком или фильтровальной бумагой (или без них) и пробой после высушивания, г;

K – поправочный коэффициент;

m_3 – масса стаканчика с крышкой, палочкой, песком или фильтровальной бумагой (или без них), г.

Массовую долю сухих веществ в продукте X_1 , %, определяют по формуле

$$X_1 = 100 - X,$$

Результат округляют до первого десятичного знака. На основании полученных результатов анализа сделать вывод о качестве сушеных плодов и овощей.

Контрольные вопросы

1. Показатели качества сушеных овощей.
2. Показатели качества сушеных фруктов.
3. Органолептические показатели сушеных овощей.
4. Органолептические показатели сушеных фруктов.
5. Какие показатели оценивают при экспертизе качества сушеных плодов и овощей?
6. Как определяют развариваемость сушеных овощей, фруктов?
7. Как определяют набухаемости сушеных плодов и овощей?

Тема 3. Оценка качества квашеных продуктов

Цель работы: определить качество и провести органолептическую оценку квашеных продуктов.

Задание 1. Ознакомиться с методикой и рецептурой приготовления капусты квашеной.

Задание 2. Приготовить в лабораторных условиях квашеную капусту.

Задание 3. Определить качество квашеной капусты в соответствии с ГОСТ 34220-2017.

Приборы и оборудование: доски для измельчения капусты; колбы на 100 мл.

Студентам приготовить и принести па занятие: капусту 1,5 кг; ножи соль 22–30 г; морковь и другие компоненты в зависимости от

рецептуры 100–150 г; стеклянные банки емкостью 1 литр, полиэтиленовые крышки.

Ход выполнения работы:

- очистка капусты от верхних поврежденных и загрязненных листьев;
- измельчение капусты на полоски шириной не более 5 мм;
- измельчение моркови кружками с толщиной 2–3 мм или кубиками с толщиной ребра 3–4 мм;
- добавление соли в количестве 2–2,5 % и моркови от 3 до 9 % от массы капусты;
- добавление других ингредиентов в зависимости от рецептуры по таблице;
- тщательное перемешивание всех ингредиентов с последующим утрамбовыванием;
- укладка в банку (выделившийся сок должен покрывать поверхность продукта толщиной не менее 1 см);
- установка гнета (в качестве гнета используется 100 мл колба с налитой в нее водой или соком);
- брожение при 20 °С в течение 6–8 суток;
- установка на хранение при температуре 0 °С.

Рецептуры изготовления квашеной капусты

Капуста квашенная	Ингредиенты, кг на 10 кг капусты									
	капуста	морковь	тмин	яблоки	укроп	лук	лавровый лист	сахар	вода	перец стручковый
Обычная	0,2	–	–	–	–	–	–	–	–	–
По-белорусски	0,2	0,4	0,03	–	–	–	–	–	1,0	–
С тмином	0,2	–	0,02	–	–	–	–	–	–	–
С морковью	0,2	0,5	0,02	–	–	–	–	–	–	–
С морковью и луком	0,2	0,3	0,02	–	–	0,2	–	–	–	–
С яблоками	0,2	–	0,02	0,5	–	–	–	–	–	–
С яблоками и морковью	0,2	0,3	0,02	0,2	–	–	–	–	–	–
Спагетти	0,2	1,0	–	–	–	–	–	0,1	2,5	–
По-грузински	0,5	–	–	–	0,1	–	15 шт	–	10	0,1

Примечание: при изготовлении квашеной свеклы по-грузински добавляется 4 кг столовой свеклы.

Оценка качества продукта проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 34220-2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия».

Определение органолептических показателей квашеных продуктов

После изготовления квашеной капусты необходимо определить органолептические показатели в соответствии с ГОСТ 34220-2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия», заполнить таблицу, приведенную ниже.

Органолептические показатели

Наименование показателя	
Внешний вид	
Вкус	
Цвет	
Аромат	
Консистенция	
Характеристика рассола	

Полученные результаты сравнить с показателями, приведенными в ГОСТ 34220-2017 «Овощи соленые и квашеные. Общие технические условия».

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой способ консервирования квашение?
2. Показатели качества квашеных продуктов.
3. Органолептические свойства квашеных продуктов.
4. Что влияет на показатели качества квашеных продуктов?
5. За счет чего происходит процесс квашения продуктов?
6. За счет каких микроорганизмов происходит процесс квашения?

Тема 4. Производство маринадов и оценка их качества

Цель работы: изучение технологии производства и показателей качества маринадов.

Задание:

1. Изучить технологию и подобрать рецептуру производства маринадов.
2. Приготовить все необходимые приборы, материалы и сырье.
3. Изготовить маринад.
4. Оценить качество изготовленного маринада.

Приборы и материалы: электроплитка; водяная баня; тонкие сита.

Подготовить рецепт маринада; томаты – 1,0 кг; раствор уксусной кислоты (9 %) – 200 мл; соль пищевая – 60 г; сахар – 150 г; пряности (чеснок, лук, перец черный горошком); кастрюля высокая с крышкой эмалированная; банка стеклянная литровая; закатывающаяся крышка.

Ход выполнения работы:

- подготовка сырья, включающая в себя сортировку, калибровку, мойку и бланширование в соответствии с рецептурой (томаты и виноград не бланшируют) и подготовка пряностей;
- определение количества уксуса или уксусной кислоты, необходимого для приготовления маринадной заливки по формуле

$$x = (m_1/m_2 \cdot m)/10000,$$

где x – количество уксуса на 100 кг заливки, кг;

m_1 – содержание УКСУСНОЙ кислоты в маринаде, %;

m_2 – содержание уксусной кислоты в используемом уксусе или эссенции, %;

m – вес заливки в банке (40–50 % от общего веса нетто консервов).

Количество уксуса разной концентрации,
необходимое при приготовлении маринадных заливок

Кислотность, %		На приготовление 100 л заливки количество литров уксуса с содержанием уксусной кислоты, %						
Готового маринада	Заливки	4	5	6	7	8	9	80 %-я уксусная эссенция
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,2	0,50	12	10	8	7	6	5	0,58
0,3	0,75	19	15	12	11	9	8	0,88

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,4	1,00	25	20	17	14	12	11	1,17
0,5	1,25	31	25	21	18	15	14	1,46
0,6	1,50	37	30	25	21	19	17	1,75
0,7	1,75	44	35	29	25	22	19	2,05
0,8	2,00	50	40	33	29	25	22	2,34
0,9	2,25	56	45	37	32	28	25	2,63

Технология изготовления маринада: укладывают пряности в банку (например, 5 г. укропа, 2 г хрена, 4 г сельдерея, петрушки или эстрагона, часть стручка черного перца);

– подготавливают заливку (2-6 % соли и 2 % сахара для овощных маринадов и 10–15 % сахара для плодовых маринадов, уксусную кислоту вносят непосредственно перед заполнением банок и укупоркой;

– заполнение банок заливкой с последующей их укупоркой;

– стерилизация по формулам:

для кислых маринадов $\frac{25-5-25}{100}, 1,5$ атм;

для слабокислых маринадов $\frac{20-20-20}{90}, 1,4$ атм;

– транспортировка к месту хранения.

Оценку качества продукта проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52477-2005 «Консервы. Маринады овощные. Технические условия». Определяют органолептические показатели и качество овощей. Физико-химические показатели должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 52477-2005 «Консервы. Маринады овощные. Технические условия».

Органолептические показатели

Показатель	Характеристика образца
Внешний вид	
Вкус	
Цвет	
Аромат	
Консистенция	
Характеристика рассола	

Физико-химические показатели

Показатель	Норма
Массовая доля овощей от массы нетто консервов, указанной на этикетке, %, не менее:	
– целых	50,0
– нарезанных	55,0
– в маринадах «Огурцы, нарезанные кружками, с луком маринованные»:	
– огурцов нарезанных	50,0
– лука	5,0
Массовая доля хлоридов, %:	
– в тыкве маринованной нарезанной	0,1–0,2
– в остальных маринадах	1,0–2,0
Массовая доля титруемых кислот (в расчете на уксусную или лимонную кислоту), %:	
– для листьев виноградных маринованных	–
– остальных	0,5–0,7
Массовая доля жира, %, не менее:	
– в гогошарах по-молдавски маринованных	3,0
– в баклажанах со сладким перцем маринованных	5,0
– в томатах маринованных деликатесных	1,0
Минеральные примеси	Не допускаются
Посторонние примеси	То же

Контрольные вопросы

1. Технология производства маринадов.
2. Основные показатели качества маринадов.
3. Органолептические показатели маринадов.
4. Требования физико-химических показателей маринадов.
5. По какой формуле проводят определение количества уксуса или уксусной кислоты, необходимых для приготовления маринадной заливки?

Тема 5. Определение внешнего вида металлической тары консервов

Оценка внешнего вида тары. При внешнем осмотре банок обращают внимание на ржавые и темные пятна и на бомбажные банки (банки со вздутыми крышками и донышками, не принимающие нормального положения после надавливания пальцами). Банки со ржавчиной, легко поддающиеся очистке, после зачистки и смазывания нейтральным вазелином, хранят в обычных условиях. Банки со ржавчиной, приводящей к нарушению слоя полуды (после протирания остаются черные пятна) хранению не подлежат и должны быть немедленно реализованы. Банки с сильной ржавчиной (свищами) передают на техническую утилизацию. Особое внимание обращают на банки бомбажные.

Различают бомбаж действительный (химический и бактериологический) и ложный (физический). Химический бомбаж вызывается образованием водорода при взаимодействии полуды с содержанием консервной банки. При этом стенки банки покрываются коррозией, и в продукте увеличивается содержание олова и железа.

Цель работы: научиться определять показатели внешнего вида металлической тары консервов


Задание. Перед исследованием внешнего вида металлической тары консервов снимите с банки бумажную этикетку.

Пользуясь ГОСТ 13534-2015 или ГОСТ 7452-2014 (в зависимости от темы занятия) заполните таблицу «Состояние консервной металлической тары». Внимание! Третий столбик не заносим в тетради! Это справочная информация!

Контрольные вопросы

1. По каким показателям определяют внешний вид консервов?
2. Где расположен продольный закаточный шов на банке консервов?
3. Какие могут быть дефекты металлической тары консервов?
4. Является ли коррозия дефектом консервов?
5. Могут ли дефектные консервы реализовываться торговыми сетями?
6. От чего зависит возможность реализации дефектных консервов?

Состояние консервной металлической тары

Состояние тары	Характеристика состояния тары	Справочная информация (не заносить в тетрадь данный столбец!!!)
Форма банки		Выберите подходящую характеристику: прямоугольная, овальная, эллиптическая
Внешний вид		Жестяная/стеклянная банка квадратной/овальной /эллиптической формы
Состояние наружной поверхности		Выберите подходящую характеристику: Поверхность банки, крышки и доньшка гладкая/другой вариант/без деформаций/с деформациями/
Состояние доньшка и крышки		Выберите подходящую характеристику: плоские, /с рельефом/вогнутые/вздутые
Состояние швов (продольного и закаточного)		Выберите подходящую характеристику: Продольный шов банок плотный и гладкий/ продольный шов банок с зазубринами Закаточный шов гладкий и плотно прикатанный по всему периметру к корпусу банки, без накатов и подрезов, заусенцев и волнистости/ закаточный шов шершавый и не плотно прикатанный по всему периметру к корпусу банки, с накатами и подрезами, с заусенцами и волнистостью/другой вариант
Наличие подтеков, ржавчин, пятен, деформации		Выберите подходящую характеристику: Подтеки, ржавчина, пятна отсутствуют/имеются. Незначительная/ значительная помятость корпуса банок без острых граней и коррозии/с острыми гранями и коррозией/корпус банки без деформации

Материалом для производства консервной жестяной тары служит белая жесть, представляющая собой тонкопрокатанную сталь (толщина 0,2-0,3 мм), покрытую с двух сторон защитным слоем олова.

Тема 6. Изучение ассортимента и экспертиза качества мороженой рыбы

Цель работы: изучить ассортимент мороженой рыбы и научиться определять ее качество по комплексу показателей.

Мороженой рыбой называют рыбу, температура которой в толще мышечной ткани поддерживается на уровне $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Цель замораживания – консервирование рыбы, предусматривающее длительное хранение с незначительным изменением качества. В результате отвода тепла достигается кристаллизация влаги между волокнами, в клетке тканей и микроорганизмов. При этом подавляется деятельность ферментов тканей и микроорганизмов.

Задание 1. Ознакомиться с технической документацией и заполнить таблицу на мороженые рыбные товары. Данные занести в таблицу.

Ассортимент мороженых рыбных товаров

Наименование товарной группы	Номер ГОСТ	Способ и вид разделки	Товарный сорт
Рыба мороженая	32366-2013		
Рыба специальной разделки мороженая	17660-97		
Филе из океанических и морских рыб мороженое	51494-99		

Задание 2. Изучить правила приемки и отбора проб для исследования качества мороженой продукции по ГОСТ 32366-2013, ГОСТ 17660-97, ГОСТ 51494-99 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Правила приемки, органолептические методы оценки качества, методы отбора проб для лабораторных испытаний».

Описать правила приемки, перечислить органолептические методы оценки качества и методы отбора проб для лабораторных испытаний мороженой продукции.

Задание 3. Определить качество упаковки и маркировки продукции согласно ГОСТ Р 51074-2003 «Информация для потребителя».

На упаковке рыбы должно быть отражено:

- наименование продукта (товарное или биологическое);
- принадлежность к району промысла (может быть указана в наименовании продукта, например, «Сельдь тихоокеанская», «Навага дальневосточная»);
- длина и масса рыбы (крупная, средняя или мелкая); вид разделки (обезглавленная, потрошенная и т. д.);
- сорт (при наличии сортов) или категория (для мороженого рыбного филе);
- наименование и местонахождение изготовителя (юридический адрес, включая страну и при несовпадении с юридическим адресом адрес(а) производств(а)) и организации Российской Федерации, уполномоченной изготовителем на принятие претензий от потребителей на ее территории;
- товарный знак изготовителя (при наличии);
- масса нетто;
- пищевая ценность, условия хранения;
- срок хранения мороженой рыбы;
- обозначение нормативного или технического документа, в соответствии с которым изготовлен и может быть идентифицирован продукт;
- дата изготовления и дата упаковывания (число, месяц, год);
- информация о подтверждении соответствия;
- упаковано под вакуумом (при использовании вакуумной упаковки).

Сделать заключение о соответствии упаковки и маркировки представленного образца ГОСТ Р 51074-2003 «Информация для потребителя».

Задание 4. Определить, к какому семейству и виду принадлежит представленный образец рыбы (прил. 1). Путем внешнего осмотра установить вид разделки (прил. 2). По ГОСТ 1368-2003 «Рыба. Длина и масса» определить группу по размеру/массе исследуемого образца рыбы. Данные внести в рабочую тетрадь.

Задание 5. Провести органолептическую оценку представленного образца согласно технической документации.

Органолептический анализ мороженой рыбы

Внешний вид мороженой рыбы определяют по чистоте ее поверхности, окраске, упитанности, наличию механических повреждений и пожелтению.

Консистенцию всех мороженых продуктов (кроме мороженого фарша) определяют после их размораживания до температуры в толще тела рыбы или блока продукта от 0 до 5°С в воде при температуре не выше 15°С или на воздухе при температуре не выше 20°С.

У размороженной рыбы консистенцию определяют по способности деформации под влиянием силы тяжести, для чего рыбу помещают на ладонь и по степени свисания головы и хвоста судят о консистенции.

Определение *запаха* размороженной рыбы проводят *пробой на нож*. Для этого нагревают нож или шпильку погружением его лезвия в кипящую воду. Нож (или шпильку) вводят в тело рыбы между спинным плавником и приголовком, вблизи анального отверстия со стороны брюшка по направлению к позвоночнику, затем во внутренности через анальное отверстие, в места ранений и механических повреждений. Извлекая нож, каждый раз его пронюхивают. У мороженой рыбы запах также определяют после размораживания.

Шпилька должна изготавливаться из сухого, мягкого, непахучего дерева в виде заостренной конусообразной палочки, имеющей диаметр в средней части не более 0,6 см. После каждой пробы шпильку необходимо тщательно отскабливать, а после исследования каждого дефектного экземпляра рыбы ее следует менять.

В случае сомнения в оценке запаха продукт подвергают пробной варке, а также при пробе на вкус.

Для проверки запаха жабр у мороженой рыбы часть жабр вырезают и размораживают в горячей воде.

При обнаружении кисловатого запаха в жабрах и поверхностной слизи, а у лососевых – запаха окислившегося жира на поверхности, не проникшего в толщу мяса, мороженую рыбу относят ко второму сорту.

Цвет определяют на свежем поперечном разрезе наиболее толстой части рыбы. Цвет мышечной ткани изменяется при порче рыбы.

Вкус определяют после пробной варки в бульоне и вареной рыбе.

Проба варкой. Этим методом определяют вкус, запах, степень деструкции мышечных волокон при воздействии температуры и состояние бульона. Берут около 100 г очищенной от чешуи рыбы без внутренних органов, заливают дистиллированной или прокипяченной водой в соотношении 1:2 и варят 5 мин при слабом кипении с закрытой крышкой.

Бульон из доброкачественной свежей рыбы после охлаждения сохраняется прозрачным, на поверхности большие блески жира, запах специфический рыбный. Бульон из рыбы сомнительной свежести мутноватый, на поверхности малые блески жира, запах мышечной массы и бульона неприятный. Бульон из мяса несвежей рыбы сильно мутный с хлопьями, на поверхности жир отсутствует или в малых жировых блесках, запах гнилостный.

Вкус определяется по вкусовым ощущениям – виду вкуса (сладкий, горький, кислый, соленый, терпкий, жирный, водянистый, резкий, безвкусный и др.) и его интенсивности. Отмечается степень выраженности и сохранения свойственного данной продукции вкуса, а также интенсивность проявления вкуса добавок (при их наличии).

Результаты занести в таблицу.

Органолептические показатели образца

Наименование показателя	Характеристика образца
Внешний вид	
Консистенция	
Запах	
Цвет	
Вкус (бульона и вареной рыбы)	

Задание 6. Определить физико-химические показатели мороженой рыбы.

Физико-химический анализ мороженой рыбы

Физико-химический анализ проводят при обнаружении признаков несвежести рыбы, который включает определение температуры тела рыбы, концентрации водородных ионов (рН); определение сероводорода; редуцтазную пробу; определение активности фермента пероксидазы; определение газообразного аммиака; определение продуктов распада белков в бульоне.

Для определения *температуры* тела замороженной рыбы в ее толстой части делают прокол ножом, высверливают буравчиком отверстие и вставляют в это углубление термометр в металлической оправе с заостренным концом или иглу полупроводникового измери-

теля температур (ПИТа). Измерение проводят при температуре воздуха, близкой к температуре хранения рыбы, и отмечают показания термометра через 3–5 мин с точностью до 0,5 °С. Температура в толще блока рыбы или тела рыбы при выгрузке из морозильных камер должна быть не выше: –18 °С – при сухом искусственном замораживании; –10 °С – при естественном замораживании; –6 °С – при льдосоляном замораживании.

Определение концентрации водородных ионов (рН). К 5 г фарша, мяса рыбы добавляют 50мл дистиллированной воды, настаивают 30 мин при периодическом помешивании, фильтруют через бумажный фильтр. Определяют рН в фильтрате с помощью потенциометра или индикаторной бумаги.

У свежей рыбы величина рН = 6,5...6,9, у рыбы сомнительной свежести – 7,0...7,2, несвежей – 7,3 и выше.

Определение сероводорода с подогреванием проб. В широкую пробирку накладывают 5–7 г рыбного фарша. На полоску фильтровальной бумаги наносят каплю 10 %-го щелочного раствора уксуснокислого свинца (диаметр капли должен быть не более 4–5 мм). Полоску бумаги закрепляют пробкой так, чтобы она свешивалась посередине пробирки. Подготовленную таким образом пробирку помещают в водяную баню, температура воды которой 48...52°С. Пробирку выдерживают в водяной бане 15 мин, после чего бумажку вынимают.

Если рыба свежая, то капля не окрашивается (бумага белая); у рыбы сомнительной свежести отмечается бурое пятно; у несвежей – пятно от бурого до темно-коричневого.

Реакция на газообразный аммиак (по Эберу). Реактив Эбера, с помощью которого определяют аммиак, состоит из одной части концентрированной хлористоводородной кислоты, одной части эфира и трех частей этилового спирта. Основным реагентом является хлористый водород. Газообразный аммиак, выделяющийся из рыбы, соединяется с хлористым водородом, образуя нашатырный спирт. Исследованию нельзя подвергать охлажденную рыбу, так как возможна конденсация паров воды и появление ложного облачка (табл.).

В широкую пробирку наливают 2–3 см³ реактива Эбера. Пробирку встряхивают 2–3 раза и закрывают пробкой с пропущенной через нее провололочкой или стеклянной палочкой, заканчивающейся крючком. На крючок надевают маленький кусочек исследуемой рыбы.

Признаки качества рыбы

Показатель	Реактив	Признак доброкачественности	Признак недоброкачественности	
		Свежая	Сомнительной свежести	
Качественная реакция на аммиак	Проба Эбера	Реакция отрицательная	Реакция слабоположительная	Реакция положительная или резко положительная
Качественная реакция на сероводород	Свинцовые соли	Следы	Реакция слабоположительная	Реакция резко положительная

Расстояние между крючком с рыбой и поверхностью реактива должно быть около 1 см. При наличии в рыбе газообразного аммиака в пробирке появляется белое облачко нашатыря, более заметное при движении вверх и вниз, особенно в момент извлечения кусочка рыбы из пробирки.

Реакцию учитывают следующим образом: слабоположительная – быстро исчезающее облачко, появляющееся в момент извлечения кусочка рыбы из пробирки с реактивом; отрицательная – облачко не появляется.

Определение продуктов первичного распада белков (реакция с сернокислой медью). В коническую колбу на 200 см³ помещают 20 г фарша из спинных мышц рыбы, добавляют 60 мл дистиллированной воды и тщательно перемешивают. Колбу накрывают стеклом и нагревают в течение 10 мин в кипящей водяной бане. Горячий бульон фильтруют до прозрачности. Затем 2 см³ бульона наливают в пробирку и добавляют 3 капли 5 %-го раствора сернокислой меди. Пробирку встряхивают и выдерживают 5 мин.

Бульон из мяса свежей рыбы остается прозрачным или слегка темнеет. Бульон из мяса рыбы сомнительной свежести заметно мутнеет. Бульон из мяса несвежей рыбы характеризуется выделением хлопьев или пенообразного осадка сине-голубого цвета.

Задание 7. Сделать заключение о качестве представленного на экспертизу образца мороженой рыбы.

Контрольные вопросы

1. Правила приемки и отбора проб для исследования качества мороженой продукции.
2. Качество упаковки и маркировки мороженой рыбной продукции.
3. Правила органолептической оценки мороженой рыбной продукции.
4. Физико-химические показатели мороженой рыбной продукции.
5. Методика определения продуктов первичного распада белков (реакция с сернокислой медью) в мороженой рыбной продукции.
6. Методика определения реакции на газообразный аммиак (по Эберу) в мороженой рыбной продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой части учебного пособия «Технология консервирования пищевых продуктов» изложен теоретический материал по методам консервирования пищевой продукции, дана полная характеристика сырья для производства консервов, а также представлена характеристика и контроль тары для консервирования пищевых продуктов. В конце каждой главы даны контрольные вопросы и рекомендуемая литература.

Учебное пособие позволяет лучше усвоить теоретический и лабораторно-практический материал по изучаемым дисциплинам: «Рациональное использование вторичного сырья в производстве продуктов из мяса, водных биоресурсов и объектов аквакультуры», «Общие тенденции развития отрасли», «Технологии комплексной переработки сырья животного происхождения», «Общая технология отрасли», «Инновационные технологии консервирования продуктов животного происхождения и биотехнологической продукции», «Технология пищевых концентратов»; «Введение в специальность», «Технология обработки продуктов убоя», «Технология первичной переработки скота, птицы и кроликов: технология переработки мяса птицы», «Технология первичной переработки скота, птицы и кроликов: технология первичной переработки мяса кроликов», «Техника и технология консервирования».

Материал в разделе «Задания для самостоятельной работы студентов» поможет подготовиться к выполнению и защите лабораторно-практических работ.

Представленный материал первой части учебного пособия будет способствовать формированию профессиональных качеств в области переработки продукции животного происхождения для обучающихся всех уровней подготовки.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Антипова, Л. В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов. – Москва: Колос, 2010. – 345 с.
2. Васильева, С. Б. Основные принципы переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы: учебное пособие. В 2 частях. Часть 1 / С. Б. Васильева, Н. И. Давыденко, О. В. Жукова. – Кемерово: КемГУ, 2008. – 104 с.
3. Васюкова, А. Т. Переработка рыбы и морепродуктов: учебное пособие / А. Т. Васюкова. – Москва: Дашков и К°, 2009. – 104 с.
4. Винникова, Л. Г. Технология мяса и мясных продуктов: учебник / Л. Г. Винникова. – Киев: ИНКОС. – 2006. – 600 с.
5. Доброскок, Л. П. Основы консервирования и техноконтроль: учебное пособие / Л. П. Доброскок, Л. В. Кузнецова, В. Н. Тимофеева. – Минск: Высшая школа, 2012. – 400 с.
6. Кецелашвили, Д. В. Технология мяса и мясных продуктов: учебное пособие в 3-х частях. Ч. 1 / Д. В. Кецелашвили. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2004. – 130 с.
7. Киселева, Т. Ф. Технология пищевых концентратов, консервирования плодов, овощей, мяса, рыбы: учебное пособие. В 3 частях. Часть 3 / Т. Ф. Киселева. – Кемерово: КемГУ, 2008. – 116 с.
8. Кригер, О. В. Основы биотехнологической переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы: учебное пособие / О. В. Кригер. – Кемерово: КемГУ, 2013. – 90 с.
9. Мирошникова, Е. П. Физико-химические и биохимические основы производства мяса и мясных продуктов: учебное пособие / Е. П. Мирошникова, О. В. Богатова, С. В. Стадникова. – Оренбург: ГОУ ОГУ. – 2005. – 248 с.
10. Мишанин, Ю. Ф. Рациональная переработка мясного и рыбного сырья: учебное пособие / Ю. Ф. Мишанин, Г. И. Касьянов, А. А. Запорожский. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 720 с.
11. Мороз, Г. М. Товароведение и экспертиза однородных групп товаров (рыбные товары): лабораторно-практическое пособие / Г. М. Мороз. – Набережные Челны: НГТТИ, 2011. – 71 с.
12. Мышалова, О. М. Технология мяса и мясных продуктов. Первичная переработка скота, птицы и продуктов убоя: лабораторный

практикум. В 2 частях. Часть 2 / О. М. Мышалова, И. С. Патракова, М. В. Патшина. – Кемерово: КемГУ, 2016. – 116 с.

13. Помозова, В. А. Технология пищевых концентратов, консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы: учебное пособие. В 3 частях. Часть 2 / В. А. Помозова. – Кемерово: КемГУ, 2008. – 222 с.

14. Теоретические основы консервирования: учебное пособие / Т. Ф. Киселева; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2008. – 183 с.

15. Технология консервирования плодов, овощей, мяса и рыбы / под ред. Б. Л. Флауменбаума. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1993. – 320 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Семейство Тресковые. Рыбы этого семейства имеют покрытое мелкой чешуей удлинненное тело. Все плавники без колючек. Окраска тела разнообразна: от серебристой до буро-зеленой. Тресковые имеют длину от 15 до 180 см. Это хищные стайные рыбы. Только один вид из семейства тресковых живет в пресной воде – налим. В семействе тресковых 18 родов с 53 видами. Мировой улов тресковых в 70-х годах составлял от 8,5 до 10,1 млн т. В 2000 году – 1,8 млн т.

Сайка. Тело сайки сильно утончается к хвосту. Окраска серебристо-серая. Распространена во всех арктических морях. Промысел ведется круглогодично. Пищевая ценность сайки невелика. Используется в качестве компонента пищевого фарша или направляется на производство кормовой муки.



Навага

Навага. Два близких вида из рода *Eleginus* встречаются под этими торговыми названиями – дальневосточная навага (*Eleginus gracilis*) и навага европейская (*Eleginus nawaga*). Дальневосточная навага отличается от наваги большим числом жаберных тычинок на первой дуге, большими размерами тела (*E. gracilis* – 38–47 см, *E. nawaga* – до 40 см).

Как уже следует из названия видов, ареалы их весьма удалены друг от друга. Европейская навага распространена от Белого моря до Обской губы, тихоокеанская – в Северной части Тихого океана. По вкусовым качествам навага превосходит всех тресковых из-за повышенного содержания жира в мясе – 0,3–2,8 %.



Треска

Треска атлантическая (*Gadus morhua*) наиболее многочисленный вид семейства, с самым широким ареалом, охватывающим бореальную (умерен-

ную) область Атлантического и Тихого океанов, образует несколько подвигов и значительное число рас. Имеет три спинных и два анальных плавника, крупную голову с большим конечным ртом. Усик хорошо развит. Окраска сильно варьирует; цвет спины зеленый или желтовато-коричневый, иногда бурый, с многочисленными мелкими желтовато-коричневыми пятнами. Бока того же тона, более светлые, брюхо желтоватое или белое. Боковая линия светлая, хорошо заметна на протяжении всего тела, образует небольшой изгиб над грудным плавником. Треска – эврифаг, использующий все виды пищи от планктона до сравнительно крупных рыб.

Треска тихоокеанская – *Gadus morhua macrocephalus* (*Filesius*), представитель семейства тресковых (*Gadidae*), относится к роду трески (*Gadus*). В Тихом океане обитает только один вид трески из этого рода. Рыба имеет три спинных плавника, усик на подбородке. Хвостовой плавник усеченный, рот нижний или конечный. Спина имеет зеленовато-серую окраску, брюхо и боковая линия светлые. Ареал очень широк: занимает прибрежные воды всей северной части Тихого океана от западного побережья Кореи, острова Хонсю и южной Калифорнии на юге до островов Святого Лаврентия на севере.



Пикша

Пикша (*Melanogrammus aeglefinus*) ведет преимущественно донный образ жизни и питается бентосом. Первый спинной плавник у нее значительно выше второго и третьего. Тело сравнительно высокое, несколько сжатое с боков. Спина темная с сиреневым отливом, бока и брюхо серебристые, боковая линия черная, над грудным плавником черное пятно. Рот нижний, усик развит слабо. Распространена только в северных водах Атлантического океана у берегов Европы, вокруг Исландии и у Северной Америки.

Путассу северная (*Micromesistius poutassou*) может достигать длины 47 см, но обычная длина ее 30–35 см. Она распространена преимущественно в северо-восточных водах Атлантического океана от западной части Средиземного моря до Исландии, Шпицбергена и западных частей Баренцева моря. Есть она и в северо-западных водах от Новой Шотландии и южного склона Большой Ньюфаундлендской банки до Южной Гренландии.



Путассу

Путассу южная (*Micromesistius australis*) несколько крупнее северной. Распространена в водах склона Патагонского шельфа от Ла-Платы до Южных Оркнейских островов.



Сайда

Сайда (*Pollachius virens*) – стайная пелагическая рыба, обитающая в толще воды и у дна. Достигает длины 60–90 см, известны особи до 115–120 см. Спина стального или оливково-зеленого цвета, брюшко серебристо-серое. Рот большой, конечный, подбородочный усик очень короткий. Хвостовой плавник с глубокой выемкой. Боковая линия светлая. Сайда распространена только в северной части Атлантического океана, от Бискайского залива до Шпицбергена и Мурмана и от мыса Код до залива Святого Лаврентия.



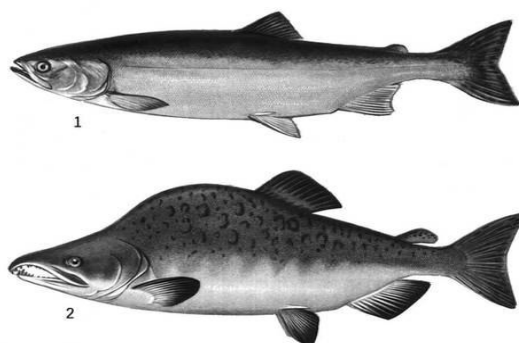
Минтай

Минтай (*Theragra chalcogramma*) распространен в морях северной части Тихого океана от Берингова пролива до Кореи и Северной Калифорнии. Это полуглубководная рыба, на что указывают большие глаза и лилово-оливковые тона окраски тела. Верх тела покрыт многочисленными темными пятнами. Тело прогонистое, голова небольшая, с очень коротким подбородочным усиком.

Семейство Лососевые (*Salmonidae*) К семейству лососевых относятся рыбы, имеющие один настоящий спинной плавник и один жировой. В спинном

плавнике бывает от 10 до 16 лучей. Второй, жировой плавник не имеет лучей. У большинства глаза снабжены прозрачными веками. Лососевые – проходные и пресноводные рыбы северного полушария; они обитают в Европе, Северной Азии (на юг до верхнего течения р. Янцзы), в горных ручьях Северной Африки и в Северной Америке. Лососевые – рыбы, легко изменяющие образ жизни, внешний вид, окраску в зависимости от внешних условий. Различают два подсемейства – собственно лососевых (*Salmoninae*) и сиговых (*Coregoninae*). От собственно лососевых сиги отличаются деталями строения черепа, у большинства из них относительно маленький рот и более крупная чешуя, чем у лососей.

Род Лососи Тихоокеанские (*Oncorhynchus*). Как показывает название, обитают в бассейне Тихого океана. У представителей этого рода в анальном плавнике от 10 до 16 ветвистых лучей, чешуя средних размеров или мелкая, икринки крупные и окрашены в красно-оранжевый цвет. Это проходные рыбы, нерестующие в пресных водах Азии и Северной Америки и нагуливающиеся в море. Известно 6 хорошо различающихся видов (кета, горбуша, чавыча, нерка, кижуч и сима). Тело лососей в это время покрыто серебристой, легко опадающей чешуей. Зубов на верхней и нижней челюстях нет.

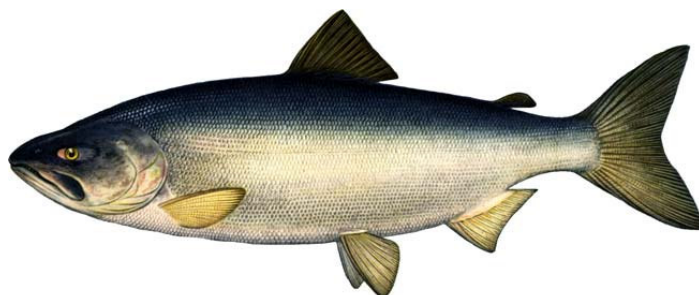


Горбуша (самец): 1 – вне периода нереста; 2 – в период нереста

Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) отличается мелкой чешуей. В море тело ее окрашено в серебристый цвет, на хвостовом плавнике много мелких темных пятнышек. В реке окраска меняется: темные пятна покрывают спину, бока и голову, ко времени нереста голова и плавники становятся почти черными, а все тело приобретает коричневый цвет, кроме брюха, которое остается белым. Особенно сильно изменяются пропорции тела: у самцов на спине вырастает огромный горб, челюсти удлиняются и искривляются, на них вырастают сильные зубы. Некогда стройная и красивая рыба становится уродливой.

Кета (*Oncorhynchus keta*) наиболее широко распространенный и массовый вид дальневосточных лососей. От других видов этого рода она отличается большим числом пилорических придатков (до 185), число жаберных тычинок 19–25, жаберных лучей 12–15. В морском наряде (кета-серебрянка) она имеет серебристую окраску, без полос и пятен, серебрятся и основания лучей хвостового плавника. В реке окраска меняется на буровато-желтую, с темно-лиловыми или темно-малиновыми полосами (кета пестрая, или полузубатка). Ко времени нереста тело кеты, а также небо, язык и основания жаберных дуг

становятся совершенно черными. Кета широко распространена по обоим берегам Тихого океана, от Сан-Франциско до Берингова пролива по американскому побережью и от бухты Провидения до залива Петра Великого и р. Тумень-Ула – по азиатскому.

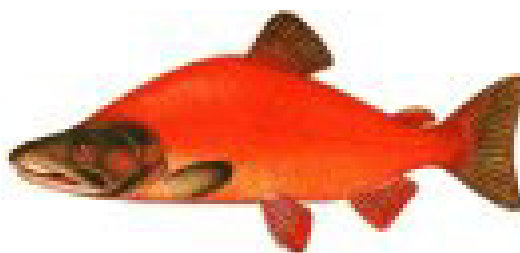


Кета



Кижуч

Кижуч (*Oncorhynchus kisutch*) по распространению напоминает чавычу. На американском континенте он входит в реки от залива Монтерей до Аляски, по азиатскому берегу отмечены единичные заходы от Анадыря до рек Хоккайдо и лишь в реках Камчатского полуострова он нерестится в больших количествах. От других лососей кижуч хорошо отличается ярко-серебристым цветом чешуи (отсюда японское и американское название – «серебряный лосось» и наше старое – «белая рыба»). Хвостовой стебель кижуча высокий. Бока тела выше боковой линии; спина и верхние лучи хвостового плавника покрыты темными пятнышками. В длину кижуч достигает 84 см, средний размер 60 см. Аляскинский кижуч несколько крупнее камчатского.



Нерка
200

Нерка (*Oncorhynchus nerka*) или красная распространена у нас не так широко, как горбуша и кета. По азиатскому побережью Тихого океана она заходит лишь в реки Камчатки, в Анадырь и в меньшей степени в реки Командорских и Курильских островов. От других видов рода *Oncorhynchus* ее легко отличить по многочисленным (30 – 40) густо сидящим жаберным тычинкам. Мясо нерки не розовое, как у других лососей, а интенсивно красного цвета и превосходного вкуса. В море она серебристая, и лишь спина окрашена в темно-синий цвет. Брачный наряд очень эффектный: спина и бока в этот период становятся ярко-красными, голова зеленой, спинной и анальный плавники окрашиваются в кровавый цвет. Черного цвета, обычного в брачном наряде кеты и горбуши, мало; только у половозрелого самца на конце хвостового плавника появляются черные пятнышки, и у самок иногда на теле – темные поперечные полосы.



Сима

Сима (*Oncorhynchus masu*), или мазу – единственный из тихоокеанских лососей, встречающийся только по азиатскому берегу. Сима входит в реки Камчатки, Сахалина, Хоккайдо и Хондо, на юг по материковому берегу идет до Фузана и р. Тумень-Ула. Внешне сима похожа на кижуча, только анальный плавник ее более выемчат и по телу даже у взрослой рыбы проходят темные поперечные полосы.

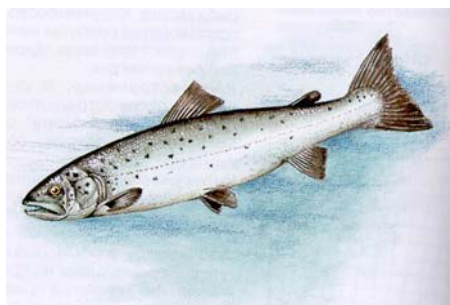


Чавыча

Чавыча (*Oncorhynchus tshawytscha*) самый крупный и самый ценный из тихоокеанских лососей. Средний размер ходовой чавычи 90 см, но попадаются и значительно более крупные экземпляры, достигающие более 50 кг веса. От других лососей чавыча отличается большим (больше 15) числом жаберных лучей. Спина, спинной и хвостовой плавники ее покрыты мелкими круглыми черными пятнами. Брачный наряд выражен слабее, чем у кеты, горбуши и красной, лишь самец во время нереста становится черноватым, с красными

пятнами. Подобно красной чавыча тяготеет в своем распространении к американскому побережью Тихого океана, где идет на юг до Калифорнии.

Род Лососи настоящие (*Salmo*). Род отличается от тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) более коротким анальным плавником, содержащим всего 7–10 ветвистых лучей, и другими признаками. Сошниковая кость в черепе лососей удлинненная, и задняя ее часть у молодых особей несет зубы. Настоящие лососи проходные и жилые рыбы северных частей Атлантического и Тихого океанов. Есть они в Балтийском, Черном, Каспийском и Аральском морях.



Семга

Семга (*Salmo salar*) или лосось благородный – наиболее известный вид лососей. Тело лосося покрывает мелкая серебристая чешуя, пятна ниже боковой линии отсутствуют. Брачный наряд выражается в потемнении тела и появлении на боках тела и голове красных и оранжевых пятен. У самцов удлиняются и искривляются челюсти, на верхней челюсти образуется крючкообразный выступ, входящий в выемку на нижней челюсти. Места нагула семги – северная часть Атлантического океана. Отсюда она входит на нерест в реки Европы, от Португалии на юге до Белого моря и р. Кары на севере. Вдоль американского берега семга распространена от реки Коннектикут на юге, до Гренландии на севере. В тихоокеанском бассейне есть несколько видов рода *Salmo*, но они малочисленны по сравнению с тихоокеанскими лососями рода *Oncorhynchus*. Это бойкие и подвижные рыбки, пестро окрашенные, с темными поперечными полосками по бокам, с темной спинкой, покрытой коричневыми и красными круглыми пятнышками. У нас на севере их называют пестрятками.

Лосось озерный (*S. salar morpha sebago*) – особая озерная форма лосося, которая существует в крупных северных озерах (оз. Венер, озера Лабрадора, у нас в Ладожском и Онежском и ряде других). Эта форма не идет в море, а нагуливается в озере и на нерест идет во впадающие в озеро реки. Озерный лосось обычно меньше проходного и более пятнистый, пятна на боках бывают и ниже боковой линии.

Гольцы (*Salvelinus*). Род близкий к лососям рода *Salmo*. Они отличаются от лососей отсутствием зубов на рукоятке сошника. У гольцов за исключением одного вида, обитающего в Америке, никогда не бывает на теле темных пятен, столь характерных для настоящих лососей. Гольцы широко распространены и необычайно разнообразны по своей морфологии и образу жизни.

Таймени (*Hucho*) похожи на гольцов, но их зубы на сошниковой кости образуют с небными зубами сплошную дуговидную полосу. Голова тайменей сплюснута с боков и несколько напоминает щучью, а на теле имеются х-образные черные пятнышки, как у некоторых лососей. Таймени – обитатели рек Евразии. Известно 4 вида.

Семейство Сиговых (*Coregonidae*). В состав семейства входят три рода: сигов *Coregonus* (до 25 видов, в водах России до 11 видов), вальков *Prosopium* (6 видов, в водах России 2 вида), нельмы или белорыбицы *Stenodus* (1 вид).

Сиговые населяют реки, озера и солоноватые воды Северного полушария. Это преимущественно планктоноядные рыбы. Икра не крупная 2–4 мм. Имеют длину от 30 до 130 см. Среди них: ряпушка, омуль, сиви, пыжьян, муксун, чир, пелядь, тугун. Все эти рыбы имеют важное промысловое значение.

Семейство Корюшковые (*Osmeridae*). Корюшковые – небольшие стройные рыбы, с темной спинкой и серебристыми боками и брюшком. Спинной плавник короткий, содержит 7–14 лучей, расположен посреди тела над брюшными плавниками. В хвостовом плавнике – 19 лучей, а в брюшном – 7–8. На верхнечелюстных костях зубы. Желудок у большинства видов в виде слепого мешка. Имеется плавательный пузырь. Корюшковые широко распространены в северном полушарии. Населяют морские и пресные воды бассейнов северных частей Атлантического и Тихого океанов и Северного Ледовитого океана. Всего в семействе корюшковых 6 родов и около 10 видов.



Мойва

Мойва (*Mallotus villosus*) имеет среди других видов семейства корюшковых большое промысловое значение. У мойвы очень мелкая чешуя и мелкие зубы. Интересен половой диморфизм мойвы: самцы крупнее самок, у них расширено основание анального плавника, все плавники длиннее и выше, по бокам в период размножения имеются валики из удлиненных, волосовидных более крупных чешуи. Размеры мойвы в промысловых уловах 11–19 см, возраст 1–3 года. Мойва – чисто морской вид. В пресные воды не заходит, живет в открытом море, в верхних слоях воды. К берегам подходит только в период нереста. Мойва распространена почти кругополярно. В России мойва обитает в морях Баренцевом, Белом, Карском, Лаптевых, Чукотском, Беринговом, Охотском. В Западной Атлантике мойва нерестится весной и летом, в Восточной – с весны по осень, в западной части Тихого океана – весной и летом, в восточной – осенью.

Семейство Щуковые (*Esocidae*). Щуковые отличаются большой головой с сильно вытянутым и сплюснутым рылом. Зубы сидят на многих костях ротовой полости: на межчелюстных, сошнике, небных, на нижней челюсти и языке. Жаберные перепонки не сращены между собой и свободны от межжаберного промежутка. Чешуя мелкая, не менее 100 в боковой линии. В этом семействе только один род Щуки (*Esox*) с пятью видами.

Семейство Сельдевые (*Clupeidae*). Сельдевые рыбы имеют сжатое с боков или вальковатое тело, обычно серебристое, с темно-синей или зеленоватой спиной. Спинной плавник один, обычно в средней части спины, грудные расположены у нижнего края тела, брюшные – в средней трети брюха (иногда отсутствуют), хвостовой плавник выемчатый. Очень характерно отсутствие прободенных чешуй боковой линии на теле, бывающих только в числе 2–5 сразу за головой. Вдоль средней линии брюха у многих тянется киль из приостренных чешуй. Зубы на челюстях слабые или отсутствуют. Сельдевые – стайные планктоноядные рыбы; большая часть видов морские, часть проходные, немногие – пресноводные. Широко распространены от субантарктики до Арктики, но количество родов и видов велико в тропиках, убывает в умеренных водах, а в холодных водах распространены единичные виды. Большей частью это мелкие и некрупные рыбы, менее 35–45 см, только немногие проходные сельди могут достигать длины 75 см. Всего насчитывается около 50 родов и 190 видов сельдевых. Это семейство дает около 20 % мирового улова рыб, занимая по величине улова, наряду с анчоусовыми, первое место среди семейств рыб. В этом большом и важном семействе различают 6–7 подсемейств, частью принимаемых некоторыми учеными в качестве особых семейств.

Сельди-круглобрюшки (*Dussumierinae*). Подсемейство Сельди-круглобрюшки отличаются от других сельдей тем, что брюхо у них закругленное и вдоль его средней линии нет килевых чешуй. Рот небольшой, конечный. Челюсти, небо и язык усажены мелкими многочисленными зубами. В этой группе насчитывают 7 родов с 10 видами, распространенными в тропических и субтропических водах Тихого, Индийского и западной части Атлантического океанов. Среди сельдей-круглобрюшек различают две группы форм (родов): более крупных многопозвонковых (48–56 позвонков) рыб, достигающих длины 15–35 см (*Dussumieria*, *Etrumeus*), и более мелких малопозвонковых (30–46 позвонков) рыб, 5–11 см длины (*Spratelloides*, *Jenkinsia*, *Echirava*, *Sauvagella*, *Gilchristella*). Селедочки-кибанго (*Spratelloides*) мелкие, наиболее многочисленные среди круглобрюхих сельдей, достигающие всего 10 см длины.

Сельди шротоподобные (*Clupeinae*) или *Сельдевые*. Данное подсемейство представляет собой важнейшую группу сельдевых рыб, включающую северных морских сельдей, сардин, сардинелл, шпрот, тюлек и другие роды. Всего около 12 родов. Сельди Морские (*Clupea*) населяют умеренные воды северного полушария (бореальная область) и сопредельные моря Ледовитого океана, а в южном полушарии они живут у берегов Чили. Морские сельди – стайные планктоноядные рыбы, обычно до 33–35 см длины. Чешуя циклоидная, легко спадающая. Килевые чешуйки слабо развиты. Бока и брюшко серебристые,

спинка синезеленая или зеленая. В настоящее время различают три вида морских сельдей – атлантическую, или многопозвонковую, восточную, или малопозвонковую, и чилийскую сельдь.



Атлантическая сельдь

Атлантическая сельдь (*Clupea harengus*) или многопозвонковая внешне очень мало отличается от восточной. Для нее характерно большее число позвонков, 54–59 (60), чаще всего 55–58, большее число продольных рядов чешуи, наличие сравнительно сильных зубов на сошнике. Как показано ниже, она существенно отличается от восточной сельди по биологии, особенно по биологии размножения. Различают две формы (подвида) атлантической сельди – собственно атлантическую сельдь (основная, или номинальная форма), распространенную в водах северной части Атлантического океана и сопредельных морей Ледовитого океана, и балтийскую сельдь или салаку.

Подвид балтийская сельдь, или салака (*Clupea harengus membras*), населяет Балтийское море к востоку от Датского пролива. Она отличается своей малой величиной, обычно менее 20 см длины, причем становится половозрелой, начиная от 13–14 см длины, в возрасте 2–3 лет. Кроме малой величины, салака отличается от собственно атлантической сельди меньшим числом позвонков, которых у нее 54–57, и биологией. Населяя всю восточную часть Балтийского моря и его заливы, постоянно обитая в воде пониженной солености, салака встречается иногда и в совершенно пресной воде некоторых озер Швеции.

Сельдь восточная (*Clupea pallasii*) или малопозвонковая распространена от Белого моря на восток. Она обычна в юго-восточной части Баренцева моря, в Чешской губе, в Печорском заливе; гораздо менее многочисленна в южных районах Карского моря. У берегов Сибири известны небольшие популяции, приуроченные к предустьевым пространствам рек. В Тихом океане численность восточной сельди очень велика. Различают три подвида восточной сельди: беломорскую сельдь, чешско-печорскую сельдь и тихоокеанскую сельдь.

Мандуфии (*Ramnogaster*) – три вида сельдей этого рода живут в водах Уругвая и Аргентины. Тело у мандуфий сжатое с боков, брюхо выпуклое, с зубчатым килем из снабженных шипами чешуй, рот небольшой, верхний; брюшные плавники сдвинуты далее вперед, чем у сельдей и шпротов, их основания находятся впереди основания спинного плавника. Это небольшие рыбки, длиной около 9–10 см, распространенные в прибрежных водах, эстуариях и реках.

Шпроты, или Кильки (*Sprattus*). Род распространен в умеренных и субтропических водах Европы, Южной Америки, Южной Австралии и Новой Зеландии. Шпроты близки к морским сельдям рода *Clupea*. Отличаются от них более сильным развитием килевых чешуй на брюхе, образующих шиповатый

киль от горла до ануса; менее сдвинутым вперед спинным плавником, начинающимся у них дальше назад, чем основания брюшных плавников; меньшим числом лучей в брюшном плавнике (обычно 7–8), меньшим числом позвонков (46–50), плавучей икрой и другими признаками. Шпроты мельче морских сельдей, они не бывают крупнее 17–18 см.

Тюльки, или Каспийские кильки (*Clupeonella*). Род содержит 4 вида мелких сельдевых рыб, обитающих в Черном, Азовском и Каспийском морях и в их бассейнах. Брюхо у тюлек сжатое с боков, снабженное на всем протяжении от горла до анального отверстия 24–31 сильными шиповатыми чешуйками. Брюшные плавники примерно под передней третью спинного плавника. В анальном плавнике два последних луча удлинены, как у сардин и сардинелл. Рот верхний, беззубый, маленький, верхнечелюстная кость не заходит назад далее переднего края глаза. Икринки плавучие, с очень крупной фиолетовой жировой каплей, с большим кругожелтковым пространством. Позвонков 39–49.



Сардины

Сардинами называют виды трех родов морских сельдевых рыб – сардину-пиль-чарда (*Sardina*), сардину-сардинопса (*Sardinops*) и сардинелл (*Sardinella*). Для этих трех родов характерны удлиненные, выступающие в виде лопасти два задних луча анального плавника и наличие двух удлиненных чешуй – «крылышек» – при основании хвостового плавника. Кроме того, у сардины-пильчарда и сардинопсов на жаберной крышке имеются радиально расходящиеся бороздки. Настоящие сардины (пильчард и сардинопсы) распространены в умеренно теплых и субтропических морях, сардинеллы – в тропических и отчасти субтропических водах. Сардины достигают длины 30–35 см, в промысловых уловах обычно бывают 13–22 см длины.

Сардины Сардинопс (*Sardinops*)

Рыбы достигают длины 30 см и веса 150 г и выше. Тело толстое, брюхо не сжато с боков. Спина синезеленая, бока и брюхо серебристо-белые, вдоль каждого бока тянется ряд темных пятен, числом до 15. На поверхности жаберной крышки есть радиально расходящиеся борозды. Количество позвонков от 47 до 53. Сардинопсы очень похожи на настоящую сардину-пильчарда. Отличаются от нее укороченными жаберными тычинками у угла сгиба первой жаберной дуги, несколько большим ртом (задний край верхней челюсти заходит за верти-

каль середины глаза) и характером чешуйного покрова. У сардинопсов все чешуи одинаковые, средней величины (50–57 поперечных рядов чешуи), а у пильчардов под крупными чешуями скрыты более мелкие.

Сардина-сардинопс (*Sardinops sagax*) имеет пять подвидов. Дальневосточная сардина **иваси** (*S. sagax melanosticta*) распространена у берегов Восточной Азии от Сахалина до Южной Японии и китайского побережья Желтого моря (Чи-фу). Калифорнийская сардина (*S. sagax coerulea*) обитает в водах тихоокеанского побережья Северной Америки от Северной Канады до Южной Калифорнии. Перуанская сардина (*S. sagax sagax*) распространена у берегов Перу; австралийско-новозеландская (*S. sagax neopilchardus*) – в водах Южной Австралии и Новой Зеландии; южноафриканская (*S. sagax ocellata*) – в водах Южной Африки. Сардины-сардинопсы наряду с сельдью и треской – важнейшие промысловые рыбы мира.

Сардинеллы (*Sardinella*) род содержит 16–18 видов сардин тропических и отчасти субтропических вод. Только один вид (*S. aurita*) заходит и в умеренно теплые моря. Сардинеллы отличаются от сардины-пильчарда и сардинопса гладкой жаберной крышкой, наличием двух выступов переднего края плечевого пояса (под краем жаберной крышки), отсутствием у большинства видов темных пятен на боку тела, которые имеются только у *S. Sirm*, и в виде одного пятна (не всегда) у *S. aurita*. Двенадцать видов этого рода обитают в водах Индийского океана, и в западной части Тихого океана, от Восточной Африки и Красного моря до Индонезии и Полинезии на востоке, и от Красного моря, Индии и Южного Китая – до Юго-Восточной Африки, Индонезии и Северной Австралии. Селедочками и сардинками называют мелких, до 15–20 см длины, тропических сельдевых рыб со сжатым с боков серебристым телом и чешуйным килем на брюхе.

Селедочки (род *Herclotsichthys*, недавно выделенный из рода *Harengula*) распространены только в пределах индозападнотихоокеанской области: от Японии до Индонезии и Австралии, у берегов Индийского океана, у островов Меланезии, Микронезии, Полинезии. Насчитывают 12–14 видов селедочек, из которых 3–4 вида обитают у восточных и юго-восточных берегов Азии, 4 вида – у Северной Австралии, 4 вида широко распространены в Индийском и западной части Тихого океана, от Красного моря и Восточной Африки до Индонезии, Полинезии и Северной Австралии.

Сардинки (*Harengula*), как уже было сказано, живут только в тропических водах Америки. В Атлантическом океане их три вида; они очень многочисленны у берегов Центральной Америки, Антильских островов, Венесуэлы. По тихоокеанскому побережью, от Калифорнийского побережья до Панамского залива, распространен один вид – аретка (*H. thrissina*). Мачуэла (*Opisthonema*) род. Представители этого рода отличаются сильно удлинненным задним лучом спинного плавника, иногда достигающим основания хвостового плавника. По этому признаку мачуэла напоминает сельдей-тупорылок (*Dorosomatinae*), но у нее рот полуверхний или конечный, рыло не притуплено и не имеется удлиннен-

ной аксиллярной чешуйки над основанием грудного плавника. Позвонков у ма-
чуэлы 46–48. Это чисто американский род, содержащий два вида.

Гребнечешуйчатые сельди (*Brevoortinae*). Подсемейство. Отличаются от всех других сельдевых чешуей с гребенчатым задним краем и двумя рядами увеличенных чешуй или щитков, вдоль средней линии спины, от затылка до начала спинного плавника. Характерно для них также наличие 7 лучей в брюшных плавниках. Они близки к пузанковым сельдям по форме сжатого с боков высокого тела, с зубчатым чешуйным килем вдоль брюха, по наличию медиальной вырезки в верхней челюсти, по отсутствию зубов на челюстях у взрослых особей. По строению икринок менхэден отличаются от алоз, а близки к сардинам: икринки у них содержат жировую каплю в желтке и являются пелагическими, а не полупелагическими. В отличие от пузанковых сельдей гребнечешуйные – морские рыбы, живущие и размножающиеся в море при солености не ниже 20 ‰. К гребнечешуйным сельдям относятся три рода: менхэден, близкая к ней мачета и бонга.

Менхэден (*Brevoortia*). Род распространен в прибрежных водах атлантического побережья Америки, от Новой Шотландии до Мексиканского залива и от Южной Бразилии до Аргентины. Менхэден достигают длины 50 см, обычная длина 30–35 см. Спина зелено-синяя, бока серебристо-желтоватые, позади верха жаберной крышки по обоим бокам тела черное плечевое пятно, позади которого у некоторых видов на боках варьирующее число более мелких темных пятен, нередко расположенных в два, три или несколько рядов. Брюшные плавники у менхэден малой величины, расположены под спинным плавником, в них 7 лучей. Насчитывают 7 видов менхэден: 3 – у восточного побережья Северной Америки, от Новой Шотландии до Флориды, 2 – в северной части Мексиканского залива, 2 – у берегов Бразилии, от Рио-Гранде до Рио-де-ла-Плата.

Тупорылые, или Зобатые сельди (*Dorosomatinae*). Подсемейство Тупорылые или зобатые сельди, имеющие короткое, высокое, сжатое с боков тело, с брюшным пильчатым килем из чешуи, представляют своеобразную группу. В отличие от всех прочих сельдевых рыло у них почти всегда выступающее, тупо закругленное; рот маленький, нижний или полунижний; желудок короткий, мускулистый, напоминающий зоб у птиц. Всего в этой группе 7 родов с 20–22 видами. Тупорылые сельди (или сельди-тупорылки) распространены в водах Северной и Центральной Америки (род *Dorosoma*, 5 видов), Южной и Юго-Восточной Азии и Западной Океании (Меланезии) (роды *Nematalosa*, *Anodontostoma*, *Gonialosa*, всего 7 видов), Восточной Азии (роды *Konosirus*, *Clupanodon*, *Nematalosa*, 3 вида), Австралии (роды *Nematalosa*, 1 вид, и *Fluviolosa*, 7 видов).

Килегорлые, или Пилобрюхие сельди (*Pristigasterinae*). Подсемейство. Эта группа чисто тропических родов сельдевых рыб характеризуется сильно сжатым с боков, приостренным по брюшному краю телом, с пиловидно-закругленным «брюшным килем из чешуй, простирающимся и вперед, на горло. Рот почти у всех верхний или полуверхний. Анальный плавник у них длинный, содержащий более 30 лучей; брюшные плавники малы (у *Pellona* и *Ilisha*) или

отсутствуют (у остальных родов). В эту группу входят 8 родов с 37 видами. По внешнему виду разные роды пилобрюхих сельдей представляют различные степени специализации. Наименее специализированы и несколько напоминают по внешнему виду алоз или гильз упомянутые уже рыбы родов Пеллона (*Pellona*) и Илиша (*Ilisha*).

Отряд Сарганообразные (*Beloniformes*). У рыб, принадлежащих к этому отряду, тело удлиненное, покрытое циклоидной чешуей. Боковая линия проходит вдоль нижнего края тела. Характерно отсутствие колючек в плавниках. Спинной и анальный плавники расположены в задней части тела, один против другого; брюшные плавники помещаются на брюхе. Носовая полость открытая. Нижнеглоточные кости слиты в одну кость, имеются глоточные зубы. Плавательный пузырь простой (однокамерный) или ячеистый, не сообщающийся с пищеводом.

Семейство Саргановые (*Belonidae*). Саргановые имеют длинное и тонкое тело, покрытое очень мелкой чешуей, а мощные вытянутые челюсти, снабженные, острыми клыковидными зубами, хорошо отличают их от родственных семейств – полурыловых, летучих рыб, скумбрушковых. В ходе индивидуального развития мальки некоторых сарганов проходят «стадию полурыла», что неоспоримо свидетельствует о систематической близости этих рыб. В семействе саргановых насчитывается 9 родов и около 25 видов. Они населяют преимущественно морские, но также солоноватые и пресные воды, большей частью в пределах тропической и субтропической зон.



Сайра

Сайра (*Cololabis saira*). Стайная рыба, которые в определенные периоды жизни могут образовывать значительные скопления. Осенние скопления сайры, локализующиеся восточнее и юго-восточнее южных островов Курильской гряды и Хоккайдо, служат объектом промысла для российских и японских рыбаков. Максимальная длина сайры – 36 см.

Отряд Камбалообразные (*Pleuronectiformes*). В состав очень обширного отряда камбалообразных входит около 500 видов, объединяемых в 116 родов. Он подразделяется на три подотряда, включающие шесть семейств. Камбалообразные характеризуются несимметричным, сильно сжатым с боков высоким телом, одна сторона которого функционально превращена в нижнюю, а другая – в верхнюю. Оба глаза у взрослых рыб расположены на одной стороне – у одних групп на правой (правосторонние камбалы), у других на левой. Стороны тела обычно различаются по цвету, характеру чешуи и боковой линии; слепая

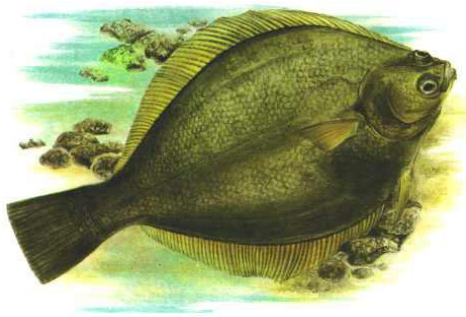
сторона, как правило, светлая, а глазная более или менее ярко окрашена, часто с пятнистым или поперечнополосатым узором. Спинной и анальный плавники у камбалообразных длинные, брюшные располагаются впереди грудных. Подавляющее большинство видов камбалообразных обитает в субтропических и тропических водах, значительно меньше видов живет в умеренных морях, и очень немногие заходят в арктические моря. Наиболее богата и разнообразна фауна камбал в Тихом океане. Камбалообразные – морские рыбы, обитающие преимущественно в прибрежной зоне.

Подотряд Псеттодовые (*Psettoidae*) содержит всего одно семейство Псеттодовые (*Psettodidae*) с одним родом Псеттоды (*Psettodes*). Известно всего два вида псеттодов, из которых один – азиатский псеттод (*Psettodes erumei*) обитает в Индийском океане, Красном море, водах Малайского архипелага, у берегов Юго-Восточной Азии, а другой – африканский псеттод (*P. belcheri*) водится в тропических водах Западной Африки. Псеттодовые отличаются от других камбаловых наличием колючих лучей в спинном и брюшном плавниках, причем спинной плавник у них не заходит на голову. Рот большой, зубы хорошо развиты. Переходящий (верхний) глаз располагается на верхнем ребре головы. По многим скелетным признакам они более сходны с окунеобразными рыбами, чем с камбаловыми. Псеттоды достигают длины 70 см.

Подотряд Камбаловидные (*Pleuronectoidei*). Рыбы этого подотряда характеризуются тем, что спинной плавник у них заходит на голову, в плавниках нет колючих лучей, рот конечный или нижняя челюсть выступает, край предкрышечной кости свободный, не прикрыт кожей. К камбаловидным принадлежат семейства ромбовых и камбаловых

Семейство Камбаловые (*Pleuronectidae*). Глаза у камбал этого семейства расположены на правой стороне головы; это правосторонние камбалы. Однако у некоторых видов встречаются и левосторонние (реверсивные) формы. Брюшные плавники симметричные, с узким основанием. Икринки у камбаловых не содержат жировой капли; у подавляющего большинства икринки плавучие, развивающиеся в верхних слоях воды или в толще воды, только у пяти видов икра придонная. Различают несколько групп, или подсемейств, камбаловых. Подсемейство Камбалоподобные (*Pleuronectinae*) Эта группа включает наибольшее количество промысловых камбал, она является наиболее многочисленной и практически важной. В ней насчитывается около 28 родов и 60 видов, в то время как остальные подсемейства, вместе взятые, включают лишь около 17 родов и 41 вид.

Камбала морская (*Pleuronectes platessa*) живет в северо-восточной части Атлантического океана, у побережья Европы. Глазная сторона ее оливково-коричневая с оранжевыми или темно-красными пятнами. Слепая сторона тела белая, иногда с желтыми или коричневыми пятнами. Обычная длина 25–50 см, но может достигать 90–100 см и веса 5–7 кг. Распространена от берегов Португалии до Баренцева и Белого морей, есть у Исландии. В водах России обычна вдоль берегов Мурмана, на восток до горла Белого моря.



Камбала желтоперая

Камбала желтоперая (*Limanda aspera*) многочисленна и широко распространена от берегов Кореи до Чукотского моря и по тихоокеанскому побережью Северной Америки на юг до о-ва Королевы Шарлотты. Желтоперая камбала может достигать длины 48 см, средняя длина ее 28 – 35 см. На глазной стороне у нее вдоль оснований спинного и анального плавников проходит узкая черная полоска. Слепая сторона белая, спинной и анальный плавники снизу желтые с голубовато-серым краем и белыми концами лучей. Держится у берегов на глубине от 15 до 80 м. Это одна из важнейших промысловых камбал Дальнего Востока. Она является основой наиболее крупных скоплений камбал у берегов Западной Камчатки, в Олюторском заливе, Татарском проливе и заливе Петра Великого. Большие скопления желтоперой камбалы имеются и в восточной части Берингова моря. По вкусовым качествам это одна из лучших тихоокеанских камбал.



Палтус белокорый

Палтус белокорый (*Hippoglossus hippoglossus*) распространен в северных частях Тихого и Атлантического океанов. Тихоокеанский белокорый палтус обитает в Беринговом и Охотском морях; у берегов Северной Америки – от Аляски до Калифорнии. Его выделяют иногда как самостоятельный вид (*H. stenolepis*). Атлантический палтус распространен у берегов Европы – от Бискайского залива до Баренцева моря, есть у Исландии, у берегов Северной Америки – от Юго-Западной Гренландии с перерывами у берегов Лабрадора, до Нью-Йорка. В водах России белокорый палтус встречается в Беринговом и Охотском морях, вдоль берегов Восточной и Западной Камчатки (от м. Лопатка до м. Хариузо-ва), у северо-восточного берега Сахалина, у Курильских островов, в районе Хоккайдо, встречается и в северной части Японского моря. В Ба-

ренцевом море ловится преимущественно в юго-западной части, в том числе и на Медвежинской банке. Белокорый палтус – одна из самых крупных камбал, в Атлантическом океане достигает 470 см длины и 337 кг веса; в Тихом океане – до 230 см длины и 94 кг веса.



Палтус синекорый

Палтус синекорый (*Reinhardtius hippoglossoides*), или черный, или распространен в северной части Атлантического океана, в Охотском и Беринговом морях и в прилегающих водах. Левый глаз его находится на ребре головы. Обе стороны тела темные, слепая сторона немного светлее зрячей. В России встречается в Баренцевом, Беринговом и Охотском морях. В Баренцевом море зимой держится в юго-западных районах, летом распространяется к востоку до Гусиной банки. В Беринговом море ловится между м. Наварин и о. Матвея, вдоль материкового склона в северной и восточной частях моря; в Охотском – вдоль побережья Камчатки, в северной части и у восточного побережья о. Сахалин. Обычен у северных Курильских островов. Длина синекорых палтусов достигает у Гренландии 120 см и веса 44,5 кг, в Баренцевом море – 87 см. и веса 7 кг, в Охотском и Беринговом – 57,5 см.

Подотряд Солеевидные (*Soleoidei*). Солеевидные еще более специализированы, чем камбаловидные. Тело у них продолговатое, листовидное или языковидное, за что их называют также морскими языками. Край предкрышки у них покрыт кожей, не свободен, как у камбаловидных. Передний край головы закруглен и выступает вперед рыла, рот маленький и искривленный, не конечный, как у камбаловидных. Глаза маленькие. Подотряд солеевидных включает два семейства – Солеевые, или Косоротые, и Циноглоссовые, или Морские языки.

Отряд Окунеобразные (*Perciformes*). Окунеобразные – самый обширный отряд рыб, включающий не менее 150 семейств, группируемых в 20–21 подотряд. Этот отряд содержит, по-видимому, свыше 6000 видов рыб, распространенных по самым разнообразным водоемам нашей планеты. Плавники у окунеобразных обычно с колючками. Брюшные плавники, если имеются, не более чем с 6 лучами и расположены обычно под основанием грудных или впереди них, на горле. Основания грудных плавников расположены косо или перпендикулярно к длинной оси тела. Нет жирового плавника. Плавательный пузырь не

имеет связи с кишечником, или его нет вовсе. В составе отряда окунеобразных рассматриваются подотряды.

Подотряд Окуневидные (*Percoidei*). Окуневидные – очень многообразный подотряд. Характерны для них наличие одного хорошо развитого колючего луча в брюшных плавниках, хорошо развитых, как правило, колючих лучей в спинном и анальном плавниках, положение брюшных плавников под основанием грудных, редко впереди или немного сзади. Этот подотряд содержит около 50 семейств в т. ч. семейство Серрановые, или Каменные окуни (*Serranidae*), Семейство морские лещи, или Брамовые (*Bramidae*), Семейство Спаровые, или Морские караси (*Sparidae*), Семейство Горбылевы, или Крокеры (*Sciaenidae*) и т. д.



Семейство Ставридовые

Семейство Ставридовые (*Carangidae*). Ставридовые имеют два спинных плавника: первый – колючий, небольшой, со слабыми или короткими колючими лучами, второй спинной длинный. Анальный плавник длинный. У некоторых видов позади второго спинного и анального плавников имеется по одному или по несколько дополнительных плавничков. Перед анальным плавником имеются две обособленные колючки, иногда соединенные перепонкой друг с другом или с плавником (иногда они могут быть скрыты под кожей). Хвостовой стебель тонкий. Боковая линия у некоторых видов вооружена костными щитками. Семейство включает более 20 родов с 200 видами морских рыб, обитающих в тропических, субтропических или умеренных водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов и прилежащих морях. Наиболее широко распространен род Ставрида (*Trachurus*), включающий в себя более 10 видов. Относящиеся к нему виды встречаются преимущественно в субтропических и умеренных водах Атлантического, Индийского и Тихого океанов и прилегающих к ним морях как в северном, так и в южном полушариях. В тропиках Атлантического, Индийского и Тихого океанов очень широко распространен род Десятиперые, или Сигарные, ставриды (*Decapterus*).

Семейство Окуневые (*Percidae*). У окуневых рыб анальный плавник содержит 1–3 колючки. Спинной плавник состоит из двух частей: колючей и мягкой, которые у одних видов соединены, у других обособлены. На челюстях щетинко-видные зубы, среди которых у некоторых видов сидят клыки. Чешуя ктеноидная. Семейство окуневых включает 9 родов и свыше 100 видов. Окуневые распространены в пресных и солоноватых водах северного полушария. Наиболее широко распространены окуни (Северная Америка, Европа и Северная Азия), затем следуют судаки (Северная Америка и Европа) и ерши (Европа и Северная Азия). Чопы, окунь-подкаменщик и перкарина встречаются только в

Азовско-Черноморском бассейне; перцина, аммокрипта, этеостома – только в Северной Америке. Рыбы рода Окуня (*Perca*) имеют два спинных плавника, хвостовой плавник у них выемчатый. Щеки сплошь покрыты чешуей. Крышечная кость с одним плоским шипом, предкрышечная – сзади зазубрена, снизу с крючковатыми шипиками. Щетинковидные зубы расположены в несколько рядов на челюстях, сошнике, небных, внешнекрыловидных, на глоточных костях; клыков нет.

Род Окуней (*Perca*) содержит 3 вида: обыкновенный окунь, желтый окунь и балхашский окунь.

Род Судаки (*Stizostedion*, или *Lucioperca*). У судаков тело удлинненное, брюшные плавники раздвинуты шире, чем у окуней, боковая линия продолжена на хвостовой плавник, на челюстях и небных костях обычно есть клыки. В роде судаков 5 видов: обыкновенный судак, берш, морской судак – в водоемах Европы, канадский судак и светлоперый судак – в восточной части Северной Америки. Американские судаки ближе к морскому судаку, чем к обыкновенному и бершу.



Судак

Судак (*Stizostedion lucioperca*) отличается тем, что во втором спинном плавнике у него 19–24, а в анальном 11–13 ветвистых лучей, щеки (предкрышка) голые или только отчасти покрыты чешуей, клыки на челюстях сильные. Это самый крупный представитель семейства окуневых, достигающий 120 см длины и 12 кг веса. Обычные размеры судака 60–70 см, вес 2–4 кг. Спина судака зеленовато-серая, по бокам 8–12 буро-черных полос. Спинной и хвостовой плавники имеют темные пятнышки, остальные – бледно-желтые. Судак распространен в

Род Ерши (*Acerina*) характеризуется тем, что колючая и мягкая части спинного плавника слиты вместе, на голове имеются большие полости чувствительных каналов, зубы на челюстях щетинковидные. Чопы (*Aspro*) отличаются от ершей веретеновидной-цилиндрической формой тела, наличием двух заметно раздвинутых спинных плавников, гладким нижним краем предкрышки. Род Чопы включает 3 вида: обыкновенного чопы, малого чопы и французского чопы. Малый чоп (*A. streber*) распространен в Дунае и в реке Вардар, впадающей в Эгейское море. Французский чоп (*A. asper*) живет в бассейне Роны.

Три своеобразных рода **американских окуневых** – перцину (*Percina*, 20 видов), аммокрипту (*Ammocrypta*, 5 видов), этеостома (*Etheostoma*, около 74 видов) – называют дартерами. Дартеры – небольшие рыбки, обычная их длина

3–10 см, лишь немногие достигают 15–18 см. Видовое разнообразие дартеров огромно (около 100 видов!), они заселяют столь своеобразные водоемы, что, вероятно, еще имеются виды, до сих пор неизвестные науке. До последнего времени описываются новые виды и приводятся в порядок систематические названия уже известных видов.

Подотряд Прилипаловидные (*Echeneodei*). В этом подотряде единственное семейство.

Подотряд Губановидные (*Labroidi*). Губановидные – прибрежные морские рыбы, обитающие главным образом в тропических и субтропических водах. Они живут на небольшой глубине у коралловых рифов, среди скал и камней или в водорослевых зарослях. Нижнеглоточные кости у представителей этого подотряда сращены в единую пластину, а «жевательные» глоточные зубы хорошо развиты и приспособлены для перетирания твердой пищи. Спинной плавник всегда один, с колючими лучами в передней части. Окраска губановидных очень изменчива и иногда чрезвычайно ярка. К губановидным относятся три семейства: губановые, рыбы-попугаи и австралийские губаны. Многие из этих рыб имеют съедобное и вкусное мясо, однако, не образуя массовых скоплений, они используются только для местного потребления.

Подотряд Трахиновидные, или Дракончиковидные (*Trachinoidei*). Трахиновидные рыбы имеют низкое удлинённое тело, обычно с коротким туловищем и длинным, сжатым с боков хвостом. Спинной плавник либо один, длинный, либо разделен на короткий передний и длинный задний. Анальный плавник длинный, обычно без колючих лучей, реже с 1–2 колючими лучами. Грудные плавники обычно с широким основанием, брюшные расположены впереди них или, реже, под ними. Рот обычно большой, конечный или косой, направленный вверх. Почти все трахиновидные – донные рыбы, немногие – батипелагические, глубоководные. К трахиновидным относят 16 семейств, важнейшие из которых волосозубые, большеротовые, или опистогнатовые, батимастеровые, дракончиковые, звездочетовые и живоглотовые, или хиазмодовые.

Подотряд Нототениевидные (*Notothenoidei*). Своеобразная группа из пяти близкородственных семейств, объединяемых в этот подотряд, живет только в Антарктике и отчасти в сопредельных водах южного полушария, являясь по своему распространению самой южной в мире группой рыб. При общем окунеобразном типе строения нототениевидные рыбы отличаются своеобразным строением скелета грудного плавника (имеется лишь три косточки для прикрепления плавниковых лучей). У всех одна пара ноздрей. Боковая линия на теле часто представлена тремя ветвями, из которых срединная расположена обычно лишь в задней части тела. Если жаберная крышка вооруженная, то шипы развиты обычно на крышечной кости. В плавниках нет острых шипов. Брюшные плавники впереди грудных, с одним нечленистым и пятью ветвистыми лучами. Тело обычно покрыто чешуей, реже голое. Почти все нототение-

видные – мелкие и среднего размера рыбы, лишь немногие виды достигают метровой длины или более. К нототениевидным относятся семейства щекороговых, нототениевых, бородатковых, плосконосовых и белокровных рыб.



Клыкач патагонский

Клыкач патагонский (*Dissostichus eleginoides*) водится у Огненной Земли и Фолклендских островов, был обнаружен советскими экспедициями также у Южной Георгии и субантарктических островов. В настоящее время клыкачей ловят тралами у Ю. Георгии и Кергелена. Мясо их отличается высокой жирностью (до 30 %) и отличными вкусовыми качествами, причем особенно хороши балычные изделия из клыкача. В последние годы установлено, что антарктический клыкач живет не только у берегов Антарктиды, но и в открытом океане на сотни миль от материка. Здесь эти огромные рыбы питаются кальмарами, а сами служат обычной пищей кашалотам. Наибольшие из до сих пор известных экземпляров клыкачей хранятся в Зоологическом музее в Ленинграде: патагонский клыкач длиной 193 см и весом 70 кг и антарктический клыкач лишь на 10 кг меньше.

Подотряд Собачковидные (*Blennioidei*). Собачковидные рыбы имеют удлинненное, у некоторых угревидное тело, с длинными спинным и анальным плавниками. Брюшные плавники сидят обычно на горле и содержат не более 5 лучей, или их вовсе нет. Грудные плавники с широким основанием, обычно расположенным перпендикулярно к длинной оси тела. Чешуя обычно мелкая, или ее нет, кожа голая с обильным выделением слизи. К собачко-видным относится много семейств; важнейшие из них: собачковые, зубатковые, трооперы, клиновые, стихеевые, птилихтовые, масляковые, криворотые.

Подотряд Бельдюговидные (*Zoarcoidei*). В подотряде единственное семейство.

Подотряд Икостеевидные (*Icosteioidei*). В этом подотряде также насчитывается единственное семейство.

Подотряд Шиндлериевидные (*Schindleriodei*). И в этом подотряде лишь одно семейство.

Подотряд песчанковидные (*Ammodytoidei*). Включает единственное семейство – песчанковые.

Подотряд лировидные или пескарковидные (*Callionymoidei*). Своеобразные небольшие рыбы этого подотряда, так же как песчанки, держатся на песчаном дне, зарываясь в песок при опасности. Имеются два семейства: рыбы-лиры, или пескарковые, и драконеттовые.

Подотряд Бычководные (*Gobioidei*). Отличительная особенность бычководных – строение брюшных плавников, у которых лучи, обращенные наружу, короче лучей, обращенных внутрь. Как правило, брюшные плавники сильно сближены и даже сливаются между собой, образуя воронку. Расположены они на груди. Первый спинной плавник обычно мал, состоит из слабых колючих, точнее, неветвистых лучей; изредка он отсутствует или связан перепонкой со вторым спинным, который всегда имеется. Подотряд бычководных содержит около десятка семейств, из которых интересны головешковые, риацихтовые, бычковые, лентобычковые, микродесмовые и илестые прыгуны.

Подотряд Куртусовидные (*Kurtoidei*). К этому подотряду относятся только 2 вида.

Подотряд Хирурговидные (*Acanthuroidei*). Этот подотряд, отличающийся от других окунеобразных рыб некоторыми особенностями скелета, включает только три семейства. Все хирурговидные принадлежат к числу прибрежных морских рыб, которые обитают в тропических водах преимущественно у коралловых рифов. Они имеют сжатое с боков тело, очень мелкую чешую и слабые зубы. Очень характерной чертой этой группы рыб является прохождение пелагической стадии в индивидуальном развитии, причем их своеобразные личинки сильно отличаются от взрослых особей. Большинство видов подотряда относится к растительноядным рыбам.

Подотряд Волосохвостовидные (*Trichiuroidei*). Волосохвостовидные – своеобразная группа хищных морских рыб, ведущих пелагический образ жизни. Все они имеют в той или иной степени удлиненное тело, большой рот и мощные клыкообразные зубы. Спинной плавник состоит из колючей и мягкой частей. Представители этого подотряда обнаруживают довольно значительное сходство со скумбриевидными рыбами, от которых они отличаются некоторыми анатомическими особенностями. К подотряду относятся два семейства: гемпиловые и волосохвостые, которые распространены в теплых морях и океанах всего мира.

Подотряд Скумбриевидные (*Scomroidei*). Этот отряд включает единственное семейство хорошо известных рыб – **семейство Скумбриевые (*Scombridae*)**.



Семейство скумбриевые

Скумбриевидные – хорошо обособленный подотряд, все представители которого обитают в море и ведут пелагический образ жизни, не будучи связанными с дном ни в каком периоде жизненного цикла. Они характеризуются удлинённым веретеновидным телом, тонким и более или менее сжатым с боков хвостовым стеблем, снабженным двумя небольшими киями между лопастями хвостового плавника и у большинства родов большим средним килем впереди них, наличием дополнительных плавничков позади мягкого спинного и анального плавников, а также рядом других особенностей. Внешний вид и многие анатомические признаки скумбриевидных рыб свидетельствуют об их принадлежности к числу быстрых пловцов, хорошо приспособленных к активной жизни в толще воды. Этот подотряд, заключающий 15 родов и около 40 видов, распадается на несколько естественных групп, которые нередко выделяются в ранге самостоятельных семейств.

Тропические скумбрии (род *Rastrelliger*), представленные только в тропической зоне Индийского и западной части Тихого океана, отличаются от настоящих скумбрий более высоким, несколько сжатым с боков телом, длинными и многочисленными жаберными тычинками (у двух видов) и отсутствием зубов на крыше ротовой полости. Канагурта и близкая к ней индийская скумбрия (*R. brachysoma*), не превышающая 20 см в длину, – важнейшие объекты рыболовства в Пакистане, Индии, Бирме, Таиланде, Малайзии, Индонезии, на Цейлоне. На Филиппинах большое значение имеет третий вид – филиппинская скумбрия (*R. faughni*).

Пеламиды (*Sarda*) – объединяет четыре вида, распространенных в теплых водах всех океанов. Королевские макрели, или Сьерры-макрели (род *Scomberomorus*, заключающий 9 видов), имеют сильно вытянутое тело и удлиненное рыло с большим ртом, вооруженным крупными треугольными зубами. Они широко распространены во всех теплых морях. Королевские макрели обитают только в прибрежной пелагиали и редко попадают в удалении от берегов.



Тунец

Тунцы. У тунцов имеется совершенно уникальная система подкожных кровеносных сосудов, снабжающих кровью боковую мускулатуру, среди которой обособляются прилегающие к позвоночному столбу участки со своеобразным строением – красные мышцы. Необычность кровообращения представляет собой лишь одно из приспособлений тунцов к продолжительному быстрому плаванию, сопряженному с большими энергетическими затратами и столь ха-

рактерному для этих рыб, которые способны плыть со скоростью 90 км/час. К группе тунцов относится пять родов. Четыре из них объединяют сравнительно некрупных рыб, из которых немногие превышают 1 м в длину. Все они характеризуются сильной редукцией чешуйного покрова, развитого только в области грудного «корсета» и вдоль боковой линии. Остальные виды мелких тунцов приурочены в своем распространении к тропической зоне. Все они ведут стайный образ жизни в поверхностных слоях и часто выпрыгивают из воды. Только у берегов живут и **Малые тунцы** (род *Euthunnus* с тремя видами). Род **Настоящие тунцы** (*Thunnus*), объединяющий наиболее крупных представителей семейств, содержит шесть видов.

Подотряд Мечерыловидные (*Xiphoidei*). К этому подотряду относят три семейства высокоспециализированных морских рыб, ведущих пелагический образ жизни и обычных главным образом в открытых водах вдали от берегов. Они характеризуются такими особенностями скелета, как срастание носовых костей в твердый вырост (меч) или их отсутствие, гладкая поверхность лобных костей, малое число позвонков. Грудные плавники у мечерыловидных расположены близ нижнего края тела, а брюшные или вовсе не развиты, или представлены немногими (от 1 до 3) лучами.

Подотряд Строматеевидные (*Stromateoidei*). Строматеевидные – небольшой подотряд окунеобразных рыб, заключающий 6 семейств и характеризующийся наличием двух снабженных зубами мешковидных выростов глотки позади последней жаберной дуги (эти образования отсутствуют только у семейства амарсиповых). Внешний вид представителей этой группы довольно разнообразен, но все они имеют много общего в облике головы. Тупоносое, несколько выступающее вперед рыло, большие глаза, окруженные жировой тканью, почти скрытая под предглазничной костью верхняя челюсть – вот наружные признаки, по которым строматеевидные с первого взгляда отличаются от других рыб. В этом подотряде объединяются морские рыбы, населяющие тропические и умеренные воды и отсутствующие только в наиболее холодных районах Арктики и высокой Антарктики.

Подотряд Ползуновидные (*Anabantoidei*). Ползуновидные рыбы замечательны прежде всего приспособленностью к дыханию атмосферным воздухом. У них жаберная полость расширена вверх. В этом особом расширении помещается дополнительный орган дыхания в виде пластинчатых выростов, покрытых слизистым эпителием и обильно снабженных кровеносными сосудами. Лабиринтообразно изогнутые пластинки, образующие этот орган, отходят от первой жаберной дуги («лабиринтовый орган» ползуновых рыб), либо он имеет несколько иное строение (у змееголовых рыб). Тело и голова ползуновидных рыб покрыты ктеноидной чешуей. Спинной плавник один с колючей и мягкой частями. Хвостовой плавник закругленный. Брюшные плавники расположены на груди, под грудными. Плавательный пузырь сзади раздвоен и продолжен в хвостовую часть тела. Ползуновидные рыбы распространены в Африке, в Южной и Юго-Восточной Азии. Подотряд ползуновидных включает три семейства: ползуновые, щукоголовые и змееголовые.

Подотряд Хоботнорылоподобные (*Mastacembeloidei*). Рыбы этого подотряда имеют угревидную форму тела, но наличие колючек в плавниках, строение скелета и другие признаки свидетельствуют, что они относятся к окунеобразным. Хоботнорылоподобные распространены в пресных водах тропической Африки и Юго-Восточной Азии

Отряд Скорпенообразные (*Scorpaeniformes*). Скорпенообразные близки к окунеобразным. У них также имеются колючие лучи в плавниках, брюшные плавники расположены под грудными, плавательный пузырь (если он имеется) не связан с кишечником и т. д. Отличает скорпенообразных присутствие так называемой подглазничной опоры – костной перемычки, пересекающей щеку под глазом; она легко прощупывается сквозь тонкую кожу щеки. Поэтому скорпенообразных рыб называют также панцирнощеками. Почти все скорпенообразные – донные или придонные рыбы. Их тело и особенно голова более широкие и приплюснутые, чем у окунеобразных. Отряд скорпенообразных включает около семи подотрядов, из которых важнейшие: Скорпеновидные, Терпуговидные, Плоскоголововидные, Рогатковидные, Долгоперовидные.



Подотряд Скорпеновидные (*Scorpaenoidei*). К скорпеновидным относится 5–6 семейств, из которых ниже рассматриваются 3 семейства: Скорпеновые, Бородавчатковые и Тригловые.

Подотряд Терпуговидные (*Hexagrammoidei*). Голова у терпуговидных рыб, в отличие от прочих скорпенообразных, не имеет, как правило, костных гребней и шипов. Колючие лучи в плавниках слабо развиты. Брюшные плавники расположены немного позади грудных. Тело покрыто чешуей. На боках тела имеется одна или несколько боковых линий. У многих развиты только передние ноздри, а задние редуцированы. Спинной плавник один, или их два. Терпуговидные живут только в северной части Тихого океана. В этом подотряде два семейства – терпуговые и аноплопомовые.

Подотряд Плоскоголововидные (*Platycephaloidei*). Представлен одним семейством – плоскоголовых.

Подотряд Рогатковидные (*Cottoidei*). У рогатковидных рыб кожа, как правило, не покрыта чешуей обычного типа, она голая или несет шипики, бугорки, мелкие чешуевидные пластинки, типа шиповатых увеличенных ктено-

идных чешуи, или покрыта крупными пластинками, одевающими тело в панцирь, который придает ему восьмигранную форму.

Подотряд Долгоперовидные (*Dactylopteroidei*). Долгоперовидные внешне очень напоминают морских петухов (*Triglidae*), но отличаются от них и от других окунеобразных рыб значительным своеобразием скелета черепа и плечевого пояса, имеющих ряд примитивных особенностей строения. К подотряду относится только одно семейство.



Отряд Угреобразные

Отряд Угреобразные (*Anguilliformes*). К этому отряду относят рыб с очень характерной угревидной формой тела. Их туловище не сужается к хвосту, нередко оно также не сплюснуто с боков (круглое в поперечном сечении). Ныне живущие угреобразные лишены брюшных плавников (отсюда второе название отряда *Apodes* – безногие). Мягкие, без жестких лучей и колючек, спинной и анальный плавники идут оторочкой вдоль тела, часто сливаясь с хвостовым. Плавательный пузырь соединен с кишечником или редуцирован. Обычно исчезает чешуя, кожа слизистая. У многих угреобразных сливаются вместе и нередко редуцируются некоторые кости черепа. Почти все угреобразные, 22 семейства с примерно 350 видами, – морские рыбы, обитающие преимущественно в теплых морях, но представленные и на больших глубинах. Только одно семейство представлено в пресных водах – семейство Угревые или Пресноводные угри (*Anguillidae*). Тело нитехвостых угрей необыкновенно длинное и тонкое, вытягивается и голова, а челюсти приобретают вид длинного прямого клюва птицы. У ряда семейств редуцируются кости жаберных крышек.

Отряд Сомообразные (*Siluriformes*). Очень близки по строению к карпообразным и раньше обычно рассматривались в качестве подотряда последних. Однако представители этого отряда сильно отличаются от собственно карпообразных. У сомов нет настоящих чешуи; тело их или голое, или покрыто костными пластинками. Вокруг рта обычно имеется несколько пар усов. У многих есть жировой плавник, похожий на плавник лососевых и харациновых. Некоторые признаки свидетельствуют о большой древности этого отряда. В грудных, а иногда и в других плавниках у сомов развиваются сильные колючки. Сомообразные очень разнообразны. Известно более 1200 видов сомообразных и около

150 родов; львиная доля их обитает в тропических и субтропических областях Южной и Центральной Америки, Африки и Азии.



Отряд Сомообразные

Отряд Карпообразные (*Cypriniformes*). Представители отряда внешне очень похожи на сельдеобразных, резко отличаясь, однако, наличием Веберова аппарата, образованного четырьмя передними позвонками. Их тело обычно покрыто циклоидной чешуей, у некоторых голое. Свыше 2900 видов рыб, т. е. около 15% всех известных рыб вообще, принадлежит к этому отряду. В его составе хорошо различаются три больших подотряда – Хараксовидные, Гимнотовидные и Карповидные.

Подотряд Харациновидные (*Characoidei*). Хараксовидные рыбы отличаются от остальных карпообразных наличием жирового плавника (без костных лучей), расположенного на спине у начала хвостового стебля (как у лососевых), и наличием зубов на челюстях, при отсутствии зубного жевательного аппарата на глоточных костях. Насчитывают до 1350 видов хараксовидных. Хараксовидные живут только в пресных тропических водах Америки и Африки. Особенно многочисленны они в Южной Америке, откуда известно более 800 видов.

Подотряд Гимнотовидные (*Gymnotoidei*). В подотряде гимнотовидных рыб объединяются четыре семейства – электрические угри, гимнотовые, рамфихтовые и стернарховые (или аптеронотовые). Три последних семейства аквариумисты часто называют американскими ножевыми рыбами, или ножевыми рыбами (*Knifefish, Messerfish*). В общей сложности эти четыре семейства содержат около 50 видов: два первые – по одному, два последние – все остальные виды. Название угри, относимое к роду *Electrophorus*, а иногда и ко всему подотряду, строго говоря, неправильно и основано лишь на чисто внешнем сходстве гимнотовидных рыб с настоящими угрями отряда *Anguilliformes*.

Подотряд Карповидные (*Cyprinoidei*). К карповидным относятся пресноводные (за немногими исключениями) рыбы, у которых челюсти не несут зубов, зато имеются сильные зубы на нижних глоточных костях жаберного аппарата, образующие глоточный жевательный аппарат. Тело, как правило, покрыто чешуей, у очень немногих голое; голова голая; жирового плавника нет; рот более или менее выдвигной и нередко снабжен усиками; плавательный пузырь подразделен на два или больше отделов. Карповидные распространены в пресных водах Европы, Азии, Африки и Северной Америки; нет их в Южной и Центральной Америке, на Мадагаскаре, на юго-восточных островах Индонезии,

в Австралии и Новой Зеландии. Эта группа включает шесть семейств, содержащих около 1800 видов. Особенно велико семейство карповых рыб, содержащее около 245 родов и более 1500 видов и распространенное в Африке, Европе, Азии и Северной Америке. Семейство чукучановых распространено в Северной Америке и Восточной Азии. Вьюновые обитают преимущественно в Азии (около 140 видов), менее 10 видов в Европе и 2 вида в Африке. Плоскоперые, гиринохейловые и гастромизоновые живут только в Южной и Юго-Восточной Азии Карпы.



Семейство Карповые

Семейство Карповые (*Cyprinidae*) – самое богатое видами семейство подотряда карповидных. Ротовое отверстие у них окаймлено сверху только предчелюстными костями, которые подвижно соединены с верхнечелюстными. На челюстях нет зубов, но на глоточных костях имеются зубы, расположенные в один, два или три ряда. На нижней поверхности черепа (точнее, на отростке основной затылочной кости) располагается костно-роговидный подушкообразный выступ, называемый жерновком, который вместе с глоточными зубами служит для перетирания пищи. Плавательный пузырь обычно большой, состоящий из двух или даже трех камер, передняя часть пузыря не заключена в костную капсулу (исключение составляют некоторые роды пескарей, обитающих в водах Амура и рек Китая). Чешуя у карповых циклоидная, у некоторых видов она полностью отсутствует (тело голое). Семейство карповых включает более 1500 видов, относящихся к 275 родам. За Северный полярный круг в Евразии переходит небольшое число видов: плотва, елец, язь, карась, голянь. Карповых можно разделить на две большие группы: первая группа объединяет рыб, лишенных усиков и обладающих однорядными и двурядными глоточными зубами; ко второй группе относятся рыбы с трехрядными или двурядными глоточными зубами, и многие виды этой группы в углах рта имеют усики. Рыбы первой группы (ельцы, плотва, голяны, жерехи, подусты, лещи и др.) распространены преимущественно в Европе, в Азии на север от горных хребтов Центральной Азии и бассейна Амура. В Северной Америке все встречающиеся там карповые, за исключением ввезенных карася и сазана, принадлежат к этой группе (нотрописы, гибопсисы, кампостомы и др.). Рыбы второй группы (сазаны, караси, усачи, пескари, маринки, амурские лещи, верхогляд, желтощек и др.) встречаются главным образом в Юго-Восточной Азии, в Африке и немного видов в Европе. Если исходить из широко принятого положения, что центром

возникновения той или иной группы считается район, где эта группа представлена наибольшим количеством видов, то для карповых таким центром является юго-восточная часть Азии. Размеры карповых рыб колеблются от 6–8 до 150 и даже 180 см, но преобладают мелкие и средних размеров. Виды, достигающие 80 см и более, относительно немногочисленны, к ним относятся, например, верхогляд, желтощек, сазан, белый и черный амур, американский птихохейлус, некоторые африканские лабео, индийская катля и некоторые другие. В Северной Америке преобладают карповые длиной до 10 см, и поэтому их там называют мелюзгой (*minnow*). В водоемах Европы большая часть видов карповых имеет длину от 20 до 35 см. В реках Азии многочисленны как самые мелкие, до 10 см (восьмиусый пескарь, носатый пескарь, горчак, дискогнат и др.), виды, так и самые крупные – более 80 см длины (сазан, аральский усач, желтощек, черный и белый амур и др.) В результате длительной селекционной работы с серебряным карасем удалось вывести много разнообразных по форме тела и окраске декоративных, так называемых золотых рыбок (телескопы, кометы, вуалехвосты, львиная головка и т. п.). Особенно разнообразны золотые рыбки, выведенные в Китае и Японии. По характеру питания, а значит, и по строению ротового аппарата, пищеварительного тракта карповые весьма разнообразны. Некоторые из них (чехонь, уклей, востробрюшка, толстолобик и др.) имеют верхний рот и питаются планктоном либо мелкими беспозвоночными, либо водорослями (фитопланктон), а также насекомыми, падающими в воду. Многие виды имеют конечный рот и добывают пищу в толще воды или среди зарослей растений; такое положение рта характерно и для хищных рыб. Рыбы, добывающие пищу на дне, имеют нижний рот. У карповых всегда вокруг рта в той или иной степени развиты губы. Особенно хорошо они развиты у видов с нижним ртом, добывающих пищу с мягких илистых грунтов. У таких рыб губы мясистые, с хорошо развитыми лопастями, покрытые многочисленными сосочками. Такие губы имеют, например, конь-губарь, пескарь. У видов, соскабливающих обрастания с различного рода субстрата – камней, плотного грунта, сучьев и т. п., нижняя челюсть обложена хрящом и покрыта прочным приостренным роговым чехликом. К таким рыбам относятся подуст, храмуля, некоторые виды маринки, пескарь-владиславия, обитающий в бассейне Амура, и др. Эти виды придерживаются плотных, обычно каменистых грунтов и обитают большей частью в горных реках или ручьях. У многих хищников (жерех, монгольский краснопер, троегубка, желтощек и др.) на вершине нижней челюсти развивается бугорок, который входит в соответствующую выемку, расположенную на верхней челюсти. Это приспособление помогает хищникам захватывать и удерживать добычу. У хищных видов рот выдвигается очень слабо, а у желтощека совсем не выдвигается. Как уже говорилось, у карповых зубы на челюстях отсутствуют. Ртом карповые только захватывают пищу, а ее размельчение происходит в глотке, когда пища проходит между жерновком и нижнеглоточными зубами. Естественно, строение и форма глоточных зубов различны у рыб, питающихся разной пищей. У жереха, верхогляда и других хищных карповых зубы на конце коронки имеют крючок, который способствует захвату и разрыва-

нию тканей жертвы. Для зубов густеры, плотвы и особенно черного амура характерно наличие жевательной площадки, способствующей раздавливанию раковин моллюсков, хитина личинок насекомых, а также тканей высших растений. Ножевидные зубы подуста, толстолобика помогают спрессовывать мелкий корм – детрит, водоросли, различные обрастания – в плотный комок. У красноперки и белого амура коронки глоточных зубов зазубренны и немного напоминают пилу. Эти виды питаются подводной, а в период разливов и залитой наземной растительностью. У молоди карповых рыб глоточные зубы имеют иное строение, чем у взрослых. По мере роста рыбы они изменяются и только ко второму году жизни становятся похожими на глоточные зубы взрослых. Глоточные зубы ежегодно сменяются. Пищеварительный тракт у карповых имеет вид недифференцированной трубки, желудок отсутствует, а, следовательно, и нет желудочного фермента пепсина, расщепляющего белки. Белки пищи перерабатываются под действием трипсина и энтерокиназы – ферментов, выделяемых поджелудочной железой, железами кишечника и, в отличие от пепсина, активных не в кислой, а в щелочной среде. Длина кишечника колеблется в больших пределах. У хищников и бентосоядных видов кишечник короче длины тела, у всеядных равен ей или несколько больше, у детритоядных в 2–3 раза превышает длину тела. Особенно длинный (более чем в 10 раз превышает длину тела) кишечник у толстолобика. Кроме того, у каждого вида состав пищи изменяется с возрастом и по сезонам года и зависит от характера водоема. В водах Европы большинство карповых (лещ, густера, елец, пескарь и др.) питаются беспозвоночными животными, живущими как в грунте, так и на различных субстратах (растения, камни, грунт); некоторые (уклейка, чехонь, сазан, быстрянка, верховка) питаются зоопланктоном и воздушными насекомыми; есть же и такие (голавль, голянь, плотва, язь и др.), которые питаются как животной, так и растительной пищей. Относительно высокая температура воды способствует быстрому перевариванию больших количеств растительной пищи. Многие из растительноядных рыб Юго-Восточной Азии (белый амур, белый лещ, циррины, роху и другие виды рода *Labeo*) достигают очень больших размеров, до 60–120 см длины, в то время как длина самых крупных растительноядных рыб водоемов Европы (гюдуст, красноперка) – около 40 см. Важнейшие карповые промысловые рыбы Китая – сазан, белый и черный амуры, обыкновенный и пестрый толстолобы, карась, лещ, верхогляд, краснопер, желтощек и др.; Индии – катла, лабео, циррины, тор, пунтиусы и др.; стран Африки – усачи (*Barbus*, разные виды), лабео, барилии (*Barilius*) и др. Наиболее обычным объектом рыболовства в Европе является карп – порода, выведенная человеком. Родоначальником современного европейского карпа является дунайский сазан. Сазан, карп – самые популярные прудовые рыбы во всем мире. Их разводят в Европе, в большинстве стран Азии (во Вьетнаме, Китае, Корее, Индии, Камбодже, Таиланде), на Цейлоне, Малакке, Филиппинах, в Австралии; акклиматизировали их и в озерах США. В Китае, кроме сазана и карася, разводят четыре вида рыб: белого и черного амуров, обыкновенного и пестрого толстолобиков.

Отряд Осетрообразные (*Acipenseriformes*) включает в себя два семейства веслоносы и осетровые.



Семейство Осетровые (*Acipenseridae*). Осетровые – проходные, полу-проходные и пресноводные рыбы; населяют они воды северного полушария – Европы, Северной Азии и Северной Америки. Различают 4 рода: белуги, осетры, стерляди и близкие виды, лопатоносы и лжелопатоносы. Осетровые имеют удлиненное веретенообразное тело, покрытое пятью рядами костных жучек: одним спинным, двумя боковыми и двумя брюшными. Между рядами жучек рассеяны мелкие костные зернышки и пластинки. Рыло удлиненное, коническое или лопатовидное. Рот расположен на нижней стороне головы, у некоторых края его заходят на бока головы, окаймлен мясистыми губами. На нижней стороне рыла 4 усика в поперечном ряду. Рот выдвижной, беззубый, но у мальков имеются слабые зубы. Передний луч грудного плавника сильно утолщен и превращен в колючку. Их промысел запрещен. Для производства пищевой продукции используются рыбы искусственного разведения. В России разработана и используется методика прижизненного получения икры осетровых рыб.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСЕРВИРОВАНИЯ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

В двух частях

Часть 1

Учебное пособие

Рыгалова Елизавета Александровна

Речкина Екатерина Александровна

Беличко Надежда Александровна

Редактор М.М. Ионина

Электронное издание

Подписано в свет 15.03.2023. Регистрационный номер 51
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru