

Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко,
М. М. Данылиев, С. М. Сулейманов, С. В. Шабунин

РЫБОВОДСТВО

ОСНОВЫ РАЗВЕДЕНИЯ, ВЫЛОВА И ПЕРЕРАБОТКИ РЫБ В ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ

Учебное пособие

Рекомендовано Учебно-методическим объединением по образованию в области технологии сырья и продуктов животного происхождения в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 260300 — «Технология сырья и продуктов животного происхождения» по специальности 260302 —
Технология рыбы и рыбных продуктов

Инд

2011

УДК 573.6:637.52 (076.5)
ББК Л 92 – 14 я 7
P93

Научный редактор профессор **Л. В. АНТИПОВА**

Рецензенты:

Палагина И. А. — доктор технических наук, профессор кафедры технологии мясных и рыбных продуктов КубГТУ;

Касьянов Г. И. — доктор технических наук, заведующий кафедрой технологии мясных и рыбных продуктов КубГТУ.

P93 Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах: Учебное пособие / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко, М. М. Данылив, С. М. Сулейманов, С. В. Шабунин. — СПб.: ГИОРД, 2011. — 472 с.: ил.

ISBN 978-5-98879-068-6

В настоящем учебном пособии изложена характеристика наиболее распространенных в Центрально-Черноземном регионе прудовых рыб, подробно описано строение рыб и их физиологические особенности, устройство прудового рыбного хозяйства, а также ихтиологические основы разведения и выращивания рыб в искусственных водоемах. Рассмотрены виды болезней рыб, даны рекомендации по комплексным мерам, профилактике инфекционных болезней. Освещены вопросы качества рыбы и методы оценки с приведением видов контроля и методик конкретных исследований свойств.

Рекомендуется специалистам рыбоперерабатывающей отрасли, научным работникам, аспирантам, студентам профильных высших и средних специальных учебных заведений.

УДК 573.6:637.52 (076.5)
ББК Л 92 – 14 я 7

ISBN 978-5-98879-068-6

© Антипова Л. В., Дворянинова О. П., Василенко О. А.,
Данылив М. М., Сулейманов С. М., Шабунин С. В., 2009
© ООО «Издательство "Гиорд"», 2009

Оглавление

Предисловие	6
Введение	8
Глава 1. Характеристика и особенности прудовых рыб в Центрально-Черноземном регионе	11
1.1. Строение и физиологические особенности рыб	20
1.2. Рыба как промышленное сырье	45
1.3. Пищевая и биологическая ценность	51
1.4. Функционально-технологические свойства мышечной ткани рыб	61
1.5. Прижизненные и посмертные изменения в тканях рыб	63
Глава 2. Иктиологические основы разведения и выращивания рыбы в прудах	72
2.1. Устройство прудового рыбоводного хозяйства	72
2.2. Основы технологии разведения и выращивания рыбы	89
2.3. Кормовая база	124
2.4. Болезни прудовых рыб	160
2.5. Паразиты и хищники рыб	170
2.6. Профилактика инфекционных болезней рыб	172
2.7. Контаминация среды обитания и болезни рыб	178
2.8. Безопасность прудовой рыбы	213

Глава 3. Характеристика товарной рыбы	225
3.1. Живая рыба	225
3.2. Охлажденная рыба	230
3.3. Замороженная рыба	233
3.4. Пороки охлажденной и мороженой рыбы	239
3.5. Размораживание	241
Глава 4. Основы технологии производства пищевых продуктов и кулинарных изделий из прудовой рыбы	244
4.1. Разделка рыбы	245
4.2. Производство соленой рыбы	259
4.3. Производство пресервов	276
4.4. Новое поколение вкусоароматических добавок полифункционального действия	281
4.5. Производство рыбы холодного копчения	286
4.6. Производство рыбы горячего копчения	322
4.7. Производство сушеной рыбы	326
4.8. Производство вяленой рыбы	335
4.9. Производство консервов	345
4.10. Производство полуфабрикатов и кулинарных изделий	352
Глава 5. Рациональное использование вторичных продуктов разделки прудовой рыбы	367
5.1. Характеристика вторичных продуктов переработки прудовой рыбы	367
5.2. Коллагеновые рыбные белки: структура, функции, роль в питании	375
5.3. Основы технологии переработки сырья и отходов, полученных при рациональной разделке прудовых рыб	380
Глава 6. Технохимический контроль и методы исследования рыбы и рыбных продуктов	410
6.1. Виды контроля	410

6.2. Методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции	424
Приложение 1. Балльная оценка качественных показателей прудов (озер).....	448
Приложение 2. Определение систематических признаков и возраста рыб	450
Определение основных систематических признаков рыб	450
Определение возраста рыб.....	454
Приложение 3. Определение экстерьерных показателей прудовых рыб	457
Приложение 4. Рыбоводно-биологические нормы выращивания сеголетков прудовых рыб.....	459
Приложение 5. Нормы гранулированного комбикорма по рецепту 110–1 для сеголетков карпа.....	461
Приложение 6. Рыбоводно-биологические нормы содержания в зимовальных прудах.....	462
Приложение 7. Рыбоводно-биологические нормы при совместном выращивании товарных двухлетков карпа и растительоядных рыб	463
Рекомендуемая литература.....	465

Предисловие

Данное учебное пособие рекомендуется для обучения студентов по дисциплине «Технология рыбы и рыбных продуктов» цикла специальных дисциплин (СД.03) ГОС ВПО II поколения, дисциплинам в рамках специализации «Технология разведения и вылова прудовых рыб», «Основы промысловой ихтиологии», «Основы технологии переработки прудовых рыб», «Современная техника и технология переработки прудовых рыб», «Основы рационального использования вторичных продуктов переработки прудовых рыб», «Технология хранения и транспортировки прудовых рыб», а также будет, безусловно, полезна при освоении дисциплин «Сырье и материалы рыбной промышленности», «Проектирование рыбообрабатывающих предприятий», «Введение в специальность».

Учебное пособие состоит из шести глав и приложений.

В главе I дана характеристика наиболее распространенных (особенно в Центрально-Черноземном регионе) прудовых рыб. В ней подробно описаны строение рыб и их физиологические особенности. Много внимания уделено значению рыбы как промышленному сырью (с учетом размеров прудовых рыб, их массового и химического составов, прижизненных и посмертных изменений в тканях).

Глава II посвящена ихтиологическим основам разведения и выращивания рыбы в прудах. Глава содержит подробную информацию об устройстве прудового рыбоводного хозяйства, а также основы технологии разведения и выращивания рыбы. Рассмотрены болезни прудовых рыб, приведены способы и даны рекомендации по комплексным мерам профилактики инфекционных болезней рыб.

Глава III описывает свойства и получение товарной рыбы; приведены характеристики живой, охлажденной, замороженной рыбы. Описаны способы, условия охлаждения, замораживания и размораживания рыбы, даны характеристики пороков охлажденной и мороженой рыбы.

В главе IV приведены основы технологии производства рыбных продуктов и кулинарных изделий. В этой главе содержатся многочисленные схемы разделки рыбы, дано описание производства соленой,

сушеной, вяленой рыбы, пресервов, рыбы холодного и горячего копчения, а также производства консервов и кулинарных изделий.

Рациональное использование вторичных продуктов разделки прудовой рыбы — приоритетное направление в решении проблемы безотходного производства. В главе V даны подробные сведения о технологических точках формирования вторичных продуктов переработки прудовой рыбы и приведена их характеристика. Показано, что преимущественным компонентом в их составе являются коллагеновые субстанции. Эта глава содержит данные о коллагеновых белках, приведена их структура, функции, роль в питании человека и технологии продуктов различного назначения.

Глава VI посвящена вопросам качества прудовой рыбы, методам оценки с приведением видов контроля и методов исследования ее свойств.

В Приложениях приведены балльная оценка качественных показателей прудов (озер), определение систематических признаков и возраста рыб, определение экстерьерных показателей прудовых рыб, даны рыбоводно-биологические нормы выращивания некоторых рыб, нормы гранулированного комбикорма, а также рыбоводно-биологические нормы содержания рыб в прудах.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений; оно позволит им приобрести глубокие знания в области свойств и технологических основ разведения и возможных путей переработки такого мощного пищевого ресурса, как прудовые рыбы.

Книга также преследует цель подготовки специалистов для решения региональных проблем эффективного использования местных ресурсов.

Надеемся, что данное учебное пособие будет способствовать притоку профессионально компетентных молодых специалистов на современные производства продуктов питания.

Книга будет полезна аспирантам, преподавателям и всем специалистам в данной области.

Введение

Мировой опыт показывает, что наиболее полное удовлетворение потребностей населения в рыбной продукции осуществляется за счет рационального использования ресурсов, когда в равных долях привлекаются морские и океанические рыбы и продукты аквакультуры. Это обеспечивает устойчивое потребление полноценного белка в рационах человека с разным социальным и физиологическим статусом. Заметим, однако, что положение дел в нашей стране отличается от мировой практики. Вместе с тем, при правильном применении рыбоводной техники возможно обеспечивать ежегодное получение 20–30 центнеров и более прудовой рыбы с каждого гектара прудовой площади, или 3–5 центнеров ценнейшего белка, что достаточно для полноценного белкового питания 5–6 тыс. человек.

Рельеф местности, климатические условия региона, кормовая база идеально подходят для развития прудового хозяйства в Центральном-Черноземном регионе. При этом себестоимость прудовой рыбы в 2–4 раза ниже, чем морской, и в 1,5–2 раза ниже по сравнению с мясной продукцией. Разработка подходов и способов консервирования, хранения, первичной обработки и оценка функционально-технологических свойств рыбного сырья позволит разработать оригинальные технические решения и создать разнообразный ассортимент рыбопродуктов с высокими потребительскими свойствами.

В связи с острой необходимостью улучшения структуры питания, обеспечения доступности ценных продуктов для всех социальных слоев населения, разнообразия и заполнения рынка белковых продуктов, снижения транспортных расходов, создания дополнительных рабочих мест, обеспечения поступлений финансовых средств в местный бюджет и в реализации потенциала местных пищевых ресурсов, переработка продукции прудовых хозяйств должно занять свое заметное место наряду с производством морской рыбной продукции.

Рыбохозяйственный комплекс всегда имел важное значение для продовольственного обеспечения нашей страны. Наивысшие объемы

улова были достигнуты в середине 80-х гг. прошлого века; тогда (в бывшем РСФСР) они достигали около 8 млн тонн, а потребление рыбопродукции на душу населения составляло 22 кг, что примерно соответствовало научно обоснованным нормам.

За последние 15 лет вылов водных биоресурсов сократился в 2,5 раза, что связано с резким сокращением экспедиционного промысла, значительно снизилось и потребление рыбной продукции населением страны. Однако в последние три года в отрасли уже наметились положительные тенденции. Общий вылов биоресурсов в 2006 г. вырос на 2,5 % и составил 3300 тыс. тонн, а выпуск товарной пищевой продукции, включая консервы, увеличился примерно на 1,5 %. Позитивная динамика сохраняется и в нынешнем году. Россия продолжает играть заметную роль в международной торговле рыбными товарами. Наша страна занимает шестое-седьмое место среди стран, добывающих и перерабатывающих рыбную продукцию. Экспорт рыбопродукции в 2006 г. составил 1300 тыс. тонн, в том числе, только 300 тыс. тонн в виде экспортных поставок с таможенным оформлением.

В последние годы вырос и объем потребления рыбы и морепродуктов на душу населения. Он достиг 17 кг в год, что составляет дефицит от рекомендуемой Институтом питания нормы — 6,7 кг.

Анализируя статистические и справочные материалы по прудовому рыбоводству в Европе, Америке и Азии можно уверенно утверждать что спрос, а за ним и производство стабильно и неуклонно растет. За последние десять лет прирост производства прудовой рыбы в некоторых странах составлял в год до 50 % и выше. Такой рост производства прудовой рыбы вызван, прежде всего, пищевой и биологической ценностью, экономической целесообразностью, повышением спроса на рыбу и рыбную продукцию, а также реальной возможностью увеличения производства прудовой рыбы с применением биотехнологий разведения и выращивания, значительно снижающих себестоимость рыбопродуктов. При этом следует учитывать известное загрязнение морей и океанов, а также дороговизну и дефицит океанических и морских рыб.

Весомым аргументом в развитии рыбоводства является высокая пищевая и биологическая ценность прудовой рыбы, которые способны значительно улучшить качество и структуру питания всех социальных слоев населения.

В последнее время многие предприятия столкнулись с ужесточением внутриотраслевой и региональной конкуренции. Такая тенден-

ция прослеживается во всех сегментах рынка, в том числе и на рынке рыбоперерабатывающей отрасли, в связи с чем проблема расширения и обновления ассортимента продукции высокого качества и потребительских свойств на основе максимального использования имеющихся ресурсов прудового рыбоводства приобретает особое значение. Главными покупателями рыбной продукции являются крупные города и районообразующие центры, где уровень дохода населения выше, чем в сельской местности.

В результате научных исследований отмечено, что прудовая рыба, имеющая низкую себестоимость, но не уступающая по качеству морской и океанической, сможет заменить последних, что дополнительно создаст условия для улучшения структуры питания и для населения сельской местности. Кроме этого, очень важно в условиях роста заболеваемости населения по различным причинам (из-за экологической напряженности, стрессов и др.) создание продуктов с заданными свойствами, а источником пищевых нутриентов и служат многие прудовые рыбы, обогащенные биологически активными веществами.

Выпуск нового широкого ассортимента продуктов из мяса прудовых рыб позволит не только наполнить рынок полноценными продуктами питания, но и при соответствующей переориентации создать сегмент продуктов, корректирующих и поддерживающих здоровье человека, то есть продуктов функционального значения.

Глава 1. Характеристика и особенности прудовых рыб в Центрально-Черноземном регионе

Из более 80 видов рыб, насчитывающихся в естественных водоемах, наибольший практический интерес по качественным и количественным показателям представляют плотва, язь, лещ, чехонь, карась, карп, сазан, сом, налим, щука, судак, форель местная, дальневосточная кефаль, пиленгас, растительноядные рыбы — акклиматизанты — белый и черный амур, белый и пестрый толстолобик.

В зависимости от размеров и категорий водоемов в них обитают различные виды рыб. В русловых и неспускных прудах встречаются сазан, карпосазаний гибрид, карась, красноперка, верховодка, вьюн, окунь, лещ, щука, сом, судак и др. В спускных прудах, где осуществляется интенсивное рыборазведение, основным объектом разведения являются карп и его гибриды, белый и черный амур, белый и пестрый толстолобик, сазан, линь, форель, пелядь. Здесь могут обитать и случайно занесенные личинки карася, верховодки, окуня и др.

По степени использования корма и скорости роста рыбы делятся на высокопродуктивных (карп, сазан, карпосазаний гибрид), малопродуктивных (карась) и «сорных» (верховодка и др.).

До месячного возраста характер питания у всех перечисленных рыб одинаковый, а во взрослом состоянии — различный, поэтому при зарыблении прудов осуществляют подбор таких видов рыб, которые бы не были конкурентами при поедании кормов.

По способу питания рыбы разделяются на хищных и мирных. Хищные рыбы питаются преимущественно другими рыбами. К ним относятся щука, сом, судак, окунь и др. Щука и сом питаются почти исключительно рыбой, а достигнув больших размеров, и другими большими водяными животными. Окунь и судак питаются лишь небольшими рыбками, моллюсками, червяками и другими мелкими животными. Эти рыбы могут быть и хозяйственно полезными, и вредными, в зависимости от условий, в которых они разводятся. Например, щука, если ее немного, в прудах, перенаселенных «сорной» рыбой может быть только полезной, так как она уничтожает «сорную» рыбу. Если щуки

в прудах много, она может принести большой вред, особенно культурному рыбному хозяйству, поедая племенной зарыбок и даже взрослых ценных рыб.

В современном прудовом рыбоводном хозяйстве различают два типа рыб — тепловодные и холодноводные. В основе этого деления лежат биологические особенности разводимых рыб и главным образом их отношение к температуре воды, времени размножения, гидрохимическому режиму прудов. Холодноводные рыбы (форель, сиг, рипус, ряпушка и др.) более требовательны к условиям внешней среды, чем тепловодные (каarp, линь, серебряный карась, щука, стерлядь и др.).

Карп (прудовый карп). Карп — наиболее распространенная рыба в прудах. Он плодовитый и быстрорастущий (рис. 1.1). Мясо его имеет хорошие вкусовые свойства, содержит около 16 % белков и 15 % жиров. Не особо требователен к условиям среды. Ему нужна теплая вода (22–27°C) и 5–7 мг/дм³ кислорода, при таких условиях он может давать по 5–7 г прироста в сутки.

Пища карпов различна: от мелких рачков до личинок комаров и других насекомых, червей; кроме естественной пищи хорошо усваивают искусственно приготовленные корма (зерноотходы, жмыхи, комбикорма).

Половозрелость наступает в четырех-пятилетнем возрасте, икру карпы откладывают на траву мелких участков пруда. Поэтому для разведения необходимо иметь специальные нерестовые пруды с мелкой луговой растительностью.

Нерест карпа проходит обычно при температуре воды не ниже 17–18°C, солнечной и безветренной погоде.

На 1 кг своей массы самка откладывает около 180 тыс. икринок. Развитие икры продолжается до 5 суток. Вышедшая из икринки личинка через 5–6 дней превращается в малька.

Мальков из нерестовых прудов пересаживают в выростные, где они пребывают до осени. Называют этих рыбок сеголетки, стандартная их масса к осени — не менее 20–30 г.

После зимовки в специальных прудах сеголеток (теперь годовиков) пересаживают в нагульные пруды для выращивания товарной рыбы или двухлеток. Этим и заканчивается производственный цикл.

Украинский рамчатый карп имеет спаренную чешую, окаймляющую туловище в виде рамочки, эффективнее, чем обычный карп, использует подкормку. В благоприятных условиях вес его в возрасте трех лет достигает 3 кг.

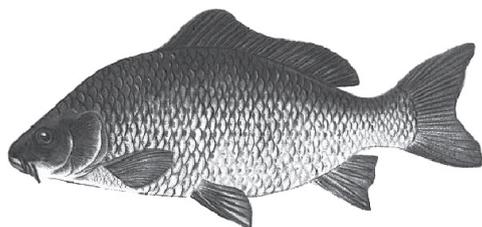


Рис. 1.1. Карп прудовой (немецкий)

По чешуйчатому покрову карпов различают чешуйчатых, зеркальных, голых, рамчатых (рис. 1.2).

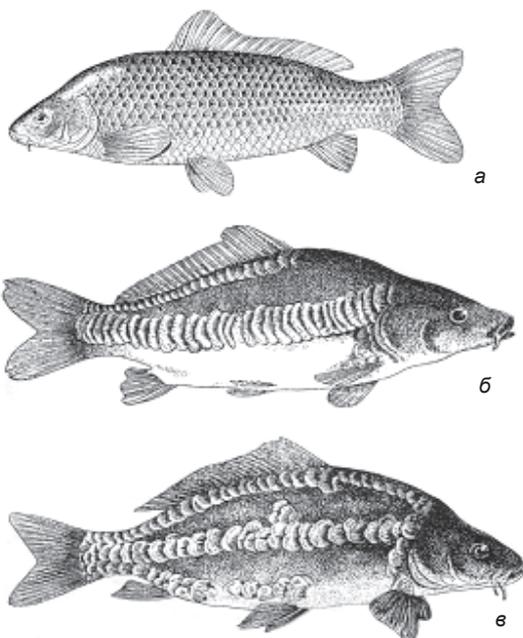


Рис. 1.2. Зеркальный карп: а — чешуйчатый; б — с линейнорасположенной чешуей; в — с разбросанной по телу чешуей

Продуктивность прудов при выращивании рамчатого карпа повышается на 25 %. Выход личинок от одного гнезда производителей

составляет 200–600 тыс. штук, годовиков из зимовальных прудов — >90 %.

Украинский чешуйчатый карп эффективно использует естественные корма. Масса двухлеток на 17 % больше контрольных карпов.

Выход личинок от одного гнезда 300–600 тыс. штук, из зимовки — 90–95 %. Половозрелость самки наступает в 3-х летнем возрасте, самца — в двухлетнем, трехлетки весят 3 кг, четырехлетки — 5–6 кг.

Встречаются также гибридные формы карпа — курский, ропшинский и др. Выведены они в результате скрещивания карпа с амурским сазаном. Эти формы рыб хорошо растут, более выносливы при зимовке, устойчивы к инфекционным заболеваниям.

Судак. В промышленном отношении судак, бесспорно, играет первую роль среди колючеперых рыб. Наружность его известна каждому. Он легко узнается по своему удлинённому телу и длинному, заостренному рылу, придающему ему некоторое сходство со щукой, к которой он приближается и своей хищностью. Челюсти судака вооружены сильными клыковидными зубами, между которыми находятся мелкие. Спина его зеленовато-серая, брюхо белое, на боках туловища находятся большие буровато-серые пятна, которые часто образуют 8–10 правильных поперечных полосок; спинные и хвостовой плавники покрыты рядами темных пятнышек (рис. 1.3).

В юго-западных губерниях встречаются иногда большие судаки очень темного цвета, составляющие как бы особую, черную, разность, отличаемую местами самими рыбаками. На нижней Волге отличают ходового морского судака от речного по цвету: первый всегда несколько светлее, но, пробыв некоторое время в реке, мало-помалу принимает темный цвет. По-видимому также, некоторые судаки после нереста становятся почти черными. По величине судак занимает первое место во всем отряде. В большинстве случаев он имеет массу от 1,2 до 2,8 кг, но в больших реках, особенно в низовьях, и в больших озерах он достигает иногда 92 см длины и массы 6–10 кг и даже более (до 12–16 кг — такие гиганты составляют уже большую диковинку и замечались только в устьях рек Днепра, Дона и Кубани). Каспийский судак имеет меньшие геометрические характеристики, что, связано с усиленным уловом.

Большую часть года судак (оседлый) держится на дне в глубоких местах реки с хрящеватым или песчаным дном и обрывистыми берегами. На поверхность воды, также в заливы и на мели он выходит только во время нереста, или гоняясь за добычей, обыкновенно утром и вечером; в тихие, ясные вечера судаки нередко небольшими стайками «гуляют»

на поверхности. Вообще они едва ли не более других рыб предпочитают крепкие места, а потому в небольших реках живут главным образом в мельничных омутах, на судоходных же выбирают ямы с корягами и затонувшими барками. Только мелкие судачки, одно-, двухгодовалые, встречаются в неглубоких и даже травянистых местах, вместе с окунями, такими же стайками (иногда в несколько сот штук, даже в реках, не особенно ими изобилующих). Средние судаки обыкновенно попадают станичками в 5–10 штук; очень крупные ходят в одиночку и постоянного местожительства, по всей видимости, не имеют.

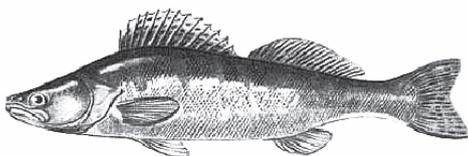


Рис. 1.3. Судак

Половозрелость судаков наступает в 3–4 года. Плодотворность 200–300 тыс. икринок. Нерест происходит в апреле–мае на каменистом или песчаном участках дна. Икру судак откладывает обычно в ямки, которые выбивает хвостом, или на прошлогоднюю растительность. Спустя 10 дней, появившаяся молодь начинает питаться личинками насекомых, червями, потом переходит на мелкую рыбу.

Растет относительно быстро. За первое лето масса судака увеличивается с 5 до 35 г, за второе — со 100 до 150 г, на третье лето достигает 1 кг.

В промышленном отношении, после красной рыбы, судак вместе с лещом, составляет наиболее ценный товар с низовьев рек — Волги, Урала, Кубани и Дона. Наибольшее количество судака добывается в нижнем течении Волги, Урала, Куры и Терека.

Судак требователен к условиям среды. Ему необходимы довольно чистая и свежая вода летом, глубина, достигающая местами 3–3,5 м, дно песчаное, в крайнем случае, глинистое или мергельное. Судак весьма охотно нерестится на хворосте, а потому лучше всего делать плетни из ивняка или вязанки фашинника и сгружать на дно камня. Молодь судака довольно беззащитна и более всего подвергается опасности едва ли не от родителей, а потому икрометание необходимо и в таких бассейнах, в которых замечено слишком слабое размножение этой рыбы.

Сазан. Обитает в реках бассейнов Черного, Азовского, Каспийского морей и Тихом океане. Распространен в реках: Волге, Урале, Кубани, Доне.

Тело у сазана толстое, высокое, умеренно длинное. Чешуя крупная, гладкая, золотисто-коричневого цвета. Голова большая, рот нижний с сильными, мясистыми губами. На верхней губе две пары хорошо развитых коротких усиков. Бока золотистого цвета, спина темная, золотисто-оливковая. В спинном и анальном плавниках имеется по одному жесткому зазубренному лучу (рис. 1.4). Нерест — май-июнь, температура воды 17–19°C. Плодовитость от 93 до 1664 тыс. икринок.

Для икрометания самка сазана выбирает на разливах мелкие, хорошо прогреваемые солнцем участки с тихим течением, богатые мягкой луговой растительностью.

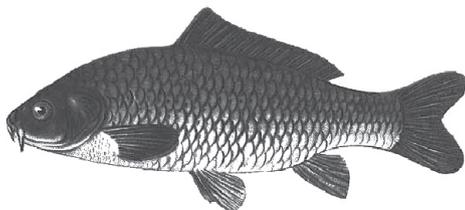


Рис. 1.4. Сазан

Здесь она и откладывает мелкую (1,5 мм в диаметре) желтую липкую икру.

Выметанная икра после оплодотворения прилипает к растениям и на них же развивается. При благоприятных условиях через 4–5 дней из икринок выходят личинки с небольшим желточным мешком, содержимым которого они первое время и питаются. Сравнительно быстро личинки переходят на самостоятельное питание мелкими животными организмами — зоопланктоном. Как только после весенних разливов вода начинает входить в свои берега, подростки уже мальки сазана скатываются в русла рек. В это время они питаются также донными бентосными организмами — хирономидами, некоторыми насекомыми, червями, мелкими моллюсками и др. В благоприятных условиях молодь сазана растет быстро.

Хорошим ростом отличаются и старшие возрастные группы сазана.

Осенью, при пониженной температуре воды ($1-2^{\circ}\text{C}$), сазан залегает стаями в глубинных участках водоема, впадает в малоподвижное состояние и перестает питаться. В таком состоянии он находится весь осенне-зимний период.

Линь. Это теплолюбивая рыба, относится к семейству карповых. Он покрыт толстым слоем очень густой и прозрачной слизи, которая под влиянием воздуха темнеет, затем твердеет и отваливается, оставляя большие желтые пятна. Для линя характерно толстое неуклюжее тело, особенно утолщенная хвостовая часть, а также мелкая чешуя. Спина темно-зеленая, бока оливково-зеленые с золотистым блеском, брюхо сероватое, глаза небольшие, ярко-красные (рис. 1.5). Окраска меняется в зависимости от места обитания, а также когда линь вынут из воды.

Обитает в реках бассейнов Черного, Азовского и Каспийского морей, любит стоячие, травянистые водоемы, с илистым дном, где он находит для себя лучшие условия жизни и хорошо нагуливается.

Линь — рыба вялая и ленивая. Он живет оседло в одном и том же водоеме, в зарослях водной растительности, где, копаясь в иле, достает себе пищу. Лишь вечером и ночью линь выходит из зарослей, но редко поднимается на поверхность. При температуре воды 4°C залегает на зиму, зимой не питается.

Плодовитость от 280 до 827 тыс. икринок. Нерест — май-июнь при температуре воды $19-20^{\circ}\text{C}$. Самка мечет икру не сразу, а отдельными порциями с промежутками в 14 дней, продолжительность нереста 1,5–2 месяца.

Молодь линя питается мелкими рачками. Взрослые — червяками, моллюсками, личинками насекомых (температура воды $20-30^{\circ}\text{C}$). Линь растет медленнее карпа, но качество мяса лучше.



Рис. 1.5. Линь

Лещ. Одна из основных промысловых рыб бассейнов Каспийского и Азовского морей. Тело высокое, сильно сжатое с боков, наибольшая высота его в 2,5–3 раза меньше длины (рис. 1.6). Рот полунижний, маленький. Позади брюшных плавников имеется киль, не покрытый чешуей. Глоточные зубы однорядные. У половозрелых самцов тело и плавники покрыты бугорками. Половой зрелости достигает в южных районах в 3–4 года, а в более северных — в 4–5 лет. Плодовитость — 68–400 тыс. икринок. Нерестует на юге с конца апреля до начала июня, на севере — в ма–июне. Нерест проходит на мелких прибрежных, покрытых растительностью участках водоема при температуре воды 12–17°C. Икринки клейкие, прикрепляются к водным растениям, длительность развития их при температуре воды 20°C — шесть суток, а при температуре 23°C — четверо суток. Мелкий лещ имеет нежирное мясо (массовая доля жира в мясе осеннего «беляка» в волго-каспийском районе 1,6%, полумерного леща — около 4%).



Рис. 1.6. Лещ пресноводный

Эта полупроходная придонная рыба, приспособившаяся к слабосоленым водам предустьевых частей моря, является ценным объектом разведения в больших, глубоких, проточных прудах; считается одной из лучших рыб для искусственного заселения водоемов. Лещ любит тихие и глубокие водоемы, летом выходит на мелководные участки, богатые кормами.

Толстолобик обыкновенный (толпыга). Относится к семейству карповых, раньше он имел ограниченное распространение и водился только в реке Амур. В настоящее время, в связи с разведением его в прудах и других искусственных водоемах, получил распространение практически по всей территории России.

Толстолобик — рыба растительноядная, стадная. С наступлением холодов, как и все карповые, залегает на углубленных местах водоема (рис. 1.7, *a*). В это время он малоподвижен, не питается, обитает в зарослевых участках рек и озер. Питается водорослями. В период сильного цветения водорослей (с июля по октябрь) кишечник толстолобика забит сине-зелеными водорослями.

Размер от 20 до 75 см, но может достигать 1 м при массе 8 кг.

Плодовитость — не ранее шестилетнего возраста, седьмой год — 467 тыс., восьмой год — 493 тыс., десятый — 542 тыс. икринок. Нерест — июль—август, когда уровень воды поднимается, а температура — 26–30°C. Икра толстолобика развивается в верхних слоях воды в плавучем состоянии. Икрометание происходит 3–4 раза за лето.

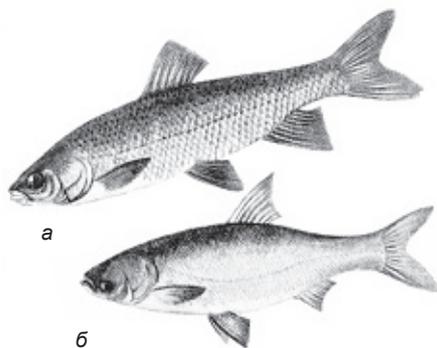


Рис. 1.7. Толстолобик и белый амур: *a* — толстолобик; *б* — белый амур

Интересной особенностью толстолобика является его реакция на стук и шум, что связано с особым устройством его слухового аппарата. Он выпрыгивает из воды в ту сторону, откуда идет стук или шум, это используется для его лова. Мясо толстолобика жирное, не костистое. Кроме обыкновенного толстолобика имеется пестрый толстолобик, распространенный в прудах и пойменных озерах Китая. Он пестро-серебристой окраски, и питается ракообразными и мелкими водоплавающими.

Белый амур. Белый амур относится к семейству карповых рыб. Распространен в среднем и нижнем течении реки Амур, и в равнинных реках Китая.

По внешнему виду белый амур (рис. 1.7, б) сходен с сазаном, но отличается от него большей длиной тела и меньшим размером спинного плавника. Окраска его различная: спина зеленовато- или желтовато-сероватого оттенка, бока — темно-золотистые, спинной и хвостовой плавники — темные, а грудка и брюшко — светлые, брюшная часть — темно-бурая. Во взрослом состоянии рыба растительноядная, питается в основном высшей водной растительностью, листьями деревьев и т. д. При подъеме уровня воды в реке питается и залитой наземной растительностью. Растительность размельчается при помощи зазубренных глоточных зубов. Отличается очень быстрым ростом. Белый амур достигает 122 см длины и массы 32 кг.

Так в шестилетнем возрасте он может иметь массу 5 кг, тогда как толстолобик в этом возрасте весит 3,6, а сазан — 2,5 кг.

Плодовитость наступает к 6–7 годам, от 100 тыс. до 816 тыс. икринок.

Нерест порционный и протекает в русле реки в летний период при подъеме уровня воды (май–июнь), температура воды 17–18°C. Самки откладывают икру в верхних слоях воды. Размер икринки, после того как она попала в воду, резко увеличивается. Диаметр ее до вымета — 2–2,5 мм, а после — 4,2–5 мм. Через 32–40 часов заканчивается инкубационный период, и появляются личинки. На 15-й день молодь начинает питаться планктоном, а в возрасте 1-го месяца — растительной пищей.

1.1. Строение и физиологические особенности рыб

Форма тела рыб и способы движения. Форма тела должна обеспечивать рыбе возможность передвигаться в воде (среде, значительно более плотной, чем воздух) с наименьшей затратой энергии и со скоростью, соответствующей жизненным потребностям.

Форма тела, отвечающая этим требованиям, вырабатывалась у рыб в результате эволюции: гладкое, без выступов тело, покрытое слизью, облегчает движение; шеи нет; заостренная голова с прижатыми жаберными крышками и сжатыми челюстями рассекает воду; система плавников определяет движение в наружном направлении. В соответствии с образом жизни выделено несколько типов форм тела:

- *стреловидная* — кости рыла вытянуты и заострены, тело рыбы по всей длине имеет одинаковую высоту, спинной плавник отнесен к хвостовому и располагается под анальным, чем создается имитация оперения стрелы. Эта форма типична для рыб, не пе-

ремещающихся на большие расстояния, держащихся в засаде и развивающих высокие скорости движения на короткий промежуток времени за счет толчка плавников при броске на добычу или уходе от хищника (например, щука) (рис. 1.8);



Рис. 1.8. Щука

- *торпедовидная (веретеновидная)* характеризуется заостренной головой, закругленным, имеющим в поперечном разрезе форму овала, телом, утонченным хвостовым стеблем, нередко с дополнительными плавничками (свойственна хорошим пловцам, способным к продолжительным перемещениям — в основном это морские рыбы: треска, сельдь и др.);
- *симметрично сжатая с боков форма* тела присуща рыбам, которым необходимо быстро менять положение в пространстве для дезориентации хищников (например, лещ рис. 1.9).

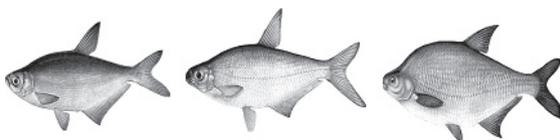


Рис. 1.9. Лещ

Нередко встречаются рыбы, форма тела которых напоминает одновременно различные типы форм. Для ликвидации демаскирующей тени на брюхе рыбы, возникающей при освещении сверху, мелкие пелагические рыбы, например сельдевые (*Clupeidae*), чехонь (*Pelecus cultratus* (L.)), имеют заостренное, сжатое с боков брюшко с острым килем. У придонных рыб форма поперечного сечения приближается к равнобедренной трапеции, обращенной большим основанием вниз,

что исключает появление тени на боках при освещении сверху. Поэтому большинство придонных рыб имеют широкое уплощенное тело.

Строение тела и тканей рыб. Внешний вид рыб довольно разнообразен, и некоторые из них вообще не похожи на рыб, но все же все они — вариации простой «базовой модели», которую наилучшим образом представляет типичная костная рыба (рис. 1.10).

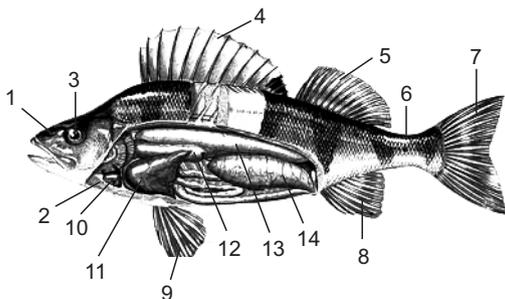


Рис. 1.10. Строение рыбы: 1 — назальный орган; 2 — жабры; 3 — глаз; 4 — колючий спинной плавник; 5 — мягкий спинной плавник; 6 — боковая линия; 7 — хвостовой плавник; 8 — анальный плавник; 9 — брюшной плавник; 10 — сердце; 11 — печень; 12 — желудок; 13 — воздушный пузырь; 14 — яичник

В кожном покрове рыб различают два слоя: наружный слой эпителиальных клеток, или эпидермис, и внутренний слой из соединительнотканых клеток — собственно кожа, дерма, кориум, кутис.

Нижний слой кожи — кориум — представляет собой проходящие в косом направлении волокна соединительной ткани. Здесь же находятся кровеносные сосуды и нервные окончания. В нижних слоях эпидермиса и в пограничных с ним слоях кориума залегают пигментные клетки — хроматофоры. Это звездчатые клетки с множеством отростков, включающие зернышки пигмента. Они определяют все разнообразие окраски рыб. Различие в окраске достигается сочетанием разных хроматофоров: меланофоры имеют зерна черного пигмента, ксантофоры — желтого, эритрофоры — красного; гуанофоры или иридоциты не имеют пигментных зерен, но содержат кристаллики гуанина, благодаря которым рыбы приобретают серебристую окраску.

Интенсивность окраски определяется состоянием хроматофоров: при их расширении пигментные зерна растекаются на большее пространство и окраска тела становится яркой. Если хроматофоры сокра-

щаются, пигментные зерна скапливаются в центре, оставляя большую часть клетки неокрашенной и окраска тела бледнеет.

Форма пигментных клеток постоянна и у близких видов сходна, а состояние меняется в зависимости от различных факторов: температуры и газового режима водоема, возраста, пола, состояния организма (голод, размножение и т. п.), эмоций (возбуждение, страх) рыбы и др.

Сочетания разных цветов хроматофоров и отражательных поверхностей иридоцитов и их различные комбинации делают окраску рыб удивительно разнообразной. Сгущение и расхождение пигментов в клетках, а отсюда и изменение окраски тела рыб происходит под влиянием нервной системы и связано со зрительными восприятиями, причем центр просветления находится в продолговатом, центр потемнения — в промежуточном мозгу.

Изменение окраски в период размножения (появление брачного наряда), часто наблюдаемое в этот период различие в окраске самок и самцов происходит под влиянием гормональных факторов.

Разумеется, главное в расцветке большинства рыб — ее защитные свойства. Покровительственная окраска рыб, обитающих в поверхностных слоях воды, — темная спина и белое или серебристое брюшко — делает их малозаметными. Особенно удивительна маскировка у донных рыб — их окраска соответствует цвету дна.

Кожа подстилается рыхлой соединительнотканной прослойкой (подкожная соединительная ткань, подкожная клетчатка). У многих рыб в подкожной клетчатке откладывается жир подобно теплокровным животным.

В соединительнотканном слое кожи образуется чешуя. У рыб различают несколько видов чешуи: плакоидная, ганоидная, костная ктеноидная (рис. 1.11).

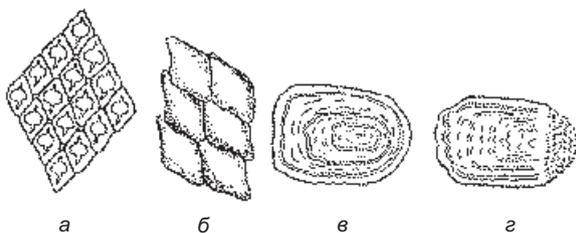


Рис. 1.11. Форма чешуи рыб: а — плакоидная; б — ганоидная; в — циклоидная; г — ктеноидная

Плакоидная — наиболее древняя, сохранилась у хрящевых рыб (акулы, скаты). Состоит из пластинки, на которой возвышается шипик. Старые чешуйки сбрасываются, на их месте возникают новые. *Ганоидная* — преимущественно у ископаемых рыб. Чешуйки имеют ромбическую форму, тесно сочленяются одна с другой, так что тело оказывается заключенным в панцирь. Чешуйки со временем не меняются. Названием своим чешуя обязана ганоину расположенному вдоль тела от головы до хвоста (большая боковая мышца — *m. lateralis magnus*). Продольной соединительнотканной прослойкой эта мышца делится на спинную (верхнюю) и брюшную (нижнюю) части.

Мышечная ткань. По морфологическому строению различают поперечно-полосатую, гладкую и смешанную мышечные ткани.

Боковые мышцы разделены миомертами на миомеры, число которых соответствует количеству позвонков. Наиболее отчетливо миомеры видны у личинок рыб, пока их тела прозрачны.

Мышцы правой и левой сторон, поочередно сокращаясь, сгибают хвостовой отдел тела и изменяют положение хвостового плавника, благодаря чему тело двигается вперед.

Группы мышц головы управляют движениями челюстного и жаберного аппаратов (висцеральная мускулатура). Плавники имеют свою мускулатуру.

Наибольшее скопление мускулов определяет и расположение центра тяжести тела: у большинства рыб он находится в спинной части.

Деятельность туловищных мышц регулируется спинным мозгом и мозжечком, а висцеральная мускулатура иннервируется периферической нервной системой, возбуждаемой непроизвольно.

Различают поперечно-полосатые (действующие в значительной степени произвольно) и гладкие мышцы (которые действуют независимо от воли животного). К *поперечно-полосатым* относятся скелетные мышцы тела (туловищные) и мышцы сердца. Туловищные мышцы могут быстро и сильно сокращаться, однако скоро утомляются. Особенностью строения сердечных мышц является не параллельное расположение обособленных волокон, а разветвление их кончиков и переход из одного пучка в другой, что обуславливает непрерывную работу этого органа.

Гладкие мышцы также состоят из волокон, но гораздо более коротких и не обнаруживающих поперечной исчерченности. Это мышцы

внутренних органов и стенок кровеносных сосудов, имеющие периферическую (симпатическую) иннервацию.

Поперечно-полосатые волокна, а следовательно, и мышцы делятся на красные и белые, различающиеся, как следует из названия, цветом. Цвет обусловлен наличием миоглобина — белка-пигмента, легко связывающего кислород и участвующего в дыхании. Миоглобин обеспечивает дыхательное фосфорилирование, сопровождающееся выделением большого количества энергии.

Красные и белые волокна различны по целому ряду морфофизиологических характеристик: цвету, форме, механическим и биохимическим свойствам (интенсивность дыхания, содержание гликогена и т. д.).

Волокна красной мышцы (*m. lateralis superficialis*) — узкие, тонкие, интенсивно кровоснабжаемые, расположенные более поверхностно (у большинства видов под кожей, вдоль тела от головы до хвоста), содержат в саркоплазме больше миоглобина; в них обнаружены скопления жира и гликогена. Возбудимость их меньше, отдельные сокращения длятся дольше, но протекают медленней; окислительный, фосфорный и углеводный обмен интенсивнее, чем в белых.

Мышечную ткань рыбы (рис. 1.12) можно рассматривать как сплошную коллоидную систему, состоящую из трех основных образований: септ, мышечных волокон и эндомизия. **Септы** состоят в основном из коллагена и эластина.

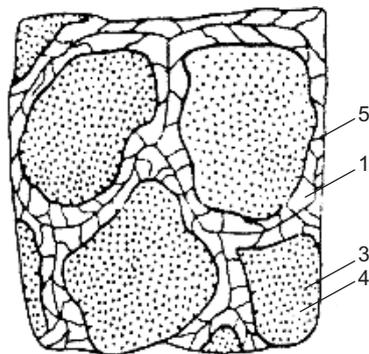


Рис. 1.12. Схема строения мышечной ткани рыбы: 1 — эндомизий; 2 — септа; 3 — саркоплазма; 4 — миофибрилла; 5 — сарколемма

Мышечное волокно представляет собой сложное образование, состоящее из трех основных частей: эластичной оболочки — сарколеммы, гелеобразного волокнистого образования — миофибрилл и вязкого белкового образования, заполняющего большую часть клетки — саркоплазмы. Длина мышечного волокна различна, самые длинные волокна находятся в центральной части мышцы. Архитектоника мышечной ткани карпа при поперечном разрезе показана на микрофотографии (рис. 1.13), где видны равномерно расположенные клетки, окруженные аморфным веществом.

Саркоплазма — это раствор, состоящий из белков миоглобина, миогена *A* и *B*, глобулина *X*, миоальбумина, а также из различных минеральных солей. В состав саркоплазмы входят около 2% липидов и 1% углеводов в виде гликогена, аденозинтрифосфорная кислота и другие вещества.

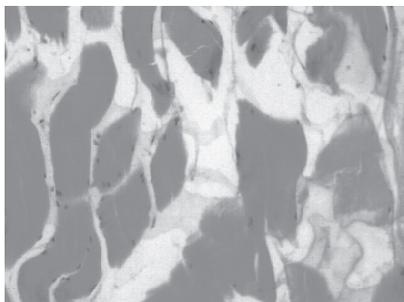


Рис. 1.13. Архитектоника мышечной ткани карпа. Окр. гематоксилин-эозин; ув. $\times 400$

Миофибриллы представляют собой тончайшие нити, которые как струны протянуты от одного конца мышечного волокна до другого и выполняют двигательную функцию организма.

Особенность структуры миофибрилл — это чередование светлых и темных дисков, которые обеспечивают поперечно-полосатую исчерченность мышц. В состав миофибрилл входят в основном такие белки, как миозин, актин, актомиозин и тропомиозин.

Сарколемма — это структурная система, состоящая из фибриллярных белков (коллагена и эластина). Она представляет собой гель с частой структурной сеткой, которая образуется за счет протеиновых

цепей с наиболее короткими боковыми цепями, имеющими большое количество гидрофильных групп. Сарколема является оболочкой мышечного волокна, придающая клетке форму.

Мышцы головы и плавников состоят из таких же мышечных волокон, как и туловищные, но не разделенных на сегменты. Часть мускулатуры рыб нередко бывает окрашена в коричневый, бурый или красный цвет и, в отличие от белой, называется темной мускулатурой, что связано с наличием пигментов.

Соотношение белых и темных мышц существенно различается у разных видов рыб. Количество темных мышц увеличивается с ростом плавательной активности. У большинства рыб темная мускулатура составляет до 10 % от массы всех мышц, а иногда и выше. Количество темной мускулатуры отличается и в различных участках тела рыбы. Темные мышцы могут располагаться под кожей вдоль боковой линии, вдоль позвоночника или мозаично среди белых мышц.

Пищеварительная система. В пищеварительном тракте настоящих рыб различают ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, кишечник (тонкая, толстая, прямая кишка, заканчивающаяся анусом).

В ротовой полости рыб нет слюнных желез. Железистые клетки ротовой полости и глотки выделяют слизь, которая не имеет пищеварительных ферментов и способствует лишь проглатыванию пищи, а также защищает эпителий ротовой полости с вкрапленными вкусовыми почками (рецепторами).

Мощный и выдвигающийся язык имеют только круглоротые, у костистых рыб он не обладает собственной мускулатурой.

Рот обычно снабжен зубами. Наличием эмалевого колпачка и слоев дентина они напоминают зубы высших позвоночных. У хищников они располагаются как на челюстях, так и на других костях полости рта, иногда даже на языке; они острые, часто крючкообразные, наклонены внутрь к глотке и служат для схватывания и удержания жертвы. У многих мирных рыб (многие сельдевые, карповые и др.) на челюстях зубов нет.

Механизм питания координирован с дыхательным механизмом. Вода, всасываемая в рот при вдохе, несет и мелкие планктонные организмы, которые при выталкивании воды из жаберной полости (выдох) задерживаются в ней жаберными тычинками (рис. 1.14).

Они так тонки, длинны и многочисленны у рыб, питающихся планктоном (планктонофагов), что образуют фильтрующий аппарат.



Рис. 1.14. Жаберные тычинки рыбы:
а — планктоноядной; б — бентосоядной; в — хищной

Отцеженный комочек пищи направляется в пищевод. Хищные рыбы не нуждаются в отфильтровывании пищи, тычинки у них редкие, низкие, грубые, острые или крючковатые: они участвуют в удержании жертвы.

У некоторых бентосоядных рыб на задней жаберной дуге имеются широкие и массивные глоточные зубы. Они служат для перетирания пищи.

Следующий за глоткой пищевод, обычно короткий, широкий и прямой с сильными мускулистыми стенками, проводит пищу в желудок. В стенках пищевода имеются многочисленные клетки, выделяющие слизь. У открытопузырных рыб в пищевод открывается проток плавающего пузыря.

Не все рыбы имеют желудок. К безжелудочным относятся карповые, многие бычки и некоторые другие.

В слизистой оболочке желудка имеются железистые клетки, вырабатывающие соляную кислоту и пепсин, расщепляющий белок в кислой среде, и слизь. Здесь у хищных рыб переваривается основная часть пищи.

В начальную часть кишечника (тонкую кишку) впадают желчный проток и проток поджелудочной железы. По ним в кишечник попадают желчь и ферменты поджелудочной железы, под действием которых происходит расщепление белков до аминокислот, жиров до глицерина и жирных кислот и расщепление полисахаридов до сахаров, главным образом глюкозы.

В кишечнике помимо расщепления питательных веществ происходит их всасывание, наиболее интенсивно протекающее в заднем участке. Этому способствует складчатое строение его стенок, наличие в них ворсинкообразных выростов, пронизанных капиллярами и лимфатическими сосудами, наличие клеток, секретирующих слизь.

У многих видов рыб в начальной части кишечника помещаются слепые отростки — пилорические придатки, число которых сильно варьирует (у окуня от 3 до 400). С их помощью всасывающая поверхность кишечника увеличивается в несколько раз. Карповые, сомовые, щуки и некоторые другие рыбы пилорических придатков не имеют.

У рыб, не имеющих желудка, кишечный тракт представляет собой большей частью недифференцированную трубку, суживающуюся к концу. У некоторых рыб, в частности у карпа, передняя часть кишечника расширена и напоминает по форме желудок. Однако это лишь внешняя аналогия: здесь нет характерных для желудка желез, вырабатывающих пепсин.

Строение, форма и длина пищеварительного тракта разнообразны в связи с характером пищи (объектами питания, их усвояемостью), особенностями переваривания. Наблюдается определенная зависимость длины пищеварительного тракта от рода пищи. Так, относительная длина кишечника (отношение длины кишечника к длине тела) составляет у растительноядных (пинагора и толстолобика) — 10–15, у всеядных (карася и карпа) — 2–3, у хищных (щуки, судака, окуня) — 0,6–1,2.

Печень — крупная пищеварительная железа, по размерам уступающая у взрослых рыб только гонадам. Ее масса составляет у акул 14–25%, у костистых — 1–8% массы тела. Это сложная трубчато-сетчатая железа, по происхождению связанная с кишечником. У зародышей является его слепым выростом.

Желчные протоки проводят желчь в желчный пузырь (только у единичных видов его нет). Желчь благодаря щелочной реакции нейтрализует кислую реакцию желудочного сока. Она эмульгирует жиры, активирует липазу — фермент поджелудочной железы, расщепляющий жиры.

Из пищеварительного тракта вся кровь медленно протекает через печень. В печеночных клетках кроме образования желчи происходит обезвреживание попавших с пищей чужеродных белков и ядов, откладывается гликоген, а у акул и тресковых (треска, налим и др.) — жир и витамины. Пройдя через печень, кровь по печеночной вене направляется к сердцу.

Барьерная функция печени (очищение крови от вредных веществ) обуславливает ее важнейшую роль не только в пищеварении, но и кровообращении.

Поджелудочная железа — сложная альвеолярная железа, также производная кишечника, является компактным органом только у акул и немногих других рыб. У большинства рыб она визуально не обнаруживается, так как диффузно внедрена в ткань печени (большей частью), и поэтому ее можно различить только на гистологических препаратах. Каждая долька связана с артерией, веной, нервным окончанием и протоком, выводящим секрет к желчному пузырю. Обе железы носят общее название *hepatorancreas* (гепатопанкреас).

В поджелудочной железе вырабатываются пищеварительные ферменты, действующие на белки, жиры и углеводы (трипсин, эрепсин, энтерокиназа, липаза, амилаза, мальтаза), которые выводятся в кишечник.

У костистых рыб (впервые среди позвоночных) встречаются в паренхиме поджелудочной железы островки Лангерганса, в которых многочисленны клетки, синтезирующие инсулин, выделяемый прямо в кровь и регулирующий углеводный обмен.

Таким образом, поджелудочная железа является железой внешней и внутренней секреции.

Дыхательная система и газообмен. Эволюция рыб привела к появлению жаберного аппарата, увеличению дыхательной поверхности жабр, а отклонение от основной линии развития — к выработке приспособлений для использования кислорода воздуха. Большинство рыб дышит растворенным в воде кислородом, но есть виды, приспособившиеся частично и к воздушному дыханию (двоякодышащие, прыгун, змееголов и др.).

Основным органом извлечения кислорода из воды являются жабры. Форма жабр разнообразна и зависит от видовой принадлежности и подвижности: мешочки со складочками (у рыбообразных), пластинки, лепестки, пучки слизистой, имеющие богатую сеть капилляров. Все эти приспособления направлены на создание наибольшей поверхности при наименьшем объеме.

У костистых рыб жаберный аппарат состоит из пяти жаберных дуг, располагающихся в жаберной полости и прикрытых жаберной крышкой. Четыре дуги на внешней выпуклой стороне имеют по два ряда жаберных лепестков, поддерживаемых опорными хрящами. Жаберные лепестки покрыты тонкими складками — лепесточками. В них и происходит газообмен. Число лепестков варьирует; на 1 мм жаберного лепестка их приходится: у щуки — 15, окуня — 36. В результате полезная дыхательная поверхность жабр очень велика. К основанию жабер-

ных лепестков подходит приносящая жаберная артерия, ее капилляры пронизывают лепесточки; из них окисленная (артериальная) кровь по выносящей жаберной артерии попадает в корень аорты. В капиллярах кровь течет в направлении, противоположном току воды.

Более активные рыбы имеют большую поверхность жабр: у окуня она почти в 2,5 раза больше, чем у камбалы. Противоток крови в капиллярах и омывающей жабры воды обеспечивает полное насыщение крови кислородом. При вдохе рот открывается, жаберные дуги отходят в стороны, жаберные крышки наружным давлением плотно прижимаются к голове и закрывают жаберные щели. Вследствие уменьшения давления вода всасывается в жаберную полость, омывая жаберные лепестки. При выдохе рот закрывается, жаберные дуги и жаберные крышки сближаются, давление в жаберной полости увеличивается, жаберные щели открываются и вода выталкивается через них наружу.

При плавании рыбы ток воды может создаваться за счет движения с открытым ртом. Таким образом, жабры расположены как бы между двумя насосами — ротовым (связанным с ротовыми мышцами) и жаберным (связанным с движением жаберной крышки), работа которых создает прокачивание воды и вентиляцию жабр. За сутки через жабры прокачивается не меньше 1 м³ воды на 1 кг массы тела.

Большую роль играют жабры и в водносолевом обмене, регулируя поглощение или выделение воды и солей. Жаберный аппарат чутко реагирует на состав воды: такие токсиканты, как аммиак, нитриты, СО₂ при повышенном содержании поражают респираторные складки в первые же 4 ч контакта.

К дополнительным приспособлениям, помогающим переносить неблагоприятные кислородные условия, относятся водное кожное дыхание, то есть использование растворенного в воде кислорода при помощи кожи, и воздушное дыхание — использование воздуха при помощи плавательного пузыря, кишечника или через специальные добавочные органы. Дыхание через кожу тела — одна из характерных особенностей водных животных. Для использования кислорода воздуха предназначен и плавательный пузырь. Наибольшего развития как орган дыхания он достигает у двоякодышащих рыб. У них он ячеистый и функционирует как легкое. При этом возникает «легочный круг» кровообращения.

Состав газов в плавательном пузыре определяется как содержанием их в водоеме, так и состоянием рыбы.

Подвижные и хищные рыбы имеют большой запас кислорода в плавательном пузыре, который расходуется организмом при бросках за добычей, когда поступление кислорода через органы дыхания оказывается недостаточным. В неблагоприятных кислородных условиях воздух плавательного пузыря у многих рыб используется для дыхания. Карп и сазан, которые не имеют каких-либо специальных приспособлений для использования атмосферного воздуха, при нахождении вне воды частично поглощают кислород из плавательного пузыря.

Осваивая различные водоемы, рыбы приспособились к жизни при разных газовых режимах. Наиболее нетребовательны к содержанию кислорода в воде карповые, им обычно достаточно 1,9–2,5 мг/дм³.

Каждому виду свойствен свой кислородный порог, то есть минимальная концентрация кислорода, при которой рыба гибнет. Судак и лещ погибают при 1,2 мг/дм³, плотва и красноперка — при 0,25–0,3 мг/дм³; у сеголетков-карпов, выращенных на естественной пище, кислородный порог отмечен при 0,07–0,25 мг/дм³, а для двухлетков — 0,01–0,03 мг/дм³ кислорода. Караси и ротаны — частичные анаэробы — несколько суток могут жить совсем без кислорода, но при низкой температуре. Предполагают, что сначала организм использует кислород из плавательного пузыря, затем — гликоген печени и мышц. По-видимому, рыбы имеют специальные рецепторы в передней части спинной аорты или в продолговатом мозгу, воспринимающие падение концентрации кислорода в кровяной плазме. Выносливости рыб способствует большое количество каротиноидов в нервных клетках мозга, которые способны накапливать кислород и отдавать его при недостатке.

Интенсивность дыхания зависит от биотических и абиотических факторов. Внутри одного вида она изменяется в зависимости от размера, возраста, подвижности, активности питания, пола, степени зрелости гонад, физико-химических факторов среды. По мере роста рыб активность окислительных процессов в тканях уменьшается; созревание гонад, наоборот, вызывает увеличение потребления кислорода. Расход кислорода в организме самцов выше, чем у самок.

На ритм дыхания кроме концентрации в воде кислорода влияют содержание CO₂, рН, температура и др. Например, карп при 10°С дышит 30–40 раз в минуту, зимой он совершает в минуту 3–4 и даже 1–2 дыхательных движения.

Как и резкий недостаток кислорода, на рыб губительно действует чрезмерное перенасыщение им воды. Так, летальной границей для

эмбрионов щуки является 400 % насыщения воды кислородом, при 350—430 % насыщения нарушается двигательная активность эмбрионов плотвы.

Инкубация икры в перенасыщенной кислородом воде приводит к замедлению развития эмбрионов, сильному увеличению отхода и количества уродов и даже гибели. У рыб появляются пузырьки газа на жабрах, под кожей, в кровеносных сосудах, органах, а затем наступают судороги и смерть. Это называется газовая эмболия или газопузырьковая болезнь. Однако гибель наступает не из-за избытка кислорода, а из-за большого количества азота.

Для поддержания оптимальной концентрации кислорода в воде, обеспечивающей наиболее эффективное течение физиологических процессов в организме рыб, нужно использовать аэрационные установки.

К небольшому пересыщению кислорода рыбы адаптируются быстро. У них повышается обмен и как результат увеличивается потребление корма и снижается кормовой коэффициент, развитие эмбрионов ускоряется, отходы снижаются.

Для нормального дыхания рыб очень важно содержание в воде CO_2 . При большом количестве двуокиси углерода дыхание рыб затруднено, так как уменьшается способность гемоглобина крови связывать кислород, насыщение кислородом крови резко снижается и рыба задыхается.

При содержании CO_2 в атмосфере 1—5 %, CO_2 крови не может поступать наружу, а кровь не может принимать кислород даже из насыщенной кислородом воды.

Кровеносная система. Главным отличием кровеносной системы рыб от других позвоночных является наличие одного круга кровообращения и двухкамерного сердца, наполненного венозной кровью (за исключением двоякодышащих и кистеперых).

Сердце состоит из одного желудочка и одного предсердия и помещается в околосердечной сумке, сразу за головой, позади последних жаберных дуг, то есть по сравнению с другими позвоночными сдвинуто вперед. Перед предсердием имеется венозная пазуха, или венозный синус, со спадающими стенками; через эту пазуху кровь поступает в предсердие, а из него — в желудочек.

Расширенный начальный участок брюшной аорты у низших рыб (акулы, скаты, осетровые) образует сокращающийся артериальный

конус, а у высших рыб — луковичу аорты, стенки которой сокращаться не могут. Обратному току крови препятствуют клапаны.

Схема кровообращения в самом общем виде представлена следующим образом (рис. 1.15). Венозная кровь, заполняющая сердце, при сокращениях сильного мускульного желудочка через артериальную луковичу по брюшной аорте направляется вперед и поднимается в жабры по приносящим жаберным артериям. У костистых рыб их четыре с каждой стороны головы по числу жаберных дуг. В жаберных лепестках кровь проходит через капилляры и окисленная, обогащенная кислородом направляется по выносящим сосудам (их также четыре пары) в корни спинной аорты, которые затем сливаются в спинную аорту, идущую вдоль тела назад, под позвоночником. Соединение корней аорты спереди образует характерный для костистых рыб головной круг. Вперед от корней аорты ответвляются сонные артерии.

От спинной аорты идут артерии к внутренним органам и мускулатуре. В хвостовом отделе аорта переходит в хвостовую артерию. Во всех органах и тканях артерии распадаются на капилляры. Собирающие венозную кровь венозные капилляры впадают в вену, несущую кровь к сердцу.

Хвостовая вена, начинающаяся в хвостовом отделе, войдя в полость тела, разделяется на воротные вены почек. В почках разветвления воротных вен образуют воротную систему, а выйдя из них, сливаются в парные задние кардинальные вены.

В результате слияния вен задних кардинальных с передними кардинальными (яремными), собирающими кровь из головы, и подключичными, приносящими кровь из грудных плавников, образуются два Кювьерова протока, по которым кровь попадает в венозный синус. Кровь из пищеварительного тракта (желудка, кишечника) и селезенки, идущая по нескольким венам, собирается в воротную вену печени, разветвления которой в печени образуют воротную систему. Собирающая кровь из печени печеночная вена впадает прямо в венозный синус. Чувствительность рыб к изменениям температуры воды также связана со свойствами гемоглобина: при повышении температуры потребность организма в кислороде увеличивается, но способность гемоглобина его забирать — уменьшается.

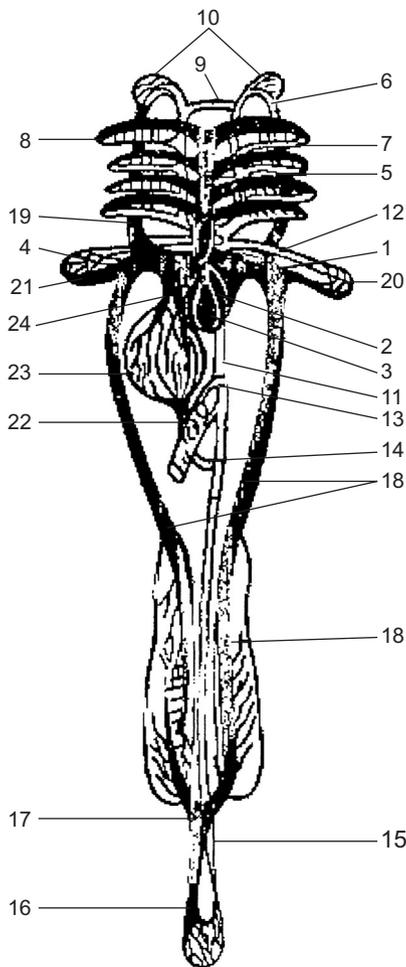


Рис. 1.15. Схема кровеносной системы костистой рыбы: 1 — венозная пазуха; 2 — предсердие; 3 — желудочек; 4 — луковичка аорты; 5 — брюшная аорта; 6 — приносящие жаберные артерии; 7 — выносящие жаберные артерии; 8 — корни спинной аорты; 9 — передняя перемычка, соединяющая корни аорты; 10 — сонная артерия; 11 — спинная аорта; 12 — подключичная артерия; 13 — кишечная артерия; 14 — брыжеечная артерия; 15 — хвостовая артерия; 16 — хвостовая вена; 17 — воротные вены почек; 18 — задняя кардинальная вена; 19 — передняя кардинальная вена; 20 — подключичная вена; 21 — Кювьеров проток; 22 — воротная вена печени; 23 — печень; 24 — печеночная вена

Группы крови у рыб впервые были определены на байкальском омуле и хариусе в 30-х гг. прошлого столетия. К настоящему времени установлено, что групповая антигенная дифференцировка эритроцитов широко распространена: выявлено 14 систем групп крови, включающих более 40 эритроцитарных антигенов. При помощи иммуносерологических методов изучают изменчивость на разных уровнях: выявлены различия между видами и подвидами и даже между внутривидовыми группировками у лососевых (при изучении родства форелей), осетровых (при сравнении локальных стад) и других рыб.

Кровь, будучи внутренней средой организма, выполняет важнейшие функции:

- транспортную — переносит белки, углеводы (гликоген, глюкоза) и другие питательные вещества, играющие большую роль в энергетическом и пластическом обмене;
- дыхательную — транспортировка кислорода к тканям и углекислоты к органам дыхания;
- выделительную — вынос конечных продуктов обмена к органам выделения;
- регуляторную — перенос гормонов и других активных веществ от желез внутренней секреции к органам и тканям;
- защитную — в крови содержатся противомикробные вещества (лизоцим, комплемент, интерферон, пропердин), образуются антитела, циркулирующие в ней лейкоциты обладают фагоцитарной способностью.

Уровень этих веществ в крови зависит от биологических особенностей рыб и абиотических факторов, а подвижность состава крови позволяет использовать ее показатели для оценки физиологического состояния.

Костного мозга, являющегося основным органом образования форменных элементов крови у высших позвоночных, и лимфатических желез (узлов) у рыб нет.

Кроветворение у рыб по сравнению с высшими позвоночными отличается рядом особенностей.

1. Образование клеток крови происходит во многих органах. Очагами кроветворения являются: жаберный аппарат (эндотелий сосудов и ретикулярный синцитий, сосредоточенный у основания

жаберных лепестков), кишечник (слизистая), сердце (эпителиальный слой и эндотелий сосудов), почки (ретикулярный синцитий между канальцами), селезенка, сосудистая кровь, лимфоидный орган (скопления кроветворной ткани — ретикулярного синцития — под крышей черепа). На отпечатках этих органов видны кровяные клетки разных стадий развития.

2. У костистых рыб наиболее активно гемопоэз (кроветворение) происходит в лимфоидных органах, почке и селезенке, причем главным органом кроветворения являются почки, а именно их передняя часть. В почках и селезенке происходит как образование эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, так и распад эритроцитов.
3. Наличие в периферической крови рыб и зрелых и молодых эритроцитов является нормальным и не служит патологическим показателем в отличие от крови взрослых млекопитающих.
4. В эритроцитах имеется ядро, как и у других водных животных, вследствие чего жизнеспособность их дольше, чем млекопитающих.

Селезенка рыб располагается в передней части полости тела, между петлями кишечника, но независимо от него. Это плотное компактное темно-красное образование различной формы (шарообразной, ленто-видной), но чаще вытянутой.

Селезенка быстро меняет объем под влиянием внешних условий и состояния рыбы. У карпа она увеличивается зимой, когда в связи с пониженным обменом веществ ток крови замедляется и она скапливается в селезенке, печени и почках, которые служат депо крови, то же наблюдается при острых заболеваниях. При недостатке кислорода, загрязнении воды, перевозке и сортировке рыбы, облове прудов запасы из селезенки поступают в кровеносное русло.

Одним из важнейших факторов внутренней среды является осмотическое давление крови, так как от него зависит взаимодействие крови и клеток тела, водный обмен в организме.

Кровеносная система подчиняется нервной (блуждающий нерв) и гуморальной (гормоны, ионы Са, К) регуляции. Центральная нервная система рыб получает информацию о работе сердца от барорецепторов жаберных сосудов.

Лимфатическая система рыб не имеет желез. Она представлена рядом парных и непарных лимфатических стволов, в которые лимфа со-

бирается из органов и по ним же выводится в конечные участки вен, в частности в Кювьеровы протоки, у некоторых рыб есть лимфатические сердца.

Нервная система и органы чувств рыб. У рыб она представлена центральной нервной системой и связанной с ней периферической и вегетативной (симпатической) нервной системой.

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. К периферической нервной системе относятся нервы, отходящие от головного и спинного мозга к органам. Вегетативная нервная система в основе имеет многочисленные ганглии и нервы, иннервирующие мышцы внутренних органов и кровеносных сосудов сердца.

Нервная система рыб по сравнению с нервной системой высших позвоночных характеризуется рядом примитивных черт (рис. 1.16).

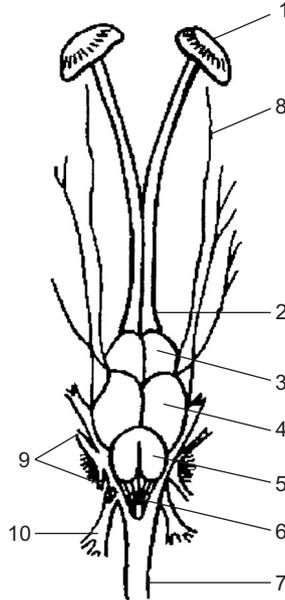


Рис. 1.16. Головной мозг рыбы (окунь): 1 — обонятельные капсулы; 2 — обонятельные доли; 3 — передний мозг; 4 — средний мозг; 5 — мозжечок; 6 — продолговатый мозг; 7 — спинной мозг; 8, 9, 10 — головные нервы

Центральная нервная система имеет вид нервной трубки, тянущейся вдоль туловища: часть ее, лежащая над позвоночником и защищенная

верхними дугами позвонков, образует спинной мозг, а расширенная передняя часть, окруженная хрящевым или костным черепом, составляет головной мозг.

Способность рыб воспринимать свет издавна использовалась в рыболовстве: лов рыбы на свет.

Известно, что рыбы разных видов неодинаково реагируют на свет разной интенсивности и разной длины волны, то есть разного цвета. Так же избирательно относятся разные виды к разным цветам и разным источникам света — надводным и подводным. Все это положено в основу организации промышленного лова рыбы на электросвет.

Орган слуха и равновесия рыб расположен в задней части черепной коробки и представлен лабиринтом. Ушных отверстий, ушной раковины и улитки нет, то есть орган слуха представлен внутренним ухом.

Наибольшей сложности достигает он у настоящих рыб: большой перепончатый лабиринт помещается в хрящевой или костной камере под прикрытием ушных костей. В нем различают верхнюю часть — овальный мешочек (ушко, *utriculus*) и нижнюю — круглый мешочек (*sacculus*). От верхней части во взаимно перпендикулярных направлениях отходят три полукружных канала, каждый из которых на одном конце расширен в ампулу.

Овальный мешочек с полукружными каналами составляет орган равновесия (вестибулярный аппарат). Боковое расширение нижней части круглого мешочка (*lagena*), являющегося зачатком улитки, не получает у рыб дальнейшего развития. От круглого мешочка отходит внутренний лимфатический (эндолимфатический) канал, который у акул и скатов через специальное отверстие в черепе выходит наружу, а у остальных рыб слепо заканчивается у кожи головы.

Эпителий, выстилающий отделы лабиринта, имеет чувствующие клетки с волосками, отходящими во внутреннюю полость. Основания их оплетены разветвлениями слухового нерва.

Полость лабиринта заполнена эндолимфой, в ней находятся «слуховые» камешки, состоящие из углекислой извести (отолиты), по три с каждой стороны головы: в овальном и круглом мешочках и лагене. На отолитах, как и на чешуе, образуются концентрические слои, поэтому отолиты, особенно наибольший, часто используют для определения возраста рыб, а иногда и для систематических определений, так как их размеры и контуры неодинаковы у различных видов.

У большинства рыб наибольший отолит располагается в круглом мешочке, но у карповых и некоторых других — в лагене.

С лабиринтом связано чувство равновесия: при передвижении рыбы давление эндолимфы в полукружных каналах, а также со стороны отолита изменяется, и возникшее раздражение улавливается нервными окончаниями. При экспериментальном разрушении верхней части лабиринта с полукружными каналами рыба теряет способность удерживать равновесие и лежит на боку, спине или брюхе. Разрушение нижней части лабиринта не ведет к утрате равновесия.

С нижней частью лабиринта связано восприятие звуков: при удалении нижней части лабиринта с круглым мешочком и лагеной рыбы не могут различать звуковые тона, например, при выработке условных рефлексов. Рыбы без овального мешочка и полукружных каналов, то есть без верхней части лабиринта, дрессировке не поддаются. Таким образом, установлено, что рецепторами звука являются именно круглый мешочек и лагена.

Рыбы воспринимают как механические, так и звуковые колебания частотой от 5 до 25 Гц органами боковой линии, от 16 до 13000 Гц — лабиринтом.

Острота слуха у рыб меньше, чем у высших позвоночных, и у разных видов неодинакова: серебряный карась — 25–3840 Гц, причем низкие звуки улавливаются им лучше.

Рыбы улавливают и те звуки, источник которых находится не в воде, а в атмосфере, несмотря на то, что такой звук на 99,9 % отражается поверхностью воды и, следовательно, в воду проникает только 0,1 % обходящихся звуковых волн.

В восприятии звука у карповых и сомовых рыб большую роль играет плавательный пузырь, соединенный с лабиринтом и служащий резонатором.

Рыбы могут и сами издавать звуки. Звукоиздающие органы у рыб различны. Это лучи грудных плавников в комбинации с костями плечевого пояса (сомы), челюстные и глоточные зубы (окуневые и карповые) и др. В связи с этим неодинаков и характер звуков. Они могут напоминать удары, цоканье, свист, ворчанье, хрюканье, писк, кваканье, рычание, треск, рокот, звон, хрип, гудок, крики птиц и стрекотание насекомых.

Сила и частота звуков, издаваемых рыбами одного вида, зависит от пола, возраста, пищевой активности, здоровья, причиняемой боли и др.

Звучание и восприятие звуков имеет большое значение в жизнедеятельности рыб. Оно помогает особям разного пола найти друг друга,

сохранить стаю, сообщить сородичам о присутствии пищи, охранять территорию, гнездо и потомство от врагов, является стимулятором созревания во время брачных игр, то есть служит важным средством общения. Предполагают, что у глубоководных рыб, рассредоточенных в темноте на океанических глубинах, именно слух в сочетании с органами боковой линии и обонянием обеспечивает общение, тем более, что звукопроводимость, более высокая в воде, чем в воздухе, на глубине возрастает. Особенно важен слух для ночных рыб и обитателей мутных вод.

Реакция разных рыб на посторонние звуки различна: при шуме одни уходят в сторону, другие (толстолобик, семга, кефаль) выпрыгивают из воды. Это используют при организации лова. В рыбоводных хозяйствах, в период нереста, движение транспорта около нерестовых прудов запрещено.

Железы внутренней секреции рыб. К ним относят гипофиз, эпифиз, надпочечники, поджелудочную, щитовидную и ульгимобронхиальную (подпищеводная) железы, а также урогипофиз и гонады. Они выделяют гормоны в кровь.

Гипофиз — непарное, неправильной овальной формы образование, отходящее от нижней стороны промежуточного мозга (гипоталамуса). Очертание, размеры и положение его чрезвычайно разнообразны. У сазана, карпа и многих других рыб гипофиз сердцевидной формы, лежит почти перпендикулярно мозгу. У серебряного караса он вытянут, немного сплюснен с боков и лежит параллельно мозгу.

В гипофизе различают два основных отдела различного происхождения: мозговой (нейрогипофиз), составляющий внутреннюю часть железы, который развивается из нижней стенки промежуточного мозга как впячивание дна третьего мозгового желудочка, и железистый (аденогипофиз), образующийся из выпячивания верхней стенки глотки. В аденогипофизе выделяют три части (лопасти, доли): главную (переднюю, расположенную на периферии), переходную (наибольшую) и промежуточную. Аденогипофиз является центральной железой эндокринной системы. В железистой паренхиме его долей вырабатывается секрет, содержащий ряд гормонов, стимулирующих рост (соматический гормон необходим для роста костей), регулирующих функции половых желез и таким образом воздействующих на половое созревание, влияющих на деятельность пигментных клеток (определяют окраску тела и прежде всего появление брачного наряда) и повышающих устойчивость рыб к высокой температуре, стимулирует

синтез белка, работу щитовидной железы, участвует в осморегуляции. Удаление гипофиза влечет за собой остановку роста и созревания.

Гормоны, выделяемые нейрогипофизом, синтезируются в ядрах гипоталамуса и переносятся по нервным волокнам в нейрогипофиз, а затем попадают в пронизывающие его капилляры. Таким образом, это нейтросекреторная железа. Гормоны принимают участие в осморегуляции, вызывают нерестовые реакции.

Единую систему с гипофизом образует гипоталамус, клетки которого выделяют секрет, регулирующий гормонообразующую деятельность гипофиза, а также водно-солевой обмен и др.

Наиболее интенсивное развитие гипофиза приходится на период превращения личинки в малька. У половозрелых рыб активность его неравномерна в связи с биологией размножения рыб и, в частности, с характером икротетания. У одновременно икротечущих рыб секрет в железистых клетках накапливается почти одновременно после выведения секрета, к моменту овуляции гипофиз опустошается, и в секреторной деятельности его наступает перерыв. В яичниках к моменту нереста заканчивается развитие овоцитов, подготовляемых к вымету в данный сезон. Овоциты выметываются в один прием и составляют таким образом единственную генерацию.

У порционно икротечущих рыб секрет в клетках образуется неодновременно. Вследствие этого после вывода секрета во время первого нереста остается часть клеток, в которых процесс образования коллоида не закончился. В результате он может выделяться порциями на протяжении всего нерестового периода. В свою очередь, овоциты, подготавливаемые к вымету в данный сезон, развиваются также асинхронно. К моменту первого нереста в яичниках содержатся не только созревшие овоциты, но и те, развитие которых еще не завершено. Такие овоциты созревают через некоторое время после выведения первой генерации овоцитов, то есть первой порции икры. Так образуется несколько порций икры.

Исследования путей стимуляции созревания рыб привели почти одновременно в первой половине нашего века, но независимо друг от друга бразильских (Иеринг и Кардозо, 1934–1935 гг.) и советских ученых (Гербильский и его школа, 1932–1934 гг.) к разработке метода гипофизарных инъекций производителям для ускорения их созревания. Этот метод позволил в значительной мере управлять процессом созревания рыб и тем самым увеличивать размах рыбоводных работ по воспроизводству ценных видов. Гипофизарные инъекции широко применяют при искусственном разведении осетровых и карповых рыб.

Эпифиз — нейросекреторный отдел промежуточного мозга. Его гормоны (серотин, мелатонин, адреногломеруло-тропин) участвуют в сезонных перестройках обмена веществ. На его активность влияют освещенность и продолжительность светового дня: при их увеличении повышается активность рыб, ускоряется рост, изменяются гонады и др.

Щитовидная железа расположена в области глотки, около брюшной аорты. У одних рыб (некоторые акулы, лососевые) она является плотным парным образованием, состоящим из фолликулов, выделяющих гормоны, у других (окуневые, карповые) железистые клетки не образуют оформленного органа, а лежат диффузно в соединительной ткани.

Секреторная деятельность щитовидной железы начинается очень рано. Например, у личинок осетра на 2-й день после выклева железа, хотя и не вполне сформированная, проявляет активную секреторную деятельность, а на 15-й день формирование фолликулов почти заканчивается. Содержащие коллоид фолликулы обнаруживаются у 4-дневных личинок севрюги.

В дальнейшем железа периодически выделяет скапливающийся секрет, причем усиление ее деятельности отмечается у молоди во время метаморфоза, а у половозрелых рыб — в преднерестовый период, до появления брачного наряда. Максимум активности совпадает с моментом овуляции.

Активность щитовидной железы меняется в течение жизни, постепенно падая в процессе старения, а также в зависимости от обеспеченности рыб пищей: недокорм вызывает усиление функции.

У самок щитовидная железа развита сильнее, чем у самцов, однако у самцов она более активна.

Щитовидной железе принадлежит важная роль в регуляции обмена веществ, процессов роста и дифференцировки, углеводного обмена, осморегуляции, поддержании нормальной деятельности нервных центров, коры надпочечников, половых желез. Добавление препарата щитовидной железы в корм ускоряет развитие молоди. При нарушении функции щитовидной железы появляется зоб.

Половые железы-яичники и семенники выделяют половые гормоны. Секретия их периодична: наибольшее количество гормонов образуется в период зрелости гонад. С этими гормонами связывают появление брачного наряда.

У рыб существует зависимость между гипофизом, щитовидной железой и гонадами. В преднерестовый и нерестовый периоды созревание

гонад направляется активностью гипофиза и щитовидной железы, а деятельность этих желез тоже взаимосвязана.

Поджелудочная железа у костистых рыб выполняет двойную функцию — железы внешней (выделение ферментов) и внутренней (выделение инсулина) секреции.

Образование инсулина локализовано в островках Лангерганса, вкрапленных в ткань печени. Он играет важную роль в регуляции углеводного обмена и синтеза белков.

Ульгимобранхиальные (супраперибранхиальные, или подпищеводные) железы обнаружены как у морских, так и пресноводных рыб. Это парные или непарные образования, лежащие, например у шук, по бокам пищевода. Клетки желез секретируют гормон кальцитонин, который препятствует резорбции из костей кальция и таким образом не дает повышаться его концентрации в крови.

В отличие от высших животных у рыб мозговое и корковое вещество разобщено и не образует единого органа. У костистых рыб *надпочечники* располагаются в разных участках почки. Корковое вещество (соответствующее кортикальной ткани высших позвоночных) внедрено в переднюю часть почки и носит название интерреналовой ткани. В нем обнаружены те же вещества, что и у других позвоночных, но содержание, например, липидов, фосфолипидов, холестерина, аскорбиновой кислоты у рыб больше.

Гормоны коркового слоя оказывают многостороннее влияние на жизнедеятельность организма. Так, глюкокортикоиды (у рыб обнаружены кортизол, кортизон, 11-дезоксикортизол) и половые гормоны принимают участие в развитии скелета, мышц, половом поведении, углеводном обмене. Изъятие интерреналовой ткани ведет к остановке дыхания еще до остановки сердца. Кортизол участвует в осморегуляции.

Мозговому веществу надпочечников у высших животных и рыб соответствует хромаффинная ткань, отдельные клетки которой разбросаны, и ткани почек. Выделяемый ими гормон адреналин воздействует на сосудистую и мышечную системы, увеличивает возбудимость и силу пульсации сердца, вызывает расширение и сужение сосудов. Увеличение концентрации адреналина в крови вызывает чувство тревоги.

Нейросекреторным и эндокринным органом у костистых рыб является и урогофиз, находящийся в каудальной области спинного мозга и участвующий в осморегуляции, оказывающий большое влияние на работу почек.

1.2. Рыба как промышленное сырье

При решении вопросов, связанных с направлением использования, перевозкой и хранением рыбы, необходимо знать ее состав и свойства, которые используются при создании продуктов питания, определение технологических режимов охлаждения, замораживания, высушивания и т. д.

Размеры и физические свойства рыбы. При анализе размеров большее значение имеют длина, высота и толщина рыбы или масса (навеска). Длину рыбы согласно ГОСТ 1368–91 «Рыба всех видов обработки. Длина и масса» измеряют по прямой линии от вершины рыла до основания средних лучей хвостового плавника (рис. 1.17). В некоторых случаях измеряют полную (абсолютную) длину рыбы — от вершины рыла до середины прямой линии, соединяющей концы крайних лучей хвостового плавника рыбы. Длину обезглавленной рыбы измеряют также по прямой линии от края головного среза на уровне позвоночника до основания средних лучей хвостового позвонка. Длину тушки измеряют по прямой линии на уровне позвоночника от края головного среза до края среза хвостового плавника, а куска — по прямой линии на уровне позвоночника от головного среза до края среза хвостового плавника. Для измерения используют линейку или рулетку.

Массу рыбы определяют путем взвешивания.

При одинаковой длине тела и в одном возрасте самка имеет обычно большую массу, чем самец. Сезонные изменения массы и размеров связаны с развитием гонад (молоч или икры), которые увеличиваются к нересту и уменьшаются после него.

Темпы роста рыбы зависят от содержания кормов в водоеме, поэтому рыба одного вида и возраста, выловленная из различных водоемов, может иметь различные длину и массу.

Отношение площади поверхности рыбы к ее массе или линейному размеру называется *удельной поверхностью* и определяется по формуле

$$S = K\sqrt[3]{m^2},$$

где K — коэффициент, который для рыбы массой от 100 до 500 г равен 6,5, а для рыб массой до 100 г — 8,4; m — масса рыбы, кг.

Плотность — отношение массы рыбы к ее объему. У живой и уснувшей рыбы с неопавшим плавательным пузырем плотность близка к 1. Это позволяет транспортировать ее по гидрожелобам. Потрошенная рыба

и отдельные ее части имеют плотность от 1,05 до 1,08 кг/м³, и поэтому в воде они тонут. Как правило, с увеличением размера рыбы плотность ее понижается.

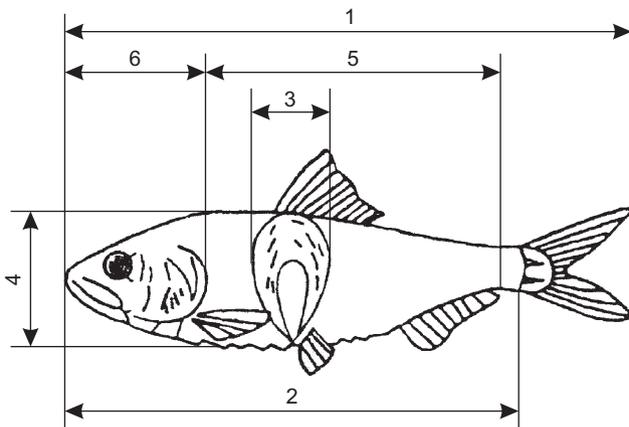


Рис. 1.17. Схема измерения рыбы: 1 — абсолютная длина; 2 — промысловая длина; 3 — наибольшая толщина тела; 4 — высота тела; 5 — длина тушки; 6 — длина головы

Центр тяжести рыбы находится в передней части тела, ближе к голове. При свободном падении или перемещении по наклонной плоскости рыба всегда располагается головой вперед по направлению движения. Данное свойство используется при создании механизмов по ее разделке и перемещению.

Угол скольжения — угол наклона плоскости, при котором рыба, уложенная на нее, начинает скользить под действием силы тяжести, преодолевая силу трения о плоскость. Угол скольжения необходимо учитывать при конструировании механизмов и оборудования по транспортировке и обработке рыбы.

Насыпная или объемная масса рыбы — масса рыбы (т или кг), вмещающаяся в 1 м³ емкости. Насыпная масса зависит от состояния рыбы. Живая рыба плотнее заполняет емкость и имеет большую насыпную массу. Уснувшая рыба до начала и после окоченения, имеющая гибкое тело, укладывается плотнее, чем свежая окоченевшая или замороженная, имеющая твердое тело и, соответственно, наименьшую насыпную массу. Более крупная рыба имеет обычно меньшую насыпную массу, чем мел-

кая. В среднем насыпная масса составляет 850 кг/м^3 , и зависит от методов переработки рыбы. Соленая рыба имеет насыпную массу от 1000 до 1150 кг/м^3 , а сушеная, вяленая или копченая — от 500 до 700 кг/м^3 .

Теплоемкость — количество тепла, которое необходимо сообщить или отнять от 1 кг рыбы, чтобы повысить ее температуру на 1°C . Измеряют ее в $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. Она зависит от химического состава рыбы, у жирных рыб она больше, чем у тощих. Определяют теплоемкость путем суммирования теплоемкостей основных содержащихся в рыбе веществ: воды, жира, белка и минеральных веществ:

$$C = C_1 \cdot B + C_2 \cdot Ж + C_3 \cdot Б,$$

где B — количество воды, кг; $Ж$ — количество жира, кг; $Б$ — количество белка и минеральных веществ, содержащихся в 1 кг рыбы, кг; C_1 , C_2 , C_3 — теплоемкость воды ($4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$), жира ($2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$), белка и минеральных веществ ($1,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$). Теплоемкость мороженой рыбы в 2 раза меньше теплоемкости охлажденной. Удельная теплоемкость льда составляет $2,1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Теплопроводность характеризуется коэффициентом, который указывает на способность тканей рыбы проводить теплоту. Теплопроводность влияет на скорость прогрева и охлаждения рыбы и зависит от содержания воды в тканях.

Теплопроводность свежей рыбы определяют по формуле:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \omega + \lambda_2 \cdot (1 - \omega),$$

где ω — содержание воды в рыбе, %; λ_1 — коэффициент теплопроводности воды (принимается равным $0,6 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$); λ_2 — коэффициент теплопроводности сухих веществ рыбы, равный

$$0,255 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}).$$

В среднем у свежей рыбы теплопроводность составляет $0,46 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, а у мороженой — $1,9 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, так как коэффициент льда в 4 раза больше, чем воды.

Температуропроводность — скорость изменения температуры в центре охлажденной или нагреваемой рыбы. Определяется температуропроводность, $\text{м}^2/\text{с}$, по формуле:

$$\alpha = \lambda / (C \cdot \rho),$$

где λ — теплопроводность, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; C — теплоемкость $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$; ρ — плотность, кг/м^3 .

Теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность учитывают при обработке рыбы, связанной с теплообменом (охлаждение, замораживание).

Способность рыбы прилипать к поверхности механизмов и тары называют *адгезией*. Она характерна для свежей рыбы и объясняется наличием пленки между поверхностями рыбы и механизмов. Адгезия может быть больше силы тяжести рыбы. Это свойство препятствует механизации производственных процессов при переработке. Для устранения адгезии механизмы, соприкасающиеся с рыбой, покрывают фторопластом.

Массовый состав рыбы. Массовый состав рыбы — это отношение массы отдельных частей или органов к массе целой рыбы, выраженной в процентах.

Условно тело рыбы подразделяют на съедобные и несъедобные части и органы. К съедобным частям относятся мышцы (отдельно или с кожей), икра, молоки, печень. К несъедобным — чешуя, кости, плавники, кишечник, плавательный пузырь и др. Условно съедобные — голова, хрящи и жировые отложения на кишечнике. Из голов и костей при варке получают бульон. Из жировых отложений получают пищевой жир. При производстве консервов используются мышцы вместе с костями.

Массовый состав рыбы зависит от ее вида, а также от пола, времени лова и возраста. Выход мышечной ткани колеблется от 45 до 70 % массы целой рыбы. Зависимость массового состава от пола обуславливается в основном размерами и массой гонад. Например, у леща массой 1,6–1,66 кг масса мышц у самцов составила 53,4 %, а у самок — 44,5 %. У самцов крупнее также головы, кости и внутренние органы. Наибольшей массы половые продукты достигают в период перед нерестом, масса зрелых ястыков у самок разных видов составляет в среднем от 10 до 20 % от массы целой рыбы, но в отдельных случаях она достигает 25–26 %.

Массовый состав рыбы определяется на основании принятых в производстве методов разделки (снятие чешуи, обесшкуривание, потрошение, обезглавливание, отделение плавников, снятие филе). Соотношение частей рыбы — головы, внутренних органов, чешуи, плавников, костей устанавливается статистическим методом для каждого вида.

Массовый состав имеет значение при оценке пищевой ценности рыбы и разработке норм расхода сырья и выхода готовой продукции при разделке сырья в процессе производства рыбной продукции.

Массовый состав прудовых рыб наиболее распространенных в Центрально-черноземном регионе представлен в табл. 1.1.

Из данных табл. 1.1 видно, что массовый состав зависит, в первую очередь, от их строения.

Так, например, у сазана и карпа, имеющих своеобразное, отличающееся от других видов рыб, строение тела, в частности — головы, которая значительно больше, чем у остальных видов, массовый выход головы составляет 24,4 и 24,2 % соответственно.

Таблица 1.1. Массовый выход продуктов разделки прудовой рыбы

Наименование рыбы	Мышечная ткань, %	Голова, %	Костный остаток, %	Внутренности, %	Кожа и чешуя, %	Плавники, %
Карп	32,3	24,2	13,9	7,5	16,8	5,2
Лещ	51,2	15,5	11,9	10,6	7,6	3,2
Сазан	31,2	24,4	13,8	8,2	17,1	5,3
Окунь	43,4	26,0	12,6	5,7	5,8	6,5
Плотва	51,6	17,9	15,0	6,1	5,0	4,4
Карась	48,3	17,1	14,2	6,5	6,5	7,3
Толстолобик	35,3	24,3	14,7	9,3	10,6	5,8

Массовый состав рыбы в зависимости от возраста и массы изменяется. При большей массе рыбы увеличивается выход мышц и снижается выход костей.

Химический состав. Органолептические свойства рыбы в значительной степени определяются химическим составом, то есть содержанием в ее мышечной ткани воды, белков, липидов, минеральных веществ. Процентное содержание этих веществ зависит от вида рыбы, ее пола, массы, возраста и других признаков. Химический состав рыб, биологически однородных по виду, полу, возрасту и сезону вылова, зависит от условий обитания. В районах с обильной кормовой базой мышечная ткань рыб содержит значительно больше липидов и меньше воды, чем в районах с бедной кормовой базой. Существенно влияют на темпы роста и уровень накопления в организме белков и химический состав кормовой базы. Сравнительный химический состав прудовых рыб и их анатомических участков, приведен в табл. 1.2.

Карп, карась, сазан и толстолобик по химическому составу относятся к белковым рыбам. В их мышечной ткани содержится от 17,7 до 54,7 %

белка. По содержанию липидов карп и сазан, отличаются от остальных рыб и содержат до 15,7% липидов.

Таблица 1.2. Химический состав прудовой рыбы

Наименование рыбы	Образец	Содержание, %				Энергетическая ценность, кДж/100 г
		влаги	жира	золы	белка	
Карп	Голова	44,4	4,17	1,5	49,93	582,2
	Кожа и чешуя	20,0	29,3	1,2	49,5	1902,2
	Внутренности	20,0	32,0	2	46,0	1944,6
	Мышеч. ткань	30,0	13,3	2	54,7	1394,6
	Плавники	33,3	5,6	1,8	59,3	1849,1
	Кост. остаток	39,3	7,3	2	51,4	1117,8
Карась	Голова	51,2	12,3	1,2	35,3	1037,8
	Кожа и чешуя	32,5	30	1,8	35,7	1453,5
	Внутренности	31,7	29,8	2	36,5	1706,5
	Мышеч. ткань	78,9	1,8	1,6	17,7	668,2
	Плавники	31,7	20,8	2	45,7	1524,4
	Кост. остаток	42,3	9,1	1,9	46,7	1107,0
Сазан	Голова	43,3	12,8	1,6	42,3	1171,7
	Кожа и чешуя	20,2	3,3	1,1	45,7	875,5
	Внутренности	30,0	21,2	1,8	47,0	1560,7
	Мышеч. ткань	29,0	15,7	2,9	52,4	1445,7
	Плавники	38,2	16,6	2,1	43,1	1325,8
	Кост. остаток	38,5	21,1	2,2	38,2	1411,9
Окунь	Голова	90,0	5,1	1,05	3,85	252,6
	Кожа и чешуя	35,3	10,03	37,5	16,9	650,4
	Внутренности	37,5	17,25	7,83	37,4	1256,0
	Мышеч. ткань	53,8	6,69	29,4	10,1	414,5
	Плавники	46,4	7,06	41,9	4,72	82,4
	Кост. остаток	48,2	0,5	37,4	13,9	247,6
Плотва	Голова	52,6	9,9	9,5	28,0	828,5
	Кожа и чешуя	52,5	0,8	19,5	19,5	351,0
	Внутренности	67,05	16,4	1,7	14,9	853,6
	Мышеч. ткань	78,7	6,05	2,1	13,2	441,9
	Плавники	56,6	7,3	14,4	17,6	560,7
	Кост. остаток	69,7	1,3	14,4	15,9	310,2

Свойства пищевого сырья и продуктов обуславливают наличие и соотношение различных белков. **Белки** сосредоточены в соответствующих тканях — мышечной, эпителиальной, соединительной, в том числе разновидностях жировой и нервной. Белки мышечной ткани разделяются на фракции: водорастворимые (альбумины), солерастворимые (глобулины) и не растворимые в воде, солях и кислотах (белки стромы). Известно, что белки рыб, растворимые в воде (миогены А и миоальбумин, миоглобин, миопротеид), имеют массовую долю 20–25 % общего количества белков и входят в состав саркоплазмы мышечной клетки. К солерастворимым белкам относят миозин, актин, актомиозин, миоглобин и глобулин Х. Миофибриллы образуют 60–78 % общей массы белков. Миостромы представлены белками сарколеммы и нуклеопротеидами (около 3 % массы белков). Массовая доля коллагена и эластина составляет от 2 до 10 %. Данные по общему фракционному составу белков некоторых видов прудовых рыб приведены в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Общий фракционный состав белков рыб

Наименование рыбы	Содержание белков			Всего
	водорастворимых, %	солерастворимых, %	щелочерастворимых, %	
Карп	5,29	6,58	4,2	16,07
Толстолобик	5,88	6,31	4,7	16,89

Фракционный состав белков рыб представлен в основном водорастворимыми и солерастворимыми фракциями, что предполагает технологическую функциональность в пищевых системах.

1.3. Пищевая и биологическая ценность

По общепринятой терминологии в понятие «пищевая ценность» входят количественное соотношение пищевых веществ в продукте и суммарная энергетическая ценность, органолептические характеристики изделия и способность веществ перевариваться и усваиваться организмом (рис. 1.18).

Энергетическая ценность дает представление о той части энергии, которая выделяется из пищевых веществ в процессе их биологического окисления в организме. Необходимая калорийность рациона питания

различна для людей разного пола, возраста, массы, рода занятий и колеблется от 2850 до 20875 кДж в сутки. В зависимости от вида мяса и его состава мясопродукты имеют различную энергоёмкость — от 147,5 до 1662,5 кДж на 100 г продукта. Зная уровень усвоения пищевых веществ в организме (белок — 84,5 %, жир — 94 %, углеводы — 95,65 %) и величину теплоты сгорания компонентов пищи, можно рассчитать энергетическую ценность продукта.

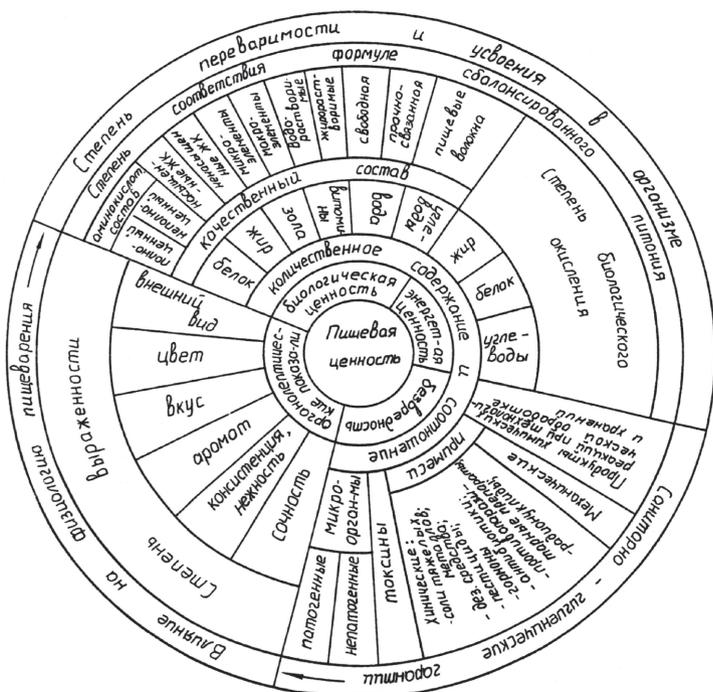


Рис. 1.18. Показатели пищевой ценности

Таким образом, зная общий химический состав и массу продукта, а также энергетическую ценность пищевых веществ, можно рассчитать пищевую ценность изделий в энергетическом выражении.

Однако одновременно пищевые вещества являются источником биологически необходимых, незаменимых компонентов. С этих позиций весьма важными являются показатели биологической ценности

белка. Понятие биологической ценности (БЦ) характеризует качество белкового компонента продукта, обусловленное как степенью сбалансированности состава аминокислот, так и уровнем перевариваемости и ассимиляции белка в организме.

В среднем взрослый человек нуждается в получении в течение суток с пищей 1–1,2 г белка на 1 кг массы тела. Однако он нуждается не просто в белке, а в белке определенного состава. Белки, содержащиеся в различных продуктах питания, неравноценны. Из 20 аминокислот 8 являются незаменимыми, в отличие от других они не синтезируются в организме. По этой причине не менее 55 % суточного белкового рациона человека должны составлять полноценные белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, годовая потребность человека в полноценном белке — 20 кг.

Если в рацион входят несколько взаимообогащающих неполноценных белков, они должны поступать в организм одновременно и в определенном соотношении. В организме депо для аминокислот нет, а синтез белка происходит только в условиях наличия всех незаменимых аминокислот при заданной количественной пропорции. Главным признаком полноценных белков является то, что в состав их молекул, наряду с прочими аминокислотами, входят радикалы незаменимых аминокислот (валина, лейцина, изолейцина, триптофана, метионина, лизина, фенилаланина, треонина). Четыре аминокислоты — тирозин, цистеин, аргинин и гистидин — считают условно незаменимыми. Следует отметить, что дефицит незаменимых аминокислот в питании может приводить к нарушению здоровья человека.

На основе многолетних медико-биологических исследований ФАО/ВОЗ (1973 г.) был предложен критерий для определения качества белка — эталон, сбалансированный по незаменимым аминокислотам (табл. 1.4) и в наибольшей степени отвечающий потребностям организма. Часто за эталон принимают белки молока или яйца.

На основании сопоставления результатов определения количества незаменимых аминокислот в исследуемом продукте с данными в эталонном белке можно расчетным путем определить индекс биологической ценности или так называемый аминокислотный скор. Применительно к рыбным изделиям расчет сгора ведут либо для всех незаменимых аминокислот, либо для трех наиболее дефицитных: лизин, триптофан и суммы серосодержащих (метионин + цистин).

Таблица 1.4. Эталон определения качества белка, сбалансированный по незаменимым аминокислотам, г/100 г белка

Аминокислоты	Вид белка		
	куриное яйцо	эталон ФАО/ВОЗ для взрослых	эталон ФАО/ВОЗ для детей 2–5 лет
Изолейцин	6,9	4,2	2,8
Лейцин	9,4	7,0	6,6
Валин	7,4	4,8	3,5
Фенилаланин	5,8	7,3	6,3
Тирозин	4,1	7,3	6,3
Цистин	2,3	2,6	2,5
Метионин	3,3	2,6	2,5
Треонин	5,0	3,5	3,4
Триптофан	1,6	1,1	1,1
Лизин	6,9	5,1	5,8

Следует отметить, что дефицит незаменимых аминокислот зависит как от качественного состава самого сырья (например, белок крови содержит мало метионина и изолейцина), так и от степени воздействия на белок различных внешних факторов. Например, при жестких режимах термообработки и щелочного гидролиза ряд аминокислот разрушается.

Кроме определения аминокислотного сгора, некоторые исследователи применяют и другие методы расчета потенциальной биологической ценности белка (индекс Озера, индекс Карпачи, показатель Митчелла и др.), причем наиболее простым и распространенным в практике является способ расчета величины качественного белкового показателя (КПБ), представляющего собой отношение количества триптофана к оксипролину. Метод дает возможность установить соотношение мышечных и соединительнотканых белков.

Необходимо отметить, что знание аминокислотного состава и аналитический расчет показателей биологической ценности позволяют иметь представление лишь о потенциальной ценности белкового компонента, так как организм человека использует не все, что поступает в него с пищей, а только то, что после переваривания в пищеварительном тракте всасывается через стенки кишечника и попадает в кровь.

Немаловажное значение имеет структура белка, ее способность распадаться в пищеварительном тракте под действием пищеварительных ферментов. Именно степень перехода белка в набор аминокислот

обеспечивает последующее усвоение белковой пищи организмом для выполнения биологических функций, главной из которых является пластическая. Рациональность питания во многом определяется количеством усвоенного белка для этих целей. Таким образом, содержание незаменимых аминокислот и атакуемость пищеварительными ферментами характеризует качество белковой пищи. Например, академиком Липатовым Н. Н. предложены методы расчета аминокислотного сора (АС), коэффициента различия аминокислотного сора (КРАС), биологической ценности (БЦ), которые дают возможность не только оценить аминокислотный состав, но и определить доли, затрачиваемые на пластические цели.

Для карася, карпа, толстолобика и сазана аминокислотный состав приведен в табл. 1.5.

Таблица 1.5. Аминокислотный состав прудовой рыбы

Наименование аминокислоты	Содержание, г на 100 г продукта			
	карась	карп	толстолобик	сазан
Аспарагиновая кислота	1,604	1,136	1,651	1,321
Треонин	0,903	0,651	0,934	0,875
Серин	0,882	0,685	0,959	0,719
Глутаминовая кислота	3,871	3,157	3,853	3,278
Пролин	0,983	1,248	1,139	0,927
Цистин	0,232	0,288	0,244	0,23
Глицин	1,116	0,993	1,101	0,925
Аланин	1,002	0,888	0,994	0,722
Валин	0,884	1,044	0,985	0,824
Метионин	0,304	0,382	0,383	0,378
Изолейцин	0,3	0,331	0,408	0,451
Лейцин	1,101	1,243	0,918	1,208
Тирозин	0,161	0,119	0,165	0,164
Фенилаланин	0,702	0,632	0,715	0,875
Гистидин	0,531	0,524	0,529	0,518
Лизин	1,001	1,081	1,092	1,005
Аргинин	0,814	0,798	0,844	0,795
Итого:	16,707	15,529	17,232	15,429

Как видно из данных таблицы, мышечная ткань рыб содержит полный набор незаменимых аминокислот. Их суммарное количество примерно одинаково.

Расчетные показатели биологической ценности различных видов прудовой рыбы представлены на рис. 1.19.

КАРАСЬ

СКОР _{min} , %	39,71
КРАС, %	24,70
БЦ, %	75,30
U, ед.	0,65
σ, мг	300,30

КАРП

СКОР _{min} , %	45,21
КРАС, %	23,20
БЦ, %	76,80
U, ед.	0,66
σ, мг	298,60

САЗАН

СКОР _{min} , %	57,16
КРАС, %	21,70
БЦ, %	78,30
U, ед.	0,68
σ, мг	257,56

ТОЛСТОЛОБИК

СКОР _{min} , %	39,71
КРАС, %	20,66
БЦ, %	79,34
U, ед.	0,71
σ, мг	193,50

Рис. 1.19. Показатели биологической ценности

Коэффициент различия аминокислотного сора, указывающего на избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические цели, минимален для мышечной ткани карпа. Показатель КРАС минимален для мышечной ткани толстолобика. Следовательно, биологическая ценность белков мышечной ткани рыб максимальна у толстолобика.

Вторым компонентом, преобладающим количественно в составе мяса рыб, является **жир**, представленный в основном триглицеридами. Биологическая роль триглицеридов состоит в том, что они являются источниками энергии и, кроме того, содержат не синтезируемые в организме человека высоконепредельные жирные кислоты и жирорастворимые витамины, роль которых в физиологии весьма велика.

В суточном потреблении жиров взрослым человеком (80–100 г, в том числе 20–25 г растительных жиров) должно содержаться 2–6 г полиненасыщенных жирных кислот, 35 г олеиновой кислоты и 20 г насыщенных жирных кислот. Соотношение между количеством полиненасыщенных и насыщенных жирных кислот должно составлять 0,3–0,35.

Определение уровня биологической ценности липидов можно произвести расчетным путем, сопоставляя потребное количество каждого из незаменимых компонентов в формуле сбалансированного питания с его содержанием в продукте.

При определении биологической ценности жиров большое значение имеет наличие и количественное содержание «триады» так называемых незаменимых жирных кислот. Подобно незаменимым аминокислотам, они синтезируются ограниченно или не синтезируются в животных организмах совсем.

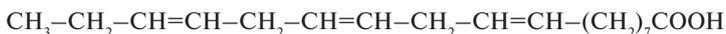
Из полиненасыщенных жирных кислот к биологически активным относятся линолевая, линоленовая и арахидоновая.

Линолевая кислота (цис-9, цис-12-октадиеновая кислота)



имеет две изолированные двойные связи. Содержится в большинстве растительных масел, составляя в глицеридах значительную часть: подсолнечном 20 %, хлопковом 45 % и т. д. В жирах животного происхождения ее содержание колеблется от 2 до 20 %. Линолевая кислота — светло-желтая маслянистая жидкость с температурой плавления от 267,8 до 268 К.

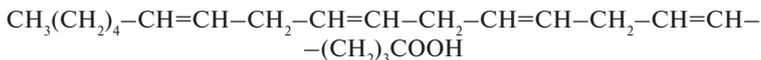
Линоленовая кислота (цис-9, цис-12, цис-15-октатриеновая кислота)



содержит три изолированные двойные связи в *цис*-конфигурации. Линоленовая кислота является наиболее распространенной в натуральных жирах триеновой кислотой, ее массовое содержание в растительных маслах — от долей процента до 50 %.

Из восьми возможных изомеров в природных жирах, по-видимому, встречается только *цис-цис-цис*-изомер. Линоленовая кислота — бесцветная жидкость, после затвердевания имеет температуру плавления от 261,7 до 262 К, легко окисляется уже при комнатной температуре, окисление сопровождается полимеризацией, приводящей к образованию пленок в тонком слое.

Арахидоновая кислота (5, 8, 11, 14-эйкозатетраеновая кислота)



содержит четыре двойные связи в изолированном положении. Арахидоновая кислота присутствует во внутреннем жире и печени рыб. В жирах растений эта кислота не обнаружена и предполагают, что она синтезируется в печени рыб, животных и человека из линолевой и линоленовой кислот. Арахидоновая кислота — светлая жидкость, при глубоком охлаждении затвердевает, температура плавления 223,5 К. Легко

изменяется под действием кислорода воздуха, превращаясь в окисленную форму.

Существует две группы полиненасыщенных жирных кислот: омега-3 и омега-6. Последние присутствуют в растительных маслах, мясных и молочных продуктах. Проведенные в последние 30 лет исследования показали, что организму человека требуется определенный баланс этих элементов (1:5). Следовательно, рацион питания обязательно должен включать обе группы кислот.

К омега-3-ненасыщенным жирным кислотам относятся цервоновая, тимнодоновая, клупанодоновая, омега-линоленовая и эйкозапентаеновая кислоты. Эти кислоты способствуют быстрому превращению холестерина в желчные кислоты и выведению его из организма, укрепляют стенки кровеносных сосудов, повышают их эластичность и снижают риск развития атеросклероза, участвуют в обмене витаминов V_1 , V_6 , холина, улучшают проводимость нервных импульсов в центральной и периферической нервной системе. Суточная потребность их — около 1–2 г.

Омега-6-ненасыщенные жирные кислоты (например, линолевая, арахидоновая кислота, омега-линоленовая) укрепляют структуру клеточных мембран. Арахидоновая и омега-линоленовая кислоты участвуют также в синтезе простагландинов.

Незаменимые ненасыщенные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидоновая) называются также витамином F. Больше всего их содержится в маслах растительного происхождения из миндаля, лесного ореха, сои, подсолнечника, кунжута, оливы, канолы, семян огуречника аптечного, льна, горчицы, тыквы и вечернего первоцвета.

Жирные кислоты омега-6 и омега-3 влияют на гормональный фон организма. Омега-6 связана с гормональным избытком, что в свою очередь связано с такими заболеваниями как артрит, астма и другими недугами, спровоцированными иммунной системой. Омега-3 уравновешивает выработку гормонов, и тем самым, купирует развитие некоторых заболеваний иммунной системы. Омега-3 также оказывает большое влияние на эмоциональное состояние человека и его способности.

Для нормальной жизнедеятельности человека необходимы **витамины**. Известно, что организм не может удовлетворить свои потребности в витаминах за счет собственного биосинтеза, следовательно, содержание витаминов в пищевом сырье является одним из

важнейших критериев его биологической ценности. Повышенное содержание витаминов, минеральных веществ и незаменимых аминокислот приводит к накоплению их в организме, и к повышению иммунитета.

Витамин А (ретинол) обеспечивает восприятие света глазом в процессе зрения. Необходим для нормального развития и поддержания в здоровом состоянии слизистых оболочек органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, выделительных (почки, мочеточники), репродуктивных (яичники, матка) и половых органов. Поддерживает в активном состоянии иммунную систему.

Витамины группы В способствуют улучшенной работе нервной системы, человек становится более спокойным, уравновешенным. B_1 (*тиамин*) участвует в обмене углеводов и обеспечении энергией нервной и мышечной системы, в том числе головного, спинного мозга и сердца, а также других органов и тканей. B_2 (*рибофлавин*) участвует в обмене жиров и обеспечении организма энергией. Важен для восприятия различных цветов в процессе зрения (цветового зрения).

Витамин Е (токоферол) — витамин размножения, благотворно влияет на работу половых и некоторых других желез, восстанавливает детородные функции, способствует развитию плода во время беременности и новорожденного ребенка. Является природным антиокислительным средством, препятствует окислению витамина А и благотворно влияет на накопление его в печени. Препятствует развитию процессов образования токсичных для организма свободных радикалов и перекисей жирных кислот, окислительного повреждения липидов мембран и клеточных структур.

Витамин Е способствует усвоению белков и жиров, участвует в процессах тканевого дыхания, влияет на работу мозга, крови, нервов, мышц, улучшает заживление ран, задерживает старение.

Содержание витаминов в мышечной ткани некоторых рыб представлено в табл. 1.6.

Как видно из таблицы, мышечная ткань рыб содержит полный набор витаминов. Содержание таких витаминов, как ретинол (витамин А), токоферол (витамин Е), рибофлавин (витамин B_2) подтверждает высокую пищевую ценность рыб. Преобладает содержание витаминов группы В. Их суммарное количество примерно одинаково. Эта группа витаминов достаточно хорошо растворима в воде и нерастворима в жирах.

Таблица 1.6. Содержание витаминов в мышечной ткани рыб (мг на 100 г продукта)

Витамины	Содержание в карпе	Содержание в толстолобике
А	0,021	0,611
Е	0,477	0,349
С	1,802	1,757
Группа витаминов В	4,57	4,577
В том числе:		
В ₆	0,168	0,108
В ₁₂	1,489	1,434
В ₂ (рибофлавин)	0,129	0,308
В ₁ (тиамин)	0,143	0,102
В ₉ (фолацин)	0,933	0,921
РР (ниоцин)	1,501	1,503
В ₃ (пантеновая кислота)	0,207	0,201

Одним из важных показателей качества пищевого продукта является степень расщепления его компонентов, в частности белков, пищеварительными ферментами (рис. 1.20). Оценку степени атакуемости белков разработанного продукта системой пепсин-трипсин проводили *in vitro* (метод Покровского-Ертанова) с уровнем общей протеолитической активности ферментов 30 и 240 ед./г соответственно.

Показатели перевариваемости системой пищеварительных ферментов «пепсин-трипсин» (*in vitro*) позволяют оценить скорость ферментативного гидролиза опытных образцов. Как видно из рис. 1.20 с ходом времени прослеживается накопление продуктов процесса перевариваемости, причем для карпа отмечается более высокая перевариваемость на стадии внесения трипсина.

В то же время видно, что толстолобик также обладает высокой перевариваемостью. Экспериментальные данные свидетельствуют о высокой доступности и степени деструкции белков ферментами желудочно-кишечного тракта человека, что составляет для толстолобика 92 % и карпа 94 %.

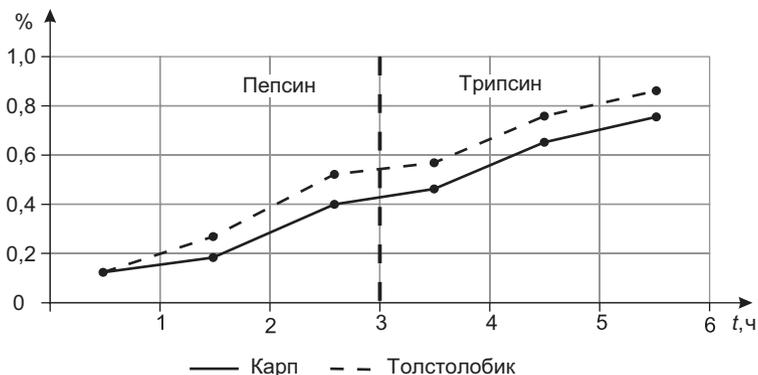


Рис. 1.20. Перевариваемость мышечной ткани рыб системой пищеварительных ферментов «пепсин-трипсин» (in vitro)

1.4. Функционально-технологические свойства мышечной ткани рыб

Исследования функционально-технологических свойств (ФТС) весьма важный этап в рациональных подходах переработки сырья, так как они определяют качество готовых продуктов и степень его приемлемости при производстве продуктов различных ассортиментных групп.

Подобно мясным фаршам на основе тканей теплокровных животных, физическая структура и свойства не подвергнутого термической обработке рыбного фарша, близки к классическим эмульсиям, под которыми понимают дисперсную систему с жидкой дисперсионной средой и жидкой дисперсной фазой, диспергированных в коллоидном состоянии. Такие эмульсии относятся к коагуляционным структурам, частицы которых связаны силами межмолекулярного взаимодействия в единую пространственную сетку. Рыбные фарши — сложные гетерогенные системы, функциональные свойства которых зависят от соотношения тканей, содержания в них специфических белков, жиров, воды и морфологических компонентов. При этом белки мышечной ткани определяют эффективность образования эмульсий и их стабильность. На характер взаимодействия в системе белок—вода оказывают влияние такие факторы, как растворимость белковых систем,

концентрация, вид, состав белка, степень нарушения нативной конформации глобулина, денатурационные превращения, рН системы.

ФТС характеризуют уровни эмульгирующей (ЭС), водосвязывающей (ВСС), жиро-, водоудерживающей способности (ЖУС и ВУС). Эти показатели имеют приоритетное значение при определении степени приемлемости сырья для производства рыбных продуктов.

Графическая зависимость функционально-технологических свойств рыбных фаршей представлена на рис. 1.21.

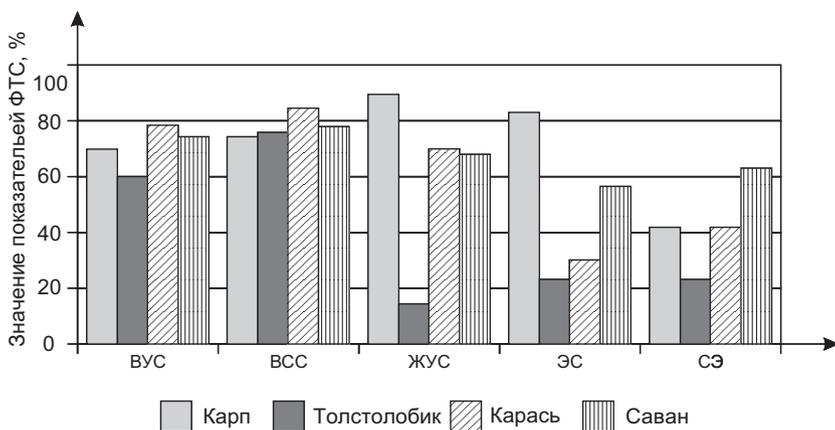


Рис. 1.21. Функционально-технологические свойства мышечной ткани рыб

Как видно из данных рисунка, наибольшей ВСС обладает рыбный фарш из карася и сазана, наименьшей фарш толстолобика. Видимо, это связано с тем, что в карасе высокий процент массовой доли белка, а в сазане очень малое содержание жира. ВУС — важный показатель, так как он характеризует степень развития денатурационных процессов при тепловой обработке, а, следовательно, обуславливает такой важный технологический критерий, как выход готовых изделий. Установлено, что после тепловой обработки влага достаточно прочно удерживается белковыми системами всех рыбных фаршей.

Наивысшая ЭС отмечена в случае фарша из карпа, что можно объяснить особенностями химического состава; показатель СЭ характерен высокими значениями, особенно в случае фарша сазана. Наибольшее значение показателя ЖУС характерно для фарша из карпа, а наименьшее — для толстолобика.

Таким образом, рыбные фарши на основе мышечной ткани обладают хорошими ФТС, что предопределяет возможность их использования в получении широкого спектра фаршевых и кулинарных изделий с высоким качеством и выходом.

1.5. Прижизненные и посмертные изменения в тканях рыб

Выловленная рыба погибает от удушья (асфиксии) или от физического воздействия. От удушья рыба гибнет непосредственно в местах лова, во время транспортировки в живорыбном транспорте или во время хранения в садках или магазинах. Часто она гибнет еще в орудиях лова от недостатка кислорода или от сдавливания. В некоторых случаях рыбу умерщвляют ударом по голове, электрическим током или потрошением.

Различают прижизненные и посмертные изменения возникающие в теле рыбы, которые в значительной степени влияют на технологические свойства сырья.

Прижизненные изменения. Происходят у рыбы при выдерживании ее в садках или аквариумах. Длительное содержание в таких условиях ведет к истощению. Содержание жира в рыбе снижается. Содержание белка также снижается, одновременно ухудшается качество рыбы. В результате голодания, быстрых и энергичных движений и нервного утомления в крови и тканях накапливаются продукты распада органических веществ. Распад гликогена и накопления молочной кислоты негативно влияет на способность эритроцитов поглощать кислород, а с этим связана гибель от удушья.

У рыбы, вынутой из воды, жабры быстро наполняются кровью, приобретают ярко-красную окраску и увеличиваются в размерах за счет кровоизлияния, которое происходит, когда рыба стремится за счет усиленного кровообращения покрыть недостаток кислорода. Переполняются кровью и кровеносные сосуды, что называется гиперемией. Гиперемия имеет место не только в жабрах, но и в других участках тела. При этом на поверхности тела могут появляться красные пятна, которые образуются при скоплении сгустков крови. Рыба с такими дефектами имеет низкий товарный вид, что затрудняет ее реализацию. Такую рыбу направляют на производство консервов или на выработку муки.

Посмертные изменения. Посмертные изменения в рыбе связаны с физико-химическими и структурно-механическими изменениями (рис. 1.22). Изменения возникают под действием ферментов, которые содержатся в тканях, а также за счет ферментов микроорганизмов. Тканевые ферменты способствуют расщеплению органических веществ, содержащихся в теле рыбы. При этом накапливаются вещества, изменяющие консистенцию мяса, она становится более рыхлой, снижаются технологические свойства рыбы. Ферменты микроорганизмов приводят к порче рыбы.

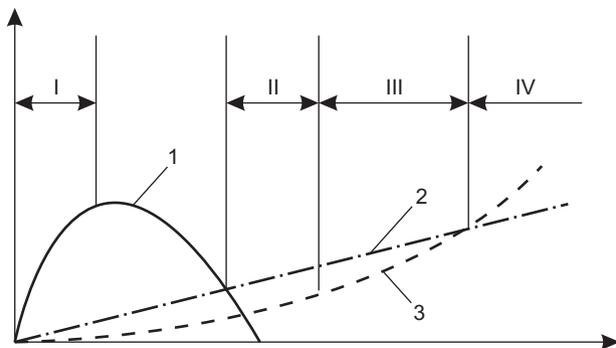


Рис. 1.22. Схема посмертных изменений: 1 — изменение количества актомиозина; 2 — рост количества продуктов аутолиза; 3 — изменение количества продуктов гниения; I — первый сорт; II — второй сорт; III — пищевая несортная; IV — техническое сырье

Посмертные изменения протекают в четыре стадии, каждую из которой можно рассматривать отдельно.

Выделение слизи. Поверхность живой рыбы покрыта слоем прозрачной слизи. Ее выделяют особые клетки эпидермиса кожи. После смерти эти клетки еще некоторое время продолжают выделять слизь, и ее количество на поверхности при этом увеличивается. У только что уснувшей рыбы слизь прозрачная, но по мере хранения она мутнеет и приобретает темно-серую окраску из-за накопления в ней микроорганизмов.

Микроорганизмы из слизи начинают проникать в тело рыбы и вызывать порчу, которая сопровождается гнилостным запахом.

Выделение слизи прекращается перед наступлением посмертного окоченения, и если ее удалить с поверхности в проточной воде, то можно сохранить качество рыбы более длительное время.

Посмертное окоченение и автолиз. Посмертное окоченение рыбы начинается с головы и постепенно переходит на мышцы туловища и хвоста. При посмертном окоченении тело не поддается сгибанию, из-за затвердевания брюшных и спинных мышц; челюсти крепко сжаты, жаберные крышки плотно прижаты к жабрам; мясо твердое, при нажатии пальцем ямочка не образуется. Затвердевание наступает вследствие сокращения мышц и они некоторое время находятся в напряженном состоянии.

Механизм сокращения мышечных волокон в период окоченения сходен с механизмом их сокращения при жизни, однако имеются и существенные различия. Вместо организованного и регулируемого сокращения группы волокон под влиянием нервного импульса они беспорядочно сокращаются по всему объему мышц. Процесс протекает несинхронно, отдельные волокна находятся в разной стадии сокращения. Неравномерность перехода в сокращенное состояние обнаруживается даже по длине одного и того же волокна — одна часть его может быть расслаблена, тогда как другая — сокращена. В структуре волокон развивается большое напряжение, которое выражается в появлении признаков их внутреннего строения. Число сокращенных волокон нарастает и достигает максимума в момент наиболее интенсивного посмертного окоченения.

Время наступления и продолжительность посмертного окоченения зависят от вида рыбы, орудий и способов лова, продолжительности предсмертной агонии, механических воздействий на тело рыбы и ее температуры. У подвижных рыб, совершающих быстрые и энергичные движения, окоченение наступает и заканчивается раньше, чем у малоподвижных рыб. У рыбы, быстро вынутой из воды и немедленно убитой, окоченение не наступает так скоро, как у погибшей от удушья, и длится дольше, поэтому желательно искусственно умерщвлять рыбу. Чем ниже температура тела рыбы, тем позднее наступает посмертное окоченение и тем дольше оно длится. При низких температурах активность ферментов, расщепляющих креатинфосфат и гликоген, уменьшается, и задерживается накопление энергии для активизации миозиновой АТФ. На этом основано применение холода для сохранения рыбы-сырца.

В основе автолитических превращений мяса рыб лежат изменения углеводной системы, системы ресинтеза АТФ и состояния миофибриллярных белков, входящих в систему сокращения.

В начальный период после убоя мышцы рыб характеризуются высоким содержанием АТФ — они расслаблены. С развитием аутолитических процессов содержание АТФ есть суммарный результат ее распада и синтеза. Основным источником синтеза АТФ в этот период является анаэробный распад гликогена, а также глюкозы, образующейся в процессе амилолиза. Особенно интенсивно образование АТФ протекает в первые часы убоя, когда энергетический баланс мало отличается от прижизненного (рис. 1.23).

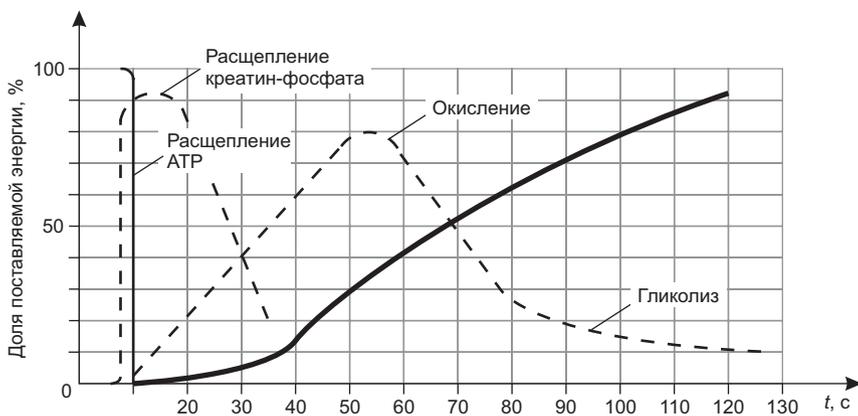
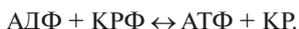


Рис. 1.23. Источники энергии для работы мышцы

В суммарный итог синтеза АТФ вносит вклад реакция между креатинфосфатом и АДФ:



Однако образование креатинфосфата возможно лишь в аэробных условиях, и поэтому синтез АТФ лимитируется начальным прижизненным количеством креатинфосфата. В связи с этим миозин имеет возможность взаимодействия с АТФ, что является причиной сохранения свойств мышечной ткани в первые часы аутолиза. Однако в целом суммарная скорость распада АТФ превышает скорость ее синтеза. Это дает сигнал к началу аутолитических изменений белков и развитию окоченения. В связи с этим анализ АТФ и продуктов ее распада в мясе также может использоваться в исследовательской практике.

Сущность дальнейших изменений в основном связана с процессом образования актомиозинового комплекса, скорость нарастания которого зависит от наличия в системе энергии и ионов кальция (Ca^{2+}). Непосредственно после убоя ионы кальция связаны с саркоплазматической сетью мышечного волокна, актин находится в глобулярной форме и не связан с миозином. Сдвиг рН мяса в кислую сторону запускает механизм превращений миофибриллярных белков:

- изменяется проницаемость мембран миофибрилл;
- ионы кальция выделяются из каналов саркоплазматического ретикулума, концентрация их возрастает, под их действием повышается АТФ-азная активность миозина;
- глобулярный Г-актин переходит в фибриллярный (Ф-актин), способный вступать во взаимодействие с миозином в присутствии энергии распада АТФ;
- энергия распада АТФ инициирует взаимодействие миозина с фибриллярным актином с образованием актомиозинового комплекса.

У пресноводных рыб продолжительность от гибели до начала окоченения составляет 6–12 ч, продолжительность окоченения — 24 ч. Эта зависимость характерна для рыбы, убитой сразу после вылова и хранившейся во льду.

У рыбы, хранившейся в воде, окоченение наступает раньше и длится дольше, чем у рыбы, сохраняемой во льду.

Мясо рыб в стадии окоченения, обладающее минимальной влагоудерживающей и влагосвязывающей способностями, имеет существенные ограничения по применению. Ввиду того, что этот период характерен накоплением кислых продуктов небелковой природы (табл. 1.7), то анализ рН, углеводных фракций и неорганического фосфора может быть успешно использован в исследовательской практике при определении стадии автолитических превращений в мясе.

Таблица 1.7. Изменение рН в процессе хранения

Вид рыб	Показания рН						
	0 ч	4 ч	8 ч	12 ч	24 ч	36 ч	48 ч
Карп	6,39	6,36	6,32	6,21	5,85	6,27	6,30
Толстолобик	6,37	6,36	6,35	6,31	5,76	6,39	6,41

При окоченении происходит снижение эластичности мышц. Свежая рыба, непосредственно после убоя и до начала посмертного

окоченения имеет большой угол прогиба. Период посмертного окоченения включает в себя несколько этапов: начало окоченения, начало полного окоченения, максимум окоченения, начало расслабления и конец расслабления. С наступлением каждого из этапов угол прогиба резко уменьшается, а при наступлении расслабления снова увеличивается (рис. 1.24).

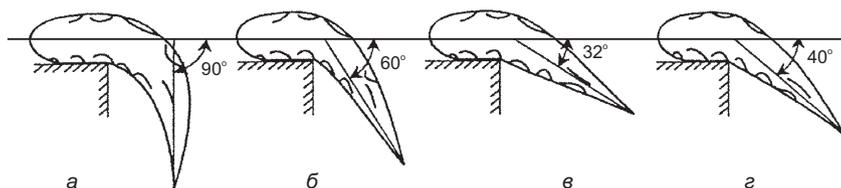


Рис. 1.24. Зависимость угла прогиба тела рыбы от стадии посмертного окоченения: а — до наступления окоченения; б — начало окоченения; в — полное окоченение; г — начало расслабления

При разрешении окоченения агрегационные процессы тормозятся, и наблюдается перераспределение катионов и анионов электролитов клетки и межклеточной жидкости, что приводит к повышению водоудерживающей способности, эластичности и гибкости мышечной ткани.

В процессе разрешения окоченения наблюдается удлинение саркомеров вследствие увеличения длины изотропных дисков. Саркомеры миофибрилл удлиняются до первоначальной величины и более, при одновременном уменьшении в диаметре. В этот период ослабляются агрегационные взаимодействия белковых макромолекул, повышается экстрагируемость белков и реактивность различных функциональных групп миофибриллярных белков, что в значительной степени обусловлено протеолитической деструкцией.

Большинство мышечных волокон в этот период расслаблено. Причина и механизм этого явления еще недостаточно ясны. Очевидно, это связано с ослаблением поперечных связей между актином и миозином с последующей диссоциацией комплекса. Полной диссоциации комплекса не происходит, однако частичного распада миозин–актин достаточно, чтобы волокна растянулись.

Изменения свойств белков, предшествующие релаксации мышцы, тесно связаны с деятельностью лизосомальных протеолитических фер-

ментов — катепсинов, которые во втором периоде автолиза освобождаются из лизосом и активируются кислой реакцией среды клетки. Катепсины — гетерогенный комплекс, разделяющийся на фракции (А, В, С, Д, Е), которые отличаются специфичностью к гидролизу белковых субстратов, молекулярной массой, рН-оптимумом действия, отношением к ионам хлора и другими свойствами (рис. 1.25). Действуя на разные субстратные фрагменты, катепсины оказывают существенное влияние на структуру белковых компонентов. Это вносит вполне определенный вклад в диссоциацию образовавшихся белковых агрегатов, ведет к появлению свободных гидрофильных групп и частичному восстановлению свойств мышечной ткани, утраченных в результате окоченения.

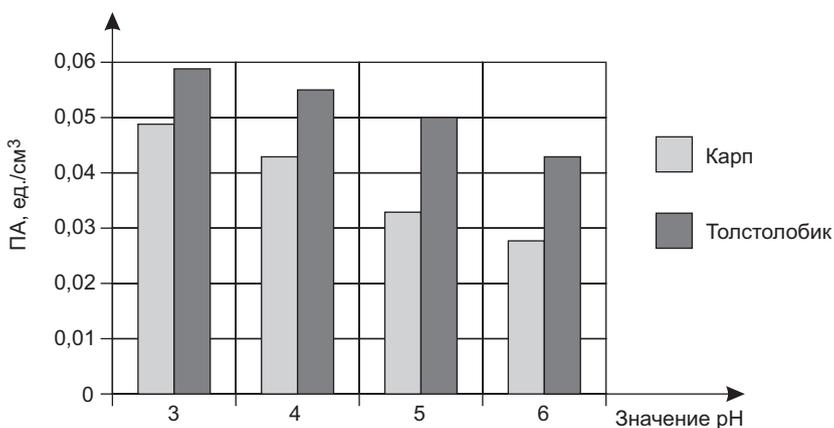


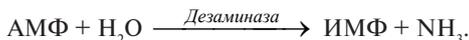
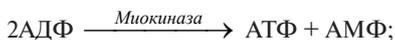
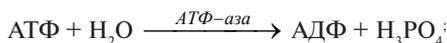
Рис. 1.25. Изменение протеолитической активности в зависимости от рН среды

Важным и завершающим послеубойным процессом является созревание мяса рыб, в результате которого оно приобретает сочность, характерные вкус и аромат. Образование вкусо- и ароматообразующих компонентов происходит благодаря автолитическим превращениям белков, липидов, углеводов, нуклеотидов и других составных частей мяса. Скорость накопления потенциальных предшественников вкуса и аромата, букет которых формируется в процессе кулинарной обработки, зависит от условий хранения мяса, главным образом от температуры, и сопряжена со скоростью деградации высокомолекулярных веществ мышечной ткани, особенно белков.

В первый период созревания, когда развиваются агрегационные взаимодействия и наступает окоченение, вкус и аромат минимальны. С нарастанием протеолитической активности катепсинов внутри клетки и в связи с деструкцией белков во втором периоде созревания нарастают низкомолекулярные продукты гидролиза — аминокислоты и пептиды, что также может служить мерой глубины автолитических превращений в мясе. Основными компонентами при формировании вкуса и аромата являются аминокислоты и амиды: гистидин, глутаминовая и аспарагиновая кислоты, глутамин, глицин, треонин, фенилаланин, лейцин и др. Эти вещества образуются и накапливаются в процессе автолиза при распаде белков, а также пептидов, относящихся к экстрактивным веществам мышечной ткани (глутатион, карнозин, ансерин).

Поскольку автолитические изменения мышечной ткани тесно связаны с распадом углеводной, жировой и нуклеотидной систем мяса, то параллельно накоплению продуктов распада белков увеличивается содержание свободных моносахаридов, которые, как известно, обладают вкусом: глюкоза — образуется при распаде гликогена, галактоза появляется в результате распада липидной системы из церебросидов, пентозы являются одним из конечных продуктов распада клеточных нуклеиновых кислот и нуклеотидов.

Особый вклад в этот процесс вносит распад АТФ по схеме:



Таким образом, определение глубины автолитических превращений возможно путем комплексного исследования химических и физико-химических показателей сырья, а также активности важнейших ферментов, например, катепсинов.

Бактериальное разложение. При бактериальном разложении мясо рыбы теряет часть воды, которая вместе с растворенными в ней веществами выходит на поверхность рыбы, образуя слизь. На слизи быстро развиваются гнилостные микроорганизмы. Эта слизь по природе отличается от слизи, выделяющейся на поверхности тела после смерти

и имеющей биохимическое происхождение. Слизь стадии бактериального разложения имеет микробиологическое происхождение. На теле рыбы появляется зеленовато-желтое или серое окрашивание, чувствуется гнилостный запах.

В зависимости от степени развития гнилостного разложения в рыбе образуются газы, вспучивающие брюшко, которое становится дряблым. Жабры бледнеют и покрываются пахнущей слизью, глаза мутнеют и впадают орбиты. Кожные покровы тускнеют. Мясо становится дряблым при прощупывании. Рыбу в стадии бактериального разложения в пищу не употребляют.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды промысловых прудовых рыб? Назовите отличительные особенности среды обитания, питания, вылова основных промысловых прудовых рыб.
2. Дайте характеристику форме тела рыбы и способам ее движения.
3. Дайте характеристику строению тела и различных тканей прудовых рыб.
4. Назовите особенности строения мышечной ткани прудовых рыб.
5. Назовите особенности строения пищеварительной системы рыб.
6. Назовите особенности строения нервной системы и органов чувств рыб, кровеносной системы, дыхательной системы и газообмена рыб.
7. Назовите основные функции и строение желез внутренней секреции рыб.
8. Назовите основные геометрические размеры и физические свойства рыбы.
9. Что включает в себя понятие массового и химического состава рыб.
10. Дайте понятие пищевой и биологической ценности рыб.
11. Перечислите основные функционально-технологические свойства рыб? Дайте их определение.
12. Перечислите основные стадии прижизненных и посмертных изменений в тканях рыб? Приведите их характеристику.

Глава 2. Ихтиологические основы разведения и выращивания рыбы в прудах

Разведение и выращивание рыбы — древняя сфера деятельности человека. Однако рыбоводство развивалось довольно медленно и еще не миновало стадию поиска. Это объясняется многими причинами, среди которых важнейшей является возможность удовлетворения спроса на рыбу за счет естественных водоемов. Еще в начале XX в. существовала уверенность в том, что запасы рыбы неисчерпаемы и для бесконечного увеличения объема промысла надо только совершенствовать орудия лова. Наконец численность рыбы в естественных водоемах начала неуклонно падать. Этот процесс продолжается и поныне, что явилось причиной современного прогрессивного развития рыбоводства, и в частности прудового. Следует также учитывать экологическую обстановку, связанную с нарушением биоценозов водоемов, и, как следствие, падением и снижением интенсивности размножения рыбы.

Под технологией разведения и выращивания рыбы подразумевается комплекс биотехнологических мероприятий, которые необходимо осуществлять в процессе эффективного производства рыбы и другой побочной продукции. Эти мероприятия в целом и определяют технологические процессы разведения рыбы.

2.1. Устройство прудового рыбоводного хозяйства

Типы и системы рыбоводных хозяйств. Современное прудовое хозяйство условно можно разделить на два типа: тепловодное и холодноводное. В основе этого деления лежат биологические особенности объектов разведения и их отношение к условиям внешней среды (температуре, гидрохимическому режиму и т. д.).

В тепловодных хозяйствах объектами разведения являются карп, белый и пестрый толстолобик, белый амур, серебряный карась, щука, судак, американский сомик, буффало, бестер и др.

В холодноводных хозяйствах разводят главным образом радужную и ручьевую форель, а также пелядь и ряпушку.

В прудовом рыбоводстве различают следующие системы хозяйств:

1. Полносистемное прудовое хозяйство с задачей разведения и выращивания рыбы от икры до товарных размеров. К полносистемным относятся и племенные хозяйства, выращивающие рыб-производителей и племенной молодняк.
2. Хозяйство-рыбопитомник с задачей выращивания рыбопосадочного материала: личинок, мальков, сеголетков, годовиков, а при трехлетнем обороте — и двухлетков карпа.
3. Нагульное хозяйство, где проводится выращивание товарной (столовой) рыбы.

Рыбоводные хозяйства в зависимости от почвенно-климатической зоны и принятой технологии выращивания работают с одно-, двух- или трехлетним оборотом. Под оборотом в прудовом рыбоводном хозяйстве подразумевается отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до товарной массы. В Центрально-черноземном регионе в основном принят двухлетний оборот. Только в отдельных районах из-за неблагоприятных климатических условий используют иногда трехлетний оборот хозяйства.

При двухлетнем обороте товарную рыбу выращивают в течение двух лет. В первый год получают посадочный материал — сеголетков массой 20–30 г. В течение второго лета из посадочного материала в зависимости от климатических условий выращивают товарного карпа массой 350–500 г.

При создании благоприятных условий для роста рыбы (в том числе и карпа) время выращивания рыбы до товарной продукции возможно сократить до одного вегетационного периода.

При трехлетнем обороте товарная продукция получается только в конце третьего лета (в течение 20–30 мес.). При этом появляется возможность выращивания более крупной рыбы, например, карпа массой 1000 г и более.

Немаловажный интерес представляет выращивание африканского сома в закрытых емкостях на территории ООО «Энергия. Борисоглебск». Жизнь «африканца» чем-то схожа с выращиванием поросенка: товарный вид (весом более 1 кг) он приобретает уже через шесть месяцев после рождения. Малокожный, мясо имеет сладковатый вкус, а по цвету похоже на популярную у нас горбушу, хотя ученые-рыбоводы заявляют, что по качеству мяса африканский сом ближе к форели. Интересно, что кислород он потребляет из воздуха, а не из воды — благодаря этому крайне живуч.

Виды водоемов и их гидрологические черты. *Озеро* — это естественный водоем. Гидрологические черты озер разнообразны и зависят от их площади, глубин, водного режима, качества воды, географических и климатических мест расположения, а также от их хозяйственного использования.

Пруд — искусственно созданный водоем. По источнику водного питания пруды подразделяют на атмосферные, речные (ручьевые) и ключевые.

Атмосферные пруды наполняются весенними паводковыми водами, летними и осенними осадками, стекающими с площади водосбора.

Речные (ручьевые) пруды (рис. 2.1) устраиваются на небольших реках или ручьях путем подпора воды в наиболее узких местах. Эти пруды имеют наибольшую глубину у плотины и наименьшую в противоположном конце, который называют вершиной пруда. Пруды этого типа можно легко сделать спускными, установив в плотине водоспуск. Вода в таких прудах теплее, чем в ключевых, и в них можно выращивать теплолюбивых рыб.

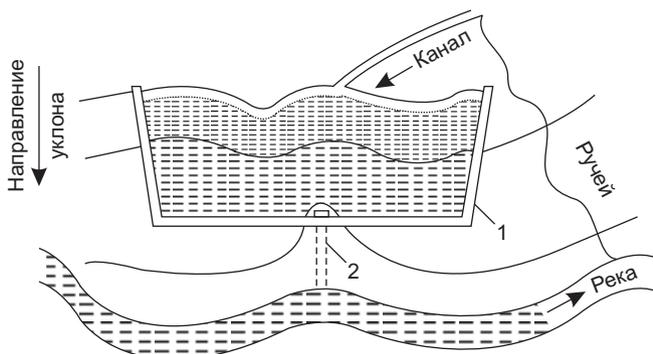


Рис. 2.1. Ручьевого пруд: 1 — дамба; 2 — донный водоспуск

На поймах рек устанавливаются еще пойменные пруды путем обвалования участков поймы земляными дамбами. Снабжаются водой эти пруды из реки.

Встречаются и ключевые пруды, питающиеся водами ключей родников.

В зависимости от конструктивных особенностей устройства пруды подразделяются на типы: копаные, русловые или обвалованные (рис. 2.2).

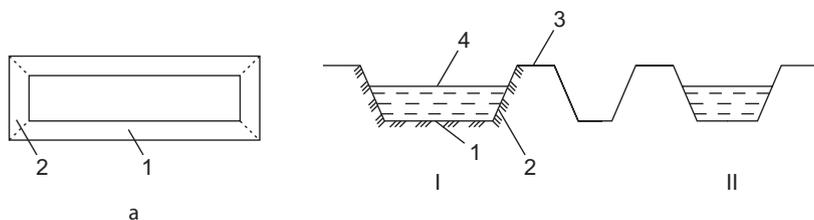


Рис. 2.2. Копаный (I) и обвалованный (II) пруды: а — вид сверху; б — вид сбоку; 1 — ложе пруда; 2 — откосы дамб; 3 — уровень земли; 4 — толщина воды

Копаный пруд — это наиболее простое сооружение, не требующее больших затрат. Глубина такого пруда 2–2,5 м. Его площадь и форма определяются имеющимися возможностями и площадью местности, отведенной под строительство пруда, а также желанием получить то или иное количество рыбы.

При создании обвалованных прудов большое значение имеет рельеф местности. Больше всего подходят пологие овраги. Решающее значение имеет проницаемость грунта. Если удерживающие свойства грунта невелики, то он не будет держать воду. Основные элементы прудов приведены на рис. 2.3.

Водохранилище — искусственный водоем, расположен в балках или долинах рек и ручьев.

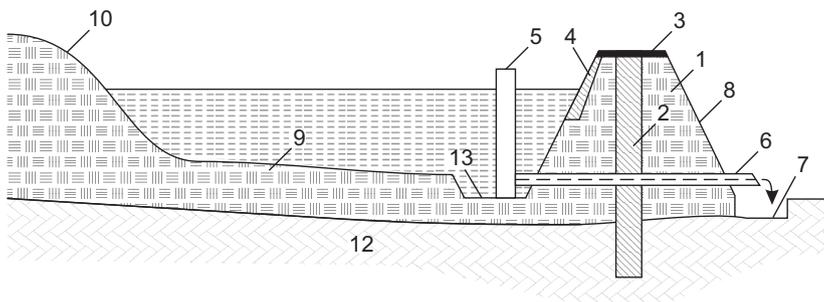


Рис. 2.3. Устройство обвалованного пруда (разрез): 1 — плотина; 2 — замок плотины; 3 — гребень плотины; 4 — защита от волн; 5 — «монах»; 6 — труба водослива; 7 — противозрозийное устройство; 8 — боковые откосы плотины; 9 — ложе пруда; 10 — береговой откос; 11 — проницаемый слой; 12 — водоупорный слой; 13 — яма перед водоспуском

Небольшие искусственные водохранилища, предназначенные для однократной задержки весенних сточных вод, называют *лиманами*. Они создаются обваловыванием участков, намеченных под временное затопление. Но бывают лиманы естественные, образующиеся на блюдцеобразных понижениях рельефа или на затапливаемых поймах рек. На юге лиманами называют озера, образовавшиеся из заливов Азовского и Черного морей. Характерное отличие лимана от природного озера — наносной состав грунта дна и берегов.

Карьер — это котлован, остающийся после выемки торфа, песка и глины.

В местах, где вода из прудов, водохранилищ и озер используется для орошения, устраиваются длинные, разной глубины водоподающие к местам орошения каналы.

Водоемы по своим гидрологическим и гидробиологическим качествам не одинаковы. В отдельных частях даже одного и того же водоема имеются разные глубины, разные иловые отложения, разная температура воды и разная флора и фауна, поэтому при характеристике водоемов выделяют в нем три зоны или области: береговую (или литоральную), профундаль (или глубинную) и пелагическую (или область открытой воды).

Береговая область — это часть озера (пруда), прилегающая к берегу, суше. Она простирается до нижней границы действия прибойной волны и постепенно понижается — до средней части озера (или пруда).

Ширина ее не только у разных водоемов, но даже в одном и том же водоеме, не одинакова в разных его частях. Грунт в прибрежной части водоема — гравий, галька, песок или ил. В последнем случае в прибрежной части, недалеко от уровня воды поселяется жесткая надводная растительность (камыш, тростины), а за нею — мягкая подводная растительность (тысячелистник и др.).

Прибрежная зона имеет важное значение в практике рыбоводства. Участок литорали с мягкой растительностью, хорошо прогреваемый солнечными лучами, изобилует бактериями, фитопланктоном, зоопланктоном, высшими ракообразными (водяные ослики, гамариды), личинками насекомых (хирономиды, ручейники, поденки), моллюсками (битиния, вольваты, лимнеи). Одни из названной фауны свободно передвигаются по дну, другие полностью или частично закапываются в ил, третьи, как личинки некоторых видов ручейников, тендипедит, куколки насекомых и яйцекладки некоторых представителей фауны, прикрепляются к растениям.

Литораль служит местом нереста для рыб и кормовой площадью для ее молоди. Хорошо развитая надводная жесткая растительность затеняет воду и тем снижает ее прогреваемость, засоряет площадь литорали, ухудшает места нереста и кормовую площадь для молоди рыб. Кроме того, она поглощает массу питательных для растений веществ, что ухудшает условия развития мягкоподводной растительности.

Профундаль следует за прибрежной зоной. Она характеризуется отсутствием растительности, наличием характерных иловых отложений и своеобразным температурным и кислородным режимом. Фауна дна (бентос) по своему видовому составу бедна. Обитателями дна являются личинки хирономид, коретра, малощетинковые черви, нематоды и некоторые виды моллюсков. Названные представители бентоса развиваются здесь хорошо и определяют кормность озера (пруда). Из рыб в профундали обитают бентософаги — лещ, сазан, сиги, густера, угорь и ерш.

Пелагеаль (толща воды) населяют организмы нескольких экологических групп: бактерии, фитопланктон, зоопланктон, а также некоторые виды рыб — укляка, корюшка, ряпушка, рипус, слеток и судак.

Перечисленные зоны озера (пруда) в своем единстве определяют его гидрологические черты, развитие и структуру его гидробиологической системы.

Озера и пруды вполне пригодны для производства рыбы. Следует только иметь в виду, что каждый из этих водоемов обладает своими гидрологическими и гидробиологическими особенностями, обуславливающими среду обитания для тех или иных видов и пород (рас) прудовых рыб.

Ученые-рыбоводы давно обратили внимание на эти особенности озер и, чтобы облегчить в практике правильное их использование для разведения рыбы, стали сводить озера в группы, классифицировать их. Таких классификаций существовало немало. Остановимся на одной из них. Это классификация Тинемана-Наумана. По этой классификации выделяют три группы озер (водоемов): олиготрофные, эвтрофные, дистрофные.

Олиготрофные — малопродуктивные водоемы. Это горные глубокие озера с голубой до зеленого цвета водой, очень прозрачной, но бедной солями, за исключением кальция. Гуминовых веществ в ней нет. Ил беден разлагающимися органическими веществами или вовсе отсутствует. Чаще всего его заменяет озерный мергель, песок или гравий. Кислородный режим как летом, так и зимой, подо льдом, хороший.

Насыщение кислородом глубинных слоев воды достигает 70%. Объем трофолитического слоя воды, бедного биогенными веществами, обеспечивающими развитие растений и животных, в олиготрофных водоемах преобладает над трофогенным слоем воды, богатым этими веществами. Растительность литоральной зоны развита слабо. Фитопланктон и зоопланктон бедны. Фауна глубин богата формами, приспособленными к существованию в этих условиях и представлена личинками отдельных групп тендипецид. Из рыб встречаются сиги.

Эвтрофные, продуктивные водоемы — это озера, водохранилища и пруды равнины. Цвет воды в них от зеленоватого до желто-зеленого. Вода богата питательными веществами для водных растений. Трофогенный слой в них больше трофолитического. Гуминовые вещества имеются в незначительных количествах. Насыщение кислородом глубинных слоев колеблется в пределах от нуля до 40%. Летом и зимой нередок дефицит кислорода. Планктон разнообразен. Цветение воды бывает часто. Ил типа гиттия богат автохтонными разлагающимися веществами. Фауна дна в видовом и количественном отношении богата и представлена организмами, способными существовать в разных зонах водоема. Ихтиофауна разнообразна.

Водоемы *дистрофные*, то есть с нарушенной биологической продуктивностью, бывают как глубокие, так и мелководные. Встречаются они обычно в заболоченных торфяных местах. Вода в них бедна солями и богата гумусовыми веществами. Цвет воды — от коричневого до темного. Ил в основном состоит из растительных остатков. Содержание кислорода в воде неустойчиво, и насыщение его может падать до нуля. Фитопланктон и зоопланктон в качественном и количественном отношении бедны. Фауна дна представлена в основном коретрой и в небольшом количестве хирономидами.

Много внимания было уделено и выделено групп рыбководных прудов по их естественной продуктивности.

Впервые такая работа была проведена А. Т. Болотовым.

В основу классификации прудов им были положены следующие основные факторы, определяющие естественную продуктивность прудов:

- качество земельных угодий и растительный покров мест, окружающих пруд;
- качество воды и характер водоснабжения прудов;
- качество ила и его структура;
- температура воды и освещение пруда солнечными лучами.

Рыбоводы-исследователи более позднего времени в основу классификации прудов положили их естественную рыбопродуктивность, количество рыбной продукции, получаемой с единицы площади пруда при использовании естественного корма. Суста С., например, установил 7 классов прудов с рыбопродуктивностью от 35 кг (1-й класс) до 400 кг (7-й класс). Русский рыбовод Гадд выделил также 7 классов. К 1-му классу им отнесены пруды с рыбопродуктивностью в 65 кг, к 7-му — 650 кг в пересчете на 1 га.

Любая классификация прудов по их рыбопродуктивности не может охватить все разнообразие прудов по их гидробиологическим особенностям, а следовательно, и рыбопродуктивности.

Чтобы в каждом конкретном случае решить, какова рыбопродуктивность пруда или озера, какую технологию надо принять для разведения и выращивания в нем рыбы и какой комплекс мероприятий следует провести, чтобы получить наибольший выход рыбной продукции, следует предварительно провести рыбоводное обследование водоема, и на основе полученных данных решать организационные и производственные вопросы его использования.

Рыбоводно-техническая оценка водоема. Чтобы определить рыбохозяйственные качества озера, водохранилища или пруда, необходимо путем обследования установить:

- площадь водосбора водоема, ее почвенный и растительный покровы;
- гидрологические черты водоема: его площадь, глубины и их распределение по водоему, характер и развитие береговой линии, степень заиленности и характер иловых отложений, развития высшей водной растительности и степень зарастания и заболоченности водоема, прозрачность и цвет воды, ее солевой, газовый (кислород, угольная кислота) режим и активная ее реакция (рН);
- гидробиологическую систему: фитопланктон, его состав и активность в продукции органического вещества, зоопланктон и его состав, кормовое значение планктона; бентос (животные дна водоема), его состав и кормовое значение, а также кормность водоема в целом;
- контингент рыбы водоема: мирные и хищные, соотношение между их видами, темпы роста рыб, их экстерьер и продуктивность, рыбопродуктивность водоема в целом.

Оценить продуктивные качества водоема можно по количеству и составу (в среднем) фитопланктона, зоопланктона в кубическом метре воды или по сумме баллов, оценивающих его отдельные гидрологические показатели.

По данным Н. Арнольда, водоемы с хорошей продуктивностью содержат в среднем от 15 до 50 см³ сырого объема зоопланктона, со средней продуктивностью — 5–15 см³, малопродуктивные — до 5 см³ и с плохой продуктивностью (холодные и сильно проточные водоемы) — около 0,5 см³ в м³ воды.

При балльной оценке продуктивности водоема (пруда, озера) из комплекса гидрологических признаков, показателей, выделены: происхождение водоема; топография береговой линии и площади водосбора; почвы площади водосбора и ее растительный покров; глубины водоема и их распределение; качество (химизм) воды; грунт дна водоема и степень его заиления; высшая водная растительность, ее размещение и развитие; тепловой режим водоема.

По значимости в стабилизации продуктивности каждый из указанных признаков разбит на 4 категории: очень хороший, хороший, посредственный и плохой. Каждая выделенная категория оценивается соответственно баллами 4, 3, 2, 1.

Признаки рыбоводных качеств пруда и их балльная оценка приведены в Приложении 1.

Категории рыбоводных прудов и требования, предъявляемые к ним.

Пруды — основная производственная база по выращиванию прудовой рыбы. Поэтому в прудах должны быть созданы оптимальные условия для выращивания рыб разных возрастов. Такие условия создаются при строительстве прудов с заданными параметрами (размерами, глубинами), с независимым водоснабжением и сбросом воды. Пруды рыбоводного хозяйства по своему значению подразделяются на четыре группы:

1. Водоснабжающие — головные, согревательные, пруды-отстойники.
2. Производственные — используются для разведения и выращивания рыбы — нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные и маточные.
3. Санитарно-профилактические — карантинно-изоляционные.
4. Подсобные — бассейны и пруды-садки.

Характеристика отдельных категорий прудов приведена в табл. 2.1.

Головные пруды предназначены для накопления воды с последующей подачей ее в систему производственных прудов. Место расположения головного пруда выбирается таким образом, чтобы горизонт воды в нем был выше горизонта всех производственных прудов. Это позволяет обеспечить самотечное водоснабжение прудов. В случае, если река несет большое количество взвешенных осадков, головной пруд играет роль пруда — отстойника. Если головной пруд не служит для водоснабжения питомных прудов, то его используют в качестве нагульного пруда. Размеры головных прудов определяются в зависимости от размеров производственных прудов.

Таблица 2.1. Характеристика различных категорий прудов полносистемного хозяйства

Показатели	Категории прудов								
	нагульные	выростные	маточные	зимовальные	нерестовые	преднерестовые	мальковые	пруды-садки	карантинные
Размеры прудов, га	20–100	2–10	1–2	0,2–1	0,05–0,1	0,001–0,002	0,5–1	0,05–0,1	0,1–0,5
Глубина прудов, м:									
у волоспуска	3–4	1,2–1,5	1,2–1,5	1,0–1,2	1–1,2	1–1,2	1,2–1,5	1,5	1,5
средняя по всей площади	1,2–2,5	1	1,2	1,3–1,8	0,4	0,9–1	0,5–0,8	1,3	1,2
Сроки наполнения водой пруда, сут.:									
желательный	10–15	10–20	0,5	0,3–0,5	0,2	0,002	1	0,2	0,3
допустимый	25	30	1	1	0,3	0,003	2	0,3	0,5
Сроки спуска пруда, сут.:									
желательный	10	3–5	0,3	1–1,5	0,1	0,001	0,5	0,2	0,2
допустимый	30	10	0,5	2	0,2	0,002	0,8	0,3	0,3
Проточность на 1 га зеркала пруда, включая потери воды на испарение и фильтрацию, л/с	0,5–1	1–1,5	0,5–1	15	5	20	1	20	20

При отсутствии головного пруда вода из холодноводного источника подается в питомные пруды из специального согревательного пруда. В развитии и росте отдельных видов и пород прудовых рыб следует различать пять основных периодов: икриночно-личиночный, период роста и развития малька, период хозяйственной зрелости, период половой зрелости и период старения.

В каждый из этих периодов рыба может нормально развиваться и жить только в определенных условиях среды, при определенных глубинах, температуре, наличии в воде необходимых солей, кислорода, фито- и зоопланктона, бентоса и общих санитарно-профилактических условий.

Поэтому при выборе для рыбоводства озер и прудов, а в особенности при строительстве специальных прудов для разведения и выращивания рыбы, следует учитывать, в каком периоде развития она будет в них выращиваться.

Нерестовые пруды небольшие, в них нерестится посаженная рыба, инкубируется икра и растут вышедшие из икры личинки. Площадь нерестовиков колеблется от 100 до 1000 м². Средняя глубина их около 50 см, обычно в верхней части пруда она бывает около 20 см, а в нижней, у водоспуска — 80–100 см. Устраиваются нерестовые пруды на сухих пологих площадках с плодородной почвой и с хорошо развитой мягкой луговой растительностью.

Для быстрого и равномерного спуска воды по дну делают одну продольную и несколько боковых канав шириной в 40 см и глубиной в 30 см.

Нерестовые пруды имеют важное значение в практике прудового рыбоводства: результаты нереста и выхода личинок определяют все последующие этапы развития и роста разводимых рыб, а также и выход товарной продукции.

Мальковые (рассадные) пруды — это небольшие прудики, которые служат для мальков в первые 25–30 дней. Сажают в них хорошо развитые личинки в возрасте 6–10 дней. Площадь мальковых прудов — 0,01–0,05 га, глубина в среднем — 0,5 м. Устраиваются они на плодородных и с хорошей структурой почвах. Располагать их следует по длине с запада по восток, чтобы пруд лучше и продолжительнее освещался солнечными лучами, это создает хорошие условия для развития естественного корма для мальков.

Многие рыбоводные хозяйства мальковых прудов не имеют, и рыба молодь из нерестовиков пересаживается непосредственного в выростные пруды.

Выростные пруды предназначены для выращивания мальков сеголеток. В них сажают рыбу молодь в возрасте 6–10 дней непосредственно из нерестовиков или из мальковых прудов в возрасте 30 дней. Выростные пруды устраиваются на участках с плодородной почвой соответствующей структуры. Располагают их так, чтобы они лучше

освещались солнечными лучами, что обеспечивает более эффективное развитие естественного корма для мальков и улучшает физиологический процесс их роста.

Площадь выростного пруда значительно больше малькового и колеблется в зависимости от топографических условий места его расположения и потребности в сеголетках от 3 до 10 га и более. Строить большие выростные пруды не рекомендуется, так как в них трудно наблюдать за ходом роста мальков, а главное — рационально их подкармливать и осуществлять мероприятия, регулирующие темпы роста мальков. Глубина выростных прудов в среднем — 0,5 м, минимальная — 20–30 см, а максимальная у водоспуска — 1,5 м.

Строят выростные пруды в рыбоводных фермах (хозяйствах), где производится рыбопосадочный материал.

Зимовальные пруды предназначаются для содержания рыбы в зимнее время. Обычно в них содержат сеголеток, производителей и племенной материал для пополнения стада производителей. Они располагаются вблизи источника водоснабжения для сокращения длины водопроходящего канала или лотка, что позволяет уменьшить возможность охлаждения воды в период поступления ее в пруд и избежать снеговых заносов и прекращения водоснабжения зимовальных прудов. Площадь таких прудов небольшая и колеблется от 0,1 до 1,0 га. Глубина должна быть такой, чтобы непромерзаемый слой воды подо льдом составлял не менее 1,0 м, проточность 15 дм³/с.

Большие зимовальные пруды неудобны, так как в них трудно регулировать обмен воды и ее газовый и солевой режим, а также осуществлять наблюдение за ходом зимовки рыбы.

Заболоченные и заторфованные участки, а также участки с высоким стоянием грунтовых вод непригодны для устройства зимовальных прудов. При устройстве прудов на торфах необходимо удалять торфы до минерального грунта или присыпать ложе минеральным грунтом слоем не менее 20 см, укатывать и нарезать сбросную канаву.

Нагульные пруды предназначаются для выращивания столовой (товарной) рыбы. Это наиболее распространенный тип рыбоводных прудов. Их размеры определяются рельефом местности. Нагульные пруды в зависимости от рельефа местности и общей площади хозяйства могут иметь 150–250 га. Однако для удобства эксплуатации их целесообразнее всего устраивать площадью не более 100 га. Под нагул рыбы могут быть также использованы озера, неспускные пруды и водохранилища, расположенные на территории колхозов и совхозов.

Средняя глубина нагульного пруда — 0,8–1 м. В прудах, где выращиваются вместе с карпом такие рыбы, как белый и черный амур, белый и пестрый толстолобик, глубина пруда должна быть не менее 1,75–2,0 м. Нагульные пруды, как и выростные, должны быть спускными, что облегчит вылов выращиваемой рыбы и позволит вовремя проводить необходимую рыбоводно-техническую обработку ложа пруда для поднятия его рыбопродуктивности и создания в нем необходимых санитарно-профилактических условий для жизни рыб.

Водоем не должен быть сильно заилен, высшая водная растворимость развита умеренно, а фито- и зоопланктон развиты хорошо.

Рыб — конкурентов по использованию естественного корма, необходимого для разводимых рыб, а в особенности хищных — щуку и окуня, необходимо удалять из водоема.

Маточные летние и зимние пруды предназначены для летнего и зимнего содержания производителей и ремонтного молодняка. Размеры прудов зависят от численности производителей. Устройству этой категории прудов следует придавать особое значение.

Обеспечение надлежащих условий для маточного стада и ремонтного молодняка — важное условие для получения высококачественного потомства.

Карантинные пруды предназначены для временного содержания больной рыбы или производителей, завозимых из других хозяйств. Площадь прудов 0,2–0,3 га.

Пруды-садки относят к группе подсобных прудов, так как используются они главным образом осенью для хранения живой рыбы (столовой), а весной — для временной передержки годовиков до их реализации. Садки используют также весной для содержания производителей до посадки их на нерест и ремонтного материала до посадки в маточные пруды.

В современной практике прудового хозяйства в связи с переходом на заводские методы воспроизводства строят небольшие преднерестовые пруды (земляные садки) площадью 10–15 м². В них содержат производителей после гипофизарных инъекций. Пруды должны находиться в непосредственной близости от инкубационного цеха, иметь хорошую проточность и при необходимости быстро опорожняться. В хозяйствах с трехлетним оборотом, имеется дополнительно еще одна категория прудов — *выростные пруды второго порядка*. По своему устройству они не отличаются от нагульных прудов при двухлетнем обороте.

Требования, предъявляемые при устройстве прудов. Каждый вновь созданный водоем должен удовлетворять хозяйственным потребностям (орошение, полив, водопой скота, разведение рыбы, разведение водоплавающей птицы).

Лучшая организация правильного пруда рыбоводного хозяйства возможна в том случае, если пруды будут иметь:

- ❑ донный водоспуск для осушки ложа пруда на зиму или только осенью, на время вылова рыбы;
- ❑ рыбозаградительную верховину, препятствующую уходу рыб из прудов в том случае, если они построены на ручьях или малых реках;
- ❑ спланированное ложе пруда без коряг, пней, с засыпкой ям и котлованов, что дает возможность производить лов рыбы бреднем или неводом.

В тех случаях, когда воду из пруда по хозяйственным соображениям нельзя спускать, то для рыбоводных целей следует устраивать несколько прудов, которые распределяются ступенчатым порядком.

При таком расположении сначала спускают воду из нижнего пруда для вылова рыбы и затем его снова наполняют из пруда, расположенного выше. Верхний пруд остается на зиму осушенным, а нижний удовлетворяет зимние хозяйственные потребности в воде.

При устройстве оросительных водохранилищ многолетнего регулирования, которые нельзя спускать даже на время вылова рыбы, для ведения рыбного хозяйства предусматривают:

- ❑ расчистку ложа, позволяющую производить полный вылов рыбы неводом;
- ❑ устройство рыбозаградительной верховины в том случае, когда водохранилище строится на реке.

Гидротехнические сооружения в прудовом хозяйстве. Гидротехнические сооружения в прудовом рыбном хозяйстве предназначены для снабжения прудов достаточным количеством воды; наполнения и спуска отдельных прудов с помощью водопадаяющей и водосбросной систем каналов, люков, шлюзов и других сооружений; обеспечения транспортной связи внутри хозяйства и вне его; удобства эксплуатации хозяйства.

Из множества гидротехнических сооружений, используемых в прудовом рыбоводстве, наибольший интерес представляют: плотины и дамбы,

водоподающие, водосбросные и водоспускные сооружения, рыбоуловители.

Плотины возводят для задерживания и подъема уровня воды путем перегораживания русла рек, оврагов и балок. В зависимости от используемого строительного материала плотины бывают земляные, бетонные, каменные и др. В рыбоводных хозяйствах строят в основном земляные плотины с креплением или без крепления откосов. При проектировании плотины устанавливают размеры ее основных элементов: ширину гребня, превышение гребня над нормальным подпорным уровнем, уклоны откосов.

Головную плотину строят такой высоты, при которой образуется головной пруд с объемом воды, гарантирующим удовлетворение потребностей хозяйства при постоянном водооттоке. Створ плотины выбирают в наиболее узком месте поймы с плотным водонепроницаемым грунтом, где нет выхода родников и ключей. Ширину гребня плотины назначают, исходя из условий эксплуатации сооружения, но не менее 3 м.

Дамбы возводят при строительстве пойменных прудов. Дамбы в зависимости от назначения бывают контурные, водооградительные и разделительные.

Контурные дамбы обваловывают территорию поймы, где размещены рыбоводные пруды, и предназначены для защиты прудов от паводковых вод. Разделительные дамбы устраивают между двумя смежными прудами. Для защиты территории рыбхоза от затопления строят водооградительные дамбы.

Водоподающие сооружения предназначены для подачи воды от источника водоснабжения до построенного водоема (рис. 2.4). К ним относятся каналы, лотки, трубопроводы.

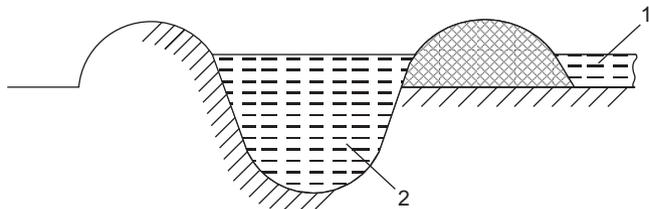


Рис. 2.4. Водоприемник:

1 — уровень воды в пруду; 2 — уровень воды в водоприемнике

Система водоподающих каналов включает магистральные и распределительные каналы. В голове каналов или трубопроводов устраивают водозаборные сооружения, которые представляют собой открытые шлюзы-регуляторы или трубчатые водоспуски. Перед головными водозаборами устраивают гравийные или гравийно-галечные фильтры, препятствующие попаданию в водоем посторонних предметов, сорной и хищной рыбы.

Водопадающие каналы роют в земле с таким уклоном, чтобы по ним текла вода и дно не заиливалось. Максимальная скорость течения воды в канале с илистым грунтом должна быть 0,5 м/с, с глинистым — 1,8 м/с.

Водосбросные сооружения в плотинах предназначены для сброса излишней воды из водохранилищ или прудов, основное их назначение — сброс весеннего паводка; это наиболее ответственный период в эксплуатации плотин и водосбросных сооружений.

Перед паводком в головных прудах горизонт следует понизить, что позволит уменьшить напор и пропустить пик паводка при меньшем направлении на гидросооружения.

Водоспускные сооружения предназначены для полного спуска из пруда в период облова рыбы, регулирования уровня воды в течение сезона выращивания рыбы и создания необходимой проточности.

К ним относятся водосливы и водоспуски. Уровень воды в пруду может сильно колебаться: в жаркую погоду он понижается, а после дождей повышается. Для спуска излишней воды одновременно с возведением земляной плотины устраивают водослив — земляной канал, укрепленный дерном или камнем, имеющий входную (понуру) и выходную части. Водосливы можно выполнять из бетона, железобетона или дерева. Они могут быть закрытыми или открытыми. Чтобы вместе с водой из пруда не уходила рыба, на водосливах устанавливают съемные рыбозаградительные решетки.

Водоспуск необходим для полного спуска воды и осушения ложа пруда. Так как наибольшая глубина должна быть у плотины, то и водоспуск необходимо располагать в ней. Водоспуск состоит из двух частей: лежака — горизонтальной трубы, проложенной под плотиной или дамбой, и стояка — прикрепленного к лежаку вертикального желоба с открытой стенкой, обращенной в сторону пруда. Стояки лучше делать с двумя рядами шандор, с помощью которых регулируют уровень воды в пруду. Водоспуск может быть установлен и без стояка (рис. 2.5), но в этом случае он предназначен только для спуска воды.

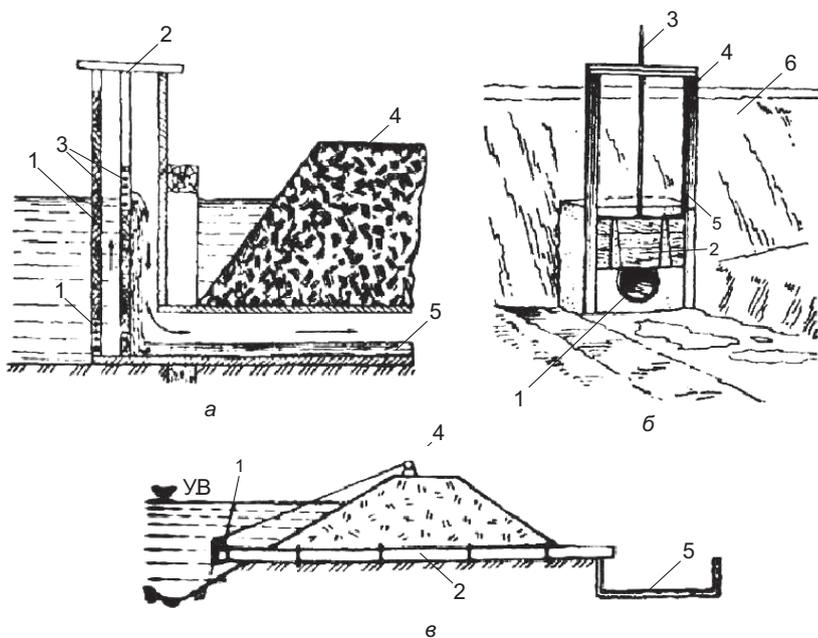


Рис. 2.5. Донные водоспуски: а — *обычный*: 1 — решетка; 2 — стояк; 3 — щитки; 4 — плотина; 5 — лежак; б — *упрощенного типа*: 1 — оголовок; 2 — лежак; 3 — клапанный затвор; 4 — лебедка; 5 — рыбоуловитель; в — *без стояка*: 1 — отверстие трубы; 2 — щит; 3 — стержень для подъема и опускания щита; 4 — пазы для движения щита; 5 — бетонный оголовок; 6 — низовой откос дамбы

Там, где нет возможности установить донный водоспуск для сброса излишней воды и осушения ложа, можно воспользоваться сифонным водоспуском. Он представляет собой металлическую или резиновую трубу диаметром 20–30 см. На концах трубы монтируют клапаны, плотно закрывающие входное и выходное отверстия, а в середине трубы делают два отверстия для залива воды и выпуска воздуха. Спускать воду таким сифоном можно следующим образом: один конец сифона погружают в воду, которую необходимо выкачать, другой (выходной конец) опускают с противоположной стороны плотины в канал или канаву. Шлангом или ведром заливают воду в отверстие, расположенное на середине трубы, предварительно закрыв

клапаны входного и выходного отверстий. После заполнения сифона водой оба отверстия — для залива воды и выпуска воздуха — закрывают, а входной и выходной клапаны открывают (сначала входной, затем выходной).

Для вылова и кратковременного содержания рыбы используют *рыбоуловители*, которые устанавливают за донным водоспуском. В рыбоуловителе должна быть постоянная проточность. Его применение сокращает затраты труда на вылов рыбы и ускоряет этот процесс. Рыбу с водой перепускают в камеру рыбоуловителя, где ее содержат некоторое время, а затем вылавливают. Рыбоуловитель предназначен для приема всей рыбы, имеющейся в пруду, или ее части. От этого зависят его размеры. Пригодными для разведения рыбы являются торфяные выработки и карьеры. После выработки торфа большие массивы земель передают для организации садового и огороднического хозяйств. В этих местах часто уже имеются карьеры, заполненные водой. Форма таких водоемов зависит от способа добычи торфа. При гидравлическом способе пруды имеют форму длинных и довольно широких полос.

Когда торф добывают с помощью экскаваторов, то образуются узкие, глубокие карьеры. При фрезерном способе торф вырабатывают тонкими слоями, и в результате образуются широкие мелкие водоемы с ровным дном. Водоемы, созданные на таких карьерах, отличаются высокой продуктивностью.

2.2. Основы технологии разведения и выращивания рыбы

Чтобы осуществить процесс разведения и выращивания рыбы на практике, в технологию рыбоводства включают следующие процессы: подбор наиболее продуктивных пород (семьи, линии) и создание маточного поголовья разводимых рыб; отбор и посадка производителей на нерест; выращивание в нерестовых прудах мальков; выращивание в выростных прудах сеголеток; выращивание в нагульных прудах товарной рыбы; выращивание ремонтного материала; посадка и содержание рыбы в зимовальных прудах; разведение рыбы в прудах и озерах; интенсификация производственных процессов.

Подбор продуктивных пород и создание маточного поголовья. Основное условие нормального развития рыбоводства — правильный подбор

маточного поголовья и его структура. Под структурой маточного поголовья следует понимать количество самок и самцов, их соотношение и возраст с учетом саморемонта поголовья, наличия ремонтного молодняка. Маточное поголовье рыб имеется в рыбоводных полносистемных фермах, занимающихся разведением карпа, воспроизводящих рыбопосадочный материал. Количество и структура маточного поголовья непостоянны. Они колеблются по фермам в зависимости от потребности рыбопосадочного материала. При формировании маточного поголовья путем бонитировки изучают индивидуальные особенности отбираемых производителей, состояния здоровья, экстерьера, устанавливают породность и возможные родственные связи, а также удачные и неудачные сочетания между породами, семьями, линиями. Следует также наблюдать, чтобы производители были соответствующего возраста и имели необходимые экологические и хозяйственные качества.

Бонитируют производителей ранней весной, как только зимовальные пруды освобождаются ото льда и температура воды составляет 7–10°C. Комплексно изучают всех производителей, но в бонитировочную ведомость заносят только те особи, которые отвечают первому, второму и третьему классу (табл. 2.2).

Возраст производителей определяют на основе серийных меток или по количеству годовых колец на чешуе. Мечение производителей и ремонтного молодняка осуществляют групповыми способами — клеймением и подрезанием плавников, первых — после нереста, а вторых — при посадке в нагульные пруды.

Клеймение производят выжиганием на спинной части рыб определенного знака или цифры (клейма) раскаленной докрасна проволокой толщиной 3–5 мм, изогнутой в виде соответствующей метки. Широко этот метод не применяют из-за плохой распознаваемости меток при их зарастании. Подрезание плавников (грудных, брюшных и хвостовых) является простым и довольно надежным способом группового мечения. Плавники подрезают прямыми ножницами примерно на половину длины их лучей. В течение первого сезона плавники регенерируют, но на месте метки остается хорошо заметный рубец, который сохраняется в течение 3–4 лет. Разновозрастные группы племенного молодняка можно наметить чередованием меток по годам так, чтобы разница в возрасте рыб с одинаковой меткой составила четыре года. Методики определения основных систематических признаков и возраста рыб приведены в Приложении 2.

Таблица 2.2. Шкала племенной оценки производителей пород (на примере карпа)

Класс	Возраст, лет	Живая масса, кг	Индекс строения тела	
			1/Н	1/О
Самки				
Первый	Шесть	5,8–6,2	2,4–2,5	1,15–1,20
	Семь	6,8–7,2	2,4–2,5	1,15–1,20
	Восемь	7,8–8,2	2,4–2,5	1,15–1,20
Второй	Пять	4,8–5,2	2,4–2,5	1,15–1,20
	Шесть	5,3–5,7	2,6–2,7	1,21–1,25
	Семь	6,3–6,7	2,6–2,7	1,21–1,25
	Восемь	7,3–7,7	2,6–2,7	1,21–1,25
	Девять	8,3–8,7	2,6–2,7	1,21–1,25
Третий	Пять	4,3–4,7	2,6–2,7	1,21–1,25
	Шесть	4,8–5,2	2,8–2,9	1,26–1,30
	Семь	5,8–6,2	2,8–2,9	1,26–1,30
	Восемь	6,8–7,2	2,8–2,9	1,26–1,30
	Девять	7,8–8,2	2,8–2,9	1,26–1,30
	Десять	8,8–9,2	2,8–2,9	1,26–1,30
Самцы				
Первый	Пять	4,3–4,7	2,5–2,6	1,17–1,22
	Шесть	5,3–7,7	2,5–2,6	1,17–1,22
	Семь	6,3–6,7	2,5–2,6	1,17–1,22
Второй	Четыре	3,3–3,7	2,5–2,6	1,17–1,22
	Пять	3,8–4,2	2,7–2,8	1,23–1,27
	Шесть	4,8–5,2	2,7–2,8	1,23–1,27
	Семь	5,8–6,2	2,7–2,8	1,23–1,27
	Восемь	6,8–7,2	2,7–2,8	1,23–1,27
Третий	Четыре	2,8–3,2	2,7–2,8	1,23–1,27
	Пять	3,3–3,7	2,9–3,0	1,28–1,32
	Шесть	4,3–4,7	2,9–3,0	1,28–1,32
	Семь	5,3–5,7	2,9–3,0	1,28–1,32
	Восемь	6,3–6,7	2,9–3,0	1,28–1,32
	Девять	7,3–7,7	2,9–3,0	1,28–1,32
	Десять	8,0–8,4	2,9–3,0	1,28–1,32

После проведения бонитировки для каждой особи исчисляют индексы телосложения, позволяющие сравнивать телосложение, экстерьер рыб разных возрастов и различного типа: прогонистости (высокоспинности); толщины (широкоспинности); большеголовости; обхвата; мясистой (упитанности).

Индексы телосложения имеют важное значение при определении племенной ценности производителей, многие из них связаны с продуктивностью рыб, особенно с их плодовитостью.

Методы определения и формулы расчета экстерьерных показателей прудовых рыб приведены в Приложении 3.

В рыбопитомниках и крупных полносистемных рыбохозяйственных фермах, в которых уделяется большое внимание производству рыбопосадочного материала при формировании маточного стада, следует придерживаться инструкции по племенному делу в рыбководстве: формирование маточного поголовья разводимых рыб следует начинать с отбора сеголеток, придерживаясь такого расчета, чтобы на каждого производителя было 24 штуки сеголеток, 12 двухлеток, 4 трехлеток и 3 штуки четырехлеток.

Отобранную на племя молодь карпа, например, необходимо содержать в хороших санитарно-гигиенических условиях пруда и подкармливать с таким расчетом, чтобы кормовые рационы давали не менее 600–1000 г привеса и не допускали излишнего ожирения.

Все эти данные послужат характеристикой хозяйственных качеств, которые и должны учитываться при отборе производителей на нерест и селекционной работе на ферме.

Пример расчета необходимого количества производителей и структуры маточного поголовья для обеспечения фермы необходимым рыбопосадочным материалом приведен в Приложении 4.

Отбор и посадка производителей на нерест. Воспроизводство рыбопосадочного материала начинается с отбора производителей и проведения самого нереста. При имеющейся оценке хозяйственных качеств отдельных производителей маточного поголовья отбор их на нерест не составляет большого труда. Отбирать следует здоровых и без каких-либо повреждений особей, подбирать самцов и самок по их характеристике с таким расчетом, чтобы молодь их быстро развивалась и росла. Если самцы и самки должны иметь определенные характеристики, то их отбирают по внешнему виду. У самок с хорошо развитыми половыми продуктами брюшко большое, выпуклое и мягкое, половое отверстие припухлое (гиперемировано) и красноватого или

красного цвета. У самцов брюшко довольно твердое, невыпуклое, половое отверстие неприпухшее, бледное и меньше, чем у самок.

Отобранных производителей до посадки их в нерестовые пруды содержат раздельно в садках или запасных прудах. Перед посадкой в нерестовики их выдерживают в 5%-ных солевых ваннах, а затем в течение двух-трех часов — в проточных садках. Это делается для дезинфекции, освобождения производителей от кожных и жаберных паразитов, что исключает возможность переноса их на рыбную молодь в нерестовых прудах.

Нерест — один из важнейших производственных этапов, определяющий успех прудового рыбоводства. Рыба весьма требовательна к выбору места нереста. Оно должно быть расположено на мелководных участках, где вода хорошо прогревается, нет застойных и бескислородных зон.

В рыбоводческих хозяйствах нерест карпов проводится в специальных прудах (по так называемому классическому методу). Используют для этой цели приспособленные нагульные или выростные пруды, мелководье больших водоемов.

Место нереста заранее подготавливают: расчищают осушительную сеть каналов в прудах, из ложа удаляют грязь, мусор, засохшую или гниющую растительность.

Отобранных и подготовленных производителей высаживают в нерестовые пруды гнездами (1 самка и 2 самца), а в большие нерестовые пруды группами (несколько гнезд). При селекционно-племенных работах применяется парный нерест, то есть одна самка и один самец. Производителей сажают в предварительно подготовленные нерестовые пруды, залитые водой за день до посадки; температура воды — 18–20°C.

Нерест протекает в ближайшие сутки при тихой и солнечной погоде, обычно утром, и сопровождается игрою, всплесками воды на наиболее мелководных участках нерестовика. Если при хорошей погоде нерест в течение двух-трех суток не произошел, производителей следует заменить запасными и выяснить причины задержки нереста. Чтобы осуществить эту замену и к тому же улучшить продуктивные качества производителей, на ферме необходимо иметь ремонтный материал, из которого готовят смену постаревшим производителям (табл. 2.3).

В течение четырех лет необходимо проводить внимательный селекционный отбор, чтобы к моменту замены производителей состав ремонтного молодняка равнялся бы составу основного маточного поголовья.

Таблица 2.3. Нормативы отбора и выращивания ремонтного молодняка, рассчитанные на получение 100 гнезд производителей ежегодно

Возраст	Пол	Отбор, %	Количество рыб, шт.		Средняя масса, г	Плотность посадки рыбы в пруды, тыс. кг/га	Необходимо прудов, га
			до отбора	после отбора		летне-зимовальные	летне-зимовальных
Сеголетки		50	18288	9144	80–100	23–30	1,0
Однолетки		95	7315	6950	90	500	0,02
Двухлетки		20	5560	1112	1200–1500	0,6–1	12,5
Двухгодички		95	1060	1006	1360	7	0,17
Трехлетки	Самки	33	955	318	280–3200	0,4–0,5	2,2
	Самцы	45	955	430	2600–3000	0,4–0,5	2,2
Трехгодовики	Самки	95	302	287	3000	3,5	0,22
	Самцы	95	409	388	2700	3,5	0,22
Четырехлетки	Самки	95	272	258	3800–4200	0,3	1,0
	Самцы	95	368	350	3400–3800	0,4	1,0
Четырехгодовики	Самки	95	245	233	4000	2,5	0,24
	Самцы	60	333	200	3700	2,5	0,24
Пятилетки	Самки	95	221	210	4800–5200	0,2	1,0
Пятигодовики	Самки	50	200	100	5000	2	0,1

Выход личинок из икры происходит через 3–6 дней (в зависимости от температуры воды). Весьма опасны для развивающейся икры резкие понижения температуры, что нередко наблюдается в мае и начале июня в центральных районах.

Выклюнувшиеся из икры личинки питаются за счет желточного мешка (пузыря). В первые дни они настолько слабы, что плавать не могут, и находятся в подвешенном состоянии на стебельках растений. В возрасте 5–6 дней личинки превращаются в маленьких рыбешек мальков, активно плавающих и начинающих самостоятельно питаться.

При недостатке в пруду корма, мальков следует подкармливать дафниями, разводимыми вблизи нерестовика в особых небольших прудиках или ямах. Можно подкармливать их и кормовыми смесями, которые в сухом виде распыляются по воде нерестового пруда. Корма вносят посуточно из расчета: в первый день — 0,5 кг, во второй — 1, в третий — 2, а в четвертый — 3 кг. Мальков начинают подкармливать с трехдневного возраста, внося корма в указанном количестве частями, по несколько раз в день.

Заводской метод получения личинок карпа и растительноядных рыб. За счет естественного нереста воспроизводится значительная часть пресноводных рыб.

Однако в результате экологических катастроф, регулярных аварийных и залповых сбросов сточных вод, хронических токсикологических загрязнений, браконьерства и нерегулируемого промысла условия естественного воспроизводства рыб в России резко ухудшаются. В ряде случаев альтернатива искусственному воспроизводству рыб просто отсутствует. Поэтому оно является главной составляющей современной аквакультуры.

Сильно упрощенная схема организации рыбного хозяйства иллюстрирует наше представление о важной роли в аквакультуре и мариккультуре интенсивных технологий, основанных на индустриальном способе получения молоди рыб через введение препаратов гипофиза либо с применением новой технологии замены гипофизарных инъекций (рис. 2.6).

Помимо описанного выше метода, в рыбоводческих хозяйствах стали переходить и на заводской метод получения мальков. Сущность способа проведения гипофизарных инъекций состоит в том, что в инкубационном цехе у производителей отбирают зрелые половые продукты и искусственно оплодотворяют их, затем икру инкубируют в специальных аппаратах. На заводском методе основано как индустриальное товарное рыбоводство, так и второе направление аквакультуры — искусственное воспроизводство ценных видов рыб и выпуск молоди в природную среду обитания.

При заводском методе исключено совместное содержание производителей и потомства, благодаря чему личинки свободны от инвазионных и инфекционных заболеваний; полностью управляемы и не зависят от неблагоприятных гидрометеорологических условий процессы подготовки самок и самцов, получение икры и ее инкубация; имеется возможность почти на месяц раньше срока зарыблять выростные пруды, возрастает их продуктивность.

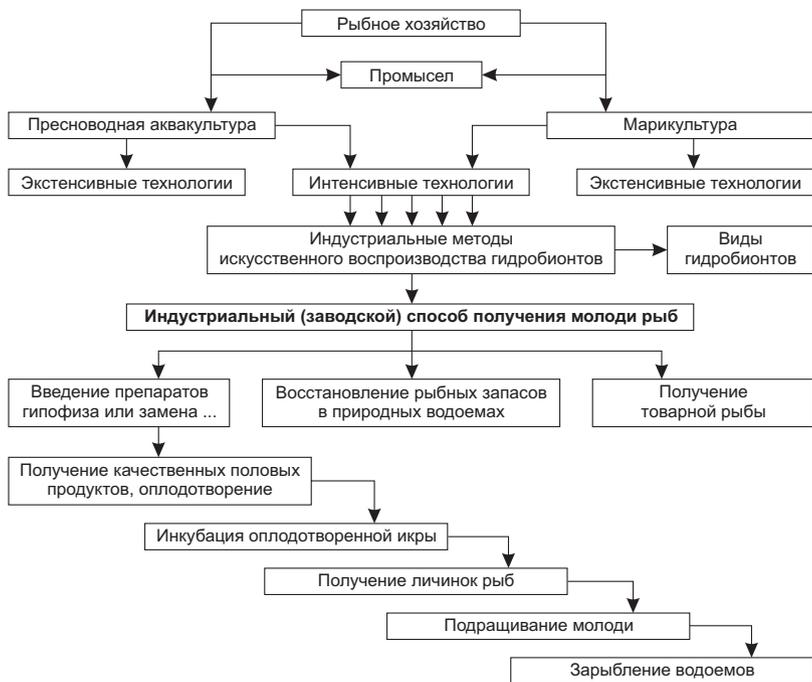


Рис. 2.6. Упрощенная схема организации рыбного хозяйства

В работе инкубационного цеха различают три основных периода: подготовительный, собственно инкубация и заключительный. Первый охватывает подготовку и проверку основных узлов, весеннюю бонитировку производителей, пересадку их в пруды для выдержки, преднерестовое кормление. Второй включает гипофизарные инъекции, отбор оплодотворение и инкубацию икры, получение и пересадку личинок для выдерживания. На третьем этапе личинок содержат в аппаратах различной вместимости до рассасывания желточного мешка и пересадки в пруды.

Основные технологические процессы инкубации представлены в табл. 2.4.

Чтобы своевременно иметь производителей, их отлавливают из зимовочных прудов и помещают в бассейн с регулируемой температурой. Для стимулирования нереста прудовых рыб методом инъекций гормона используют гипофизы сазана, карпа, леща и карася, которые заготавливаются весной на пунктах лова рыбы. Для заготовки гипофизов

используют живую, половозрелую рыбу (в крайнем случае, свежеуспнувшую или замороженную).

Таблица 2.4. Схема получения личинок карпа заводским методом

Процесс	Краткое содержание процесса и основные показатели	
Содержание производителей при нерестовых температурах до и в период инъекций	Во время предварительной инъекции введение самке 0,5, а через 12 ч. — 0,75 мг гипофиза на 1 кг живой массы. При разрешающей инъекции (через 12 ч) — 1 мг/кг. Самцы подлежат только разрешающей инъекции — 10–12 мг/кг. Место введения гипофиза — спинная мышца на уровне плавника.	
Содержание производителей после инъекции	Самок и самцов содержат отдельно в небольших выростных прудах или специальной посуде. Зависимость продолжительности созревания от температуры воды такова.	
	Температура, °С	Продолжительность, ч
	15–16	23–28
	17–18	20–23
	19–20	18–20
	21–22	14–18
Получение зрелых половых продуктов	Проверка созревания икры за 2 ч до срока с последующими осмотрами самок через 1–1,5 ч. Отцеживание икры в эмалированную или пластмассовую посуду. Отсадка на дополнительное выдерживание самок, не отдавших икры. Сбор молок в широкие пробирки или бюксы.	
Оплодотворение икры	Продолжительность хранения икры в затемненном помещении до оплодотворения — не более 30–45 мин. Продолжительность хранения молок — до 1,5 ч с проверкой качества через каждые 0,5 ч. Расход молок на 400 г икры — 3–5 мл. Соединение икры и молок при тщательном перемешивании в течение 2–3 мин.	
Обесклеивание икры	Добавление в икру с молоками обесклеивающего раствора из смеси воды и цельного молока (на 400 г икры 10 л воды и 1 л молока). Проба на обесклеивание через 40 мин после начала процесса.	
Инкубация икры в аппаратах	Вместимость аппарата — 50–100 л, проточность во время инкубации — 5–6 л/мин. Зависимость продолжительности инкубации икры от температуры воды такова:	
	Температура, °С	Продолжительность, ч
	22	2,5–3
	20	3,5–4
	19	4,5–5
	17	7–7,5
Ниже 16	Более 8	

Процесс	Краткое содержание процесса и основные показатели
Выклев личинок	Продолжительность выклева — 10–15 ч. Концентрация личинок в 200 литровом аппарате до 3 млн штук.
Выдерживание личинок	Продолжительность выдерживания в аппаратах 3–4 суток.
Транспортировка личинок	Перевозка личинок в полиэтиленовых пакетах с водой вместимостью 12 л, с подкачкой кислорода — в течение 20 ч. Перевозка личинок внутри хозяйства в живорыбных машинах (при плотности 5 млн штук на машину) — в течение 2 ч.

Нельзя получать гипофизы от неполовозрелых, больных, старых или только что отнерестившихся рыб. У таких рыб гонадотропные гормоны в гипофизе отсутствуют. Максимальное содержание их наблюдается перед нерестом. Карповые гипофизы лучше заготавливать в осенне-зимний период. Для получения половых продуктов от окунеобразных рыб можно использовать не только гипофизы карпа, но и судака.

Гипофиз представляет собой небольшой белый шарик, расположенный под средней частью промежуточного мозга рыбы (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Расположение гипофиза в черепе рыбы

Для извлечения его из черепа рыбы используют деревянный столик, вдоль средней линии которого делают длинную сквозную щель для свободного прохода лезвия ножа.

Вначале гипофизы обезжиривают ацетоном (в стеклянной посуде свежие гипофизы заливают ацетоном на 10–12 ч), затем сливают ацетон и заливают новую порцию на 6–8 ч, после чего гипофизы вынимают и высушивают на воздухе.

Подготовленные таким образом гипофизы не теряют активности на протяжении нескольких лет.

Доза гипофиза зависит от массы самки, величины ее гонад, обхвата тела, температуры воды. При благоприятных условиях теплового

режима (20–25°C) доза гипофиза для нормально дозревших самок весом 4–8 кг ориентировочно составляет 3–4 мг на 1 кг веса тела. При понижении температуры воды до 19–20°C доза увеличивается до 4,5–5, а иногда до 5,5 мг на 1 кг веса тела самки.

Суспензию гипофиза вводят в мышцы спины немного ниже основания спинного плавника вечером в 20–22 ч с тем, чтобы основные работы по получению половых продуктов, осеменению икры и размещению ее в инкубационных аппаратах приходились на утренние и дневные часы.

Полученную икру отцеживают в эмалированные или пластмассовые тазики. Осеменение производят сухим методом не позднее, чем через 20–30 мин после ее получения. В каждую посудину с икрой выливают молочко от одного-трех самцов в количестве 2–3 см³ на 1 кг икры и осторожно перемешивают так, чтобы молочко как можно лучше распределилось между икрой. Потом добавляют 50–60 см³ воды и икру снова осторожно перемешивают в течение 25–30 с. При этом непосредственно происходит процесс оплодотворения. После этого к икре добавляют 1,0–1,5 л воды, перемешивают и через 8–10 с сливают. Так икру промывают несколько раз, чтобы смыть остатки молочка, ликвидировать клейкость и тем самым избежать слипания ее в комочки.

Примерные бионормативы воспроизводства карпа заводским методом приведены ниже:

Соотношение самок и самцов	5 : 1
Запас производителей, %	20–30
Созревание самок после инъекции, %	80
Относительная рабочая плодовитость самок на 1 кг сеголеток, %	50–60
Выход сеголеток, %:	
от непродрощенных личинок	50
от подрощенных личинок	80

Через 10–15 мин после осеменения, когда набухшие в воде личинки достигают 2,5 мм, их раскладывают по инкубационным аппаратам, установленным в инкубационных цехах, оборудованных водопадающей и водосбрасывающей сетью. Освещение в таком цехе должно быть неярким, так как прямой свет вредно влияет на развитие зародышей. Вода, поступающая в инкубационные аппараты,

должна быть чистой, богатой кислородом и иметь рН и температуру, соответствующую нормальному развитию эмбриона того или иного вида рыб. Желательно, чтобы эти помещения были оборудованы бактерицидными установками, через которые предварительно проходила бы вода, прежде чем она поступит в инкубационные аппараты.

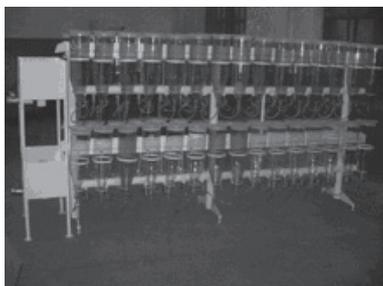
Существует множество конструкций инкубационных аппаратов, которые можно разделить на следующие группы:

- аппараты для крупной икры рыб (лососей, кумжи) — икра при инкубации находится в состоянии неподвижности (аппарат Коста, Вильямсона, Шустера, аппараты по типу желобов и лотков);
- аппараты для мелкой икры рыб (белорыбицы, сиговых) — икра при инкубации находится в состоянии постоянного движения (аппарат Вейса, Аткинса);
- аппараты для обесклеенной икры карповых и осетровых (карпа, сазана, рыбаца, осетра, севрюги, белуги) — икра при инкубации находится поочередно (через каждые несколько секунд) в состоянии покоя и движения (аппарат Вейса, Ющенко);
- аппараты для необесклеенной икры осетровых, которая при инкубации находится в состоянии неподвижности (аппарат Садова—Коханской).

Для инкубации мелкой икры карпа, карася и сиговых рыб в современной практике прудового рыбоводства используют инкубационный аппарат рыбоводный СИ-60 (рис. 2.8), в основе конструкции которого лежит тип аппарата Вейса.

Аппарат Вейса представляет собой цилиндрический стеклянный, или из органического стекла, сосуд, суживающийся книзу (перевернутая большая бутылка без дна). Высота аппарата — 50 см, диаметр верхнего отверстия — 20 см, нижнего — 3 см. Верхние края сосуда обтянуты обручем из оцинкованного железа. Нижнее отверстие аппарата (горло) закрыто пробкой с свернутой по центру металлической трубкой диаметром 0,8—1 см.

Наружный конец этой трубки соединен с резиновым шлангом, по которому поступает в аппарат вода из водопроводного крана. Чтобы не было «мертвого» пространства над трубкой, у стенок сосуда, где отсутствуют токи воды, это место заполняют воском или пробке придают нужную вогнутую форму.



Технические данные инкубационного аппарата СИ-60	
Тип инкубационного аппарата	Аппарат Вейса
Количество аппаратов, шт.	60
Емкость аппарата, л	8
Расход воды, л/сек	1,5–3
Габаритные размеры, м	3,3 × 0,6 × 1,6
Масса, кг	400

Рис. 2.8. Инкубационный аппарат СИ-60

Над пробкой укладывают металлическую сетку. Токи воды, идущие из водопроводного крана, поступают под напором в нижнюю часть сосуда и поднимают вверх помещенную в аппарат икру.

В верхней части сосуда напор воды ослабевает, поэтому икринки начинают постепенно опускаться в нижнюю его часть, где подхватываются струями воды и вновь увлекаются вверх. Таким образом, на протяжении всего периода инкубации икра находится в непрерывном движении в толще воды. Сброс воды из аппарата происходит через сливной носик, сделанный в железном обруче, обтягивающем верхние края сосуда. Перед сливным носиком установлена решетка, предохраняющая от выноса из аппарата икринок и вылупившихся предличинок.

Аппараты Вейса устанавливают на специальных стояках или металлических треногах рядом с личинковыми ваннами (рис. 2.9), причем аппарат обязательно должен стоять в строго вертикальном положении. В противном случае струи воды будут направляться по одной стороне сосуда, что может вызвать неравномерное вращение икринок и заморы в отдельных частях аппарата. Сброс воды из аппаратов осуществляется первоначально в общий водосборный лоток, лежащий под стойкой, а из него в канализационную сеть.

В один стандартный аппарат можно закладывать 50 г икры, то есть около 40 тыс. икринок. В аппарате объемом 50 л вмещается 300–350 тыс. икринок, в 100-литровом — 700–750 тыс., в 200-литровом — до 1,5 млн икринок. При содержании соли в воде 1,7–1,8 % норма икры на 1 стандартный аппарат составляет 100 г.

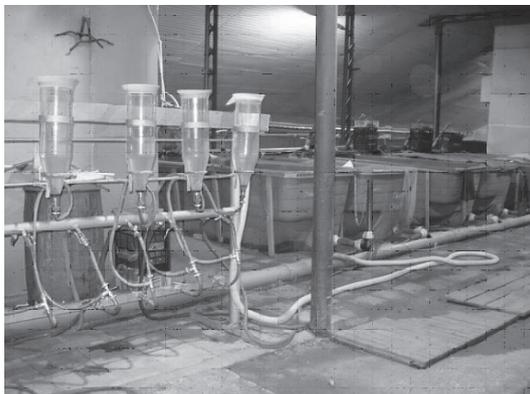


Рис. 2.9. Инкубационные аппараты с личинковыми ваннами

Икру осторожно набирают в черпак и, погрузив его в воду, выливают в аппарат. После закладки икры в аппараты водоподачу регулируют так, чтобы икра еле-еле перемешивалась слабым током воды. При полном набухании икры в стандартных аппаратах подачу воды повышают до $0,7-0,8 \text{ дм}^3/\text{мин}$, для аппаратов емкостью 50 дм^3 затраты воды составляют около $3 \text{ дм}^3/\text{мин}$.

В каждой партии икры отдельно в первые четыре часа после искусственного осеменения определяют процент оплодотворения икры. Для этого отбирают не менее 100 икринок и подсчитывают количество икринок, которые делятся нормально, то есть имеют одинаковые и симметрично расположенные клетки, так называемые бластомеры, количество икринок с ненастоящим делением и тех, которые уже погибли (они становятся легче в сравнении с живыми и поднимаются в аппарате в верхний слой воды). Пробу просматривают в бактериологической чашке под биноклем. Оплодотворенность высококачественной икры составляет не менее 90 %.

Продолжительность инкубации икры рыб зависит главным образом от температуры воды (при 22°C период инкубации составляет $2,5-3 \text{ ч}$, а при 17°C — $7-7,5 \text{ ч}$). При ее снижении до 16°C и ниже период инкубации затягивается до $8-10 \text{ ч}$.

Длина нормально вылупившихся предличинок $4-5 \text{ мм}$, тело их прозрачное, без пигмента (рис. 2.10). В течение $20-30 \text{ ч}$ после вылупления предличинки малоподвижны, в стоячей воде системати-

чески поднимаются к ее поверхности, а потом опускаются книзу (образуя «свечки»). Далее они залегают на дне или на каком-нибудь субстрате и почти неподвижно лежат в течение 25–30 ч — в этот период предличинки питаются за счет желточного мешка. После прохождения соответствующих стадий развития они темнеют, начинают активно двигаться и переходят постепенно к потреблению внешнего корма — мелкого планктона.

Личинок, перешедших на активное питание, для дальнейшего выращивания можно высаживать в мальковые пруды. Плотность посадки личинок в мальковые пруды составляет 1–4 млн икринок на 1 га площади пруда. Период подращивания при благоприятном температурном режиме и кормовой базе продолжается около 30 сут. Выживаемость личинок в благоприятных условиях должна быть не ниже 60–70 %.

Подращенных личинок отлавливают и пересаживают в выростные пруды для дальнейшего выращивания. Из мальковых прудов их можно вылавливать волоком из капронового сита или с помощью рыбоуловителя, установленного на водоспускном сооружении (рис. 2.11).

Для созревания половых продуктов растительноядных рыб требуются более высокие температуры, чем для карпа. Зимовальные пруды облавливают только тогда, когда вода в них согревается до 19–20°С. Производителей группируют по виду, полу и степени готовности к нересту. Продолжительность наполнения водой маточных прудов не должна превышать 2–3, спуска — 1–1,5 ч.

Сроки искусственного получения потомства отдельных видов рыб различны. Первыми, как правило, созревают белый толстолобик и амур, через 7–10 дней — пестрый толстолобик.

Чтобы ускорить созревание, самкам вводят трехкратную инъекцию гипофиза сазана или карпа.

Вторую инъекцию делают через сутки после первой, третью — не более чем через 9 ч. Процесс получения и оплодотворения икры растительноядных рыб такой же, как и у карпа. Различие только в том, что ее не нужно обесклеивать. В период инкубации уход за икрой заключается в регулировании подачи воды, которую расходуют 0,4–0,5 дм³/мин. По мере набухания икры расход воды увеличивают.

Схема получения личинок растительноядных рыб заводским методом приведена в табл. 2.5.

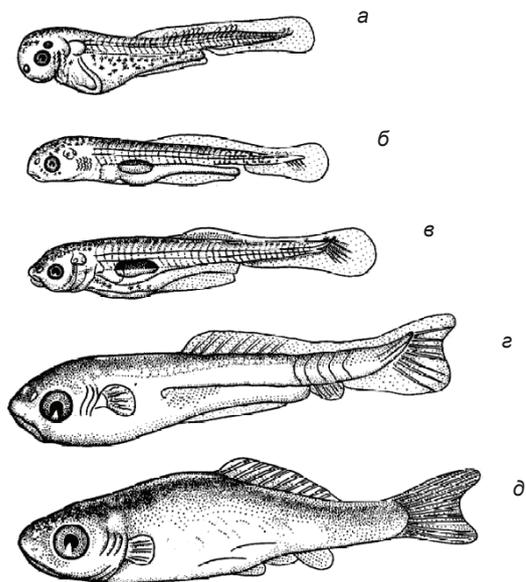


Рис. 2.10. Развитие молоди карпа после выклева: а — только что выклюнувшаяся предличинка, $l = 5,0$ мм; б — личинка, $l = 7,5$ мм (3-и сутки); в — личинка, $l = 8,5$ мм (4-е сутки); г — личинка, $l = 12,5$ мм (8-е сутки); д — личинка, $l = 16$ мм (14-е сутки)



Рис. 2.11. Рыбоуловитель

Таблица 2.5. Схема получения личинок растительноядных рыб заводским методом

Процесс	Краткое содержание процесса и основные показатели								
Содержание производителей при нерестовых температурах до и в период инъекции	Во время первых двух предварительных инъекций самке вводят 4 мг гипофиза независимо от живой массы. При разрешающей дозе — столько же гипофиза не позже чем через 9 ч после предварительной инъекции. Самцам разрешающую инъекцию вводят из расчета 10–12 мг гипофиза на 1 кг живой массы (если она превышает 8 кг). Место введения — спинная мышца на уровне плавника.								
Выдерживание производителей после инъекции	<p>Зависимость продолжительности созревания половых продуктов от температуры воды такова:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Температура, °С</th> <th>Продолжительность, ч</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22–22</td> <td>10–12</td> </tr> <tr> <td>23–25</td> <td>9–11</td> </tr> <tr> <td>26–28</td> <td>7–10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Проверяют созревание икры за 2 ч до срока с последующим осмотром самок через 1–1,5 ч. Отцеживание икры — в эмалированные или пластмассовые тазики, сбор молок в широкие пробирки или бюксы.</p>	Температура, °С	Продолжительность, ч	22–22	10–12	23–25	9–11	26–28	7–10
Температура, °С	Продолжительность, ч								
22–22	10–12								
23–25	9–11								
26–28	7–10								
Оплодотворение икры	Оплодотворении икры молоками от трех-четырех самцов из расчета 5 мл спермы на 1 л икры.								
Инкубация икры	<p>Проточность во время инкубации икры в аппаратах вместимостью 50, 100 и 200 л соответственно 3–4,7 и до 10 л/мин. Зависимость продолжительности инкубации икры от температуры воды такова:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Температура, °С</th> <th>Продолжительность, ч</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19–20</td> <td>36–48</td> </tr> <tr> <td>21–25</td> <td>23–33</td> </tr> <tr> <td>27–29</td> <td>17–19</td> </tr> </tbody> </table>	Температура, °С	Продолжительность, ч	19–20	36–48	21–25	23–33	27–29	17–19
Температура, °С	Продолжительность, ч								
19–20	36–48								
21–25	23–33								
27–29	17–19								
Выклев личинок	Продолжительность выклева — 8–12 ч. Концентрация личинок до 250 тыс. штук в садках размером 90 × 60 × 45 см. Продолжительность выдерживания (ч): в садках при температуре 18–20°С — 90, при 20–23°С — 80, при 26–27°С — 48, в полиэтиленовых пакетах вместимостью 40 л при заполнении их на 1/3 водой и на 2/3 кислородом и наличии личинок 100 и 50 тыс. штук — соответственно 5 и 30 ч. Внутри хозяйства личинок перевозят в живорыбных машинах до 2 млн штук в каждой. Продолжительность транспортировки — не более 2 ч.								

За инкубационный период выход личинок составляет 43–52 % от количества получаемой икры.

Современная технология искусственного воспроизводства рыб заключается в замене гипофизарных инъекций для получения качественных половых продуктов от производителей рыб. Замена включает инъекции негормональных синтетических поликомпонентных препаратов серии «Нерестин» и новую технику применения. Новая технология дает ряд серьезных производственно-экономических выигрышей и перспективна для индустриального, любительского и аквариумного рыбоводства.

Нерестины — русское название негормональных синтетических препаратов, применяемых для замены гипофизарных инъекций при искусственном воспроизводстве рыб. Удачное и уже прочно вошедшее в терминологию рыборазводчиков название было придумано в 1988 г. одним из первых сотрудников Пущинского НПК «Аквакультура», ныне доктором биологических наук, биофизиком Станиславом Колесниковым. В английском языке выметанная икра рыб — spawn (икра как продукт питания — caviar), нерест — spawning, а Нерестин получается — Spawninger (Спаунинджер или Спаунингер). Этимология слова «Нерестин» (от русского «нерест»), непонятная в английской транскрипции «Nerestin», содержательнее и точнее для русскочитающих, чем названия почти одновременно или несколько позднее внедренных в производство зарубежных препаратов «Ovaprim», «Ovatide», «Ovapel» и др., производных от «ovulation» (овуляция) и «ova» (яйцо).

Действительно, «Нерестин» и его аналоги при искусственном воспроизводстве рыб стимулируют не только овуляцию икры у самок, но и спермиацию у самцов. Препараты применяются не только с последующими ручным отцеживанием половых продуктов и «сухим» оплодотворением икры в тазу, но и при полустественных способах нереста. При этом инъекцированные самцы и самки плавают и сами нерестятся в нерестовом пруду, в циркуляционном бассейне, в аквариуме и т. п. Здесь инициируется сложный многоэтапный биологический процесс — нерест, а не только одна из его составляющих — овуляция икры у самок.

Потребность в препаратах, заменяющих натуральный рыбий гипофиз или его экстракты, для воспроизводства толстолобиков, амура, карпа разных пород, буффало, сомовых, осетровых, лососевых рыб и для многих других индустриальных, любительских и перспективных объектов в рыбоводстве закономерно возрастает. Это дает серьезный импульс к созданию и испытанию новых препаратов и технологий для искусственного воспроизводства рыб.

По отзывам рыбоводных предприятий II–VII зон рыбоводства за период 1989–2006 г. «Нерестин-1» надежно заменяет гипофизарные инъекции на толстолобиках и амуре, «Нерестин-5» — на осетровых, в том числе на веслоносе, а «Нерестин-4, 6» — на карпах разных пород и буффало. С 2006 г. проводятся испытания новых препаратов, например, «Нерестина-7». Препараты относительно дешевы, удобны в работе, высокоэффективны, дают воспроизводимые результаты; не содержат гормонов, состоят из практически безвредных синтетических компонентов. Поставляются в стерильной форме, готовой для внутримышечного или внутривентрального введения. Обладают стандартной активностью. Срок годности — от 3 до 5 лет. Применение основано на стимуляции собственной гонадотропной системы физиологически подготовленных рыб суперактивными рилизинг-факторами и модификаторами рецепторов аденогипофиза. Кроме того, «Нерестины», в отличие от других препаратов, обладают заметным антистрессовым, успокаивающим и регенеративным действием, стимулируют заживление ран и язв (а с 2004 г. — и антипаразитарной, и противогельминтной активностью). Все это продлевает срок службы производителей.

Общий принцип действия «Нерестина», а также его отличие от действия готовых гипофизарных гонадотропных гормонов, приведены на рис. 2.12, 2.13.

В целом, препараты «Нерестин» позволяют успешно работать со всеми основными видами рыб в современном рыбоводстве.

Основные преимущества «Нерестина» перед высушенным ацетонированным гипофизом рыб указаны в табл. 2.6.

Методы подращивания личинок рыб. В последнее время в рыбоводных хозяйствах практикуют подращивание личинок рыб, благодаря чему увеличивается стойкость и выход сеголеток. Для подращивания используют нерестовые, мальковые и небольшие выростные пруды. Лучшие результаты получают при плотности посадки 100–120 тыс. мальков, в том числе карпа 50–60, толстолобика белого 30–35, пестрого 10, белого амура 10–15 тыс. шт.

Подращивание личинок до жизнестойких стадий обуславливается особенностями биологии личиночного периода развития рыб. В этот период у них наблюдаются повышенные требования к условиям среды: температуре, кормовым организмам. Они подвергаются уничтожению различными хищниками и вредителями. Поэтому личинки рыб

необходимо содержать в оптимальных условиях. Это очень важно при заводском методе получения потомства.

Организация подращивания личинок включает 3 метода: прудовой, заводской (лотки, бассейны) и садковый.

Наиболее разработанный и доступный — прудовой метод. Для него можно использовать пруды различных категорий и размеров. Лучше всего использовать пруды площадью 0,5–1 га. Важно, чтобы на этих прудах была проведена тщательная планировка ложа, обеспечивающая спуск воды со всех участков. Пруд должен быть оборудован донным водоспуском и иметь достаточное водоснабжение.

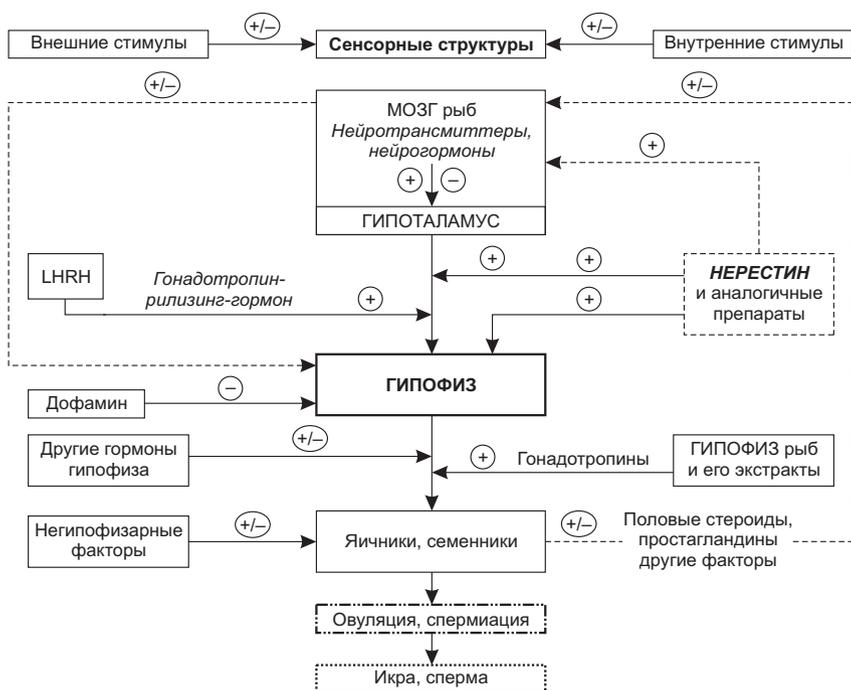


Рис. 2.12. Действие «Нерестин» и его отличие от действия суспензии гипофиза рыб и его экстрактов

В зависимости от условий содержания требования личинок к температуре воды различны. Так, при выращивании в прудах интенсивный

рост личинок карпа наблюдается при температуре 18–20°C, у личинок растительных рыб — при 21–22°C. В лотках для интенсивного роста личинок температура воды должна быть не ниже 25°C. Особенно высокая температура необходима при кормлении личинок сухими кормосмесями, для переваривания которых требуется большая активность ферментов.

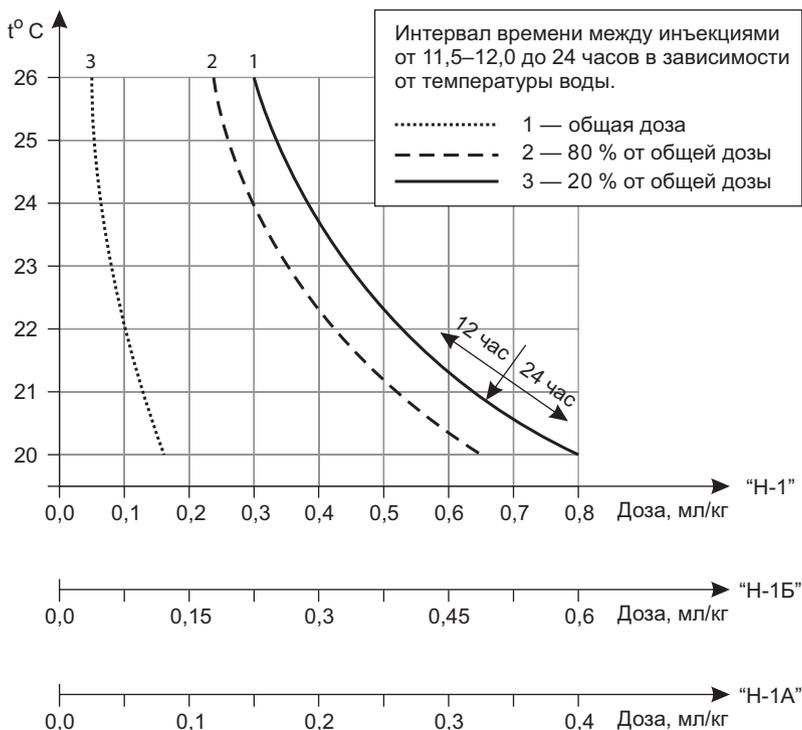


Рис. 2.13. График зависимости доз «Нерестина-1, 1Б, 1А» от температуры воды для растительноядных рыб при двукратном введении препарата и соотношении доз 20% (предварительная инъекция) + 80% (разрешающая инъекция)

Оптимальное содержание кислорода в воде прудов — 7–8 мг/дм³. При снижении содержания кислорода в 2 раза рацион и темп роста карпа понижается вдвое, а при дефиците кислорода — в 2,4–3,6 раза.

Таблица 2.6. Основные преимущества «Нерестин» перед гипофизом рыб

№ п/п	«Нерестин»	Гипофиз
1.	Стерилен, не требует применения антибиотиков.	Абсолютно нестерилен, требует применения антибиотиков
2.	Обладает стандартной активностью, универсальностью действия согласно номенклатуры применения и удобной дозировкой — в мл/кг веса рыбы.	Не обладает стандартной активностью. Гипофиз из одних видов рыб не всегда или не полностью применим для других видов рыб. Дозировка требует предварительного тестирования активности и дополнительного пересчета: миллиграмм гипофиза на миллилитр суспензии в зависимости от веса рыбы.
3.	Длительный срок годности — не менее трех лет. Потеря активности при хранении — не более 5 % в год.	Суспензия гипофиза нестойка при хранении даже в охлажденном виде. Высушенный гипофиз нежелательно хранить более года — желтеет, сильно теряет активность.
4.	Не содержит гонадотропинов, посторонних биологически активных веществ, чужеродных белков и не дает негативных побочных реакций.	Помимо гонадотропинов содержит комплекс посторонних веществ и гормонов, например тиреотропный гормон, дает негативные побочные реакции типа гипоксии, иммунодефицита, анафилаксии, активизации латентных инфекций у рыб.
5.	Дефицита препарата нет.	Гипофиз добывают только в определенное время после вылова рыбы.
6.	Дешевле закупочной цены гипофиза в среднем на 20–30 %	Соответственно, дороже при закупке у заготовителей.
7.	«Нерестин» всегда готов к работе	Суспензию гипофиза надо готовить самим рыбоведам перед каждым инъектированием.
8.	Это негормональный препарат	Это гормональный препарат.

Первопищей для личинок служат мелкие планктонные организмы: инфузории, водоросли, коловратки, а также разнообразные мелкие организмы. Оптимальное количество кормовых организмов для личинок карпа находится в пределах 50–100 мг/дм³, что в переводе на численность составляет 2500–5000 экз./дм³. Обильное развитие фитопланктона нежелательно, так как оно может подавить развитие зоопланктона. Большой вред личинкам рыб наносят хищные беспозвоночные (циклопы, клопы, жуки и их личинки, личинки стрекоз и др.). Наибольшую опасность представляют водяные клопы. Известно, что один клоп в течении 1 ч может убить 10–15 личинок рыб, а взрослый жук или его личинка за сутки съедает 4–5 личинок рыб.

В мальковых прудах недопустимо наличие хищных рыб (окунь и др.), которые за короткое время могут уничтожить большое количество личинок.

Необходимо учитывать фактор взаимоотношений между молодью карпа и личинками растительноядных рыб. При планировании сроков подращивания растительноядных рыб, длины и массы, при которых их следует высаживать в выростные пруды, ранее зарыбленные карпом, учитывают способность последнего переходить на хищное питание.

Для стимулированного развития зоопланктона в пруды вносят органические удобрения: навоз, компост, подвяленную растительность. Нормы удобрений в зависимости от условий приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7. Нормы удобрений и способы их внесения в пруды

Удобрение	Норма внесения	Сроки внесения	Способ внесения
Навоз и компост: неперегнивший навоз перегнивший навоз	3–10 т/га	За 1–1,5 месяца до заполнения пруда за 7–10 дней до заполнения пруда	Вносят по сухому ложу пруда, равномерно распределяя и припахивая дисковой бороной
Подвяленная растительность	1–2 т/га	Через 3–5 дней после заполнения пруда	Рассеивают по воде
Минеральные удобрения, в том числе: аммиачная селитра суперфосфат	120–140 кг/га 60–70 60–70	За 7–10 дней до заполнения или через 3–5 дней после заполнения пруда	Вносят по сухому ложу пруда или рассеивают по воде

Подращивание личинок рыб обычно проводится в монокультуре. Плотность посадки рыбы зависит от кормовой базы прудов. Посадки личинок рыб на естественную продуктивность осуществляется плотностью от 1 до 5 млн/га. Срок подращивания продолжается до 15–20 дней при зарыблении выростных прудов. Масса рыбы за этот период достигает: 25–30 мг для выростных прудов; карпа 0,5–1 г и растительноядных рыб 0,3–0,7 мг/экз. для нагульных прудов. При кормлении личинок искусственными кормами (сухой корм эквизо, соевая мука, кормовые дрожжи, измельченный форелевый комбикорм, куриные яйца, гороховая, люпиновая, рыбная, кровяная мука) они за 15 дней достигают массы свыше 100 мг при плотности посадки 3–4 млн/га. Норма внесения кормов — 1–1,5 кг на 100 тыс. личинок в день.

Срок посадки личинок рыб на подращивание зависит от развития в пруду естественных кормовых организмов. Если в источнике водоснабжения много мелких форм зоопланктона (200–300 экз./дм³ и более), то личинки можно сажать в пруд через одни–двое суток после залития.

Для подавления в прудах хищных водных насекомых (клопов, жуков и их личинок) применяют пленкообразующие вещества — высшие жирные спирты (ВЖС). Пленка образуется при температуре воды 17°С и выше. ВЖС вносят три раза: в первые дни после залития пруда, в середине и конце подращивания. На обработку 1 га прудов требуется 0,7–1 кг этого вещества. Обычно через 2–3 часа после внесения в пруды ВЖС наблюдается массовая гибель насекомых, дышащих атмосферным воздухом. На другие организмы и личинки рыб отрицательного влияния спирты не оказывают. За счет применения этого метода выход личинок выше на 15–20 %.

Спуск прудов и отлов молоди лучше всего проводить в ночное время при помощи специальных малькоуловителей, устанавливаемых на сбросном сооружении.

В соответствии с нормами выход подращенных личинок должен составлять 40–50 % и больше.

Подращивание личинок в заводских условиях (лотках, бассейнах) предусматривает полное регулирование условий содержания рыбы. Здесь создается оптимальный температурный режим в пределах 26–30°С, устанавливаются фильтры, задерживающие хищных беспозвоночных.

Для подращивания личинок карпа и растительных рыб применяются, как правило, прямопочные стеклопластиковые лотки размером 4,5 × 0,7 × 0,5 м. Объем воды в них составляет 1–1,2 м³.

Бассейны для подращивания личинок приняты вместимостью 0,5 м³. Воду подают сверху, под углом к стенке бассейна для создания кругового тока.

Плотность посадки личинок невысокая (8–11 тыс. шт./м³). За 25 суток подращивания личинки достигают 130–300 мг, выход составляет 65–95 %.

Выращивание сеголеток. Сформировавшихся и окрепших мальков в возрасте 8–10 дней вылавливают из нерестовых прудов и пересаживают в выростные, предварительно хорошо устроенные и подготовленные, заполненные водой за 7–10 дней до пересадки мальков, начиная с его глубоководной части (50–60 %), затем постепенно, ступенчато

заполняя весь пруд до проектной отметки. Нередко их заливают несколько раньше. Если в прудах в массовом количестве разовьются личинки плавунцов, клопов и других вредителей карповой молоди, их спускают и вновь заполняют.

Рыбопосадочный материал может выращиваться как в монокультуре (когда в водоеме один вид прудовой рыбы), так и в поликультуре (вместе с карпом может выращиваться белый амур или толстолобик). В последнее десятилетие все больше применяют метод выращивания сеголеток в поликультуре, что значительно усложняет процесс выращивания рыбопосадочного материала. Прежде всего, следует обеспечить нормальные условия содержания сеголетков. Выростные пруды делают, как правило, небольшими, мелководными (табл. 2.8), с хорошей прогреваемостью воды и обильной естественной кормовой базой.

Таблица 2.8. Характеристика выростного пруда

Показатель	Норма							
	общая	для зон						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Площадь одного пруда, га	10–15	Для всех зон						
Средняя глубина, м	1,0–1,5	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5	1,5
Продолжительность заполнения одного пруда, сут.	10–15	Для всех зон						
Продолжительность спуска одного пруда, сут.	3–5	Для всех зон						

Подготовку выростных прудов к выращиванию рыбопосадочного материала начинают с осени. Сразу после облова расчищают рыбо-сборные участки, на зиму полностью осушают, известкуют заболоченные участки, при необходимости дезинфицируют негашеной известью (20–25 ц/га). Проводят меры по борьбе с врагами и вредителями рыб, в частности с головастиками. Жуки и клопы уничтожаются известкованием после спуска пруда.

Наиболее распространенной системой выращивания сеголетков карпа в монокультуре является пересаживание его личинок непосредственно из нерестовых в выростные пруды. При заводском воспроизводстве широкое применение получил метод зарыбления подращенными личинками или мальками.

Плотность зарыбления прудов определяется биологическими и экологическими факторами с учетом естественной рыбопродуктивности и продуктивности за счет внесения удобрений кормления рыбы, возрастного и размерного состава молоди. Расчет зарыбления может исходить из плановых показателей — по заданной рыбопродуктивности или по заданному плану производства рыбопосадочного материала. При этом исходными величинами служат нормативная величина естественной рыбопродуктивности, общая рыбопродуктивность, запланированная масса сеголетков, нормативный процесс выхода сеголетков от числа посаженной молоди (Приложение 4).

Посадка мальков в выростные пруды производится по точному расчету, который ведется по формуле:

$$H_n = \frac{П \cdot Г \cdot 100}{B \cdot p},$$

где H_n — норма посадки мальков; $П$ — естественная продуктивность пруда, кг/га; $Г$ — площадь пруда, га; B — средний вес сеголетки, г; p — процент выхода сеголетков.

Такой подсчет посадки применяется в том случае, если рост сеголеток обеспечивается естественными кормовыми ресурсами пруда. Но в выростной пруд можно сажать в несколько раз больше мальков в сравнении с количеством посадки их в расчете только на естественный корм. В этих случаях для питания мальков, посаженных сверх нормы, в пруд надо вносить искусственно приготовленный корм. Количество требующегося корма можно рассчитать по формуле:

$$K_k = (П_r - П_\phi) \cdot K_m \cdot K,$$

где K_k — количество необходимого корма, г; $П_r$ — прирост мальков по графику, г; $П_\phi$ — средний фактический прирост, г; K_m — количество мальков в посадке, шт.; K — кормовой коэффициент намеченного корма.

Общую потребность корма, необходимого на сезон, можно вычислить по формуле:

$$K_k = П \cdot (K_n - 1) K,$$

где K_k — необходимое количество корма на сезон, кг; $(K_n - 1)$ — кратность посадки без одной, обеспеченной кормовыми ресурсами прудов; K — кормовой коэффициент.

Вся дальнейшая работа сводится к тому, чтобы подкармливать мальков сбалансированными кормовыми рационами в соответствии с их физиологическими потребностями и поддерживать в прудах необходимые гидрологические и санитарно-гигиенические условия, обеспечивающие биофизиологические процессы роста мальков.

В Украине разработаны рекомендации по расходованию кормов для выращивания сеголетков в зависимости от рыбопродуктивности, массы сеголетков и площади их посадки (табл. 2.9).

Нормирование кормления дает возможность выращивать рыбу стандартной массы без перерасхода кормов.

Прирост рыбы по декадам определяется исходя из средних данных за предыдущие годы (табл. 2.10).

Начало кормления в значительной степени зависит от плотности зарыбления и состояния развития естественной кормовой базы. Молодь карпа можно приучать к комбикорму через 2–3 недели после зарыбления неподращенными личинками или же сразу после зарыбления подращенной молодью.

Таблица 2.9. Расход комбикорма за сезон для кормления сеголетков

Показатель	Полесье	Лесостепь	Степь
Естественная рыбопродуктивность, кг/га	128	198	204
Рыбопродуктивность за счет удобрений, кг/га	300	400	500
Продукция сеголетков, ц/га	6–9	8–12	10–15
Количество сеголетков, шт./га	24–36	35–48	40–60
Количество личинок, которых необходимо посадить, шт./га	37–56	50–73	60–92
Потребное количество комбикорма, кг/га по декадам (в скобках масса сеголетков, г)			
Июль I (3–5)	18–36	25–50	30–60
II (5–7)	40–80	55–110	65–130
III (7–10)	75–120	100–200	120–240
Август I (10–14)	112–224	155–310	180–360
II (14–19)	150–300	200–400	240–480
III (19–29)	185–370	255–510	305–610
Сентябрь–октябрь	350–540	480–720	600–900
Всего	940–1800	1265–2300	1540–2750

Таблица 2.10. Примерный график роста и кормления сеголетков

Дата	Средняя масса сеголетков, г	Прирост		Расход корма на декаду, % от общего количества
		г	%	
20.06	2	2	8	8
01.07	4	2	8	8
10.07	6	2	8	8
20.07	9	3	12	12
01.08	13	4	16	16
10.08	17	4	16	16
20.08	20	3	12	13
01.09	22	2	8	8
20.09	23	1	4	4
	24	1	4	4
01.10	25	1	4	4

Комбикорм мелкого помола задают по поверхности воды небольшими дозами (3–5% массы рыбы, или 0,5–2,0 кг/га) по кормовым местам или дорожкам.

Суточная доза комбикорма не должна превышать 100–110 кг/га, с понижением температуры ниже 20°C на 1°C величину суточной дозы уменьшают на 10; на 2°C — на 20% и т. д. При уменьшении содержания кислорода в воде в утренние часы до 3–4 мг/дм³ величина суточной нормы уменьшается на 30–40%, при 2,6–2 мг/дм³ — на 60–70%, при дальнейшем содержании кислорода кормление следует прекратить.

Ежедневный расход комбикормов проводят по формуле:

$$D = n \cdot M_{cp} \cdot \frac{H}{100},$$

где D — количество комбикорма, задаваемого в пруд, кг; M_{cp} — средняя масса рыб, г; n — количество питающихся рыб, тыс. шт. (количество посаженных в пруд рыб за вычетом нормативного или учетного отхода за декаду); H — норма кормления, которую находят по таблице (Приложение 5) для рыб данной массы, % от массы рыбы.

Посадка и содержание рыбы в зимовальных прудах. Зимовка — наиболее сложный биотехнический процесс в прудовом рыбоводстве, когда на единице площади создается большая концентрация рыбы, как сеголетков, так и ремонтного, маточного поголовья, а при трехлетнем обороте — и двухлетков.

Содержание рыбы в зимовальных прудах по своему характеру и задачам резко отличается от содержания ее в летних выростных и нагульных прудах. Пребывание рыбы в зимовальных прудах — это период ее покоя, сохранения для следующего вегетационного периода посадочного материала и производителей для нереста и производства мальков. В зависимости от складывающихся условий зимовки отход сеголетков может составлять около половины посаженной на зимовку рыбы, а иногда погибает практически весь посадочный материал.

За продолжительность содержания рыбы в зимовалах принимается разность между днями года и продолжительностью вегетационного периода. За начало вегетационного периода принимают дату, когда температура воды весной равна 10°C, конец — дата установления этой температуры осенью.

Следовательно, начало и конец периода содержания рыбы в зимовальных прудах, его продолжительность определяется местными климатическими особенностями и колеблется от 175 до 185 дней в южных и до 235—265 дней в северных районах.

Все это сказывается на химическом режиме пруда и состоянии зимующей в ней рыбы. Иными словами, экологические условия содержания рыб в зимовальных прудах неодинаковы и зависят от гидрологических качеств прудов и их водного режима. Таким образом, чтобы обеспечить хорошую зимовку рыб, нужно: подготовить зимовальные пруды к посадке рыб; подготовить рыбу к зиме и сажать ее в зимовальные пруды по расчету; создать и поддерживать в прудах необходимый режим, проведя эффективные рыбоводные и санитарно-оздоровительные мероприятия.

К приему рыбы зимовальные пруды готовят сразу после весенней разгрузки. Ложе дезинфицируют негашеной известью из расчета 40 ц на 1 га, водосборные и водоотводящие каналы очищают от ила и сора. Просушенную почву боронуют на глубину 3—4 см. Появляющуюся растительность выкашивают не менее двух-трех раз за лето. Откосы плотин и все прочие гидротехнические сооружения поливают 5—10 %-ным известковым молоком. По прошествии 15 дней пруд хорошо промывают водой.

При отсутствии зимовальных, выбирают выростные пруды с независимым водоснабжением и постоянным притоком воды. Расход ее не менее 2,5—3 дм³/с на гектар.

Осенью, при пересадке рыбы в зимовальные пруды, следует предусмотреть проведение мер по предотвращению возможных вспышек

болезней — необходимы тщательный ветеринарный контроль и проведение соответствующих мероприятий по ликвидации заболеваний у рыб в нерестовых и выростных прудах.

Для предотвращения заболеваний, вызываемых паразитами, сеголеток, пересаживаемых в зимовальники, пропускают через 5 %-ные солевые ванны. Необходимая концентрация солевого раствора проверяется с помощью ареометра. Но данный метод имеет ряд недостатков: удлинняет и осложняет производственные процессы, вызывает повышенную травматизацию и отход рыбы в процессе зимовки. Поэтому в промышленных масштабах обработку проводят непосредственно в прудах, используя в качестве лечебного препарата технические органические красители — основной ярко-зеленый (бриллиантовый зеленый), основной фиолетовый «К».

Предварительно объем воды в пруде снижают наполовину и доводят концентрацию действующего начала до 0,15–0,20 г препарата 100%-ной концентрации на 1 м³ воды.

Исчисляют количество препарата по формуле:

$$X = \frac{V \cdot П \cdot 100}{К},$$

где X — количество препарата, г; V — объем воды в пруду, м³; $П$ — заданная концентрация сухого красителя (0,15 или 0,20), г/см³; $К$ — концентрация сухого красителя, % (указанная на маркировке тары).

Обработку выполняют через 3–5 дней после посадки рыбы в зимовальные пруды и становления стандартного водообмена весной, сразу после таяния льда и не позднее, чем за 2–3 дня до разгрузки зимовальных прудов. Продолжительность обработки — одни сутки или двое, во время которых водообмен не прекращается, рН воды — не выше 8,0 и температура — не выше 12–15°С. Рабочий раствор разбрызгивают на 10–15 м от берега, равномерно распределяя краситель по поверхности воды.

Плотность посадки сеголеток карпа колеблется от 250 до 700 тыс. штук на 1 га.

В прудовых хозяйствах, размещенных южнее 51° северной широты, наибольшая плотность посадки рыбы на 1 га достигает 500–800 тыс. шт., от 51 до 55° — 450–500 тыс. шт. (Приложение 6).

Перед посадкой сеголетков сортируют по живой массе и размерам в соответствии с нормами (табл. 2.11).

Показателем полноценности является коэффициент упитанности, который может колебаться от 1,7 до 3,2. Если он низкий — во время

зимовки будет большой отход, поскольку в этот период затрачиваются на процессы жизнедеятельности не только жир, но и белок (в основном погибают мелкие рыбы, живой массой менее 15 г и с низким коэффициентом упитанности).

Таблица 2.11. Нормативы сортировки сеголетков

Группа	Живая масса, г	Длина, см
Стандартные	25–30 и более	Свыше 11,8
Нестандартные	20,1–25	10,4–11,8
Мелкие	15,1–20	9,5–10,3
	10–15	8,5–9,4
	До 10	Менее 8,4

Анализ воды в прудах проводят регулярно — как в зимний период, так и летом. Особое внимание обращают на количество кислорода, углекислоты, рН, на наличие азота, фосфора, железа, других элементов (табл. 2.12, 2.13).

Показателем полноценности сеголетков является коэффициент упитанности, который может колебаться от 1,7 до 3,2. Если он низкий — во время зимовки будет большой отход, поскольку в этот период затрачиваются на процессы жизнедеятельности не только жир, но и белок (в основном погибают мелкие рыбы, живой массой менее 15 г и с низким коэффициентом упитанности).

Таблица 2.12. Качественный состав воды

Основные показатели	Вода пригодная	Вода непригодная или сомнительного качества
Цвет	Прозрачность, бесцветная	Бурая и повышенная кислотность
Запах и вкус	Обычный	Неприятный
Осадок	Незначительный или вообще нет	Большой
Загрязнение	Нет	С предприятий, стоки животноводческих ферм
Наличие рыбы	Обитает лещ, окунь, плотва, щука и др.	Рыбы нет или только карась
Явление замора	Нет	Периодически

Механической аэрацией повышают содержание кислорода до 4–5 мг/дм³ и тем самым восстанавливают нормальные условия зимовки рыбы. Кроме механической аэрации на зимовальных прудах делают

проруби в разных местах, что облегчает контроль за состоянием рыбы, способствует удалению из водоема вредных газов, например метана.

Скорость подачи воды в зимовальные пруды можно определить по формуле:

$$Q = \frac{A \cdot B \cdot P}{(K - k) \cdot 86400},$$

где Q — количество воды, которая подается в зимовальный пруд, $\text{дм}^3/\text{с}$; A — количество сеголетков, посаженных в пруд, шт; B — средняя живая масса сеголетков, кг; P — затраты кислорода на 1 кг массы сеголетков за сутки, см^3 ; K — количество кислорода в приточной воде, $\text{мг}/\text{дм}^3$; k — количество кислорода в вытекающей воде, $\text{мг}/\text{дм}^3$; 86400 — количество секунд в сутках.

Таблица 2.13. Химический состав воды

Показатели	Оптимальные показатели		
	средние	допустимые для карпа	для форели и сига
Кислород, мг/л	>4	2,5	7–8
Углекислота, мг/л	До 10	30	До 10
Сероводород, мг/л	0	0,1	0
pH	7	6,5	7–8
Щелочность, мг·экв.	1,8–2	2,7	1,5
Жесткость, град	5–8	3–5	8–12
Окисляемость, мг/л	15–20	40	10–15
Аммиак, мг/л	0,5–1	1,5	До 0,5
Нитраты, мг/л	2–3	30	До 1
Фосфаты, мг/л	0,1–0,4	0,5	До 0,2
Хлориды, мг/л	5–10	10	До 5
Сульфаты, мг/л	До 10	20–30	До 5
Соленость, г/л	До 1	1–5	Пресная

Сведения о потреблении кислорода карпом в зависимости от температуры воды представлены в табл. 2.14.

Облов зимовальных прудов осуществляют весной, с марта до середины мая, при температуре воды 3–5°C (длительная задержка приводит к значительной гибели рыбопосадочного материала). Перед выловом спускают воду, вылавливают годовиков вначале неводами по приспущенной воде, а затем в рыбосборной яме или рыбоуловителем.

В зависимости от зоны выход годовиков после зимовки должен составлять 70–80, старших возрастных групп — 95–100 %.

Таблица 2.14. Потребление кислорода карпом в мг на 1 кг массы рыбы, в зависимости от температуры воды

Температура воды, °С	Потребление кислорода		Температура воды, °С	Потребление кислорода	
	сеголетки	двухлетки		сеголетки	двухлетки
1	11	7	6	20	14
2	13	9	7	25	14
3	15	8	8	36	20
4	15	10	9	36	20
5	20	14	10	50	36

Зарыбление нагульных прудов. Главной предпосылкой высокой продуктивности нагульных прудов является создание в них условий, обеспечивающих выращивание товарной рыбы при высокой плотности зарыбления. Подготовка прудов состоит в планировке ложа и обеспечении развитой системы водосборных каналов (благодаря которым происходит полный выпуск воды во время осеннего облова), быстром осушении ложа, возможности обработать каналы и мокрые места известью и вновь заполнить пруды водой из вышерасположенных прудов и при этом предусмотреть рыбосорозащиту, возможность вносить в поток негашеную известь, которая выпадает в осадок по всему ложу пруда.

Зарыбляют нагульные пруды обычно в конце марта или апреле в течение 8–10 дней. Плотность посадки рыбы колеблется от 1 до 10 тыс. шт./га и более (Приложение 7).

Уровень плотности зарыбления определяется наличием кормов, удобрений, состоянием прудов, возможностью получения рыбопосадочного материала с учетом нормативных показателей при выращивании товарной рыбы.

Исходными величинами для расчета зарыбления нагульных прудов являются рыбоводно-биологические нормы массы посадочного материала, товарных двухлеток, их выживаемости. Учитывается штучный прирост одного экземпляра рыбы по плановой продуктивности. При расчете используют формулу:

$$X = \frac{\Gamma \cdot \Pi_0 \cdot 100}{(B - B) \cdot p},$$

где X — количество годовиков карпа (толстолобика и других рыб), тыс. шт.; P_0 — рыбопродуктивность пруда по карпу (толстолобику и других рыб), кг; B — средняя масса карпа (толстолобику и других рыб), кг; v — средняя масса годовиков (сеголетков при осеннем зарыблении) карпа (толстолобика и других рыб), кг.

Зарыбляют нагульные пруды в хозяйстве частично осенью, а в основном — ранней весной. В осенний период зарыбляют только те пруды, где есть гарантия, что рыба сохранится во время зимы и весеннего паводка. В такие пруды обычно сажают до 25 % планового количества молоди, в основном карпа. Ранней весной зарыбление проводится в сжатые сроки (10–12 дней), и плотность зарыбления в зависимости от гидрологических и гидробиологических условий отдельных нагульных прудов составляет от 6 до 12 тыс. годовиков карпа и растительноядных рыб на гектар. Зарыбляют нагульные пруды высококачественным посадочным материалом средней навеской 25–40 г, перед посадкой в пруды молодь подвергается профилактической обработке. Высокая плотность посадки требует четкой организации кормления рыбы, обеспечивающей плановый прирост рыбопродукции. Кормить рыбу искусственными кормами начинают при температуре 15–16°C. В начале при низких температурах корма дают в небольших количествах (5–7 дней), чтобы рыба приучилась брать корма на кормовых дорожках (2–3 % массы посаженной рыбы), по мере повышения температуры до 17–19°C суточные рационы увеличивают до 7–10 % массы, расход корма на 1 га в мае составляет 11–14, в июне — 30–67, в июле-августе — 100–140 кг/га. За сезон затраты корма составляют 3,0–3,5 ц на 1 ц выращенной рыбы.

В период выращивания и зимовки рыбы ведется тщательный контроль за гидрохимическим составом воды прудов и эпизоотологическим состоянием выращиваемой рыбы. Контрольные отловы рыбы проводятся ежедневно на двух-трех участках с общим выловом не менее 0,5 % количества посаженной рыбы в пруд, устанавливают соответствие средней навески рыбы графику роста, степень накормленности, состояние здоровья и т. п.

Облов рыбы. Осенью, когда температура воды опускается ниже 10–14°C и прирост рыбы прекращается, пруды облавливают. Основные орудия лова в колхозах и межхозяйственных предприятиях — невода, бредни, волокуши.

В зависимости от категории водоема облов имеет свои особенности. Для выростных прудов, например, наиболее пригодны рыбоуловите-

ли, которые устанавливают за водоспусками. Сеголеток лучше ловить в чистой воде, чтобы жабры не забивались илом, при температуре 7–8°C. Запоздывать с этой работой нельзя, так как с образованием ледового покрова много сеголеток травмируется.

Зимовальные пруды также лучше облавливать с помощью рыбоуловителей.

В неспускных прудах применяются неводы, сети, вентери. В местах предполагаемого облова рыбу предварительно подкармливают в течение 1–2 недель, а затем эти места обтягивают неводом или бреднем через 1–2 ч после дачи корма. Важно не упустить время лова, иначе рыба уйдет с подкармливаемых участков.

Количество товарной рыбы зависит от посадочного материала: чем крупнее годовик, тем выше навеска. За один облов примерно получают 50–80 т товарной рыбы.

Транспортировка рыбы. Для зарыбления приусадебных прудов ежегодно требуется приобретать рыбопосадочный материал — мальков, годовиков или сеголеток, личинок. Количество этого материала — от нескольких десятков до тысячи штук, что зависит от кормовой базы и условий водоема, его площади.

Прежде чем приступить к выращиванию рыбы, необходимо знать, в каких условиях она будет расти, как приобрести посадочный материал, маршрут его перевозки, правило транспортирования.

Количество воды, необходимое для транспортировки рыбы, зависит от температуры воздуха, дальности перевозки, количества кислорода, растворенного в воде, вида и возраста рыбы. Наиболее благоприятная температура воды для перевозки холодолюбивых рыб летом 6–8°C, весной и осенью — 3–5°C, для теплолюбивых рыб соответственно 10–12 и 5–6°C. Зимой можно все виды рыб перевозить при $t_{\text{в}} = 1–2^{\circ}\text{C}$.

Воду для перевозки рыбы берут из речки, озера или пруда. Температура ее должна быть одинаковой с той, где находилась рыба и куда ее выпускают. Разница не должна превышать 1–2°C для мальков и 3–4°C для годовиков и старших возрастных групп. В противном случае температуру необходимо уравнивать и только после этого выпустить рыбу в пруд. Нельзя брать воду из родников, колодцев или водопровода, так как она бедна кислородом.

Транспортировать рыбу лучше всего в прохладную погоду рано утром или вечером. При перевозке днем нужно запастись льдом (не менее 0,5 кг на 100 дм³ воды).

При резком изменении температуры воды у рыбы нарушается нормальное дыхание, и она может погибнуть от температурного шока. Если в воде обнаружен недостаток кислорода, ее аэрируют.

Различают внутрхозяйственную и межхозяйственную транспортировку. Первую производят на расстояние 20–70 км для пересадки рыбы из выростных прудов в зимовальные, а также для разгрузки последних и зарыбления собственных прудов. Для этих целей используют главным образом баки, брезентовые чаны, повозки, накрытые брезентом, и др. Минимальное количество рыбы (кг/м³), которое загружают в брезентовые чаны: карпа, линя, карася — 500; щуки, леща — 350–400.

Межхозяйственные перевозки рыбы осуществляют живорыбными машинами, водным транспортом, самолетами.

В качестве транспортной тары используют как открытые, так и герметические емкости. К емкостям открытого типа относят автоцистерны, съемные контейнеры, чаны, деревянные ящики, вагоны, ванны и изотермические контейнеры, к закрытым — полиэтиленовые пакеты, бидоны с плотной крышкой и др.

2.3. Кормовая база

Естественная пища для прудовых рыб. В каждом водоеме живет бесчисленное множество всяких животных и микроорганизмов, а также растений. Одни из них видимы невооруженным глазом, другие — только под микроскопом; одни полезны для рыб, другие, наоборот, вредны, являются их врагами.

Отсюда и задача рыбовода — создавать наилучшие условия для развития одних организмов и вести борьбу с другими. Для этого надо знать, что составляет естественную пищу рыбы, чем она питается в различные периоды своей жизни, как меняется питание рыбы с возрастом, в чем заключается кормовая ценность обитающих в прудах животных и растительных организмов, как разделяются разводимые в прудах рыбы по источникам и характеру питания. Таким образом, естественной пищей для прудовых рыб служат живущие в водоеме животные и растительные организмы.

Организмы, служащие пищей для прудовых рыб, различны в отдельных частях (зонах) пруда. Каждая зона пруда характеризуется своими особыми обитателями, приспособившимися к определенным условиям. Среди них имеются такие низшие беспозвоночные организмы, которые постоянно находятся в толще воды как бы во взвешенном

состоянии и обладают настолько слабыми органами движения или совершенно лишены их, что не могут противостоять даже слабому течению, и увлекаются им.

Такие организмы объединены под названием планктон. Различают растительный планктон — фитопланктон и животный планктон — зоопланктон.

Фитопланктон в большом количестве находится в пресных водах. К фитопланктону относятся мельчайшие, пассивно плавающие водоросли, имеющие огромное значение как пища для зоопланктона.

При благоприятных условиях мельчайшие водоросли сильно развиваются в верхних слоях воды, отчего вода принимает их окраску. Сине-зеленые (рис. 2.14) и зеленые (рис. 2.15) водоросли придают воде зеленоватый цвет, диатомовые водоросли — бурый или желтовато-коричневый (рис. 2.16) и т. д.

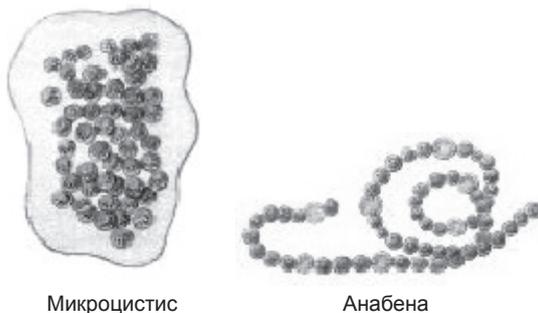


Рис. 2.14. Водоросли, вызывающие сине-зеленое и грязно-зеленое «цветение воды»

Отмирающие водоросли покрывают дно сплошным слоем. Разлагаясь, они потребляют большое количество растворенного в воде кислорода, что нередко вызывает замор рыбы. При разложении планктонных водорослей вода приобретает плохой запах и неприятный вкус.

К планктонным животным относятся веслоногие рачки (циклопы, диапомусы и др.), ветвистоусые рачки (дафнии, босмины и др.), коловратки, а также другие низшие организмы, живущие в воде. Представители зоопланктона обладают исключительной плодовитостью. Например, потомство одной самки ветвистоусого рачка дафнии толь-

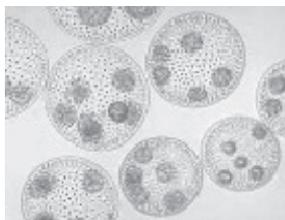
ко за лето достигает 1 млрд 300 млн особей, а веслоногого рачка циклопа — 5 млрд. Количество ветвистоусых рачков доходит до десятков и сотен тысяч на 1м³ воды.



Хламидомонас



Эвглена



Вольвокс

Рис. 2.15. Водоросли, вызывающие зеленое «цветение воды»



Пирофитовые водоросли



Диатомовые водоросли

Рис. 2.16. Водоросли, вызывающие коричневато-буроватое «цветение воды»

В пресных водоемах обильно представлен зоопланктон и бентос (рис. 2.17).

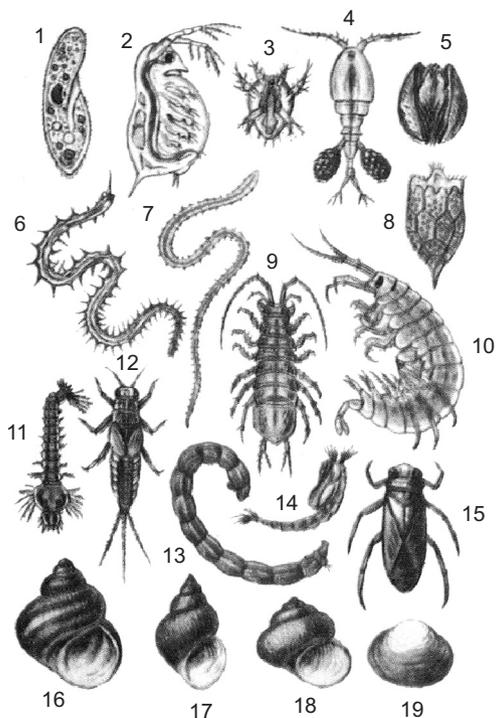


Рис. 2.17. Объекты питания рыб: 1 — инфузория туфелька; 2 — дафния, 3 — науплиус; 4 — циклоп, 5 — ракушковый рачок; 6 — червь стелария, 7 — червь трубочник; 8 — коловратка, 9 — водяной ослик; 10 — бокоплав, 11 — личинки комара; 12 — личинка поденки; 13 — личинка и 14 — куколка комара-хирономуса; 15 — клоп-корика, 16–19 — моллюски (живородка, битиния, вольвата, шаровка)

Планктон обладает высокими пищевыми качествами. В табл. 2.15 приведена питательность зоо- и фитопланктона (по данным Всесоюзного института морского рыбного хозяйства и океанографии). Как видно из данных таблицы, рыбы находят в планктоне достаточно большое количество ценных питательных веществ — белка и жира.

Таблица 2.15. Питательность зоо- и фитопланктона, %

Зоо- и фитопланктон	В сухом веществе организма содержится		
	белка	жира	золы
Рачки:			
босмины	70,0	8,2	17,4
дафнии	58,0	6,58	18,25
циклопы	66,8	19,8	5,74
Водоросли:			
вольвокс	47,56	5,54	6,28

Молодь всех рыб, в том числе и карпа, на первом году жизни, особенно в первые два месяца, питается в основном зоопланктоном. Из представителей зоопланктона, служащих пищей для карпа, должны быть отмечены ветвистоусые рачки, обитающие в открытой части прудов, а также рачки, встречающиеся в зарослях — хидорусы, сиды, босмины. Из веслоногих рачков пищей для карпа чаще всего служат циклопы. Коловратки в питании молоди занимают незначительное место. В отличие от планктонных животных жизнь многих организмов тесно связана с дном водоема. Эти животные организмы объединены в одну группу под названием бентос.

Многие из представителей бентоса охотно поедаются рыбой, а некоторые (личинки хирономид) являются излюбленной пищей рыб. Некоторые разновидности хирономид известны под названием мотыля (личинки комара толкунца). Эти личинки, нередко в большом количестве, живут в верхних слоях ила. Карповые пруды обычно богаты хирономидами. В хороших рыбоводных прудах встречается до 20—40 и даже до 60 тыс. хирономид на квадратный метр дна.

Хирономиды, как и другие представители бентоса, например олигохеты, личинки поденок, бокоплавцы, обладают высокими пищевыми качествами. Так, например, один из видов хирономид — хирономус плюмоzus — содержит в сухом веществе: белка 54,4%, жира 4,34%, зола 12,77%.

С возрастом характер питания рыб меняется. Так, карп на втором году жизни (и даже в течение первого года) переходит с планктонного на бентосное (донное) питание. Лишь во взрослом состоянии питается частично моллюсками, а также животными организмами прибрежной и зарослевой зон, ракообразными.

Помимо планктона и бентоса, отдельные виды прудовых рыб находят пищу над поверхностью воды («воздушное» питание).

По характеру питания рыб разделяют на мирных и хищных. Основной пищей мирных рыб служат водные беспозвоночные — планктон и бентос. Хищные рыбы питаются главным образом рыбой и другими крупными водными животными (лягушками, водоплавающей птицей и др.). Из прудовых рыб к мирным можно отнести сазана, карпа, линя, карася, рипуса, ряпушку, орфу и др., к хищным — щуку, судака, форель и др.

По характеру питания различают также растительноядных и животнойядных рыб. К растительноядным относят рыб, основной пищей которых служат низшие и высшие водные растения. В качестве примера растительноядных рыб можно привести толстолобика и белого амура. В значительной мере растительной пищей питаются такие известные рыбы, как язь, красноперка, плотва и некоторые другие. Однако животная пища является основной для большинства рыб, обитающих в водах Центрального Черноземья. При этом следует учитывать, что кормление куколкой тутового шелкопряда придает мясу рыбы неприятный привкус. За несколько дней до реализации рыбы ее следует перевести на другой вид корма.

Нормы потребления рыбой основных питательных веществ. Основными питательными веществами, входящими в состав кормов, без которых невозможно нормальное развитие рыб, являются: протеин с незаменимыми аминокислотами, жир с незаменимыми жирными кислотами, простые и сложные углеводы, минеральные вещества и витаминно-ферментативные комплексы. В табл. 2.16 представлена оптимальная потребность прудовых рыб в основных питательных веществах.

Протеин в процессе обмена веществ занимает главное место, так как является основной составной частью живой материи, образующей самую большую часть органического вещества тела. Он необходим организму как материал, идущий на построение тканей и органов в течение всей жизни организма рыбы. Протеин, содержащийся в кормах, включает белковую и небелковую формы азота, различающиеся по качеству, но обе необходимы организму для его нормальной жизнедеятельности. Протеин, содержащий небелковые формы азота, обладает меньшим биологическим эффектом, чем протеин с белковыми формами азота. Среди небелковых форм наиболее ценным является азот аминной формы, за ним идет аммиачный азот, и наименее ценным является амидный азот.

Таблица 2.16. Потребность в питательных веществах для прудовых рыб, %

Питательные вещества	Масса особи				
	1–100 мг	100–1000 мг	1–40 г	40–150 г	более 150 г
Протеин	55–60	45–55	40–45	35–40	30–38
Жир сырой	3–8	3–7	2–7	2–5	2–5
Безазотистые экстрактивные вещества	10–20	15–20	20–3,0	25–35	30–40
Клетчатка сырая	0,3–0,6	0,6–1,5	1,5–3	3–5	4–7
Триптофан	0,5–0,6	0,4–0,5	0,3–0,4	0,2–0,3	0,2–0,3
Метионин	0,8–1	0,6–0,8	0,5–0,6	0,4–0,5	0,4–0,5
Лизин	3,6–4	2,8–3,5	2,1–2,7	1,8–2,1	1,8–2
Зола сырая	5–12	5–14	5–14	5–15	5–15

Если рацион для рыб имеет достаточное количество жиров и углеводов, то белки обычно используются в белковом обмене для роста тела организма. При недостатке в корме жиров и углеводов белки могут использоваться в качестве источника энергии в функциональном обмене. Это неэкономно, поскольку белок — наиболее дорогая составная часть корма.

Говоря о пищевой ценности белков, следует иметь в виду их аминокислотный состав. Однако питательная ценность белков, зависит не от их общего аминокислотного состава, а от наличия в них незаменимых аминокислот. Для рыб незаменимыми являются те же 10 аминокислот, что и для теплокровных животных — аргинин, гистидин, изолейцин, лейцин, метионин, лизин, фенилаланин, треонин, триптофан и валин.

Характерно, что потребность рыб в белках значительно выше, чем у теплокровных животных. Оптимальный уровень белков в кормах для молоди лососевых рыб установлен в пределах 40–55 %, для взрослой рыбы — 35–40 %. Такое же количество белка должно находиться в кормах для угря. Карп и канальный сомик нуждаются в меньшем количестве белка — 30–38 %. В то же время стартовые кормосмеси для ранней молоди всех видов рыб должны быть насыщены белком в максимальной степени (50–55 %).

Усвоение рыбами белков зависит от их видовой принадлежности, возраста, температуры и солености воды, концентрации белков в пище

и их происхождения. Эффективность утилизации белков находится в тесной взаимосвязи с энергетической обеспеченностью пищи. Наиболее эффективными считаются комбикорма с общим содержанием 40–65% калорий за счет белка. Оптимальный уровень белка в корме зависит от вида основного источника энергии. Если это жиры, то концентрация белка, обеспечивающая максимальный рост рыбы, меньше, а если источником энергии являются углеводы, то соответственно больше. Кроме того, утилизация белка повышается по мере возрастания уровня жира в корме до оптимальных значений. При использовании полноценных кормов, представленных в сухом гранулированном виде, на 1 кг прироста рыбы требуется 550–600 г белков. Превышение этого уровня свидетельствует о несбалансированности рациона и неполноценности кормового белка.

Жир является важнейшим источником энергии. В организме рыб жиры гидролизуются липазами и фосфолипазами и используются главным образом в энергетических целях. Характерной особенностью липидов у рыб является наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот, содержащих 20–22 атома углерода с пятью или шестью непредельными связями. Поэтому сбалансированный рацион для рыб должен содержать в основном мягкие жиры, которые усваиваются на 90–95%. Твердые жиры обладают невысоким биологическим эффектом и усваиваются значительно хуже — на 60–70% (при обогащении корма комплексом поли-ненасыщенных жирных кислот питательность твердых жиров повышается). В качестве источников жира рекомендуется использовать фосфатиды, растительные масла, рыбий жир.

Нельзя применять хлопковое масло, поскольку в нем содержатся циклопропеновые жирные кислоты, замедляющие рост и оказывающие канцерогенное действие.

Углеводы в рационах рыб и других животных являются источником легко доступной и дешевой энергии. Их подразделяют на простые (неспособные к гидролизу) и сложные (гидролизруемые на простые). Простые углеводы делят на триозы, тетрозы, пентозы, гексозы, октозы, нонозы и декозы. Наибольшее значение в питании рыб имеют пентозы и гексозы (рибоза, глюкоза, фруктоза, галактоза). Сложные углеводы состоят из олигосахаридов и полисахаридов. К первой группе относятся дисахариды — сахароза, мальтоза, лактоза, целлобиоза. Часто олигосахариды и простые углеводы называют сахарами. Ко второй

группе углеводов — полисахаридам — относятся гликоген, крахмал, гемицеллюлоза, целлюлоза и др.

Источниками углеводов в кормах для рыб являются растительные компоненты и продукты микробиологического синтеза.

Минеральные вещества необходимы рыбам для формирования костей и нормального обмена веществ. Они используются организмом в процессе формирования клеток и тканей органов.

При их недостатке нарушается обмен, что ведет к заболеваниям. Растворенные в воде минеральные вещества проникают через кожу, чешую и жаберные лепестки. Интенсивность проникновения различных минеральных веществ неодинакова. Так, из воды через жаберные лепестки в тело рыб проникает 80–88 % кальция, через поверхность кожи чешуйчатых карпов — 10–12 %, а зеркальных — 25–30 %. Если в прудах понижается рН воды, обмен кальция в организме рыб значительно усиливается. Молодь рыб, которая находится в воде с низким содержанием кальция, погибает, в такой воде увеличивается и расход искусственных кормов. Поэтому кормовые смеси для кормления рыб должны иметь до 2 % минеральных веществ. Это молотый мел, мука из створок моллюсков или гашеная известь. При высоких плотностях посадки рыб значительно снижается содержание в их теле минеральных веществ, особенно кальция и фосфора. Кальция в кормах должно быть больше, чем фосфора.

Особую роль в пище рыб играют микроэлементы — кобальт, цинк, марганец, йод и др. Микроэлементы содержатся в почве, воде и кормах в очень небольших количествах. При их недостатке у рыбы нарушается обмен веществ, что ведет к заболеваниям. Кобальт стимулирует рост, улучшает физиологическое состояние рыбы, увеличивает эффективность использования кормов. Внесение в корма 3 г хлористого кобальта на 1 т рыбных кормов снижает затраты кормов на 20–25 % и увеличивает среднюю массу двухлеток на 16,2 %, а сеголеток — на 25–30 %. Рыбопродуктивность прудов при этом увеличивается до 25 %.

Большую роль в обменных процессах в организме рыб играет микроэлемент цинк. Он входит в состав дыхательного фермента, что обеспечивает выведение CO_2 из организма, входит в состав инсулина, активирует ферменты, влияет на интенсивность углеводного, белкового и жирового обменов, а также окислительно-восстановительных процессов. Добавка цинка в воду улучшает на ранних стадиях эмбриогенеза обмен и стимулирует выживаемость личинок. Внесе-

ние 4 г сернокислого цинка на 1 т комбикормов увеличивает рыбопродуктивность до 12 %.

Большое значение для рационального питания рыб имеют также витамины, значительное количество которых содержится в растениях. Поэтому как добавку в кормовые смеси вносят растительную пасту, приготовленную из ряски, водяной гречихи, молодого рогоза, капустных листьев, люпина, кочанов кукурузы молочной спелости в количестве 29–30 % массы сухого корма. При добавлении в рацион пасты из зеленой растительности затраты концентрированных кормов снижаются на 10 %.

Витамины особенно необходимы при высоких плотностях посадки рыбы в условиях интенсивного ведения хозяйства, где количество естественных кормов в рационе резко уменьшается, а в искусственных кормосмесях их немного. Вместе с тем многих витаминов вообще нет в кормах. В состав комбикормов входят следующие витамины: А — концентрация 325 тыс. ИЕ (интернациональных единиц) на 1 г; D — в виде дрожжей концентрацией 4000 ИЕ/г; E — концентрация 200 тыс. ИЕ/г; V_1 — тиамин, концентрация 1000 мг/г; V_2 — рибофлавин, концентрация 1000 мг/г; V_3 — пантотеновая кислота, концентрация 97 % (вводится без перерасчета); PP — никотиновая кислота, концентрация 1000 мг/г; V_6 — пиридоксин, концентрация 1000 мг/г; V_{12} — цианкобаламин, концентрация 25 мг/г.

Для определения требуемого количества витаминного кормового препарата известной концентрации на 1 т комбикормов пользуются формулой:

$$X = \frac{a}{b},$$

где X — количество витаминного кормового препарата на 1 т кормов; a — норма чистого витамина, ИЕ/г или мг/г; b — концентрация витаминного кормового препарата, ИЕ/г или мг/г.

Внесение в рыбные корма определенных доз биостимуляторов интенсифицирует рост рыб, улучшает усвоение искусственных кормов. К таким биостимуляторам относятся тетрацилин, хлоромидетин, пенициллин, ауреомицин. Так, при введении в рацион карпа кормового тетрацицина из расчета 6–10 тыс. ИЕ на 1 кг корма рыбопродуктивность пруда увеличивается до 20,0 ц/га. На 1 т комбикормов расходуют 200–500 г кормового тетрацицина, при этом экономия кормов дохо-

дит до 25 %. На 12,4 % увеличивается рыбопродуктивность прудов при введении в рацион кормов синтетического белка.

В естественной пище рыб содержится большое количество каротиноидов. Каротиноиды — жирорастворимые пигменты, повсеместно распространенные в живой природе. Являясь предшественниками витамина А, каротиноиды играют важную роль в антиоксидантной системе организма и необходимы для процессов размножения и развития. Из существующего в природе многообразия каротиноидов, у рыб преобладающим является красно-розовый пигмент — астаксантин, и значительно реже встречается другой пигмент — кантоксантин. Именно астаксантин придает характерную яркую окраску тканям лососевых рыб. Рыбы, живущие в естественных условиях, астаксантин получают в основном с живым кормом, главным источником которого являются ракообразные, входящие в состав зоопланктона. При искусственном разведении недостаточное поступление с кормом этого природного антиокислителя ослабляет антиоксидантную систему рыб, делает их более уязвимыми к экстремальным воздействиям — инфекциям, загрязнению воды, дефициту кислорода, приводит к бледной окраске покровов, мышц, икры, снижает качество производителей и выживаемость молоди.

Характеристика используемых кормов. Корма животного происхождения являются основным источником полноценного белка и витаминов. Кроме того, они богаты минеральными веществами. Важным достоинством большинства кормов животного происхождения является высокая усвояемость аминокислот, входящих в структуру их белка. К группе кормов животного происхождения относятся рыбная мука, крилевая мука, мясокостная мука, мясная мука, кровяная мука (альбумин), мука из шквары (остаток после вытапливания жиров), костная мука, перьевая мука, крабовая кормовая мука, куколка тутового шелкопряда, сухой обрат, сухое обезжиренное молоко и некоторые другие виды сырья.

Рыбная мука готовится из рыбных отходов и содержит много протеинов и незаменимых аминокислот. Рыбная мука богата витаминами группы В и микроэлементами. По ГОСТ 2116–82 в рыбной муке должно содержаться до 12 % влаги, не менее 48 % протеина и не более 10 % жира. Содержание поваренной соли не должно превышать 5 %. Допускается при выработке муки из жирного сырья и при включении в ее состав антиоксидантов содержание жира увеличивать

до 22 %, а количество влаги сокращать до 8 %. Более ценной является нежирная мука, так как она лучше сохраняется.

Крилевая мука содержит 58–62 % сырого белка, в отличие от рыбной муки характеризуется большим количеством каротиноидов, которые придают мясу выращиваемых рыб специфическую розовую окраску. Крилевая мука в основном используется для кормления производителей лососевых рыб. Наибольшей питательностью характеризуется крилевая мука, приготовленная прессово-сушильным способом.

Мясокостную муку вырабатывают из отходов, получаемых при забое животных на мясокомбинатах (непищевая обрезь от зачистки мяса, малоценные в пищевом отношении субпродукты и др.). Питательность этой муки зависит от исходного сырья. В мясокостной муке I и II сортов, используемой для кормления рыб, должно содержаться не менее 42 % сырого белка и до 16 % жира. Срок хранения муки — до 2 месяцев.

Мясная мука — белковый корм высокого качества — вырабатывается из внутренностей животных и прочих мясных отходов. В ней содержится 50–60 % сырого белка.

Кровяную муку (альбумин) получают из крови, фибрина и костей. В кровяной муке содержится 70–85 % сырого белка и до 5% жира. В корма для рыб добавляют небольшое количество кровяной муки, так как ее питательная ценность невелика из-за дисбаланса состава аминокислот и низкой переваримости.

Мука из шквары содержит 44–47 % сырого белка, который в сравнении с белком других животных кормов имеет меньшую биологическую ценность из-за недостатка незаменимых аминокислот.

Костная мука содержит большое количество минеральных веществ (кальция и фосфора). Белок костной муки по количеству незаменимых аминокислот значительно уступает названным выше компонентам животного происхождения. Применяется костная мука прежде всего как минеральная добавка.

Перьевая мука готовится из перьев птиц. В состав кормов ее вводят после гидролиза. Перьевая мука богата серосодержащими аминокислотами, однако бедна триптофаном, лизином и гистидином.

Крабовая кормовая мука вырабатывается из отходов, полученных при переработке крабов. Вводится в корм для рыб вместо рыбной или мясокостной муки.

Куколка тутового шелкопряда используется в качестве белкового компонента рыбных комбикормов. Однако ее применение весьма

ограничено из-за высокой жирности (до 26%). Жир при хранении окисляется, и когда такой корм задают рыбам, то у них нарушается нормальный процесс пищеварения. В составе кормов можно использовать только свежих куколок тутового шелкопряда.

Сухое обезжиренное молоко богато полноценным, хорошо перевариваемым белком, легко доступными углеводами и витаминами группы В. Этот продукт является ценным компонентом стартовых кормов для рыб. Вместе с тем необходимо знать, что в продуктах молочного производства много молочного сахара — лактозы, который в корме не должен превышать 12–13% из-за возможных отклонений углеводного обмена.

Наряду с вышеназванными компонентами животного происхождения в рыбоводных хозяйствах находит применение для кормления личинок и мальков лососевых рыб говяжья селезенка. Она является полноценным источником белка (до 18%), жиров и минеральных веществ. Селезенка не может служить единственным кормом для рыб и используется только как компонент пастообразных смесей в сочетании с мукообразными белковыми компонентами и витаминами.

Корма растительного происхождения в зависимости от состава основных питательных веществ разделяются на три группы — богатые крахмалом, белком и жиром.

Корма богатые крахмалом — это в основном семена злаков, в которых содержится до 75% углеводов, главным образом крахмала, от 8 до 20% белка, от 2 до 6% жира и небольшое количество минеральных веществ. Зерна злаков играют наибольшую роль в кормлении карпа. Для других рыб они имеют меньшее значение.

Пшеница является одним из наиболее питательных и экономичных по белку видов корма. Перевариваемость белка пшеницы карпом достигает 86%, доступность аминокислот — 91%. Из 1 кг пшеницы карп усваивает более 500 г питательных веществ.

Для изготовления кормов для рыб применяют пшеницу, непригодную для пищевых целей. Зерна такой пшеницы содержат до 20% белка. Жиры в основном представлены ненасыщенными жирными кислотами — линолевой (56%), олеиновой (12%) и линоленовой (4%). Основной углевод пшеницы — крахмал — гидролизруется амилазами. Особенно много ферментов в проросшем зерне. Витамины А и D в пшенице представлены главным образом в форме провитаминов — каротиноидов и стеролов. Из жирорастворимых витаминов в пшенице содержится витамин Е,

который предохраняет жиры от окисления. Витамины группы В находятся в основном в оболочках зерна.

Ячмень по питательности близок к пшенице, но отличается худшим использованием протеина, что влияет на прирост рыб. Содержание в ячмене незаменимых аминокислот — лизина, метионина и триптофана по сравнению с семенами других злаков высокое, а крахмала в ячмене содержится меньше (50–60%), чем в кукурузе, пшенице и ржи. Жирные кислоты представлены в основном ненасыщенными соединениями (80–85%).

В рыбоводных хозяйствах ячмень используют в качестве заменителя пшеницы в кормах, предназначенных для карпа, канального сомика и некоторых других видов рыб.

Рожь содержит много слизистых веществ (2,5–3,0%), в результате чего она сильно набухает в пищеварительном тракте. В ней содержится 14–15% белка и по сравнению с другими злаковыми незначительное количество клетчатки, жир составляет 1,7%. Белки ржи богаты лизином и бедны триптофаном. В состав жирных кислот входят: линоленовая (около 60%), олеиновая (до 20%), стеариновая (20–22%) кислоты. Рожь относительно богата витаминами группы В.

Кукуруза содержит большое количество крахмала, но бедна протеином, который к тому же обладает низкой биологической ценностью за счет дефицита лизина и триптофана. Следует иметь в виду, что корма с повышенным содержанием кукурузы плохо хранятся и быстро плесневеют.

В составе кормосмесей для рыб используется молотое зерно или измельченные продукты его переработки. Наиболее питательна мука из цельного зерна без очистки.

Мучная пыль является смесью тонкой муки и отрубей. В ней содержится некоторое количество земляных частиц и других примесей. Наиболее питательна белая пыль, ниже по пищевым свойствам находится серая пыль, а черная мучная пыль непригодна для использования.

Мучнистые злаковые должны быть хорошего качества, сухие, рассыпчатые. В доброкачественном мучном корме постороннего запаха не ощущается. Неприятный запах возникает при поражении кормов грибами, клещами, засорении пылью и головней. Вкус муки должен быть пресным. Кислый, сладкий и солодовый вкус свидетельствуют о развитии бактерий, сбраживающих сахара с образованием органических кислот, горьковатый — об окислении жирных кислот

до альдегидов, кетонов и оксикислот. Доброкачественный мучнистый корм не должен иметь металлических примесей; доля минеральных примесей не должна превышать 0,8 % головни и спорыньи отдельно или вместе взятых — до 0,06 %, куколя — до 0,25 %, амбарными вредителями не заражен.

К кормам богатым белком относятся семена бобовых культур — гороха, фасоли, сои, люпина, чечевицы, вики, нута, чины и др. В отличие от злаковых в семенах бобовых содержание белка в 2–3 раза выше. Они лишь на 15–20 % уступают по данному показателю молоку. По биологической ценности особенно близки к молоку белки сои. Легкая растворимость белков бобовых культур способствует высокой степени усвоения их аминокислот рыбами и другими животными, однако наличие ингибиторов пищеварительных ферментов ограничивает их применение как корма для рыб. Для предупреждения отрицательного воздействия ингибиторов рекомендуется семена бобовых культур подвергать тепловой обработке до внесения их в состав кормов для рыб. Другой отличительной особенностью бобовых от злаковых культур является морфологическое строение их зерна, которое состоит из двух семядолей и ростка, покрытых семенной оболочкой. Семенная оболочка составляет 8–15 % массы зерна.

Горох в настоящее время широко применяется для кормления рыб. Содержание белка в горохе составляет 22–26 %. В составе жиров (2–3 %) преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Углеводы гороха представлены крахмалом и клетчаткой. Этот высокобелковый кормовой компонент хорошо поедается и переваривается рыбами.

Соя — ценная белковая и маслянистая культура. Семена сои содержат около 40 % белка, который отличается высокой биологической ценностью и приближается по своим показателям к белкам животного происхождения. Ценность соевых белков определяется в первую очередь хорошим составом аминокислот. Среднее содержание жира в семенах сои около 17,5 %. В качестве кормов для рыб используют соевые жмыхи и шроты.

Жмыхи и шроты — побочные продукты маслобойного производства, богатые белками растительного происхождения.

Жмыхи получают при отжимке масла на шнековых и гидравлических прессах из предварительно очищенных, перемолотых и обработанных теплом и влагой семян масличных культур. Шроты получают при экстрагировании масла органическими растворителями (бензином, дихлорэтаном). В шротах содержится до 1,5 % жира, несколько

больше белка и клетчатки, чем в жмыхах. Содержание жира в шротах примерно в 5–6 раз ниже, чем в жмыхах. Жиры жмыхов и шротов в основном представлены ненасыщенными жирными кислотами и потому легко окисляются, что препятствует их длительному хранению. Содержание белка в шротах и жмыхах колеблется от 30 до 45 %. Наиболее богаты белками соевый, подсолнечный, хлопчатниковый жмыхи и шроты. В соевом и подсолнечном шротах и жмыхах отмечено наибольшее содержание лизина и метионина. Названные отходы масличного производства богаты витаминами группы В и Е, содержат значительное количество калия и фосфора. В то же время они бедны натрием и кальцием, хотя содержат их больше, чем зерна злаковых культур.

Подсолнечный шрот и жмых содержат 40–44 % сырого белка и хорошо поедаются рыбами. В полноценных кормах для карпа их содержание может достигать 30–40 %.

Соевый шрот и жмых отличаются высокой биологической ценностью белков благодаря высокому содержанию в них незаменимых аминокислот, в частности лизина. В отличие от подсолнечного шрота, в соевом шроте и жмыхе содержится ингибитор трипсин, который снижает перевариваемость питательных веществ кормов. Наличие этого компонента ограничивает введение соевых шрота и жмыха в состав кормов для рыб. При термической обработке кормов этот ингибитор теряет свои свойства.

Льняной шрот и жмых обладают свойством медленно набухать в воде. Поэтому корма, содержащие эти компоненты, лучше и с меньшими потерями поедаются рыбами. Содержание белков в этих компонентах составляет в среднем 33,1 %, жира — 2–6,8 %, клетчатки — 9,4–9,8 %.

Хлопчатниковый шрот и жмых, как правило, содержат ядовитое вещество — госсипол. Поэтому вводить этот компонент в корма для молоди рыб не рекомендуется. Для выращивания товарного карпа хлопчатниковые шрот и жмых можно использовать в количестве не более 10–15 % от общей массы корма. Содержание белка в хлопчатниковом шроте составляет 43 %, в жмыхе — 37 %, жира соответственно 1,3 и 7,2 %. Имеются данные, что в хлопчатниковом шроте присутствует канцерогенное вещество афлатоксин, способное вызвать у рыб заболевание печени.

Арахисовый шрот принадлежит к наиболее богатым в пищевом отношении кормовым компонентам. Среднее содержание белка в нем 43,1 %, жира — 11,5 %. Шрот содержит большое количество лизина при

недостатке метионина и триптофана. Целесообразно сочетать данный шрот в комбикормах с подсолнечным шротом и пшеницей.

К кормовым компонентам растительного происхождения можно отнести пшеничные, ржаные и кукурузные отруби, травяную, хвойную и водорослевую муку. Эти компоненты обычно добавляют в корма в количествах от 1 до 10 % для увеличения питательности корма.

Пшеничные отруби получают при производстве муки. В них содержится незначительное количество крахмала и избыток клетчатки, а содержание белка выше, чем в целом зерне пшеницы (15,8 %). В структуре белка отрубей представлены все незаменимые аминокислоты. Из минеральных веществ в большом количестве содержится фосфор. Пшеничные отруби богаты витаминами группы В и Е.

Ржаные отруби по химическому составу и питательности схожи с пшеничными отрубями, но в них несколько меньше белка и клетчатки. Содержание же валина, треонина, лейцина и изолейцина, наоборот, несколько выше.

Кукурузные отруби бедны белком и неполноценны по аминокислотному составу. Переваримость их почти в два раза ниже, чем пшеничных отрубей. Их редко используют в составе кормов для рыб.

Травяная мука содержит значительное количество клетчатки, вследствие чего плохо усваивается рыбами. Однако ее введение в корма способствует усилению перистальтики кишечника. Положительным свойством является присутствие в травяной муке определенного количества витаминов и других биологически активных веществ. В корма для рыб эта мука вводится в количестве 3–5 %.

Хвойная мука содержит важные для организма рыб витамины (каротин, токоферол, рибофлавин, аскорбиновую кислоту, филлохинон, провитамины группы D и др.) и микроэлементы (кобальт, никель, железо, бром), а также некоторые фитонцидные стимуляторы. Хвойную муку в количестве 1–3 % иногда вводят в корма, предназначенные для форели и других лососевых рыб.

Водорослевую муку изготавливают из морских водорослей ламинария, фукус и др. Положительным ее свойством является наличие дефицитных микроэлементов и витаминов. Используется для кормления в качестве кормовой добавки (1–2 %). Водорослевая мука обладает связующим эффектом.

В качестве кормовой энергетической добавки иногда применяют кормовую патоку — побочный продукт производства сахара из свеклы. Она содержит до 50 % сахара, улучшает процесс гранулирования

комбикормов, повышает их качество. Обычно ее вводят в комбикорма в количестве 3–5 %.

Дрожжи кормовые, гидролизные применяют в качестве белково-витаминной добавки в рыбные рационы. Они представляют собой продукт микробиологической переработки клетчатки отходов древесины, соломы, камыша, а также отходов сульфитно-целлюлозного производства. Содержание сырого протеина достигает 44–48 %. Сухие кормовые дрожжи характеризуются высокой питательной ценностью; в их состав входят в значительных количествах все незаменимые аминокислоты, в большом объеме содержится комплекс витаминов группы В. В дрожжах также содержатся провитамин D₂ (эргостерол), минеральные вещества, разнообразные ферменты, гормоны, способствующие усвоению протеинов и углеводов. В сбалансированные рыбные корма гидролизные дрожжи вводятся в количестве 5–20 % в зависимости от вида и возраста рыб.

Кормовой концентрат лизина (ККЛ) содержит 17–21 % чистого вещества. Промышленностью он выпускается в виде коричневого тонкодисперсного порошка. Дает положительный эффект в кормосмесях, в которых компоненты животного происхождения заменены в эквивалентном количестве по протеину шротами масличных культур или продуктами микробиологического синтеза.

Премиксы представляют собой смесь биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов, антибиотиков) и наполнителя. Они предназначены для ввода в кормосмеси.

Учитывая огромную роль витаминов и микроэлементов в обеспечении жизненно важных процессов рыб, в настоящее время широко используют витаминно-минеральные премиксы, содержащие в своем составе все необходимые витамины и микроэлементы для нормального развития организмов. На современном этапе создания новых индустриальных форм рыбоводства необходимость использования премиксов обусловлена длительным пребыванием рыб в ограниченных емкостях при высоких плотностях размещения.

Также особое место занимают стартовые корма. После вылупления из икры у личинок большинства видов рыб пищеварительная система еще на стадии формирования. Первое время они существуют за счет эндогенного желточного питания и только через несколько дней переходят к активному потреблению корма. Этот период считается наиболее критическим, так как недостаток или неадекватность первой

пищи могут привести к массовой гибели молоди как в природе, так и при искусственном разведении.

К моменту выхода личинок из оболочек уровень сформированности пищеварительной системы у разных видов рыб различен. Так, у лосося и форели желудочно-кишечный тракт находится уже в дефинитивном состоянии (как у взрослых особей), тогда как у личинок сигов желудок еще отсутствует. Первая пища у них из пищевода сразу поступает в кишечник и таким образом подвергается щелочному перевариванию без предварительной кислотной пепсинной обработки. Поэтому стартовые корма для сигов должны иметь особый рецептурный состав, учитывающий особенности анатомии и физиологии питания у этой группы рыб на ранних этапах развития.

Разведение живого корма для рыб. Растительные и животные организмы играют важную роль в питании прудовых рыб, особенно на ранних этапах развития. В их состав входят все необходимые для жизни рыб аминокислоты, жиры, углеводы, ферменты, поэтому в выростных прудах развитие кормовых беспозвоночных нужно регулировать.

В водоемах при выращивании карповых рыб используют также искусственные корма, так как часто естественных кормов там не хватает.

Корма, вносимые в пруды для кормления рыбы, делят на живые и искусственные. Искусственные корма могут быть животного и растительного происхождения.

Для изготовления животных кормов в рыбоводстве используют отходы пищевой промышленности: боенские отходы (печень, селезенка, кровяная и мясокостная мука), рыбную муку, несортную рыбу, ракушки, моллюсков или их отходы, яичный порошок, рыбий жир и др.

Самыми полноценными кормами являются живые корма, которые присутствуют в водоемах. Однако количество этих кормов бывает незначительным, поэтому осуществляют их искусственное разведение. Это беспозвоночные — зоопланктон (коловратки, дафнии, мойны), бентосные — личинки насекомых (хиროномиды), олигохеты и др. А из простейших беспозвоночных — это различные инфузории.

Живые корма выращивают в бочках, садках, бассейнах, канавах со стоячей водой, в небольших прудиках или в отгороженных участках основных прудов. Эти водоемы должны хорошо прогреваться солнцем, быть защищены от ветра и не должны быть проточными. Глубина их не должна превышать 0,5–0,7 м. Одним из объектов быстрого разведения живого корма являются дафнии.

Разведение дафний. Дафний разводят в дафниевых ямах или отгороженных участках пруда. В намеченные для получения дафний водоемы вносят органические удобрения: коровий навоз, или птичий помет, или их смесь в количестве $1,5 \text{ кг/м}^3$ (1 кг/м^3 коровьего навоза и $0,5 \text{ кг}$ птичьего). Потом их заливают водой. Через день в эти водоемы вносят живых дафний из расчета $5\text{--}10 \text{ г/м}^3$. Обычно выращивают крупные формы дафний.

Первые 6–7 дней культура не требует особого ухода. На 8–10-й день при температуре воды $20\text{--}23^\circ\text{C}$ в пруд вносят свежий навоз (лучше конский) в дозе до 1 кг на 1 м^3 . Через 10 дней культура созревает и ее можно отлавливать. Использовать культуру дафний можно одновременно или пользоваться ею в течение 10–15 дней, вылавливая дафний сачком по мере надобности.

Подкармливают дафний гидролизными дрожжами — $10\text{--}15 \text{ г}$ на 1 м^3 воды. Через 7–8 дней дафний начинают отлавливать и выпускать в мальковые, выростные и нагульные пруды из расчета $60\text{--}70 \text{ г}$ на 1 м^3 воды. Выпускать всю культуру дафний сразу в пруды не рекомендуется, так как рыбы уничтожают всех дафний сразу вместе с самками, дащими потомство.

При хорошем освещении и температуре $23\text{--}25^\circ\text{C}$ можно получать живой корм (дафний) уже через 6–9 дней после закладки культуры. Культуру следует закладывать заблаговременно, еще до получения мальков, с промежутком закладки 3–4 дня в разные водоемы, чем достигается более равномерное ее созревание.

Для подкормки 100 тыс. мальков необходимо вырастить не менее $100\text{--}120 \text{ кг}$ дафний, используя для этого пруды площадью $600\text{--}700 \text{ м}^2$ или несколько водоемов по $150\text{--}300 \text{ м}^2$. Совместно выращивать рыбу и живой корм недопустимо.

Для выращивания культуры на настоях используют баки, чаны, бочки и др. Для этого используют навоз, лучше конский. Навоз настаивают из расчета 2 кг на 100 л воды в течение двух суток. Можно использовать и сенной настой (2 кг сена на 100 л воды), который настаивают 2–3 дня, или смесь конского навоза с настоем сена в соотношении 10 : 3.

В полученный настой вносят культуру дафний из расчета $5\text{--}10 \text{ г}$ на 1 м^3 . Срок созревания культуры — около 10 дней. Максимальная биомасса к началу сбора продукции должна составлять не менее $250\text{--}300 \text{ г/м}^3$. Среднесуточная продукция — $20\text{--}25 \text{ г/м}^3$. Полученную продукцию вносят в отгороженные участки прудов.

Получают культуру дафний и на гидролизных дрожжах. Дрожжи измельчают и размоченные в воде вносят в емкость из расчета 15–20 г/м³ в этот же день или через 1–2 дня. В этот раствор вносят культуру дафний из расчета 30–40 г/м³. Созревание культуры при температуре 18–20°С происходит на 20–25-й день, при 23–25°С — на 18-й день.

В течение этого срока культуру подкармливают 4–6 раз, то есть каждые 5 дней, дрожжами (8–10 г/м³). На 25-е сутки биомасса дафний достигает 800–1200 г/м³. Отлавливают по 30–50 г с 1 м³ в сутки и вносят в отгороженные участки пруда.

Из созревшей культуры можно отлавливать в день 50–60 % общей массы рачков. При среднесуточной продукции дафний 200 г/м³ с одного садка можно ежедневно вылавливать 1,2 кг дафний или 150–400 г более мелких ракообразных.

Чтобы прокормить 100 тыс. мальков карпа, необходимо вырастить не менее 100–120 кг дафний, приспособив для этого водоем площадью 600–700 м² или несколько водоемов по 150–300 м².

В прудах ведут постоянный контроль за состоянием естественной кормовой базы, динамикой ее развития в течение всего вегетационного периода. Для анализа пробы планктона и бентоса берут через каждые 10–15 дней, проводя контрольный лов рыбы для установления их прироста. С этой целью используют: планктонную сетку, скребок, дночерпатель и промывалку, показанные на рис. 2.18.

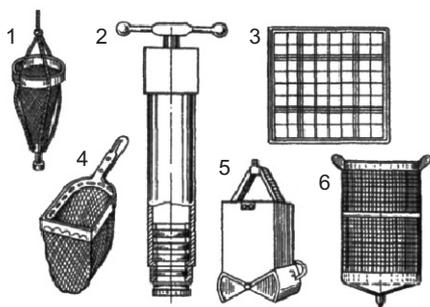


Рис. 2.18. Оборудование для осуществления контроля за количеством кормовых организмов для рыб в прудах: 1 — планктонная сетка; 2 — штампель-пипетка; 3 — счетное стекло; 4 — скребок; 5 — дночерпатель; 6 — промывалка

Для определения количества кормовых организмов в лаборатории под микроскопом пользуются шпатель-пипеткой и счетным стеклом.

Собирают планктон планктонной сеткой, через которую фильтруют 50–100 дм³ воды. Сетка имеет коническую форму, в конце ее подвешен металлический стаканчик с резиновой трубкой с зажимом. В этот стаканчик попадают все выловленные зоопланктонные организмы. После процеживания воды все организмы сливают в пробирку и фиксируют 4 %-ным формалином. В лабораторных условиях определяют их видовой состав и количество.

После сбора бентоса (дночерпачем) его промывают и фиксируют в 4 %-ном растворе формалина.

Разведение инфузорий. Это первый корм для растительноядных рыб и акклиматизанта — кефали, пиленгаса. Их эмбриональное развитие проходит за 20–21 ч. Они переходят на смешанное питание на третьи сутки после выклева; это связано с тем, что после выклева у личинок еще очень малый рот и они могут заглатывать только такие виды беспозвоночных. Этот корм выращивают в садках. Через каждые 2–5 суток инфузорий отлавливают в бассейнах и вносят культуру в водоем. В бассейнах культуру выращивают на сенном настое и кормовых дрожжах.

Инфузорий получают следующим образом: 25 г сена заливают 1 л кипятка и настаивают 8–14 ч. Полученный раствор остужают и фильтруют через бумажный фильтр, оставляя на 2–3 суток, после чего в маточную культуру инфузорий добавляют кормовые дрожжи. Разводят инфузорий в бетонных бассейнах. В воду вносят кормовые дрожжи и провяленную траву. На 1 м³ воды вносят 400–500 г дрожжей, 15 кг указанной травы и до 5 г маточной культуры. Культуру коловраток кормят водорослью сценодесмус, которую вносят два раза в сутки.

Интенсивное размножение коловраток происходит через 12–15 сут при температуре 23–25°C. Необходимо отметить, что молодь, полученную в бассейнах, рассаживают по другим бассейнам для размножения.

Разведение моин. Производят в капроновых садках. Однако по сравнению с дафниями моины имеют значительно меньшие размеры и очень высокую кормовую ценность. Выращивают моин на гидролизных дрожжах или комбикормах. Самки имеют длину 1,5 мм, самцы — 0,2 мм.

Моины в хороших условиях размножаются партеногенетически, то есть без осеменения. Следует отметить, что неблагоприятные условия

среды приводят к развитию самцов и к половому размножению, вследствие чего продуцируются яйца, которые находятся в прочных оболочках. Эти яйца могут переносить высушивание и промерзание прудов. С наступлением оптимальных условий из яиц развиваются самки. Необходимо отметить, что моины неприхотливы и переносят резкие понижения температуры воды, а также повышенную окисляемость воды до 60–70 мг O_2 /дм³ и др.

Разводят моин в бетонных бассейнах разных размеров с проточной водой. Для их разведения используют также пластиковые и деревянные лотки. Моин для кормления личинок лучше всего культивировать при температуре воды 25–27°C, при этом их подкармливают кормовыми дрожжами из расчета внесения корма в бассейн 400–500 г/м³ в виде суспензии. Следующую зарядку дрожжами производят через сутки, культура созревает на 4–5-е сутки после внесения маточного материала 180 г/м³.

Разведение олигохет. Для разведения олигохет, т. е. малощетинковых червей, используют белого энхитрея, его называют горшечным червем, который живет в почве.

Олигохеты половой зрелости достигают в трехнедельном возрасте при длине тела 15–20 мм и массе 5–10 мг. Этот червь является гермафродитом и размножается яйцами, которые заключены в коконы по 8–10 шт. Червь сбрасывает коконы через 2–7 суток, а за свой жизненный период (8–10 месяцев) продуцирует до 1000 яиц.

Учеными установлено, что олигохеты дышат не только атмосферным, а также и растворенным в воде кислородом. Однако лучше олигохеты чувствуют себя в плодородной почве до 35 % влажности. Размножение олигохет происходит при температуре 17–22°C, верхняя температура их выживания находится в пределах 27–31°C, к свету относятся плохо.

Разводят этих беспозвоночных в разных емкостях, чаще в деревянных ящиках, заполненных мягкой почвой, смешанной с перегноем. Почва должна иметь влажность 23–27 % и рН 6,5–7,0. Обычно ящики размещают в несколько ярусов на стеллажах в специально для этого отведенных помещениях, в которых поддерживают постоянную температуру воздуха.

Культуру этих беспозвоночных помещают в емкости из расчета 250–300 г/м², где олигохеты откладывают яйца. Половозрелые олигохеты откладывают 3–4 яйца за 7–8 сут. Хороший рост олигохет происходит при температуре 17–19°C, а развитие — до 8 сут. Вылупив-

шиеся из кокона личинки на 4-е сут активно питаются, а на 22–24-е сут. становятся половозрелыми.

Кормят олигохет разными отрубями, мучными смесями, картофелем, кормовыми дрожжами и др. Корма вносят в зависимости от прироста биомассы олигохет.

Кормление рыб только олигохетами приводит к нарушению жирового и минерального обмена, поэтому с олигохетами необходимо использовать и другие кормосмеси.

Корм из яиц артемии. Применение в рыбоводстве яиц рачка — артемии для кормления личинок рыб в качестве стартового корма удобно в любое время года. Рачок живет в соленых водах от 10 до 120 %.

В осенний период артемии выметывают покоящиеся яйца, которые способны переносить промораживание, высушивание и другие воздействия природной среды. Собранные яйца проверяют на влажность, которая не должна превышать 10 %.

Половой зрелости артемия достигает в возрасте 15–20 сут. Размножается как половым, так и бесполом путем в мае–июне. Инкубацию яиц артемии осуществляют в аппаратах Вейса. Оптимальная температура среды для выклева из яиц личинок артемии — 27–29°C. Инкубацию проводят в среде 3–5 %-ного раствора поваренной соли. Вместо соли при необходимости используют также 5 %-ный раствор сульфата натрия. Инкубация длится 48 часов. После освобождения от оболочки яйца науплиусы начинают активное движение. Длина выклюнувшихся науплиусов 0,45 мм, масса — 0,01 мг, цвет от бледно-розового до ярко-красного.

Применение комбикормов для кормления рыб. Проблема кормления занимает одно из ведущих мест в технологической схеме культивирования рыб. Большое внимание уделяется поиску адекватных кормов, применяемых в начале экзогенного питания. Стартовые корма должны не только обеспечивать потребности организма в энергии и основных питательных веществах, но и состоять из компонентов, доступных для усвоения, в том числе и протеина, способного перевариваться собственными пищеварительными ферментами рыб в раннем постэмбриогенезе. Эту задачу можно решить путем балансирования фракционного состава компонентов корма и, в частности, белка.

В настоящее время для кормления рыб используются комбикорма, рецепты которых составлены с учетом различий в физиологических потребностях организма рыб в разном возрасте, усвояемости компо-

нентов, проявлении потенции роста и нормального развития гонад. Это находит непосредственное отражение в величине калорийности корма и затрат комбикормов на килограмм прироста массы рыб.

Калорийность стартовых кормов и кормов для производителей должна быть 3000–4000 ккал/кг, производционных — 2500–3500 ккал/кг.

Очень важно усвоить принцип составления кормовой смеси на уровне баланса по белкам, жирам, углеводам, незаменимым аминокислотам, калорийности и энергопротеиновому отношению. Для кормления сеголеток карпа с двухнедельного возраста применяют корма номеров 110-1 и 110-2, для двухлеток карпа — 111-1, 111-2, 111-3 и рецепты номеров 112-1 и 112-2 для кормления карпа старших возрастных групп. Указанные рецепты представлены в табл. 2.17, они в своем наборе имеют до 40 ингредиентов. Ингредиенты в составе рецепта кормов можно заменять, поэтому каждый рецепт может быть представлен значительным количеством кормовых смесей, которые будут различаться между собой по количеству питательных веществ, однако все они должны отвечать условиям рецепта.

К указанным рецептам на 1 т комбикормов добавляют хлористый кобальт — 3 г, кормовой препарат витамина B_{12} (цианкобаламина) — 12 мг, биомицина — 10 млн ед., цинка — 4 г, а также аминокислоты, представленные в табл. 2.18.

Предложенные рецепты комбикормов еще не полностью удовлетворяют физиологические потребности организма рыб, как бы ни были они сбалансированы по всем питательным веществам. Они дают хороший эффект только тогда, когда в пруду есть достаточное количество естественных кормов.

Если последние составляют не менее 25–30 % дневного рациона, сеголетки и двухлетки карпа более эффективно используют комбикорма и интенсивно набирают массу. Применение новых видов высокотехнологичных комбикормов дает возможность выращивать жизнестойкую молодь при дефиците или полном отсутствии в рационе живых кормовых организмов.

Прирост массы рыб в значительной степени зависит от величины кормового коэффициента кормов. Корма, которые используются для кормления рыб, имеют разные кормовые коэффициенты. Кормовой коэффициент — это число, показывающее количество корма в килограммах, которое должно быть съедено рыбой для получения 1 кг прироста живой массы.

Таблица 2.17. Рецепты комбикормов, %

Ингредиенты	Для двухлеток и трехлеток карпа	Для сеголеток
Жмых и шроты (не менее двух видов разных долей): подсолнечные, хлопчатниковые, соевые, рапсовые, конопляные	40	40
Жмыхи и шроты: горчичные, сурепковые, кунжутные, льняные, берилловые, рыжейные, клецевинные	10	9
Бобовые: люпин, чечевица, вика, горох, кормовые бобы, чина	10	1,5
Зерновые: рожь, пшеница, ячмень	24	20
Отруби: пшеничные и ржаные	6	4
Дрожжи кормовые	4	4
Мука рыбная	3	5
Мука хвойная	2	2
Мел	1	1
Всего	100	100

Таблица 2.18. Состав аминокислот в белке естественного корма

Аминокислоты, %	Естественные корма							
	<i>Daphnia</i>	<i>Chironomidae</i>	Ручейники	<i>Enchytraeidae</i>	<i>Limnaeovata</i>	<i>Limnaeostagnalis</i>	<i>Gammaridae</i>	<i>Corixa</i>
Аргинин	10,1	4,8	5,4	5,6	4,4	4,9	4,8	4,6
Гистидин	2,6	2,3	2,2	1,8	1,3	1,2	1,7	2,2
Триптофан	3,6	2,1	3,0	1,8	След.	След.	1,7	1,7
Метионин	3,5	1,5	1,8	1,7	1,7	1,1	1,6	2,0
Цистин	1,2	1,0	1,2	1,1	1,2	1,0	1,0	2,0
Тирозин	4,3	3,2	3,3	3,4	2,5	2,2	2,2	3,0

Следует отметить, что кормовой смеси может быть скормлено больше или меньше, нежели определено расчетным методом. Это зависит от состава искусственного корма, характеристики пруда, погодных условий, организации кормления.

Одним из важнейших факторов внешней среды, влияющим на кормовой коэффициент, является температура воды — чем она выше (в известных пределах), тем ниже кормовой коэффициент. В запущенных, сильно заиленных, заросших прудах с плохим качеством воды кормить рыбу нецелесообразно: коэффициент будет очень высок. Хорошая подготовка корма к скармливанию (измельчение, гранулирование) также способствует его более экономному использованию, как и более частое скармливание кормов — если корм давать рыбе несколько раз в сутки, то кормовой коэффициент будет более низким, чем при одноразовой даче того же количества корма.

Комбикорма выпускаются в гранулированном и рассыпном видах. В гранулированных кормах значительно сокращаются потери в воде питательных веществ по сравнению с рассыпными. Наиболее выгодные для кормления карпа комбикорма влажного гранулирования, которые обладают большой водостойчивостью.

При кормлении рыбы гранулированными комбикормами, особенно мелкого помола, увеличивается рыбопродуктивность прудов на 1–3 ц, снижаются затраты кормов на единицу прироста, повышается производительность труда по сравнению с кормлением рассыпчатым комбикормом.

Если гранулированных кормов нет, то кормовые смеси готовят непосредственно в хозяйстве так, чтобы они были сбалансированы по питательным веществам, выдерживалось соотношение ингредиентов по рецепту и смесь была смешана до однородной массы.

Корм рыбе обязательно нужно давать на кормовых местах. Рыба привыкает к ним, поэтому корма нужно вносить в одно и то же время и на одно и то же кормовое место. Если кормовые места заиливаются, осенью их обязательно известкуют, завозят твердый грунт. Это способствует минерализации органических веществ и уплотнению почвы. Кормовые места делают из расчета произведенного зарыбления пруда так, чтобы на одно место приходилось не более чем 300–400 годовиков, или 3–5 тыс. мальков карпа.

Если кормовых мест меньше, значительная часть сеголеток голодает, отстает в росте и не набирает стандартной массы осенью. На малое количество кормовых мест вносится больше искусственных кормов, чем предусмотрено нормами, что приводит к их закисанию и порче и вследствие этого к ухудшению гидрохимического режима воды в прудах.

Лучше всего карп поедает искусственные корма при температуре воды 20–28°C, когда содержание растворенного в воде кислорода не

ниже 7–9 мг/дм³. В этот период рыбу в прудах нужно кормить 2–4 раза в сутки. Через два часа после внесения корма в пруд проверяют его поедаемость на кормовых местах. В случае плохого поедания корма рацион уменьшают с доведением до нормы поедания и, наоборот, при быстром поедании корма рацион увеличивают.

При уплотненных посадках рыбы корм нужно вносить при температуре воды в прудах 12–14°C.

Корм на кормовых местах ни в коем случае нельзя оставлять более суток. В связи с этим кормовые места обязательно нужно периодически очищать от несъеденного корма и экскрементов рыб.

Количество корма, необходимое на весь период выращивания рыбы в данном пруду, определяют по формуле:

$$K = П \cdot Г \cdot a \cdot (N - 1),$$

где K — общее количество кормов на сезон, кг; $П$ — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га; N — кратность посадки; a — кормовой коэффициент; $Г$ — площадь пруда, га.

Установив необходимое количество корма, которое нужно скормить рыбе в пруду, его распределяют по месяцам (%): май — 10, июнь — 20, июль — 25, август — 35, сентябрь — 10.

Зная количество рыбы в пруду, определяют суточную норму кормов на данный пруд:

$$X = B \cdot K \cdot (N - 1),$$

где X — суточная норма корма на одну рыбу, г; B — запланированный прирост одного экземпляра, г; N — кратность посадки; 1 — постоянная величина прироста за счет естественной кормовой базы (при четырехкратной посадке 4–1, при пятикратной 5–1 и т. д.); K — кормовой коэффициент.

Определив суточную норму корма, которую требуется внести в пруд, ее делят на число кормлений в сутки.

Очень важным фактором в питании прудовой рыбы является содержание растворенного в воде кислорода. С повышением содержания кислорода усиливаются питание рыб и их рост, а с понижением — не только уменьшается рацион, а также и кормовой коэффициент ухудшается в несколько раз. Поэтому рыбоведам следует вести работу по насыщению воды кислородом: это усиление проточности, смена воды, аэрация, очистка водоема от гниющей растительности, разрежение

посадки рыб, создание в застойных местах циркуляции воды, покос растительности.

Условия среды влияют и на интенсивность питания, на качество и количество усвояемых кормов. При низких температурах суточный рацион снижают, а в теплое лето карп много ест и хорошо растет. Обычно бывает трудно заранее установить каждодневный рацион. Поэтому необходимо каждый день контролировать кормовые места и корректировать внесение кормов в зависимости от их поедания.

Рациональное нормирование кормления невозможно без установления оптимальной периодичности дачи корма, что связано не только с потерями корма, но и в значительной степени оказывает влияние на приучение прудовых рыб к комбинированным сухим стартовым кормам.

Кормление рыбы лечебными препаратами с целью профилактики проводят кормами с добавками таких лечебных препаратов, как метиленовый синий, фуразолидон, камала и др. Метиленовый синий готовят с кормом (1 г на 1 кг корма), хорошо перемешивают в деревянном ящике. Используют препарат для профилактики заболевания рыб краснухой.

Кормление рыбы в прудах лечебными препаратами проводят до пересадки их в зимовальные пруды. Рыбу кормят до тех пор, пока она не перестанет брать корм. Корма вносят через день в течение 7–8 сут, делают перерыв на 2–3 дня и вновь проводят курс лечения, всего 2–3 раза.

Фуразолидон используют при заболевании рыбы краснухой, для этого 4 г препарата замешивают в 10 кг корма и дают рыбам в течение 10 дней с перерывом в 2 дня между пятидневками весной и летом.

При дегельминтизации рыб применяют лекарственный препарат камалу, скармливая ее по 0,1 г на одну особь 2–3 раза в день.

Обеспечение рыб полноценным кормлением является одним из важнейших условий успешного индустриального рыборазведения. В условиях, когда рыба лишена естественной пищи, обмен веществ ее находится почти полностью под контролем человека и зависит от сбалансированности, качества и количества предоставляемых кормов. Именно здесь заложены большие возможности для увеличения скорости роста, рыб при минимальных затратах корма, возможности снижения смертности молоди, повышения качества производителей и их потомства, а в целом — увеличения эффективности всех рыбоводных процессов.

Общая характеристика и свойства добавки БД-0203. Широкие перспективы открываются перед производством биологически полноценного корма для прудовых рыб с функциональной добавкой БД-0203, которая обогащает продукт столь необходимым белком и позволяет заменять дорогостоящее сырье. Однако свойства таких продуктов изучены недостаточно.

Контроль за кормлением рыб, как и других организмов, следует начинать с определения качества кормов и их составляющих, а затем их полноценности.

О качестве любого корма и составляющих его компонентов судят по цвету, запаху и консистенции, а также степени окисления жиров (табл. 2.19).

Полноценность кормов может быть установлена по их доступности, степени переваримости, биохимическому составу, а также по величине прироста рыбы, интенсивности ассимиляции пищи и использованию ее трансформированной энергии на пластический и функциональный обмен.

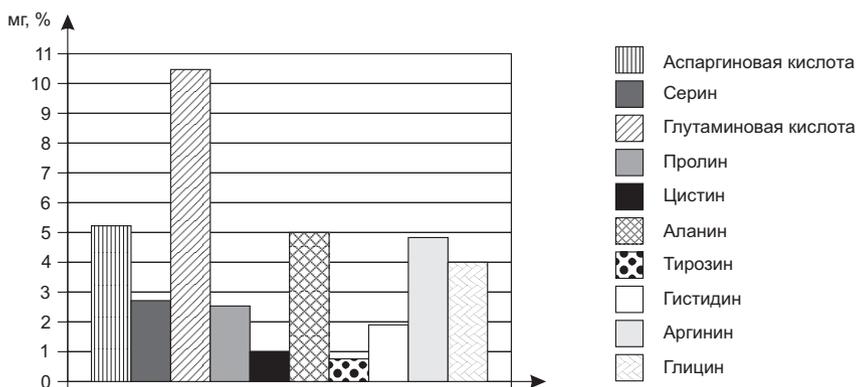
Таблица 2.19. Органолептические показатели функциональной добавки БД-0203

Наименование показателя	Характеристика показателя и его значение
Консистенция	Мелкодисперсный порошок
Цвет	Светло-коричневый
Запах	Без затхлого, плесневого и других посторонних запахов

При анализе общего химического состава добавки БД-0203 (табл. 2.20) выявлено, что добавка характеризуется высоким содержанием сырого протеина, который обеспечивает рыбу необходимыми питательными веществами, включая важные для здорового развития особей аминокислоты (рис. 2.19). Важной особенностью этой добавки является содержание большого количества белка в легко усваиваемой форме. Когда рыбы употребляют в пищу белок, их организм должен сначала расщепить его на аминокислоты, а затем использовать для своих нужд. В случае с добавкой БД-0203 таких затрат не требуется, поскольку организм рыбы получает аминокислоты в чистом виде.

Таблица 2.20. Общий химический состав добавки БД-0203

Показатели	Значение показателя
Влага, %	7,53
Сырой жир, %	16,84
Сырая клетчатка, %	0,80
Сырая зола, %	5,26
Сырой протеин, %	54,18
Фосфор, %	0,07
Кальций, %	0,18
Кормовые единицы, на 1 кг	1,60

**Рис. 2.19.** Содержание заменимых аминокислот в добавке БД-0203

Часть аминокислот организм способен синтезировать самостоятельно, но есть незаменимые аминокислоты, которые должны поступать в организм с пищей. Отсутствие незаменимых аминокислот приводит к остановке роста, падению массы тела, нарушениям обмена веществ и гибели рыбы (рис. 2.20).

Помимо прочих, самыми необходимыми для рыбы являются метионин и лизин. Промышленные рыбные корма чаще всего страдают от недостатка именно этих двух аминокислот, в то время как именно они ответственны за оптимальный рост и здоровье рыбы.

На основе многолетних медико-биологических исследований ФАО/ВОЗ (1973 г.) был предложен критерий для определения качества белка — эталон, сбалансированный по незаменимым аминокислотам.

кислотам и в наибольшей степени отвечающей потребностям организма.

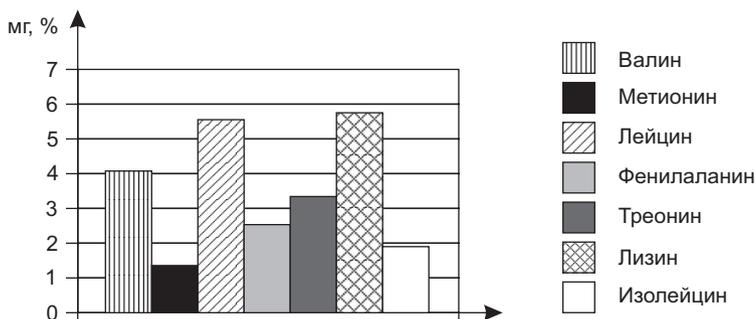


Рис. 2.20. Содержание незаменимых аминокислот в добавке БД-0203

По сумме наиболее важных для жизнедеятельности организма рыб аминокислот, белки добавки БД-0203 являются сбалансированными. Добавка превосходит идеальный белок по содержанию такой аминокислоты как лизин (табл. 2.21).

Таблица 2.21. Показатели биологической ценности добавки БД-0203

Незаменимые аминокислоты	Белок по шкале ФАО/ВОЗ, г/100 г	Содержание аминокислоты в сырье, г/100 г	Аминокислотный скор добавки, %
Валин	5,0	4,061	81,22
Изолейцин	4,0	1,899	47,48
Лейцин	7,0	5,563	79,47
Лизин	5,5	5,704	103,71
Метионин + Цистин	3,5	2,280	65,14
Треонин	4,0	3,390	84,75
Фенилаланин + Тирозин	6,0	3,060	51,00
Триптофан	1,0	1,000	100,00
Всего	36,0	26,957	

Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой для добавки выступает изолейцин, так как его скор имеет наименьшее значение. Применительно к кормам для прудовых рыб и их составляю-

щим важное значение имеет расчет скоры двух наиболее дефицитных аминокислот: лизина и суммы серосодержащих метионина + цистина. Необходимо отметить высокие расчетные значения аминокислотного скоры лизина.

В производстве корма весьма перспективна новая технология подготовки сырья методом экструдирования, которая позволяет получать комбикорма с любыми заданными физико-механическими свойствами (плаучесть, твердость, конфигурация гранул), повысить водостойкость и снизить крошимость готовой продукции, улучшив ее санитарно-гигиенические свойства (обеззараживание за счет гидробаротермического воздействия), инактивировать ингибиторы пищеварения и антипитательные вещества (антитриксин, урсаза, глюкозиды и т. д.), увеличить доступность для организма питательных веществ (в особенности углеводов).

Данная обработка преследует несколько целей:

- повышение переваримости углеводного комплекса в результате гидролиза крахмала и превращения части его в более простые соединения — декстрины и сахара. Этот процесс особенно важен для молодняка животных, ферментные системы пищеварительного тракта которых с трудом переваривают крахмал;
- инактивация ингибиторов пищеварительных ферментов и других антипитательных веществ;
- стерилизация сырья, то есть снижение уровня обсемененности микрофлорой.

Экструдирование — это процесс продавливания продукта через фильеры под большим давлением и при высокой температуре. Подлежащий экструзии продукт в специальных аппаратах — экструдерах подвергается сжатию в процессе нагнетания шнеками, прогревается в результате внешнего подвода тепла и тепла, выделенного при механической обработке, продавливается через фильеры, на выходе из фильер за счет резкого снижения давления проходит мгновенное испарение перегретой жидкости, расширение воздуха, заключенных в продукте. Продукт резко увеличивается в объеме, в результатах механических нагрузений и теплоты происходят существенные физико-химические изменения основных компонентов продукта: денатурация белка, клейстеризация и декстринизация крахмала.

Рецептура биологически полноценного корма для прудовых рыб представлена на рис. 2.21.

Доброкачественность кормов или их компонентов обычно начинают определять с внешнего осмотра образца. При его осмотре прежде всего обращают внимание на однородность, цвет и запах корма. Однородные по своей консистенции корма не должны содержать посторонних примесей и иметь разные в одном образце оттенки.

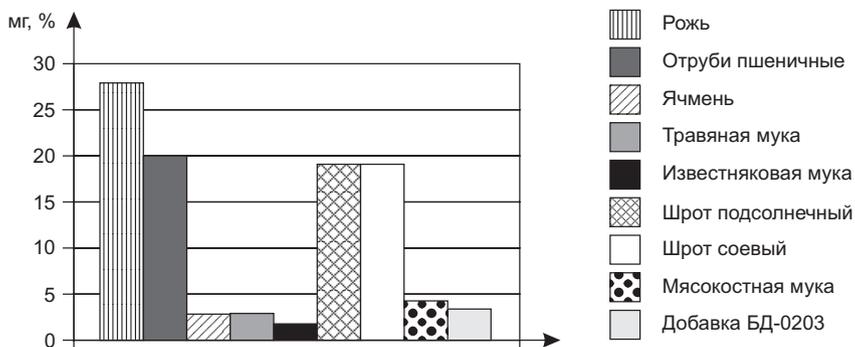


Рис. 2.21. Рецепттура биологически полноценного корма для прудовых рыб

Все корма обычно имеют специфический запах основного сырья. Недопустимы даже малейшие признаки затхлости или гнилости.

Химический состав и физико-химические показатели биологически полноценного корма для прудовых рыб представлены в табл. 2.22, 2.23.

Наличие в корме таких макроэлементов, как кальций и фосфор способствуют регулированию осмотического баланса, помогают нормальному формированию кости.

Витамины практически не синтезируются в организме рыб, а должны поступать с пищей.

Таблица 2.22. Химический состав компонентов корма рыб, %

Компоненты смеси	Протеин	Жир	Углеводы
Рожь	12,3	2,0	65,8
Шрот соевый	40,5	1,0	37,5
Шрот подсолнечный	38,6	3,6	36,2
Отруби пшеничные	15,5	4,2	78,9
Мясокостная мука	40,7	17,3	14,6
Ячмень	11,6	2,7	64,4
Белковая добавка	54,18	16,84	5,39

Таблица 2.23. Физико-химические показатели биологически полноценного корма для прудовых рыб

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля влаги, %	13,5
Массовая доля сырого протеина, %	40,60
Массовая доля сырой клетчатки, %	4,2
Массовая доля сырого жира, %	5,2
Массовая доля кальция, %	1,4
Массовая доля фосфора, %	1,0
Массовая доля металломагнитной примеси (частиц размером до 2 мм включительно), мг в 1 кг комбикорма, не более	15
Зараженность вредителями хлебных запасов	Не допускается
Содержание вредной примеси (спорынья)	Не допускается

Необходимые водорастворимые витамины это: витамины группы В, витамин С, а также биотин. Витамин С — один из наиболее важных, поскольку является мощным антиоксидантом и помогает поддерживать иммунитет рыбы на должном уровне.

Необходимые жирорастворимые витамины для рыбы это: витамин А, D, Е, К. Из этого ряда особо выделяется витамин Е благодаря своим антиоксидантным свойствам. Дефицит каждого витамина имеет свои специфические проявления, но нехватка любого из них негативно сказывается на росте рыбы. Для полноценного питания кроме необходимых витаминов нужны и микроэлементы (табл. 2.24).

В результате биохимических исследований в рыбном кормовом продукте были обнаружены так называемые белковый фактор, необходимый для усвоения животными растительного белка, витамин В₁₂ и другие водорастворимые витамины группы В, в том числе рибофлавин, пантотеновая кислота, оказывающая сильное влияние на рост и продуктивность рыб.

Наиболее простым и достаточно достоверным методом определения полноценности кормления рыб является контроль за их ростом. С этой целью еженедельно определяется средняя масса рыб, а также, для большей достоверности, их линейные размеры.

Немаловажный интерес представляет кормовая добавка, полученная при производстве ихтиожелатина. После получения ихтиожелати-

на в отходы поступает варочный остаток, выход которого составляет около 45 % от массы сырья, причем он содержит в среднем около 30 % от первоначального содержания коллагена и около 50 % минеральных веществ чешуи рыб.

Таблица 2.24. Содержание витаминов и микроэлементов в биологически полноценном корме для прудовых рыб (на 1 г корма)

Наименование показателя	Значение показателя
Витамин А, тыс. ИЕ	12
Витамин D, тыс. ИЕ	3
Витамин K ₃ , мг	2,5
Витамин B ₁ , мг	15
Витамин B ₂ , мг	30
Витамин B ₃ , мг	37
Витамин B ₅ , мг	100
Витамин E, мг	120
Витамин B ₁₂ , мг	0,05
Витамин C ₂ , мг	4
Витамин C, мг	200
Витамин H, мг	1,0
Fe, мг	10
Cu, мг	2,5
Zn, мг	18
Mn, мг	10
Co, мг	0,2
I, мг	0,5
Se, мг	0,1

Указанные вещества являются обязательными компонентами рациона рыбы. Поэтому одним из направлений переработки варочных остатков является получение кормовой добавки. Варочные остатки сушат конвекционным способом до содержания влаги 12–16 %, затем дробят и измельчают до тонкодисперсного состояния — $2-75 \cdot 10^{-3}$ мм. Исследование состава и свойств полученной кормовой добавки показало (табл. 2.25) высокое содержание минеральных (48,6 %) и азотистых (37,4 %) веществ (по Якубовой О. С.).

Элементарный состав минеральной части кормовой добавки состоит на 45,1 % из кальция и на 19,5 % из фосфора.

Таблица 2.25. Органолептические и физико-химические показатели кормовой добавки

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Внешний вид	Порошок
Цвет	От белого до светло-серого
Размер частиц, мм	0,002–0,075
Массовая доля влаги, %	14
Массовая доля азотистых веществ, %	37,4
Массовая доля минеральных веществ, %	48,6
Массовая доля кальция, %	21,9
Массовая доля фосфора, %	9,5

Установлено, что показатели безопасности соответствуют требованиям, предъявляемым к кормовой рыбной муке.

Исследование токсичности показало, что кормовая добавка является нетоксичной, следовательно, может использоваться в кормовых целях для сельскохозяйственных животных.

2.4. Болезни прудовых рыб

Для успешного ведения прудового рыбного хозяйства, неуклонного повышения его продуктивности очень важно знать наиболее распространенные заболевания рыб, уметь распознавать эти болезни и бороться с ними, владеть приемами защиты прудовых рыб от их врагов.

Враги рыб — это хищники (ихтиофаги), поедающие рыб, их мальков и икру.

Болезни у рыб возникают от разнообразных причин: микрофлора; простейшие; насекомые; животные; загрязнители (химические, биологические); температура; питание.

Таким образом, болезни бывают паразитарные и непаразитарные.

Массовые заболевания среди рыб (эпизоотии) появляются в результате действия возбудителя заболевания совместно с другими причинами, обуславливающими распространение болезней.

Рассмотрим некоторые наиболее важные заболевания карпов, сазанов и карасей, а также методы диагностики этих болезней и борьбы с ними.

Краснуха карпов. Краснуха карпов — возбудитель краснухи окончательно не выяснен. Долгое время возбудителем краснухи считали бактерию *Achromobacter punctatum* (рис. 2.22).

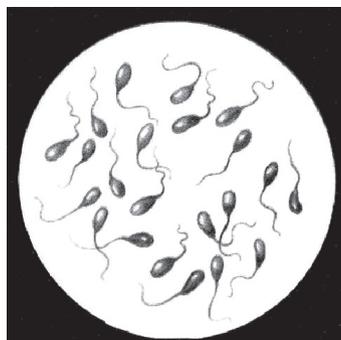


Рис. 2.22. Бактерии *Achromobacter punctatum*

Исследования отечественных ученых показали, что первичным возбудителем краснухи является *фильтрующийся вирус*. Это настолько мелкие микробы, что они проходят через поры бактериологических фильтров. Увидеть эти микробы можно лишь в электронный микроскоп.

Пользуются следующим способом диагностики краснухи: к карпу с признаками краснухи подсаживают несколько здоровых карпов и следят за появлением у них признаков краснухи.

Краснуха карпа может протекать остро или принимать хроническую форму (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Краснуха карпов

Острая форма болезни характеризуется брюшной водянкой. При хронической форме краснухи на поверхности тела рыбы образуются язвы.

Кроме острой и хронической форм краснухи, в ряде случаев бывает подострая форма. Она сочетает в себе одновременно ряд характерных признаков острой и хронической форм краснухи.

Различают следующие фазы заболевания краснухой.

Первыми признаками полного течения этой болезни является воспаление кишечника, при котором из заднепроходного отверстия карпа выходят плотные слизистые образования.

Во второй фазе заболевания карпа краснухой в несколько раз увеличивается печень и желчный пузырь.

Третья фаза болезни характеризуется появлением брюшной водянки — накопление жидкости в брюшной полости тела и связанное с этим увеличение брюшка рыбы. В третью фазу течения болезни печень нередко приобретает зеленоватый оттенок. Этот оттенок распространяется на все тело рыбы. Дальнейшее течение заболевания сопровождается переполнением кровеносных сосудов кожи и, как следствие этого, покраснением поверхности тела рыбы. Вскоре происходят подкожные кровоизлияния и тело рыбы покрывается красными пятнами. На месте кровоизлияний разрушается ткань и появляются язвы.

В третью фазу заболевания краснухой многие карпы погибают. В случае благоприятного течения болезни, язвы заживают и на их месте образуются рубцы.

Замечено, что переболевшие краснухой карпы приобретают некоторую невосприимчивость (иммунитет) к этому заболеванию, поэтому при повторном заболевании карпов в том же водоеме эпизоотия нередко уже не появляется, а болезнь поражает лишь небольшое количество рыб.

Для лечения краснухи некоторыми учеными предложено подмешивание к корму краски — метиленовой сини.

Жаберная гниль (бранхиомикоз). Возбудителем этого заболевания является грибок *бранхиомицес сангвинис*. Под микроскопом он имеет вид разветвленных, довольно толстых нитей (гифов), внутри которых развиваются споры. Этот грибок помещается внутри кровеносных сосудов жабр рыб.

Важнейшие признаки жаберной гнили: ясно выраженная мозаичность жабр (чередование ярко окрашенных участков с бледными), а также наличие выеденных, разрушенных участков жаберной ткани (рис. 2.24).

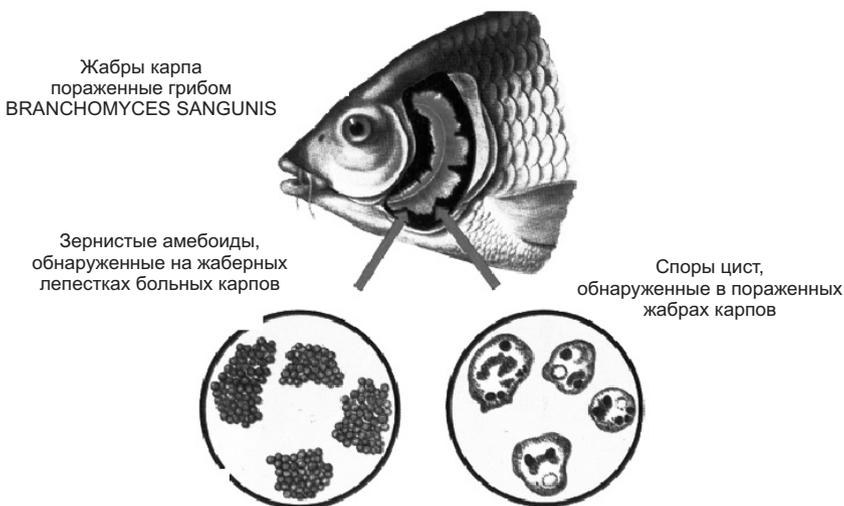


Рис. 2.24. Жабры карпа, пораженного жабберной гнилью

Все течение болезни можно подразделить на следующие три периода. Первый период — продолжается от проникновения возбудителя заболевания внутрь кровеносных сосудов жабр, до появления мозаичной картины. Второй период — от появления первых признаков заболевания (мозаичной картины) до начала распада омертвевших участков жабр. Третий период — начинается вместе с распадом омертвевших участков жабр. Жабры принимают вид как бы выгрызенных.

Заболевшие рыбы подходят к берегу водоема и неподвижно стоят у поверхности воды или ложатся набок. Эта болезнь распространяется в тех водоемах, в которых имеется обилие водоплавающих птиц. Объясняется это накоплением на дне органических веществ (утиных испражнений). Чтобы избежать такого скопления, необходимо равномерно распределять уток по всей площади пруда, организуя кормление их в разных местах.

Гиродактилез. Голубовато-серый налет на коже и жабрах рыбы бывает при болезни — гиродактилезе. Возбудитель этого заболевания — мелкий червь *гиродактилюс* питается клетками кожи. В результате она утончается до такой степени, что ребра у рыбы прорывают кожу

и выходят наружу. Это заболевание наблюдается в прудах, и в летнее и в зимнее время года (рис. 2.25).

Дактилогироз карпов. Дактилогироз карпов — инвазионное заболевание, которое поражает жабры карпа, сазана и их гибридов, поражает мальков, но чаще годовиков карпа после пересаживания их в нагульные пруды (двухлетков).

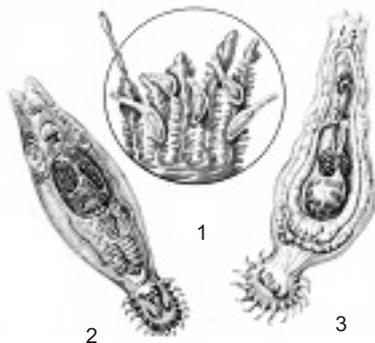


Рис. 2.25. Гиродактилез и дактилогироз рыб:
1 — паразиты на жабрах, 2 — гиродактилиус, 3 — дактилогирус

Для уничтожения паразитов кожи и жабр, рыбу пропускают через ванны из 5 %-ного раствора поваренной соли, в течение 5 мин. После солевой ванны, рыб сажают на некоторое время в проточную воду для того, чтобы смыть слизь и «оглушенных» паразитов.

Инфузория ихтиофтириус. На поверхности кожи, на жабрах и роговице глаз у карпов в некоторых случаях можно заметить маленькие белые бугорочки величиной меньше булавочной головки. Внутри бугорочков находится инфузория ихтиофтириус (рис. 2.26). Если эти бугорочки садятся на поверхность глаз карпа, то он может ослепнуть.

Болезнь вызывает равноресничная инфузория, размножающаяся вне организма рыбы, предварительно образующая цисты, из которых выходят молодые инфузории («бродяжки»).

Последние попадают на рыбу и превращаются во взрослых паразитов, то есть из дермального горбика — пустулы кожи хозяина — выпадает взрослый ихтиофтириус, который оседает на дно водоема, при-

липает к растениям или плавающим в воде предметам, окутывается слизью — образуется циста, внутри которой 200–1000 и более молодых инфузорий («бродажек»), попадающих во внешнюю среду и становящихся инвазионными (рис. 2.27).

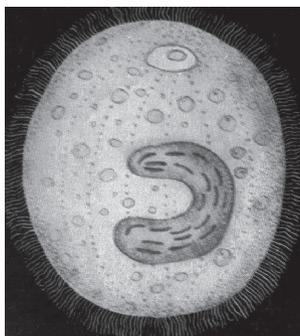


Рис. 2.26. Инфузория ихтиофтириус

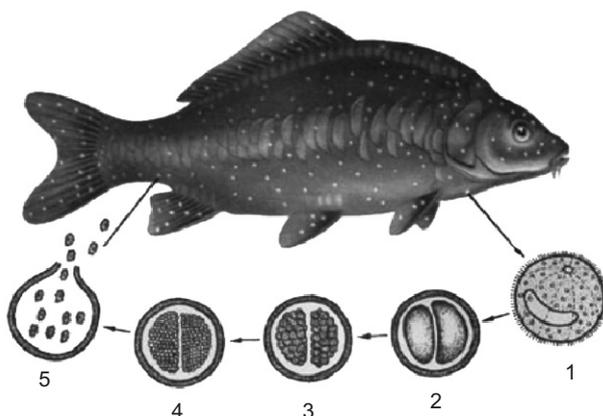


Рис. 2.27. Карп, пораженный ихтиофтириозом и цикл развития болезни: 1 — зрелый паразит; 2, 3, 4 — деление паразита; 5 — выход 75 «бродажек»

Аргулез и писцикалез. На коже рыб можно встретить и таких крупных паразитов, как рыбные пиявки — *аргулюса* (рис. 2.28) и *писцикаля*

называемых также рыбьими вшами. На заднем конце рачков имеются сильные присоски. Ногочелюсти снабжены трезубцем, с помощью которого рачок кусает рыбу и разрушает жабры. Чтобы удалить рыбью вошь, рыб сажают в ящик с сетчатым дном. Этот ящик ставят в ванну с 0,001 %-ным раствором марганцовокислого калия (30 мин). Аргулюсы под влиянием раствора покидают рыбу.

Писцикалез (рис. 2.29) возникает в хозяйствах, где пруды не спускаются, не просушиваются, не промораживаются и не дезинфицируются, заиленные, сильно заросшие жесткой растительностью, т. е. находящиеся в антисанитарном состоянии. Размножается пиявка откладыванием коконов в конце марта (до ноября). Под конец лета из коконов выходят молодые пиявки, которые активно нападают на молодняк разных видов рыб — карпов, сазанов, карасей, линей и др.

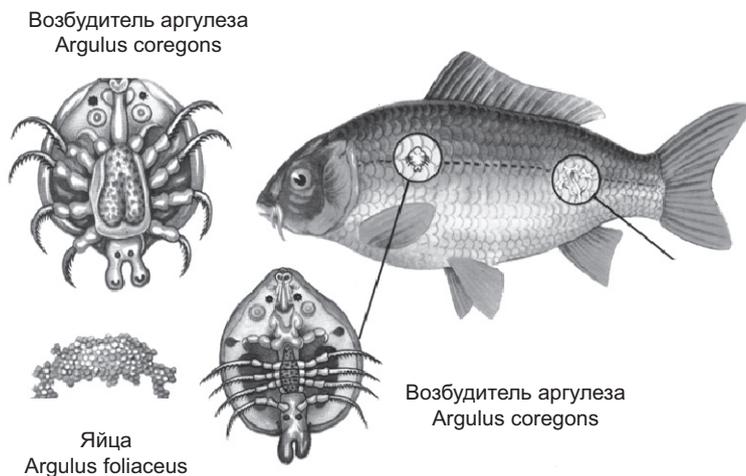
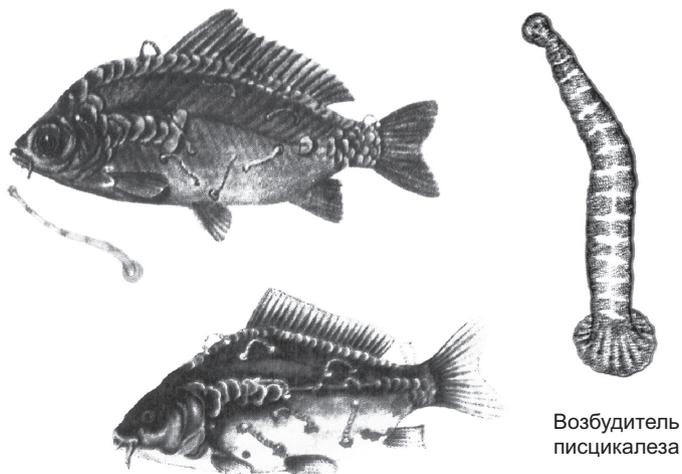


Рис. 2.28. Аргулез

Наибольшая интенсивность инвазии наблюдается в зимовальных прудах среди однолетков и рыбы старших возрастных групп. Небольшое количество пиявок не оказывает особого патогенного воздействия на взрослую рыбу, у сильно зараженного молодняка пиявки наблюдаются на всем теле — глазах, голове, жабрах, во рту. Присосавшись к рыбе, пиявки образуют кровоточащие язвочки, рыба начинает беспокойно плавать, худеет, появляются признаки общей анемии.



Возбудитель
писцикалеза

Рис. 2.29. Писцикалез

Лигулез. Возбудитель этого заболевания крупный ленточный червь белого или желтоватого цвета, называемый *лигулей* или *ремнецом*. Он паразитирует в полости тела рыбы.

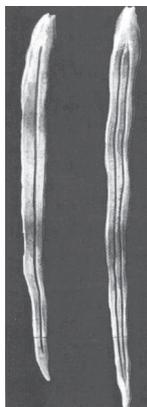


Рис. 2.30. Возбудитель лигулеза

Лигуля является самым крупным из паразитов, которого можно встретить у пресноводных рыб. Его длина иногда достигает двух с лишним метров (рис. 2.30).

Обычно лигулезом заражается один определенный вид рыбы. В этом же водоеме другие виды рыб остаются незараженными. Встречается у плотвы, карасей и лещей. В течение всего цикла болезни, лигули меняют «хозяина», то есть живой организм, в котором они паразитируют. Окончательным хозяином этого паразита являются рыбацкие птицы — чайки, в кишечнике которых он достигает половой зрелости. Вместе с испражнением птиц личинки лигули попадают в воду. Поедая рыб с лигулей, птицы заражаются ею (рис. 2.31).

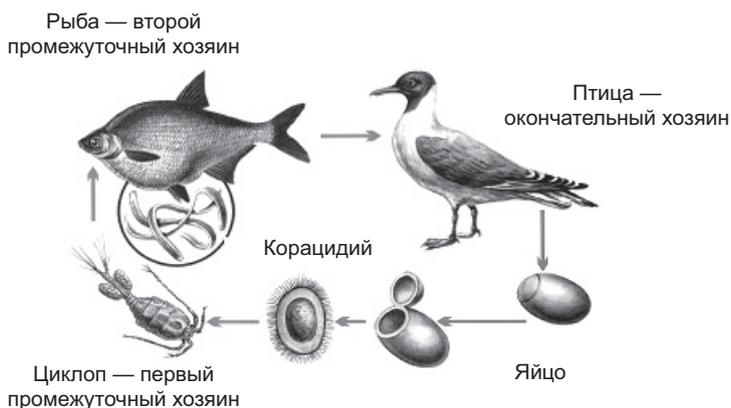


Рис. 2.31. Схема распространения лигулеза

Пронизывая стенки кишечника рыбы, лигуля проникает в полость тела, где растет и достигает больших размеров. В организме птицы лигуля живет 1–2 недели, а иногда даже несколько дней. В организме рыбы лигуля живет продолжительное время — до 3 лет. Признаком лигулеза является вздутие брюшка. Иногда паразит достигает такой величины, что давит на стенки полости тела рыбы и разрывает их, из места разрыва часть тела лигули выходит наружу, а в некоторых случаях лигуля вываливается в воду, где некоторое время продолжает двигаться.

Оспа карпов. При заболевании карпа оспой на поверхности его тела появляются белые парафинообразные наросты (опухоли), состоящие из разросшейся кожной ткани (рис. 2.32). Они не отделяются от кожи. Кро-

ме наростов у пораженных оспой карпов, наблюдается размягчение костей, поэтому большую рыбу можно легко согнуть. Рыба, больная оспой, совершенно безвредна для человека и может употребляться в пищу.



Рис. 2.32. Карп, пораженный оспой

Костиоз. В ряде случаев кожа и жабры рыб покрываются голубовато-серым налетом, напоминающим тонкий слой разлитого молока. Этот признак указывает на обильное выделение слизи отслаивание клеток кожи. Это костиоз, вызываемый мельчайшим жгутиконосцем (рис. 2.33). Это заболевание поражает мальков рыб в жаркое время года.

Простуда карпов. Изменение температуры воды сказывается на состоянии карпа. Длительное пребывание карпов в зимовальных прудах при температуре, близкой к нулю, плохо отражается на рыбе: клетки кожи и жабр набухают и подвергаются изменениям. Это способствует появлению на рыбах наружных паразитов. При резком понижении температуры воды карп может даже погибнуть.

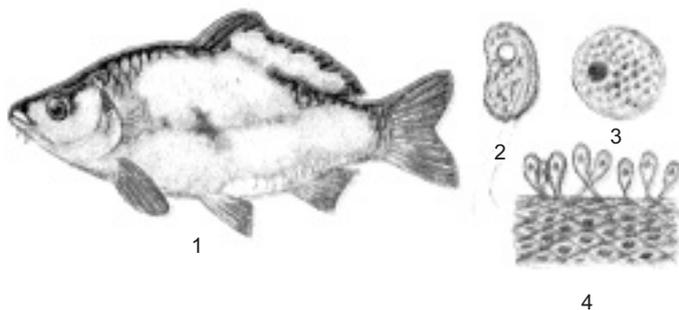


Рис. 2.33. Костиоз: 1 — костиоз карпа; 2 — возбудитель костиоза (увеличен); 3 — циста паразита (увеличена); 4 — костиоз на коже карпа (срез кожи)

Ввиду особого строения кожи рыб, а именно отсутствия у них верхнего, так называемого рогового слоя, рыбы более чувствительны к резким переменам температуры, чем теплокровные животные. Резкие колебания температуры раздражают нервные окончания, находящиеся в коже. В кровеносных сосудах рыбы появляются сгустки (тромбы), закупоривающие просвет сосудов и вызывающие омертвление участков тела.

2.5. Паразиты и хищники рыб

Среди врагов рыб (ихтиофагов) следует различать таких, для которых рыба служит основной пищей, а также животных, поедающих рыб лишь при особых условиях, так как рыбы не являются их главной пищей.

Значительный ущерб рыбам способны наносить различные насекомые и животные (рис. 2.34, 2.35), которые или непосредственно нападают на них или питаются теми же организмами, что и рыбы, конкурируя с ними.

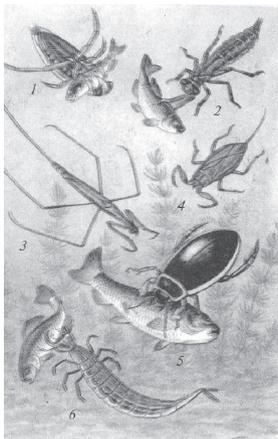


Рис. 2.34. Вредители — насекомые:

- 1 — гладыш;
- 2 — личинка стрекозы;
- 3 — ранатра;
- 4 — водяной скорпион;
- 5 — жук-плавунец;
- 6 — личинка жука-плавунца

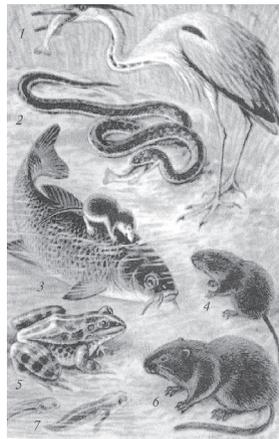


Рис. 2.35. Вредители — животные:

- 1 — серая цапля;
- 2 — водяной уж;
- 3 — кутора;
- 4 — водяная крыса;
- 5 — озерная лягушка;
- 6 — ондатра;
- 7 — головастики озерной лягушки

Жук-плавунец — насекомое длиной 4–5 см, с плоским темно-коричневым телом и желто-бурым или оранжевым брюшком, идеально приспособленное к обитанию в водной среде. Передними лапками захватывает добычу, а задними работает, как веслами. Жук-плавунец и особенно его личинки очень агрессивны. Они могут нападать на молодь рыб, значительно более крупную, чем сам жук. Питается он в основном мелкими водными насекомыми, ракообразными, моллюсками, лягушками, тритонами. Атакуя крупную рыбу, плавунец ранит ее, на запах крови приплывают еще жуки и рыбу разрывают на части.

Личинки жука-плавунца начинают активно добывать пищу уже вскоре после выхода из яйца, они захватывают добычу, парализуя ее ядовитыми выделениями, впрыскивают пищеварительный сок, а затем всасывают переварившиеся ткани. За одни сутки жук может съесть 4–5, а личинка до 10 мальков. По ночам жуки-плавунцы могут перелетать из одного водоема в другой.

Для борьбы с жуком-плавунцом необходимо тщательно осушать и дезинфицировать водоемы известкованием, нерестовые пруды следует заполнять водой непосредственно перед внесением производителей, чтобы жуки не успели развиваться и нанести ущерб.

Водяной *клоп-гладыш* — очень прожорливое насекомое, может нападать не только на мальков, но и на годовиков. Он не способен съесть крупную рыбу, но от яда насекомого часть рыб погибает. Один клоп-гладыш способен уничтожить несколько десятков мальков за сутки.

Водяной *клоп-скорпион* — это насекомое, которое хорошо летает и может заселять водоемы, отстоящие друг от друга на значительном расстоянии. Это некрупное насекомое представляет опасность для мальков, которых оно может уничтожать в больших количествах.

Водяные клопы *корима* и *ранатра* представляют опасность для мальков на ранней стадии их развития.

Осушение и последующая тщательная дезинфекция позволяют предотвратить развитие всех видов клопов. Для уничтожения их в безветренную погоду следует налить на поверхность пруда тонкий слой очищенного керосина.

Большую опасность для мальков представляют *личинки стрекоз*, достигающие длины 5 см.

Наносят вред рыбам и *пиявки*.

Вредители-животные являются не только пищевыми конкурентами рыб, но и поедают икру последних.

Их отлавливают на приманку из жмыха особой мелкоячеистой сеткой, убивают, измельчают и дают промысловым рыбам в виде корма. Рекомендуются также вылавливать лягушачью икру вскоре после нереста.

Пернатые уничтожают огромное количество рыбы, причем чаще их добычей становятся взрослые особи. Кроме того, птицы, перелетая от одного водоема к другому, способны переносить возбудителей болезней, опасных для рыб.

Из дневных хищных птиц, истребляющих много рыбы, отметим речного орла, гагров, чаек, пеликанов. В неглубоких выростных прудах существенный вред могут принести цапли. В желудке цапли может находиться от 98 до 150 мальков карпа длиной 3–4 см.

Меры борьбы с ними: отстрел, установка капканов, уничтожение гнездовий, использование разрешенных отравляющих веществ.

Из млекопитающих много рыб истребляют норка и выдра, водная крыса, ондатра. Землеройка способна истреблять не только мелких рыб, но и крупных карпов-производителей. Этот зверек садится на голову карпа и ныряет вместе с ним. При помощи острых зубов он разрушает череп и мозг рыбы.

2.6. Профилактика инфекционных болезней рыб

Эффективность товарного рыбоводства, обеспечение нормального роста и развития рыб, профилактика ряда болезней зависят от создания оптимальной среды обитания и в первую очередь благоприятного газового и солевого режима. Достигаются эти условия путем подбора оптимального для рыбоводного объекта ландшафта, рельефа местности, состава почв и водоисточника при первоначальных углубленных топографических, геологических и гидрологических изысканиях, а также организацией постоянного контроля за гидрологическим и гидротехническим составом воды в используемых прудах. Важно также предусмотреть правильную схему прудов будущего рыбоводного хозяйства с тем, чтобы они имели независимое водоснабжение и постоянный запас воды, а головной пруд был оборудован спускным устройством для быстрого освобождения воды и проведения специфических оздоровительных мероприятий.

Для предупреждения водоисточников от различных загрязнений установлено минимальное расстояние — 500 м между территорией рыбо-

водного объекта и жилыми, промышленными или сельскохозяйственными постройками, являющимися потенциальными источниками химического и бактериального загрязнения как почвы, так и поверхностных и подземных вод.

Укреплению ветеринарно-санитарного благополучия способствует и поочередное летование прудов через каждые 4–6 лет — под воздействием солнечной радиации и низких температур происходит оздоровление ложа прудов, освобождение его от возбудителей инфекционных или инвазионных заболеваний и промежуточных хозяев этих возбудителей. Своевременные ремонт и очистка фильтров на каналах, комплекс мелиоративных мер по предупреждению заиливания водоемов, очистка их от жесткой и излишней мягкой растительности, от пней, коряг, своевременная аэрация, уборка берегов рыбоводных прудов, дезинфекция мест обработки рыбы, хранения инвентаря и оборудования, причалов способствуют поддержанию надлежащих ветеринарно-санитарных и рыбоводных условий разведения и выращивания рыбы.

Одной из важных профилактических мер является использование всех категорий прудов по их прямому назначению, предупреждение заноса в хозяйства возбудителей заразных и инвазионных заболеваний рыб — это направление профилактики является одним из ведущих в комплексе ветеринарно-санитарных мероприятий, осуществляемых в рыбоводных хозяйствах.

Основными мерами в этом направлении являются соблюдение плотности посадки рыб, профилактирующей ухудшение среды обитания и, как следствие, возрастание заболеваемости, систематический осмотр и исследование рыбы всех возрастов при пересадке, перевозке и контрольных отловах, организация регулярного сбора и уничтожения погибшей рыбы с последующим выяснением причин гибели (отдельных видов рыб и других гидробионтов, являющихся здоровыми носителями заразного начала). В отдельных зонах пруда паразиты наносят существенный вред рыбоводному хозяйству. Источниками гельминтозов могут быть различные беспозвоночные (моллюски, бокоплавцы, черви, циклопы, веслоногие рачки). Наиболее действенной мерой борьбы с гельминтозами является осушение водоемов и использование рыб-моллюскофагов.

Среди общих ветеринарно-санитарных и профилактических мероприятий, обеспечивающих эпизоотическое благополучие в хозяйствах, следует особо выделить соблюдение возрастного состава рыбоводного

стада и ветеринарно-санитарных норм перевозок рыбы и посадочного материала.

Говоря о проведении общих ветеринарно-санитарных мероприятий, не следует забывать и о кормлении рыбы доброкачественными полноценными кормами, обеспечивающими развитие стойкой сопротивляемости организма рыб к различным заболеваниям, своевременной профилактической дезинфекции и дезинвазии рыбоводных прудов как путем различных химических веществ (хлорная известь, негашеная или гашеная известь, формальдегид и т. д.), так и путем использования физических факторов (нагревание, осушение, промораживание, ультрафиолетовое облучение), механических и агромелиоративных приемов.

Комплексная профилактическая работа по предупреждению различных заболеваний включает и специальные меры, осуществляемые в неблагополучных по инфекции хозяйствах. Основной задачей специальных профилактических мероприятий является разрыв цепи передачи инфекционного начала. С этой целью в первую очередь определяют источник, а также возможные пути заноса и передачи инфекции, после чего намечают и осуществляют общую и специфическую профилактику дальнейшего распространения заболевания и меры по ликвидации вспышки. При необходимости и по показаниям накладывают карантин на отдельные пруды или хозяйства в целом или устанавливают карантинные ограничения, запрещают ввоз и вывоз икры для разведения рыб, пересадку больной и подозрительной по заболеванию рыбы в благополучные пруды хозяйства. За неблагополучным прудом закрепляют специальный рыбоводный инвентарь, спецодежду, транспорт, использовать которые на других участках запрещено. Резко ограничивают посещение территории неблагополучного хозяйства. В период карантина производят летование прудов с одновременным комплексом ветеринарно-санитарных и рыбоводно-мелиоративных мероприятий. Карантин с хозяйства снимают после проведения предусмотренных общих и специальных ветеринарно-санитарных и профилактических мероприятий, получения отрицательных лабораторных исследований и биологической пробы.

Обобщенные нормы и правила дезинфекции рыбоводных объектов, инвентаря, орудий лова, тары и спецодежды приведены в табл. 2.26.

Составной частью комплексной ветеринарно-санитарной и противоэпизоотической работы в рыбоводных хозяйствах является про-

филактическая противопаразитарная обработка рыбы. В зависимости от группы заболеваний и локализации паразитов в рыбоводной практике используют препараты из группы красителей, хлор- и фосфорорганические соединения, а также формалин, поваренную соль, перманганат калия и т. д. Обработку проводят путем непосредственного введения препарата в водоем или в виде ванн с определенной экспозицией.

Таблица 2.26. Порядок проведения профилактической дезинфекции в рыбоводстве

Объект дезинфекции	Дезинфекант	Рабочая концентрация дезинфеканта	Особые условия дезинфекции
Пруды	Негашеная известь	25–30 ц/га	Температура воды не ниже 10°C. Равномерно распределяют по обрабатываемой поверхности. Освобождают обрабатываемую поверхность от ила, грязи, лишней растительности путем регулярной механической очистки.
	Хлорная известь	3–5 ц/га	
	Гипохлорит кальция	1,5–2,5 ц/га	
Гидротехнические сооружения	Негашеная или хлорная известь	10–20%-ный раствор (известковое молоко)	
Орудия лова (невода, бредни, сети, сачки и пр.)	Формальдегид	2%-ный раствор	Все орудия лова тщательно очищаются. Выдерживают в течение 2 часов.
	Формальдегид	4%-ный раствор	Выдерживают в течение 30 минут.
	Медный купорос	0,5%-ный раствор	Выдерживают в течение 2 часов.
Живорыбные емкости (брезентовые чехлы, чаны, носилки и пр.)	Формальдегид	4%-ный раствор	Предварительно тщательно очищают орудия лова, обрабатывают в течение 1 часа, многократно прополаскивая до исчезновения запаха хлора.
	Негашеная известь	2–3%-ный раствор	Выдерживают в течение 10–12 часов, многократно прополаскивая до исчезновения запаха хлора.

Объект дезинфекции	Дезинфекант	Рабочая концентрация дезинфеканта	Особые условия дезинфекции
Деревянный рыбоводный инвентарь (столы, кадки, бочки, носилки и пр.)	Хлорная известь	10–20%-ный раствор	Предварительно подвергают механической очистке инвентарь и промывают его горячей водой до исчезновения запаха хлора.
	Формальдегид	4%-ный раствор	Трижды орошают и тщательно ополаскивают.
Ведро	Кальцинированная сода	3–5%-ный горячий раствор	Отмывают и затем ополаскивают.
	Хлорная или негашеная известь	10%-ный раствор	То же.
Живорыбные вагоны, цистерны и их оборудование	Хлорная или негашеная известь	20%-ная известь	После тщательной механической очистки обрабатывают дезинфекантом, выдерживают в течение одного часа и ополаскивают.
Плавающие средства и механизмы	Хлорная известь	20%-ный раствор	Выдерживают в течение 2 часов и затем прополаскивают.
Резиновая обувь	Формальдегид	2–3%-ный раствор	Тщательно очищают и моют.
	Негашеная известь	10%-ный раствор	То же.

Солевые ванны. Предназначенные к перевозке карпы, сазаны и их гибриды, караси и лини для разведения подвергаются обязательной обработке в ваннах с 5%-ным раствором поваренной соли в течение 5 минут. Обрабатывают и сеголетков, годовиков из группы ремонтной молодежи и производителей. Готовят раствор — взвешивают 5 кг поваренной соли, разводят ее в чистой прудовой воде и доводят объем до 100 дм³. В таком объеме можно помещать до 30 кг рыбы (годовиков и сеголетков); обрабатывают 3–4 партии рыб, после чего отработанный раствор удаляют и заменяют новым. Рыб нужно выдерживать ровно 5 минут, пользоваться песочными 5-минутными часами, а не ручными или карманными, так как может быть допущена грубая ошибка в определении времени и может произойти гибель рыбы (при увеличении экспозиции). Солевой раствор можно готовить в деревянной или брезентовой посуде.

Если рыбу перевозят на небольшие расстояния, ее сразу после промывки грузят в живорыбный транспорт, минуя передержку в водоеме или бассейне. Температура солевого раствора в ваннах должна быть от 6–7 до 15–17°C, при температуре ниже 4–5°C эффективность солевых ванн резко снижается — паразиты остаются на теле рыбы в живом состоянии. В то же время повышение температуры солевого раствора до 18–19°C опасно для рыб.

Аммиачные ванны. Применяют с лечебной и профилактической целью при заболеваниях рыб триходиниозом, хилодонеллезом, дактилогирозом А и В и гиродактилезом. Для обработки необходимо иметь специальные брезентовые ящики, делевые носилки жесткой конструкции, песочные часы с экспозицией 30 секунд и 1 минуту, водный термометр и пипетку для взятия аммиака (с делениями от 20 до 200 см³). Раствор для ванн готовят непосредственно перед обработкой из обычного нашатырного спирта (концентрация 24–29%). Рыб старших возрастных групп (производителей и ремонтный молодняк) обрабатывают в 0,1%-ном растворе аммиака. В 100 литрах аммиачного раствора можно одновременно обработать до 30 кг рыбы — не более двух партий — при температуре от 7 до 25°C. С повышением температуры возрастают ядовитые свойства аммиака и усиливается вредное воздействие его на рыб. Продолжительность обработки при температуре 7–18°C — не более 0,5 минуты.

Хорошие результаты в борьбе с паразитарными заболеваниями рыб дает обработка перманганатом калия (1:1000 с экспозицией 20–45 с), комбинированные ванны (NaCl — 1 кг, NaHCO₃ — 1 кг, KMnO₄ — 10 г, CaOCl₂ — 10 г на 1 м³ воды) в течение 0,5 ч (при температуре 5–7°C), хлорные ванны (1 : 1000 в течение 15 мин), лизоловые ванны (для всех видов рыб, кроме племенных лососевых, концентрация 1 : 500, время обработки от 5 до 15 с) и др.

Противопаразитарная обработка рыбы может производиться непосредственно в зимовальных прудах дважды в год (весной и осенью). Для проведения дезинфекции в естественных условиях используют органические красители — бриллиантовый зеленый и основной фиолетовый «К». При этом количество препарата определяют по формуле:

$$X = V \cdot P \cdot 100/L,$$

где X — необходимое количество препарата, г; V — объем воды в пруду, м³; L — заданная концентрация препарата, г/м³ ($L = 0,15$

или 0,20 г/м³); Л — концентрация сухого красителя, % (указывается на маркировке тары).

Наибольший эффект дает обработка при температуре воды не выше 12–15°С и рН не более 8,0.

2.7. Контаминация среды обитания и болезни рыб

Одним из действенных средств поддержания здоровья человека в условиях возросшей экологической нагрузки является качественное питание. Вместе с тем, к сожалению, пищевое сырье и продукты содержат достаточно обширный перечень чужеродных веществ (рис. 2.36), которые «усиливают» химическую нагрузку пищи и могут оказывать влияние на питательный гомеостаз.

ЧУЖЕРОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА	
ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ	БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ
<p>Токсичные элементы: свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, цинк, медь, железо, олово, хром, никель</p> <p>Пестициды: хлорорганические, триазины, фосфорорганические, пиретроиды, тиокарбаматы</p> <p>Соединения азота: нитраты, нитриты, нитрозамины</p> <p>Гистамин</p> <p>Полиароматические углеводороды, в т. ч. бенз(а)пирен</p> <p>Полихлорированные бифенилы</p> <p>Гормональные препараты</p> <p>Радионуклиды</p>	<p>Микотоксины: альфатоксины В₁, В₂, G₁, G₂, дезоксиниваленол (вомитоксин), Т-2 токсин, зеараленон, патулин, охратоксин А, стеригматоцистин</p> <p>Антибиотики</p> <p>Микроорганизмы: бактерии группы кишечной палочки (колиформы): E. Coli; S. Aureus, Bac. Cereus, бактерии рода Proteus, сульфитредуцирующие кластридии, патогенные микроорганизмы (в т. ч. сальмонеллы), дрожжи, плесени</p> <p>Вирусы</p> <p>Гельминты и простейшие</p> <p>Насекомые-вредители</p>

Рис. 2.36. Чужеродные вещества

Чужеродные вещества, поступающие в человеческий организм с пищевыми продуктами и имеющие высокую токсичность, называют загрязнителями или *контаминантами*. Подчеркивая негативное влияние, оказываемое присутствием контаминантов на здоровье человека, токсичные загрязнители называют также *ксенобиотиками* (в дословном переводе — вещества, чуждые жизни).

Из общего количества чужеродных химических веществ, проникающих из окружающей среды в организм людей, 30–80 % поступает с пищей.

Чужеродные химические вещества включают соединения, которые по своему характеру и количеству не присущи натуральному продукту, но могут быть добавлены в него с целью совершенствования технологии, сохранения или улучшения качества продукта и его пищевых свойств, или же они могут образоваться в продукте в результате технологической обработки (нагревания, жарения, облучения и др.) и хранения, а также попасть в пищу вследствие загрязнения.

Спектр их возможного патогенного воздействия широк: неблагоприятное влияние на пищеварение и усвоение пищевых веществ; понижение иммуно-защитных сил организма; сенсibilизирование организма; оказание общетоксического действия; гонадотоксический, эмбриотоксический, тератогенный и канцерогенный эффекты; ускорение процессов старения; нарушение функции воспроизводства.

Для эффективной профилактики «химических болезней» алиментарного происхождения необходимо знать источник и основные пути поступления в продукты питания важнейших групп чужеродных химических веществ (ЧХВ). Вредное воздействие на организм могут оказывать: продукты, содержащие пищевые добавки (красители, консерванты, антиокислители и др.) — не апробированные, неразрешенные или используемые в повышенных дозах; продукты или отдельные пищевые вещества (белки, аминокислоты и др.), полученные по новой технологии, в том числе путем химического или микробиологического синтеза, неапробированные при изготовлении, с нарушением установленной технологии или из некондиционного сырья; остаточные количества пестицидов, которые могут содержаться в продуктах растениеводства или животноводства, полученные с использованием кормов или воды, загрязненные высокими концентрациями пестицидов или в связи с обработкой ядохимикатами животных; продукты растениеводства, полученные с использованием не апробированных, неразрешенных или нерационально применяемых удобрений или оросительных вод (минеральные удобрения и другие агрохимикаты, твердые и жидкие отходы промышленности и рыбоводства, коммунальные и другие сточные воды, осадки из очистных сооружений и др.); продукты рыбоводства, полученные с использованием не апробированных, неразрешенных или неправильно примененных кормовых добавок

и консервантов (минеральные и непротеиновые азотистые добавки, стимуляторы роста — антибиотики, гормональные препараты и др.).

К этой группе следует также отнести: загрязнение продуктов, связанное с ветеринарно-профилактическими и терапевтическими мероприятиями (антибиотики, антигельминтные и другие медикаменты); токсиканты, мигрировавшие в продукты из «пищевого оборудования», посуды, инвентаря, тары, упаковок, упаковочных пленок при использовании не апробированных или неразрешенных пластмасс, полимерных, резиновых или других материалов; токсические вещества, образующиеся в пищевых продуктах (их называют примесями эндогенного происхождения) вследствие тепловой обработки, копчения, жарения, облучения ионизирующей радиацией, ферментной и других методов технологической кулинарной обработки (например, образование бенз(а)пирена и нитрозаминов при копчении и др.); пищевые продукты, содержащие токсические вещества, мигрировавшие из загрязненной окружающей среды — атмосферного воздуха, почвы, водоемов. Из этих веществ наибольшее значение имеют тяжелые металлы и другие химические элементы; персистентные хлорорганические соединения, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нитрозамины и другие канцерогены, радионуклиды и т. д. В эту группу входит наибольшее количество ЧХВ.

Есть сведения о почти 8 млн различных химических соединений причем 63 000 из которых находят широкое применение в различных сферах жизни и постоянно используются людьми. Среди них 50 000 относятся к соединениям обычного употребления, в состав активных ингредиентов в пестицидах входят 1500, активных ингредиентов в лекарствах — 4000, наполнителей лекарств — 2000, пищевых добавок — 2500, препаратов, поддерживающих тонус жизни — 3000.

Вместе с тем применение химических веществ связано с технологической необходимостью увеличения сроков хранения сырья и продуктов, улучшения качества, расширения ассортимента полученных продуктов. Примечательно заметить, что многие химические вещества поступают в пищевое сырье и продукты в результате реализации трофических цепей и на этапе получения готовых продуктов и увеличивают их загрязненность. Остановимся на наиболее известных и регламентируемых загрязнителях и химических веществах, применяемых в технологии получения продуктов питания.

Загрязнения токсичными элементами. Основную массу загрязняющих веществ составляют: фтор, мышьяк, алюминий, а также хром, кадмий, никель, медь, свинец, цинк, ртуть.

Данные химические вещества относятся к наиболее часто попадающим в рыбные продукты питания веществам. Они могут поступать не только с пищей, но и с вдыхаемым воздухом и питьевой водой, однако алиментарный (пищевой) путь в большинстве случаев является основным.

Часть рассматриваемых элементов относят к жизненно необходимым — биомикроэлементам. Для большинства из них определена оптимальная физиологическая потребность. Так, для взрослого человека суточная потребность составляет: в меди — 2–2,5 мг, в марганце — 5–6 мг, в кобальте — 0,1–0,2 мг, в цинке — 10–12 мг, в молибдене — 0,2–0,3 мг, в никеле — 0,6–0,8 мг, в железе — 15–20 мг, в йоде — 0,2 мг, во фторе — 2–3 мг. Ряд других элементов также биологически активны и могут стимулировать определенные физиологические процессы в организме (например, мышьяк — кроветворение), но жизненная необходимость их до сих пор не доказана. Все микроэлементы, даже жизненно необходимые, в определенных дозах токсичны.

Особой токсичностью отличаются некоторые тяжелые металлы (ртуть, кадмий, свинец) (рис. 2.37).

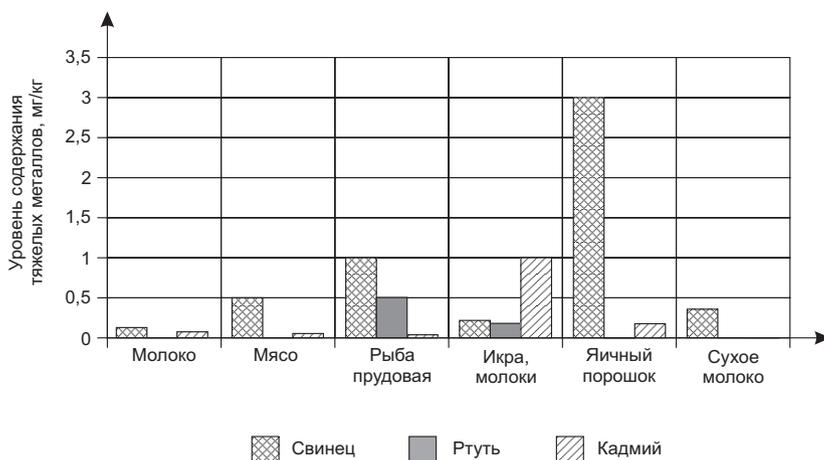


Рис. 2.37. Содержание токсичных элементов в продукции животноводства

Рассматриваемые загрязнители попадают в рыбное сырье и продукты главным образом следующими путями: в районах месторождения металлических или других руд соответствующими элементами загрязняется почва (табл. 2.27), а от нее — растительность и воды; они содержатся в атмосферных выбросах и других отходах промышленных предприятий, электростанций, транспорта; почва может загрязняться этими ХВ при удобрении недостаточно очищенными сточными водами, осадками из очистных сооружений и др.; при загрязнении водоема ими могут загрязняться гидробионты, особенно моллюски-фильтраторы и хищные рыбы; они могут переходить в пищевые продукты при контакте с материалами посуды, оборудования, тары, упаковок и др.

Присутствие рассматриваемых ХВ в пищевых продуктах в количествах, в 2–3 раза превышающих фоновые, нежелательно, а в превышающих ПДК — недопустимо.

Восемь из них (ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, медь, стронций, цинк, железо) объединенная комиссия ФАО и ВОЗ по пищевому кодексу включила в число тех компонентов, содержание которых контролируется при международной торговле продуктами питания. В нашей стране, кроме того, при наличии соответствующих показаний подлежат контролю еще сурьма, никель, хром, алюминий, фтор, йод.

Таблица 2.27. Сравнительный анализ земель Воронежской области с содержанием подвижных форм тяжелых металлов, превышающих значение ПДК

Наименование районов	Площадь, га (1995 г./2001 г.)			
	Элементы (тяжелые металлы):			
	свинец > 6,0	кадмий > 1,0	цинк > 23,0	медь > 3,0
Новоусманский	—/145	—	—/1214	—/1214
Каменский	1180/1268	390/405	—	57/62
Кантемировский	10/11	3370/3571	299/314	150/177
Нижнедевицкий	—/127	—/13	—	—
Ольховатский	6800/8868	1324/2944	—	—/603
Острогожский	1200/1821	—	—	—
Подгоренский	90/2160	50/981	—	—/55
Россошанский	1956/3002	21/146	—	23/240
Репьевский	—/67	—/80	—/1420	—/877

К группе тяжелых металлов за исключением благородных и редких относятся те металлы, которые имеют плотность более 8000 кг/см³,

то есть это свинец, медь, цинк, никель, кадмий, кобальт, сурьма, висмут, ртуть, олово, ванадий, а также хром, серебро, золото, платина, железо, марганец и полуметалл мышьяк. Многие из этих агентов широко распространены в природе и способны вызывать заболевания у людей.

Ртуть. Рассеянный элемент в основном сконцентрирован в сульфидных рудах, лишь небольшое ее количество находится в самородном виде. Среднее содержание ртути в атмосфере обычно ниже 50 мг/м^3 , в земной коре — около $0,08 \text{ мг/кг}$.

Ртуть широко используется в электротехнической промышленности и приборостроении, в производстве хлора, в качестве легирующей добавки, теплоносителя, катализатора при синтезе пластмасс, в лабораторной и медицинской практике, сельском хозяйстве. Основные источники загрязнения окружающей среды ртутью: пирометаллургические процессы получения металла, сжигания органических видов топлива, сточные воды, производство цветных металлов, красок, фунгицидов.

Наиболее опасным ее соединением является метилртуть. В середине XX в. в Скандинавии (как и в других странах) проводили протравливание посевного зерна соединениями ртути. В Швеции это был метилртутьдицианамид, в Дании — фенилртуть, в Финляндии — алкоксиалкилат ртути.

Ртуть активно аккумулируется планктоном, который представляет собой пищу для ракообразных и рыб. Щуки, выловленные в Балтийском море у шведского побережья, содержали до $5,7 \text{ мг/кг}$ метилртути. Содержание же метилртути у берегов Нидерландов еще выше — 10 мг/кг . Кошки, которых кормили этой рыбой, умирали от ртутного отравления через 2–3 месяца. Принято считать, что уровень ртути 20 мг/кг является для рыб летальным (рис. 2.38).

Свинец. Содержание свинца в земной коре составляет $1,6 \cdot 10^{-3} \%$. Он в основном сконцентрирован в таких минералах, как галенит, англезит, церуссит. Общие запасы свинца на Земле, оцениваемые в 100 млн т, в основном представлены в виде сульфатов. Среднее содержание свинца в атмосфере $2 \cdot 10^{-9} - 5 \cdot 10^{-4} \text{ мкг/м}^3$. В окружающую среду ежегодно из природных источников с вулканическими выбросами, почвенной силикатной и метеоритной пылью, морскими солевыми аэрозолями и т. д. поступает до 230 тыс. т свинца.

Свинец широко используется в производстве кабелей, электрических аккумуляторов, красок и пигментов, для защитных экранов от

гамма-излучения, в химическом машиностроении, пиротехнике, полиграфии, сельском хозяйстве. Важно отметить, что почти 50 % свинца не подлежит вторичному использованию. Еще один источник поступления свинца в организм человека — свинцовая посуда.

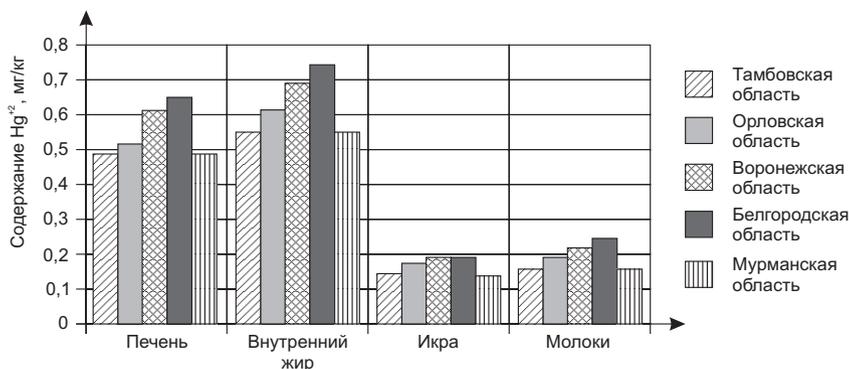


Рис. 2.38. Сравнительные данные по содержанию ртути во внутренних органах толстолобика

Концентрация свинца в природных водах обычно не превышает 10 мкг/дм^3 , что обусловлено его осаждением и комплексобразованием с органическими и неорганическими лигандами. Интенсивность этих процессов во многом зависит от pH среды. Уровень общего содержания свинца в атмосферных осадках обычно колеблется от 1 до 50 мкг/дм^3 , а в районах интенсивной промышленности может достигать 1000 мкг/дм^3 , приводя к серьезному загрязнению снежного покрова и почв.

Изучена циркуляция свинца в пищевых цепях. Его перенос из взвешенного в воздухе свинца может происходить прямым (за счет выпадения осадков через надземные части растений) и (или) косвенным способами (через почву). Человек подвергается воздействию свинца при потреблении загрязненной пищи и воды, а также при дыхании. Дети могут получать свинец через грудное молоко, а также при употреблении продуктов, не предназначенных для питания.

Свинец характеризуется широким спектром вызываемых им токсических эффектов. Механизм его действия обусловлен ингибированием ферментов детоксикации. Поэтому воздействие свинца приводит к нарушению функции ряда митохондриальных или цитозольных

ферментов (гемосинтетазы, копропорфириногенаоксидазы, омега-аминолевулилатдегидратазы). Свинец угнетает образование цитохрома Р-450 и цитохромоксидазы.

Повышенное содержание свинца в почве ведет к уменьшению числа основных представителей почвенного микробиоценоза (рис. 2.39).

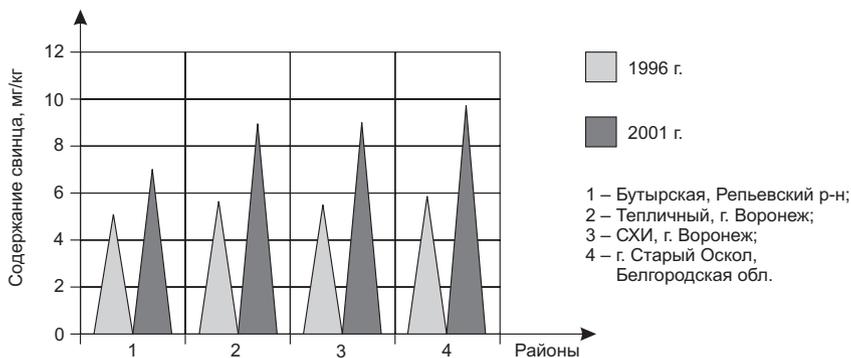


Рис. 2.39. Динамика изменения свинца в почвах районов Воронежской области: 1 — Бутырская, Репьевского р-на; 2 — Тепличный, г. Воронеж; 3 — СХИ, г. Воронеж; 4 — г. Старый Оскол, Белгородской обл.

Наиболее чувствительны к свинцу — актиномицеты и азотфиксирующие бактерии. Последние могут быть использованы в качестве биоиндикаторов степени загрязнения почв соединениями свинца. Вместе с тем следует заметить, что поскольку неорганические соединения свинца в почве образуют нерастворимые соли и комплексы с различными анионами, то они обычно через корневую систему в наземные растения не поступают.

Проявление токсического действия соединений свинца отмечено у гидробионтов в дозах 0,1–0,4 мг/кг. Хлорид свинца в концентрации 0,01 мг/дм³ в воде убивает дафний через сутки, в то время как нитрат свинца оказывает тот же эффект при значительно большей концентрации — 5 мг/дм³. Наиболее токсичными являются органические соединения. Некоторые виды рыб служат индикатором загрязненности свинцом водной среды, так как реагируют уже при минимальных концентрациях этого металла. Икринки и головастики амфибий также высоко чувствительны к токсическому воздействию соединений свинца, а у взрослых особей тех же видов при содержании свинца в пище свыше 10 мг/кг происходят биохимические изменения.

Эксперименты на крысах и мышах убедительно подтвердили канцерогенность свинца и его неорганических соединений. В культурах клеток лейкоцитов мышей свинец вызывал хромосомные aberrации. Сведений о тератогенности этого металла не получено.

Углубленные эпидемиологические исследования среди рабочих плавильных и аккумуляторных заводов не показали канцерогенности свинца. Вместе с тем в ряде исследований были обнаружены хромосомные aberrации в крови лиц, контактирующих с солями свинца, однако в других работах кластогенных эффектов не обнаружено.

Особо следует отметить, что дети значительно легче, чем взрослые, аккумулируют свинец и потому относятся к группе высокого риска в отношении свинцовых интоксикаций.

Кадмий. Относится к рассеянным элементам и содержится в виде примесей во многих минералах. Средняя концентрация кадмия в морской воде — около 0,1 мкг/дм³, в земной коре — 0,1 мг/кг. Обычно он сопутствует цинку.

Кадмий находит широкое применение в ядерной энергетике для изготовления стержней атомных реакторов, в гальванотехнике в качестве антикоррозийных и декоративных покрытий, производстве аккумуляторов (никель-кадмиевые батареи), в качестве стабилизатора поливинилхлорида, пигмента в стекле и пластмассах, как электродный материал, компонент различных сплавов. Основными источниками загрязнения окружающей среды этим элементом являются: производство цветных металлов, сжигание твердых отходов, угля, сточные воды горнометаллургических комбинатов, производство минеральных удобрений, красителей и т. д.

Антропогенная эмиссия кадмия в биосферу превышает природную в несколько раз. Например, в воздушную среду ежегодно поступает около 9000 т кадмия, причем 7700 т (более 85%) — в результате деятельности человека. Только в Балтийское море каждый год сбрасывается 200 т кадмия. Кадмий легко аккумулируется многими организмами, особенно бактериями и моллюсками, где уровни биоконцентрации достигают порядка нескольких тысяч. Наибольшее содержание кадмия обнаружено преимущественно в почках, жабрах и печени гидробионтов, в почках, печени и скелете наземных видов животных. В растениях кадмий сконцентрирован в основном в корнях и в меньшей степени в листьях. В пресноводной среде кадмий в основном поглощается за счет адсорбции или абсорбции непосредственно из воды, в то же время морские организмы поглощают кадмий из пищи.

В организме кадмий может легко взаимодействовать с другими металлами, особенно с кальцием и цинком, что влияет на выраженность его воздействий. Кадмий способен замещать кальций, нарушая процессы регуляции поглощения кальция. Он способен ингибировать ионный транспорт и индуцировать синтез металлотioneина. Даже незначительная недостаточность железа резко усиливает аккумуляцию кадмия. Токсические эффекты кадмия широко варьируют в зависимости от вида организма, концентрации, температуры и других условий окружающей среды, наличия ионов других металлов. Установлено, что токсическому действию кадмия наиболее подвержены водные организмы в эмбриональной стадии развития. Эпидемиологические данные указывают на чрезвычайную опасность кадмия для человека. В связи с тем, что этот элемент весьма медленно выводится из человеческого организма (0,1 % в сутки), отравление кадмием может принимать хроническую форму. Его симптомы — поражение почек, нервной системы, легких, нарушение функций половых органов, боли в костях скелета.

Имеются достоверные данные канцерогенной опасности кадмия. Установлено, что примерно у 5 % населения США и Японии концентрация кадмия в организме достигла уже критического уровня. В одной сигарете содержится около 2 мг кадмия, а это значит, что у курильщика, выкуривающего пачку сигарет в день, в два раза по сравнению с некурящим увеличен уровень кадмия в печени и почках.

Хром. Поступает в окружающую среду как из естественных источников, так и главным образом в результате антропогенной деятельности (сжигание угля, добыча руды, производство и использование металла). В зоне заводов по выплавке хромистых сталей содержание хрома в аэрозолях достигает 1 мг/м³ при фоновом содержании 10⁻⁶ мг/м³. Частицы этих аэрозолей ветром разносятся на большие расстояния и выпадают на поверхность Земли с атмосферными осадками. В результате сбросов химических заводов и предприятий по обработке металлов повышенное содержание хрома концентрируется в поверхностных и подземных водах.

Хром — один из наименее токсичных тяжелых металлов и некоторые виды млекопитающих способны без видимых последствий переносить сто-, двухсоткратное увеличение содержания этого элемента в организме. Большинство микроорганизмов способно аккумулировать хром. Токсичность этого элемента проявляется в подавлении роста и торможении метаболических процессов. Беспозвоночные (насекомые,

многощетинковые черви, ракообразные) в целом более чувствительны к токсическим эффектам хрома, чем позвоночные.

Мышьяк. Содержание мышьяка в земной коре (кроме геохимических зон) составляет $1 \cdot 10^{-4}$ – $1 \cdot 10^{-3}$ %. В воздухе неиндустриальных районов мышьяк содержится в концентрациях 0,0005–0,02 мкг/м³. В грунтовых водах фоновый уровень мышьяка широко варьирует (0,1–200 мг/дм³), что обусловлено его содержанием в водопроницающих геологических слоях. В районах, где имеются залежи мышьяксодержащих руд, он присутствует и в природных водах, при этом из почвы в воду поступает до 5–10% общего количества мышьяка. В поверхностных водах среднее содержание этого элемента — 0,01 мг/дм³, а в океанических — $1,77 \cdot 10^{-8}$ – $0,6 \cdot 10^{-6}$ %. В естественных условиях мышьяк в виде разнообразных соединений поступает в окружающую среду главным образом при извержении вулканов и эрозии почв, а также из биогенных морских источников.

В природе мышьяк обычно встречается в виде арсенидов меди, никеля и железа, а также оксидов и сульфидов, а в водной среде — обычно в форме арсенидов и арсенатов. Антропогенные источники поступления мышьяка в окружающую среду: добыча и переработка мышьяксодержащих руд, пирометаллургия, сжигание природных видов топлива — каменного угля, сланцев, нефти, торфа, а также производство и использование суперфосфатов, содержащих мышьяк ядохимикатов, препаратов и антисептиков.

Алюминий. Его не причисляют к биомикроэлементам. В нашей стране содержание Al в природных водах колеблется в пределах от 0,001 до 10 мг/дм³, в промышленных стоках достигает 1000 мг/дм³. Продукты растительного происхождения содержат алюминий в концентрации 10–100 мг/кг, продукты животного происхождения — 1–20 мг/кг. Растворимые соли алюминия отличаются слабым токсическим действием. Обогащение пищи алюминием может происходить в процессе ее приготовления в алюминиевой посуде, особенно при щелочной или кислой среде. В этих случаях содержание алюминия в пище может возрастать в 2 раза. В нашей стране нормирование алюминия осуществляется только при наличии определенных показаний.

Никель. В нашей стране Ni встречается в различных горных породах (8–160 мг/кг) и почве (10–70 мг/кг). В речных и подземных водах его содержание колеблется в пределах 0,00006–0,016 мг/л, повышаясь в водах районов месторождений никелевых руд до 7 мг/дм³. В сточных водах некоторых промышленных предприятий (горнорудных, метал-

лургических, приборостроительных, химических и др.) содержание никеля может достигать 274 мг/л. Концентрации никеля в продуктах: в мясе — 0,01–01 мг/кг, в молочных продуктах — 0,03–0,05 мг/кг, в морепродуктах — 0,02–1,7 мг/кг, во фруктах, овощах и зерновых — 0,05–2 мг/кг, в орехах — до 5 мг/кг и более.

Фтор. Его относят к биогенным микроэлементам. Он вездесущ в биосфере. Источниками фтора для биосферы являются вулканические газы (до 2,5% H_2F_2) изверженные горные породы, в которых обнаружено около 1000 фторсодержащих минералов. Последние обычно находятся в рассеянном состоянии, но есть и имеющие промышленное значение месторождения: флюорита (48,7% фтора), криолита (54,3% фтора), фторapatита (2,5–4,2% фтора), коренных фосфоритов (0,1–6% фтора). Фтора содержится: в горных породах — 300–800 мг/кг, в почвах — 30–320 мг/кг, в поверхностных водах — 0,01–0,8 мг/л (в отдельных случаях — до 6 мг/л), в подземных водах — 0,01–6 мг/л (до 20 мг/л и более), в морской воде — 0,7–1,4 мг/л, в атмосферном воздухе — $2 \cdot 10^{-6}$ – $4 \cdot 10^{-4}$ мг/м³.

Атмосферные выбросы и сточные воды ряда производств (суперфосфатных и криолитовых заводов, предприятий химической промышленности, сжигающих твердое топливо и др.) содержат значительное количество фтора. В этом случае фтор накапливается в верхних слоях почвы, почвенной пыли, на поверхности и внутри растений.

В нашей стране в большинстве пищевых продуктов фтор содержится в десятых долях миллиграмма на 1 кг рыночной массы (фоновая концентрация). В мясе различных наземных животных в большинстве случаев обнаруживали фтора 0,15–0,6 мг/кг (иногда — 1,2 мг/кг), в молоке — 0,03–0,25 мг/кг, в мышечной ткани (без костей) речных рыб — 0,09–0,4 мг/кг.

Поскольку концентрация фтора в морской воде выше, чем в воде пресных водоемов, и содержание фтора в морепродуктах выше.

Гигиеническими нормативами в нашей стране установлена ПДК фтора в рыбопродуктах 10 мг/кг, во всех остальных продуктах — 2,5 мг/кг.

Цинк. Является биомикроэлементом, входит в состав около 80 ферментов. Суточная потребность взрослых людей в цинке в зависимости от его усвояемости колеблется от 5,5 (при 40% усвояемости) до 22 мг (при 10% усвояемости).

В продуктах питания цинк преимущественно природного происхождения. Говядина, свинина, баранина обычно содержат 20–40 мг/кг,

рыбопродукты — 15–30 мг/кг и более. В устрицах содержится цинка 60–1000 мг/кг, в молоке — 2–6 мг/л, в яйцах — 15–20 мг/кг, во фруктах и овощах — 5 мг/кг, в картофеле, моркови — около 10 мг/кг.

Соединения цинка малотоксичны. Безвредной для человека считается концентрация цинка в питьевой воде менее 40 мг/дм³, т. е. менее 1,3 мг/кг массы тела.

Признаки интоксикации цинком: тошнота, рвота, боль в животе, диарея. Эти симптомы появляются через 3–10 часов после приема пищи и наблюдаются не более 12–24 часов.

Загрязнение продуктов питания токсигенными микроорганизмами. Оно происходит в процессе их переработки и транспортировки. Источниками микроорганизмов могут быть продовольственное перерабатываемое сырье, оборудование, обслуживающий персонал, воздух, вода и вспомогательные материалы. Некоторые виды микроорганизмов вызывают ухудшение качества и снижают стойкость продуктов при хранении. Однако наиболее существенна другая опасность — нанесение ущерба здоровью человека.

Наличие в рыбных продуктах некоторых микроорганизмов или их метаболитов может вызвать заболевания человека, которые подразделяются на две общие формы — *пищевые отравления* и *пищевые инфекции*. Сравнительная характеристика пищевых заболеваний приведена в табл. 2.28.

Таблица 2.28. Сравнительная характеристика пищевых заболеваний

Пищевые интоксикации	Пищевые инфекции
1. Незаразные заболевания.	1. Заразные заболевания.
2. Возникают только при употреблении инфицированной пищи.	2. Распространяются не только через пищу, но также через воду, воздух, контактно-бытовым способом.
3. Возбудители интенсивно размножаются в пищевых продуктах и образуют токсины.	3. Большинство возбудителей в пищевых продуктах не размножается, но длительное время сохраняет жизнеспособность и вирулентность.
4. Заболевание возникает при значительной концентрации микробов в продукте.	4. Заражающая доза микробов может быть не велика.
5. Инкубационный период короткий — обычно несколько часов.	5. Инкубационный период довольно продолжительный; от нескольких недель и более.

Токсигенные микробы вырабатывают токсины двух видов: экзотоксины и эндотоксины.

Экзотоксины легко переходят из микробной клетки в окружающую среду. Они поражают определенные органы и ткани, с характерными внешними признаками, т. е. обладают специфичностью действия.

Эндотоксины не выделяются из микробной клетки во время ее жизнедеятельности, они освобождаются только после ее гибели. Эндотоксины не обладают строгой специфичностью действия и в организме вызывают общие признаки отравления.

Пищевые отравления условно подразделяют на две группы: пищевые токсикоинфекции и пищевые интоксикации (рис. 2.40).

Пищевые токсикоинфекции возникают только при наличии в пище значительного количества живых токсигенных микробов и их токсинов.

Пищевые интоксикации возникают при употреблении продуктов, содержащих микробные токсины. При этом живых токсинообразующих микроорганизмов может уже не быть.

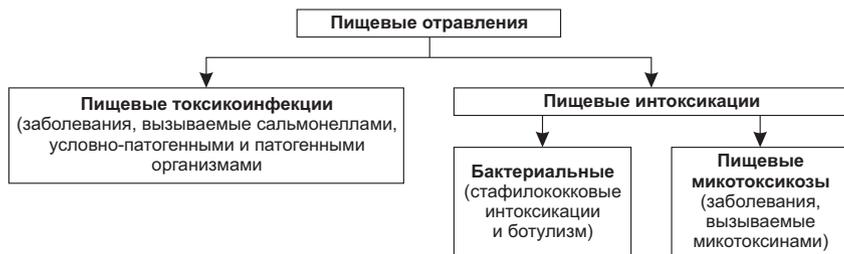


Рис. 2.40. Классификация пищевых отравлений

Пищевые интоксикации (токсикозы) могут возникать и при отсутствии в пище клеток микробов, но при наличии микробных токсинов.

В продуктах животного происхождения наиболее распространены являются рыбные токсины.

Давно признано, что водный мир — богатый и достаточно недорогой источник питания. Непрерывный рост населения Земли требует максимального использования рыбы и водных животных, моллюсков и ракообразных в качестве источников белка. Однако многие виды рыб могут быть вредны или даже смертельны для человека. Отравления, связанные с употреблением в пищу этих продуктов, отмечались

на протяжении всей истории человечества. Наиболее часто встречаются следующие типы отравлений:

- ❑ паралитическое отравление токсинами мяса моллюсков и ракообразных;
- ❑ отравление тетродотоксином;
- ❑ отравление галлюциногенами;
- ❑ отравление ихтиотоксинами, ихтиокринотоксинами и ихтиомотоксинами;
- ❑ интоксикация сигуатера;
- ❑ скомброидное отравление;
- ❑ отравление альготоксинами.

Каждый из указанных типов отравления известен в течение многих лет и продолжает представлять серьезную угрозу для здоровья человека.

Паралитическое отравление токсинами ракообразных. В течение нескольких веков известно, что ракообразные иногда становятся токсичными. В истории отмечено много случаев серьезного заболевания и смерти из-за потребления токсичных в этот период ракообразных. Позднее было установлено, что ракообразные становятся токсичными, когда они питаются бентосом, в частности панцирными жгутиковыми — динофлагеллятами. Эти организмы, а также другой фитопланктон составляют основу водной пищевой цепи. При определенных условиях развития эти организмы проходят период быстрого роста (цветения), образно называемого «красным приливом». При большой концентрации организмов (около 1 млн на 1 см³) вода окрашивается в различные оттенки красного цвета. При достаточно низкой концентрации в дневное время «цветение» воды может быть не обнаружено. Однако ночью в результате люминесценции, присущей этим организмам, их скопления отчетливо видны в виде огоньков, вспыхивающих на гребнях волн.

Паралитический яд концентрируется в любом водном организме, который питается динофлагеллятами, содержащими токсины. Токсины не действуют на ракообразных, но оказывают влияние на другие организмы. Поэтому, если на берегу обнаруживается большое количество мертвой рыбы и других организмов, можно предполагать наличие «красного прилива». Установлено также, что при концентрации динофлагеллятов в воде до 200 клеток на 1 см³ ракообразные становятся

сы очень токсичными. Причиной этого являются сильнодействующие нейротоксины — *сакситоксин* и *сакситоксиновые аналоги (гонаутоксины)*, выделенные из динофлагеллятов. При отравлении средней степени тяжести паралитический яд вызывает ощущение покалывания или онемения вокруг губ, лица и шеи, головную боль, головокружение и тошноту. В тяжелых случаях отравление проявляется в скованности или онемении конечностей и одновременно общей слабости, учащении пульса и затруднении дыхания. При тяжелых формах мышечного паралича и выраженном затрудненном дыхании возможна смерть в течение 24 ч. Часто болезнь диагностируется неверно, так как ее симптомы сходны с признаками тяжелого опьянения. Существует мнение, что человек может выработать ограниченный иммунитет к этому яду; противоядие неизвестно.

Отравление тетродотоксином. Отравление токсином иглобрюхих рыб тетродотоксином — еще один вид отравления, связанного с употреблением токсичной рыбы.

Сведения о ядовитости иглобрюхих рыб восходят к глубокой древности (примерно 2500 лет до н. э. в Японии, где иглобрюхие рыбы считаются деликатесом), тетродонное отравление представляет серьезную проблему. Наиболее ядовитыми считаются молоки, икра, печень, в меньшей степени — кожа и кишечник.

Действующим началом, вызывающим тетродонное отравление, является тетродотоксин — нерастворимое в воде термостабильное вещество, вызывающее судороги и смерть людей в течение 1,5–8 ч в результате паралича дыхания. Токсин не инактивируется при кипячении. Противоядие неизвестно.

Отравление галлюциногенами. Некоторые виды рыб вызывают отравления, сопровождающиеся галлюцинациями. Первая вспышка отравления токсинами-галлюциногенами была зарегистрирована в 1927 г. в Японии. Основными симптомами были галлюцинации и кошмары, которые особенно обострялись у больных во время сна. Установлено, что галлюцинизирующий токсин локализуется в голове рыбы. При меньшей степени отравления возникают зуд и чувство жжения в горле сразу же после приема пищи, мышечная слабость, частичный паралич ног. Симптомы проявляются через 0,5–2 ч. Выздоровление наступает через 12–24 ч в зависимости от степени интоксикации. Следует отметить, что отравление этим токсином возможно при употреблении в пищу как сырой, так и вареной рыбы.

Отравление ихтиотоксинами, ихтиокринотоксинами и ихтиохемотоксинами. В особую группу выделяют несколько видов отравлений, вызываемых токсинами, содержащимися в различных частях некоторых видов рыб. Различают ихтиотоксины, ихтиокринотоксины и ихтиохемотоксины.

Ихтиотоксины — это токсины, содержащиеся в органах воспроизводства рыб (икре и молоках). Таких рыб известно более 50 видов. Симптомы отравления ихтиотоксинами — боли в желудке и диарея. Ярким примером такого отравления является «барбусовая холера», вспышки которой наблюдались в Европе. Яд ципринидин, содержащийся в икре рыб, вызывает падение артериального давления, снижение температуры тела и паралич дыхательной системы. При токсичных дозах яда возможна остановка сердца.

Ихтиокринотоксины — это токсины, вырабатываемые кожными железами или отдельными клетками некоторых видов рыб. Как правило, эти токсины имеют горький вкус, токсичны для других рыб и обладают гемолитическим действием.

Ихтиохемотоксины — это токсины, содержащиеся в сыворотке крови пресноводного угря. Как правило, отравление наступает при приеме с пищей большого количества свежей крови этих рыб. Симптомы отравления выражаются в возникновении рвоты, нерегулярном пульсе, параличе мышц и дыхательной системы; в тяжелых случаях наступает смерть.

Интоксикация сигуатера. Сигуатера — название обычно нелетального пищевого отравления, вызываемого пресноводной улиткой. Термин «сигуатера» появился в научной литературе в 1787 г. В настоящее время известно более 400 видов сигуатоксичных рыб.

В результате отравления такой рыбой ежегодно заболевает большое количество людей. Было зарегистрировано, что из 4497 случаев отравления сигуатоксичной рыбой 542 случая привели к смертельному исходу. Действительное число таких отравлений неизвестно, так как сигуатера не подлежит учету и, кроме того, многие врачи неправильно диагностируют это заболевание. По симптомам оно сходно с отравлением фосфорорганическими веществами.

Типичные симптомы данного отравления включают начальный период желудочно-кишечного расстройства (боли в животе, тошнота, рвота и понос), затем наступает растянутый период неврологических нарушений (покалывание и онемение губ, языка и конечностей, головная боль, судороги). В большинстве случаев эти симптомы продолжают

от нескольких часов до нескольких недель и затем проходят. В случаях тяжелой интоксикации симптомы могут длиться 20–25 лет.

Заболевание вызывается токсином, происхождение которого до настоящего времени точно не известно. Предполагают, что его вырабатывают придонные синезеленые водоросли. Косвенным подтверждением этого предположения является то, что большинство сигуатоксичных рыб обитают вблизи дна или, если они хищные, питаются придонной рыбой. Установлено, что сигуатера вызывается не одним соединением. Выделено несколько токсичных веществ, включая растворимый в липидах токсин (сигуатерин), водорастворимый токсин (сигуатоксин) и токсин с высокой молекулярной массой (мейтотоксин). Структура этих токсинов не установлена. Разработаны методы идентификации сигуатоксичной рыбы, такие как биологическая проба на мышах или на жаброногих ракообразных. Однако эти методы не могут быть использованы для контроля качества, поскольку не всегда дают удовлетворительные результаты. В связи с тем, что токсины стабильны при замораживании и кипячении, разработаны правила для предупреждения отравления: рекомендуется не употреблять те виды рыб, которые опасны в определенной местности; не употреблять их внутренние органы, особенно печень; не употреблять крупную и старую рыбу, которая с возрастом становится сигуатоксичной.

Скомброидное отравление. Наибольшее количество отравлений рыбными продуктами вызывают токсины, образующиеся при бактериальном разложении из-за неправильного хранения рыбы. Такое отравление называется скомброидным. Симптомы скомброидного отравления напоминают аллергическую реакцию на гистамин: покраснение лица, сильная головная боль, рвота, боли в животе. Эта болезнь редко приводит к смертельному исходу.

Бактериальное разложение тканей рыб вызывает значительное увеличение концентрации гистамина (2000–5000 мг/г) еще до появления первых внешних признаков ее порчи. Однако причину возникновения скомброидного отравления нельзя объяснить только избыточной концентрацией гистамина. Некоторые люди выдерживают большие количества чистого гистамина (около 180 мг) без вредных последствий. По-видимому, существует другая причина скомброидного отравления, до настоящего времени неизвестная.

Отравление альготоксинами. Альготоксины — это токсины синезеленых водорослей Cyanophyta, обитающих во внутренних пресно-

водных водоемах. Массовое размножение синезеленых водорослей, известное как «цветение» воды, — явление экологическое, однако оно имеет важное биологическое и медицинское значение. Развитие синезеленых водорослей приводит к накоплению в теле многих гидробионтов и окружающей водной среде сильнодействующих токсичных веществ, продуцируемых водорослями. Альтотоксины аккумулируются в водной экосистеме, иногда подвергаясь трансформации и сохраняя при этом токсичность. Следующим звеном в цепи аккумуляции и передачи альтотоксинов являются моллюски и рыбы и далее — теплокровные наземные животные и человек. Известны также отравления травоядных (домашнего скота) на водопое при попадании в пищеварительный тракт как фитопланктона, так и самой воды. Определенную опасность представляет загрязнение альтотоксинами водоснабжения и водозаборов. Отравление человека может произойти при купании во время цветения воды. Масштабы этих явлений могут быть достаточно большими, так как во время цветения воды развивается значительная биомасса (более 100–200 г/дм³) и численность (миллионы клеток на 1 дм³) синезеленых водорослей.

Токсичные свойства синезеленые водоросли приобретают из-за присутствия в них таких токсичных соединений, как анатоксин, неосакситоксин, саксиоксин, микроцистин, L-лейцин и R-аргинин (так называемый токсин LR). Последние токсины особенно опасны, в литературе их иногда называют фактором быстрой смерти.

Отравление синезелеными водорослями может протекать в нескольких клинических формах, в том числе желудочно-кишечной, кожно-аллергической, мышечной и смешанной.

При попадании токсинов синезеленых водорослей в водопроводную сеть возможны вспышки эпидемического токсического гастроэнтерита, протекающего по типу дизентерие- или холероподобного заболевания. Основные симптомы: тошнота, боли в желудке, спазмы кишечника, рвота, диарея, головная боль, боли в мышцах и суставах. При кожно-аллергической форме характерны дерматит, зуд, набухание и гиперемия слизистой глаз (конъюнктивиты), реакции со стороны дыхательных путей по типу бронхиальной астмы.

В особую форму выделяют «юксовско-сартланскую болезнь», обычно развивающуюся после употребления в пищу инфицированной синезелеными водорослями рыбы (щуки, судака, налима, окуня и др.). К факторам, провоцирующим начало заболевания, относят физическое напряжение и охлаждение. Интоксикация развивается через 10–72 ч после

употребления в пищу рыбы, причем термическая обработка не снижает токсичности. Возникают очень резкие боли в мышцах ног, рук, поясницы, грудной клетки, усиливающиеся при малейшем движении. Наблюдаются цианоз кожи, сухость во рту, иногда рвота. Опасность представляет асфиксия вследствие паралича дыхательной мускулатуры. Болевой приступ длится от 3 до 4 сут. Возможны рецидивы.

Для профилактики отравлений рекомендуется длительное кипячение воды, фильтрация ее через активированный уголь, на водопроводных станциях — озонирование. Следует отметить, что основным показателем загрязнения воды альготоксинами — сильный рыбный запах. Следовательно, употреблять рыбу из такого водоема небезопасно. В системе профилактических мероприятий ведущее место занимает также постоянный гидробиологический контроль качества воды.

Загрязнения канцерогенными веществами природного и антропогенного происхождения. В продукты питания могут попадать и канцерогенные вещества природного и антропогенного происхождения.

Охрана пищевых продуктов от загрязнения канцерогенными химическими веществами (КХВ) представляет собой один из важнейших вопросов гигиенической проблемы защиты окружающей среды от загрязнения потенциальными химическими канцерогенами, к которым может принадлежать часть из 60 000—70 000 химических соединений, появившихся в результате деятельности человека. Международное агентство по изучению рака условно разделило их на 3 группы.

В первую группу включены вещества, канцерогенное действие которых достоверно установлено экспериментальными и эпидемиологическими исследованиями: мышьяк и его соединения, бензол, бензидин, винилхлорид, 2-нафтиламин, 4-аминобифенил, сопряженные эстрогены, диэтилстильбэстрол, смола, сажа, нефтепродукты и др.

Во вторую группу включены ХВ, канцерогенность которых достоверно доказана лишь в экспериментах. К ним относятся бенз(а)пирен и другие полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), канцерогенные нитрозосоединения (НС), афлатоксины, бериллий, никель, акрилонитрил, диэтилсульфат, ортотолуидин, производные анилиновых красок, фенацетин и др., а также кадмий и его соединения, четыреххлористый углерод, хлороформ, ДДТ, бихлорэтиламмин, нитрозомочевина, бензотрихлорид, декарбозин, 1,4-диоксин, 17-эстрадиол, этинилэстрадиол, этилениомочевина, полихлорированные бифенилы, этиленоксид, некоторые гербициды (феноксиуксусная кислота, 2,4,6-трихлорфенол и т. д.) и др.

К третьей группе относят ХВ, о канцерогенности которых в экспериментах и при эпидемиологических исследованиях получены недостаточные и противоречивые данные. Так, в третью группу входит свинец.

К числу канцерогенных примесей к пищевым продуктам можно отнести также гормональные и другие препараты, которые используют для ускорения роста сельскохозяйственных животных и рыбы. Канцерогенами могут быть также различные нетрадиционные кормовые добавки (например, мука из сланцев), консерванты кормов. Доказана возможность образования ПАУ и НС в рыбных продуктах при их обработке коптильным дымом.

ДДТ и другие пестициды. *Пестициды* — химические соединения, применяемые в сельском хозяйстве для защиты культурных растений от вредителей и паразитов, сорных растений, микроорганизмов и вызываемых ими болезней.

подавляющее большинство наиболее известных пестицидов имеют тенденцию к аккумуляции в живых организмах, причем не только в количествах больших, чем в окружающей среде, но и в концентрациях, возрастающих по мере продвижения их по пищевым цепям. Это называется эффектом биологического усиления (рис. 2.41).

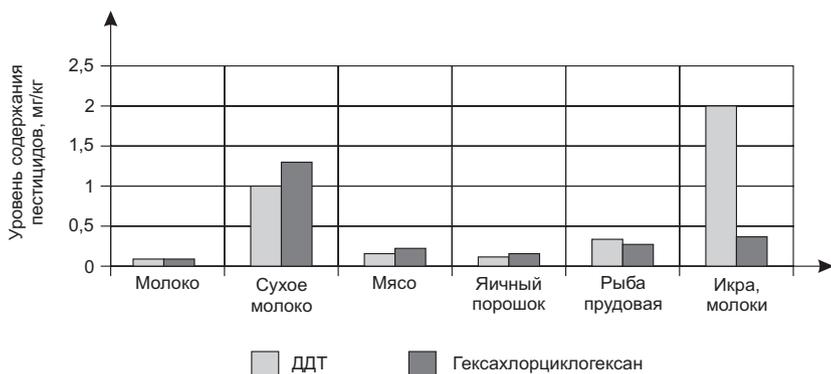


Рис. 2.41. Содержание пестицидов в продукции животноводства

Несмотря на то, что сведения о влиянии пестицидов на сообщества организмов и функционирование экосистем ограничены и не систематизированы, отмечено, что ввиду высокой способности к биоаккумуляции и низкой степени разложения они могут оказывать неблагоприятное

ятное влияние на организмы всех трофических уровней, особенно на организмы, обладающие высокой чувствительностью первичных продуцентов.

Часто после обработки пестицидами вредители могут появляться в гораздо больших количествах или даже взрывообразно размножаться (вторичные вспышки численности). Подобные явления обусловлены тем, что в мире насекомых (как и среди высших животных) существуют весьма сложные трофические цепи и количественная величина популяции растительноядных насекомых зачастую контролируется видами, которые на этих насекомых паразитируют или ведут себя по отношению к ним как хищники.

Экспозиция к пестицидам может оказывать более выраженное и сильное влияние на естественных врагов вредителей, чем на них самих.

Пестициды — одна из причин вымирания видов. Являясь фактором отбора, они обладают способностью повреждать генетический аппарат клетки и вызывать мутации. Даже небольшие эволюционные сдвиги приводят в конце концов к изменению генетической системы организма, а затем и к изменению поведения, которые могут повлиять на дальнейший ход эволюции.

ДДТ (4,4-дихлордифенилтрихлорэтан) и его метаболиты относятся к хлорорганическим пестицидам, которые крайне медленно разлагаются под влиянием физических, химических и микробиологических факторов, способны накапливаться в почве, растениях и т. д., передаваясь по пищевой цепи и концентрируясь в живых организмах (рис. 2.42).

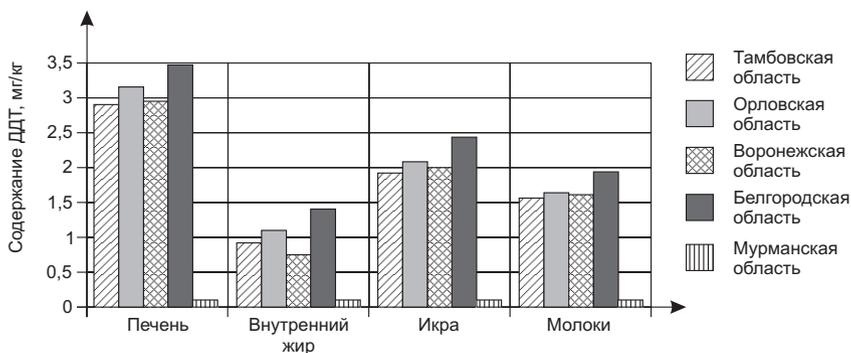


Рис. 2.42. Сравнительные данные по содержанию ДДТ и его метаболитов во внутренних органах толстолобика

Так период полураспада в почве большинства хлорорганических пестицидов превышает 1,5 года, а в случае ДДТ и его метаболитов — 15–20 лет. Эти пестициды могут длительно сохраняться в почве, воздействовать на почвенную фауну и переходить в произрастающие растения, включаясь, таким образом, в пищевые цепи.

У человека, так же как и у многих других видов, ДДТ концентрируется преимущественно в жировой ткани, но он способен выделяться с грудным молоком и даже проходить через плацентарный барьер. Под действием ДДТ у людей могут наблюдаться гормональные изменения, поражения почек, центральной и периферической нервной систем, цирроз печени и хронический гепатит. Несмотря на практическое отсутствие генотоксичности, ДДТ отнесен к группе препаратов с высокой степенью канцерогенного риска.

Загрязнения пищевых продуктов соединениями азота. Круговорот азота является необходимой составляющей жизни на Земле. Азот, содержащийся в атмосфере, принимает участие в биосферном круговороте только после его превращения в органические или неорганические соединения. Такое превращение происходит как физико-химическими, так и главным образом биологическими путями. Основными фиксаторами азота являются многие виды бактерий (*Rhizobium*) и водорослей (*Trichodesmium*, *Anaebena*, *Nostoc* и т. п.). Параллельно с азотофиксацией и нитрификацией идет процесс денитрофикации, причем в случае если скорость перехода окисленных соединений азота в молекулярную форму меньше, чем выделение первых из системы, то в атмосферу выделяются именно окислы азота.

Естественный круговорот азота в биосфере существенно меняется вследствие загрязнения среды окислами азота — продуктами деятельности промышленных предприятий и транспорта (при сжигании горючих ископаемых — нефти, сланцев, торфа, угля и, кроме того, мазута и бензина), а также азотных удобрений, в результате которых образуется большое количество окислов азота, вовлекаемых в круговорот. В итоге возникают такие экологические проблемы, как накопление нитратов в пищевых продуктах, кормах для животных, вымывание удобрений из почвы, эвтрофикация водоемов, разрушение трофических цепей и т. д.

Нитраты — соли азотной кислоты (HNO_3). Нитраты входят в состав удобрений, а также являются естественным компонентом пищевых продуктов растительного происхождения. В животных продуктах содержание нитритов весьма незначительно (рис. 2.43).

В больших количествах нитраты опасны для здоровья человека. Человек достаточно легко переносит дозу нитратов 150–200 мг/сут., 500 мг считается предельно допустимой дозой, а 600 мг/сут. — доза, токсичная для взрослого человека. Для грудных детей токсичной является доза 10 мг/сут.

Нитриты — соли азотистой кислоты (HNO_2). Основные поставщики нитритов — мясные продукты, на долю которых приходится 53–60% общего поступления нитритов в организм человека. Нитриты, в частности нитрит натрия, широко используются в пищевой промышленности в качестве консерванта при приготовлении ветчины, колбас, мясных консервов, придавая им специфический цвет и предотвращая развитие *Clostridium botulinum*. Содержание нитритов, используемых в качестве пищевых добавок, строго нормируется.

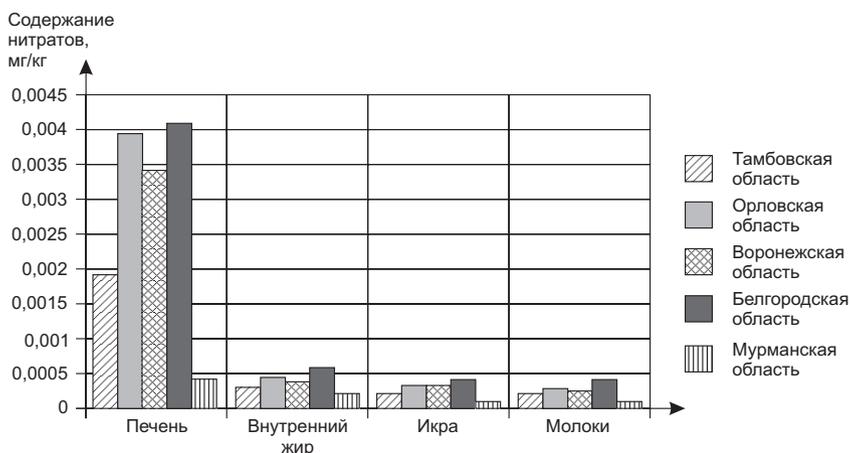


Рис. 2.43. Сравнительные данные по содержанию нитратов во внутренних органах толстолобика

Смертельная доза нитритов для людей составляет — 0,18 г для детей и стариков и 2,5 г — для взрослых.

Нитраты и нитриты применяются в пищевой и стекольной промышленности, для получения ракетного топлива, пиротехнических и взрывчатых веществ, пороха, в резиновом и текстильном производствах, гальванотехнике и медицине. Кроме того, нитриты и нитраты

широко применяются для консервирования продуктов питания. Человек получает с мясными и рыбными продуктами около 40 % нитритов, а нитраты — главным образом с овощами.

Совместное воздействие нитритов и нитратов предотвращает рост микроорганизмов, вызывающих пищевые отравления (например, ботулизм). В норме нитраты и нитриты абсорбируются в желудочно-кишечном тракте, при этом нитраты быстро выделяются из организма.

Реагируя с гемоглобином крови, нитриты превращают его в метгемоглобин, который в отличие от гемоглобина не способен осуществлять перенос кислорода, что в итоге приводит к метгемоглобинемии. Нитраты менее токсичны по сравнению с нитритами (они не окисляют гемоглобин и не образуют метгемоглобина и, следовательно, не приводят к метгемоглобинемии). В организме человека нитраты могут образовываться из аммония, под влиянием бактерий нитраты превращаются в нитриты.

Токсические воздействия нитратов (нитритов) достаточно полно изучены на различных видах животных, включая гидробионты и человека.

Особо следует сказать о *нитрозаминах* — веществах весьма простой химической структуры. Низшие нитрозамины — диэтил-(НДЭА) и диметилнитрозамины (НДМА) впервые были синтезированы во второй половине XIX в. Нитрозосоединения широко применяются в промышленности в качестве компонента ракетного топлива, антиоксидантов, являются промежуточными продуктами синтеза красителей, лекарственных препаратов и т. д. Нитрозосоединения входят также в состав противокоррозийных препаратов, применяются в качестве пестицидов и противоопухолевых агентов.

Исключительно важной особенностью нитрозаминов является возможность их образования из химических предшественников в объектах окружающей среды, в продуктах питания и даже в организме. Подобными предшественниками образования нитрозаминов служат первичные алифатические моно- и полиамины, вторичные и третичные амины, четвертичные аммониевые соли и другие азотсодержащие органические вещества, которые взаимодействуют с оксидами азота, нитрозилгалогенидами, азотной кислотой, нитратами и нитритами. Нитрозосоединения обнаружены в воздухе рабочей зоны тех предприятий, где они применяются, в водоемах, загрязненных стоками подобных производств, а также в воздушной среде заводов минеральных удобрений (до 40 мкг/м³), дубильных цехов кожевенных фабрик (40–50 мкг/м³), ли-

тейных производств, предприятий резиновой промышленности, животноводческих комплексов и рыбокомбинатов (до 10 мкг/м³ и более). Они присутствуют в различных, пищевых продуктах. Больше всего нитрозаминов обнаружено в копченых мясных изделиях, колбасах, приготовленных с добавлением нитритов — до 80 мкг/кг, в соленой и копченой рыбе — до 110 мкг/кг, в рыбных консервах — 2,0–17 мкг/кг. В свежем мясе и рыбе нитрозамины не обнаруживаются или находятся в следовых количествах — менее 1 мкг/кг.

Нитрозосоединения вызывают разнообразные мутагенные эффекты. Они способны вызывать у различных биологических объектов генные мутации и хромосомные изменения *in vitro* и *in vivo* — у бактерий, грибов и дрожжей, а также в клетках животных и человека, эмбриональных тканей и т. д. Кроме перечисленных выше мутагенных, тератогенных и канцерогенных эффектов, они обладают также и выраженными токсическими свойствами. Нитрозамины вызывают повреждение эндоплазматического ретикулума клеток, ингибируют синтез белка в печени.

Загрязнения, поступающие из окружающей среды. К ним относятся ядовитые отходы промышленности, транспорта и домашнего хозяйства, попадающие через воздух, воду и почву на продукты питания или проникающие в них. Чаще всего это продукты сгорания, следы токсичных элементов и другие химические вещества.

Загрязнения атмосферного воздуха. Оксид углерода (IV), (диоксид углерода, углекислый газ) — это тот газ, который мы выдыхаем. Большая часть нормального CO₂ планеты в настоящее время сконцентрирована в горных породах, представляющих собой спрессованные остатки раковин моллюсков, которые окрашены включенными примесями, особенно ионами железа.

В атмосфере диоксид углерода часто выполняет роль ловушки инфракрасного излучения нагретой земной поверхности. Так как CO₂ прозрачен для видимого солнечного света, последний может дойти до поверхности Земли через всю толщу атмосферы. Нагреваясь, земная кора испускает ИК-лучи, которые уже не могут снова вернуться в космическое пространство, потому что их поглощают молекулы CO₂. Таким образом, атмосфера нагревается, возникает парниковый эффект.

По содержанию в сухом воздухе в атмосфере Земли CO₂ занимает четвертое место, а в атмосферах Марса и Венеры это основной компонент. Образование CO₂ сопровождается выделением максимального количества энергии. Все живые организмы в процессе дыхания

выделяют в атмосферу CO_2 . Фотосинтез поддерживает концентрацию CO_2 в воздухе на постоянном уровне не давая ей бесконечно возрастать.

Атмосферный воздух загрязнен веществами различного происхождения: оксидом углерода, диоксидом азота, сернистым ангидридом, различными углеводородами, в том числе фенолом, формальдегидом, бензином, толуолом, ксилолом, стиролом, бенз(а)пиреном. Первые четыре вещества составляют основную часть выбросов в атмосферу.

Количественная характеристика примесей — это масса вещества в единице объема ($\text{мг}/\text{м}^3$) воздуха, взятая при нормальных условиях. Максимальная концентрация примесей в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии на протяжении всей жизни человека не оказывает на него и на окружающую среду в целом активного воздействия (вредного, включая отдаленные последствия) — это ПДК.

ПДК_{мр} — это максимально разрешимая предельно-допустимая концентрация вредного вещества. ПДК_{мр} установлена для предупреждения рефлекторных реакций у человека (ощущение запаха и т. д.) при кратковременном воздействии на человека.

ПДК_{сс} — среднесуточная, установленная для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и других влияний вещества на организм человека.

Загрязнение атмосферы газообразными, твердыми выбросами от промышленных объектов и автотранспорта сопровождается прямым или косвенным воздействием на здоровье человека, растительность, почву, воду, строительные конструкции. Реакция организма на загрязнение может иметь острую или хроническую форму, а воздействие загрязняющих веществ может быть локальным или общим.

Разрушительное действие на растительность проявляется в снижении содержания хлорофилла, ограничении фотосинтеза, изменении минерального состава зеленой массы.

Влияние загрязняющих веществ на почву крайне отрицательно: даже в малых концентрациях они приводят к интоксикации почвы, изменению ее состава, повреждению растительного покрова.

В процессе выбросов с загрязняющими веществами происходят различные физические изменения (перемещение, распространение в пространстве, турбулентная диффузия, разбавление). Кроме того, в результате химических процессов происходят реакции окисления, температурные изменения, сопровождающиеся образованием туманов.

Следует отметить, что время пребывания различных веществ в атмосфере колеблется в широких пределах: диоксид углерода (CO_2) — 5–10 лет; водород (H_2) — 4–8 лет; метан (CH_4) — 4–7 лет; оксид азота (NO) — 2,5–4 года; озон (O_3) — 0,3–2 года; оксид углерода (CO) — 0,2–0,5 года; диоксид азота (NO_2) — 8–11 сут.; аммиак (NH_3) — 5–6 сут.; ион аммония (NH_4^+) — 6 сут.; диоксид серы (SO_2) — 2–4 сут.; органический углерод (C) — 2 сут.

Поэтому необходимо проводить контроль выбросов в атмосферу с известной периодичностью.

Загрязнения водных ресурсов. Одной из насущных проблем на современном этапе развития общества наряду с загрязнением атмосферы является возрастающая деградация природных водных ресурсов.

Рост загрязнений ухудшает качество воды и, как следствие, оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека.

В настоящее время остро стоит вопрос дефицита питьевой воды. Кроме того, серьезно стоит вопрос захоронения массы накопленного осадка, образующегося на очистных сооружениях, так как использовать его в качестве удобрений нельзя из-за наличия в нем тяжелых металлов: хрома, свинца и кобальта.

Превышение ПДК фиксируется по таким ингредиентам, как фосфаты, нефтепродукты, азот, аммоний, нитраты и большинство металлов.

Не менее актуальная проблема для города — очистка дождевых и талых вод.

Существующие очистительные сооружения не решают этой проблемы. Результаты химических анализов воды, полученные на Воронежском водохранилище, показали присутствие в ней азота аммонийного, нитратного и нитритного, фосфатов, нефтепродуктов, смол, железа, меди, цинка, никеля, хрома, большое содержание взвешенных веществ при недостатке растворимого кислорода.

Отходы пищевых и перерабатывающих производств. Наибольшую опасность для здоровья человека представляют промышленные отходы, среди которых необходимо особо выделить отходы 1–3 классов опасности, содержащие ртуть, кадмий, хром, никель, которые накапливаются на территории предприятий за год образуется около 450 тыс. т отходов различного класса опасности, свыше 100 видов и наименований.

Предприятия промышленной биотехнологии отличаются от других производств тем, что эта область связана с использованием огромных масс технологической воды и воздуха, то есть эти предприятия потен-

циально могли бы стать источником большого количества выбросов, содержащих различные вещества, небезопасные для окружающей среды и здоровья человека. Дополнительный источник загрязнений — клетки живых или убитых микроорганизмов, которые как антигены могут вызвать нежелательные и неконтролируемые изменения в окружающей среде.

Достаточно сказать, что один пивоваренный завод способен в день дать около 10^7 дм³ стоков с окислительным потенциалом, эквивалентным окислительному потенциалу сточных вод города с населением 200 000 человек. Большой вред окружающей среде наносит процесс ферментации, осуществляемый в фармацевтической промышленности. Так, при производстве антибиотиков емкость ферментаторов может достигать 400 000 дм³. Отходы предприятий содержат микробные клетки, неиспользованные компоненты питательной среды, некоторые продукты метаболизма продуцента. Биологический окислительный потенциал стоков, возникающих от производства стрептомицина, достигает 32 000 долей на миллион, что создает значительное загрязнение водоемов, в которые их спускают.

Однако стремительное развитие биотехнологии позволяет предположить, что эта отрасль может стать одним из первых производств, не имеющих отходов. За последние годы накоплен огромный опыт использования отходов и побочных продуктов деятельности в сельском хозяйстве, лесной и пищевой промышленности, в частности для получения белка одноклеточных, различных компонентов для корма животных, для получения энергии. Их также можно при помощи микроорганизмов разложить до сбраживаемых соединений. Культивирование водорослей в сточных водах способствует очистке этих вод, позволяет получить богатую белками и микроорганизмами биомассу.

Создание безотходных технологий — одна из приоритетных задач биотехнологии. Отходы пищевой промышленности отличаются большим разнообразием. Прежде всего это жидкие отходы: стоки крахмалопаточных заводов, меласса сахарных заводов, пульпа консервных заводов, молочная сыворотка молочных комбинатов и др. Наиболее эффективным способом обработки этих отходов в целях их широкого использования на пищевые цели является биологическая обработка. При этом получаемые продукты обогащаются биологически активными веществами.

Побочные продукты рыбокомбинатов составляют от 20 до 60 % общей массы перерабатываемого сырья. Это кости, коллагенсодержащее

сырье, кровь, внутренние органы, которые также перерабатывают биологическими методами.

Загрязнители сточных вод. К отходам предприятий относятся также воздушные выбросы и сточные воды (табл. 2.29).

Одна из насущных проблем — биотехнологическая очистка сточных во, в больших городах она обязательна. Каждый городской житель ежедневно поставляет 150–200 дм³ сточных вод, а сток одного предприятия нередко соответствует по объему стокам города с миллионным населением. Способность рек самоочищаться, что обусловлено деятельностью микроорганизмов, уже недостаточна, поэтому прежде чем спускать сточные воды в реки, не нанося ущерба окружающей среде, следует использовать очистные сооружения.

При этом микроорганизмы могут быть использованы в качестве контроля загрязнений.

Таблица 2.29. Остаточные количества тяжелых металлов и радионуклидов в сточных водах комбинатов по переработке скота, мяса и рыбы мг/л; Бк/л

Наименование токсичных элементов	Содержание токсичных элементов в сточной воде							
	наименование предприятий и виды очистки сточных вод							
	Комбинат мясной «Воронежский»		Комбинат мясной «Нововоронежский»				Воронежский комбинат рыбной гастрономии	
	локальная механическая очистка		физическая очистка		физико-химическая очистка		локальная механическая очистка	
	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки	до очистки	после очистки
Свинец	8	7	7	6	6	5	11	10
Цинк	19	18	18	16	16	10	14	12
Цезий-137	250	230	270	250	250	160	280	240
Стронций-90	210	195	230	205	205	130	220	200

Чаще других применяют бактерии рода *Pseudomonos*. Эти бактерии синтезируют ферменты, способные разлагать высокотоксичные углеводороды и ароматические соединения. Образующиеся продук-

ты распада контролируемых веществ свидетельствуют об их присутствии.

Самоочищение водоемов — это сложный комплекс взаимосвязанных химических, физико-химических и биологических процессов.

Важную роль в процессах самоочищения играет концентрация растворенного кислорода. Так, при его содержании ниже $0,5 \text{ мг/дм}^3$ скорость окисления резко снижается. Не менее важно действие ультрафиолетового излучения солнечного спектра, увеличивающего фотосинтез фитопланктона. Многие бактерии, например, *Pseudomonas*, *Bacillus* и другие, служат антагонистами патогенной микрофлоры.

При нарушении экологической системы водоема вследствие загрязнения органическими веществами в результате попадания токсических соединений, гибели гидробионтов, при низких температурах состояние водоемов ухудшается. Теперь человек использует способность микроорганизмов очищать сточные воды на гигантских очистных сооружениях, чтобы вновь спускать стоки в природные водоемы без ущерба для окружающей среды.

Загрязнение радионуклидами. В качестве «чужеродных веществ» в продуктах питания могут содержаться радиоактивные изотопы. Источники таких изотопов для включения их в «пищевую цепь» представлены на рис. 2.44.

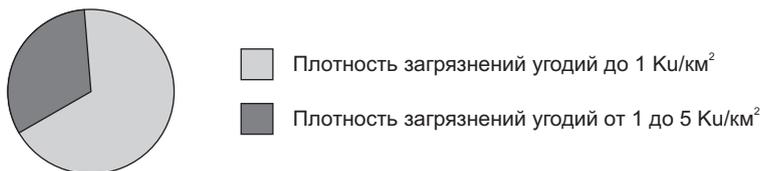


Рис. 2.44. Площадь сельскохозяйственных угодий, загрязненных цезием-137

К естественным источникам относят радиоактивные вещества, находящиеся в земной коре, ее породах и почве, откуда они попадают в воду и в пищевые продукты. В группу естественных источников входит, прежде всего, ^{40}K и ряд других космогенных радионуклидов, относительно равномерно распределенных на поверхности земного шара, а также, в меньшей степени долгоживущие радионуклиды — продукты распада цепочек ^{238}U , ^{232}Th .

В регионах со средним уровнем естественной радиации годовое поступление ^{238}U в организм человека с продуктами питания оценивается

по данным Японии, Англии и США примерно величиной 5 Бк, превышая таковые за счет воздуха и питьевой воды. Аналогичная зависимость наблюдается по данным Англии и нашей страны в отношении поступления в организм человека ^{226}Ra . Годовое поступление этого изотопа с пищей достигает 15 Бк, что в 1000 и более раз превышает его поступление с воздухом (рис. 2.45).

Годовые поступления связаны с характером питания и колеблются от 20–30 Бк (в США и Англии), до 40 Бк (Германия, Россия, Индия, Италия) и даже 200 Бк (Япония). Особенно большое годовое поступление этих радионуклидов (до 140 Бк ^{210}Pb и 1400 Бк ^{210}Po) отмечено у населения, проживающего в арктических и субарктических регионах Северного полушария, что связано с употреблением в пищу в качестве основного продукта питания мяса северных и канадских оленей, питающихся в зимний период лишайниками, которые накапливают в своем составе данные изотопы.



Рис. 2.45. Источники поступления радионуклидов в «пищевую цепь» и организм человека

Перечисленные выше естественные радионуклиды могут попадать в продукты питания за счет применения фосфорсодержащих минеральных удобрений (из-за высокого уровня их содержания в фосфатных породах, являющихся исходным материалом для их получения) (рис. 2.46).

Значительно более важным с экологической и гигиенической точки зрения представляются загрязнения окружающей среды в результате строительства и эксплуатации ядерных реакторов и использование радиоактивных изотопов в других отраслях народного

хозяйства, а также захоронения твердых и жидких отходов таких производств.

Основным направлением профилактики поступления радионуклидов с пищей является контроль за содержанием их в продуктах питания (рис. 2.47).

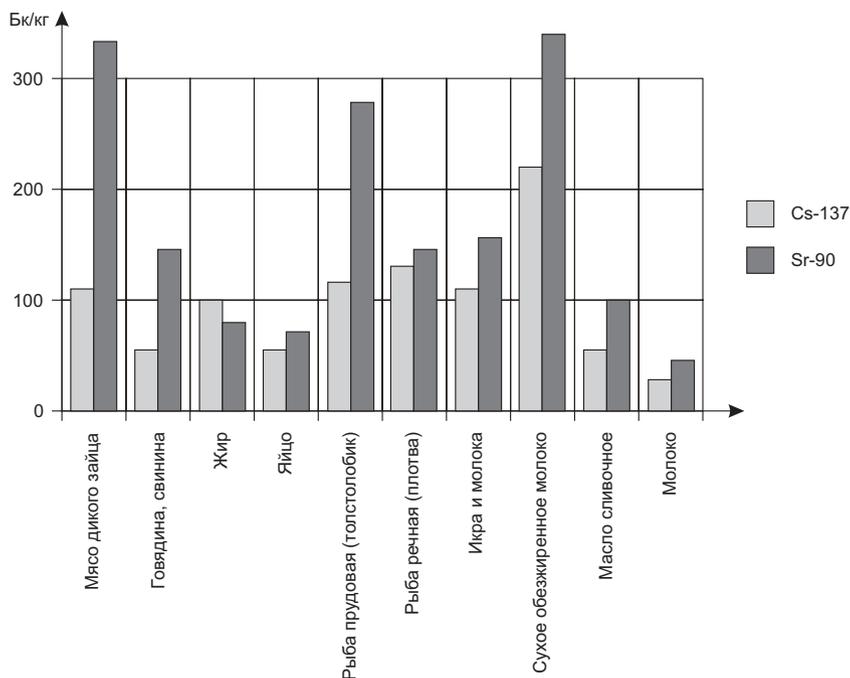


Рис. 2.47. Содержание Sr_{90} и Cs_{137} в отдельных продуктах животного происхождения Репьевского района с плотностью загрязнения почв 1–1,5 Ки/км²

Наиболее серьезные изменения в окружающей среде были отмечены в период испытаний различных видов ядерного оружия в атмосфере или на поверхности земли и при серьезных авариях на ядерных предприятиях, например в результате Чернобыльской аварии на долю ^{131}I и ^{137}Cs радионуклидов, а также ^{134}Cs приходится более 43 % радиоактивных веществ.

Таким образом, аварии на АЭС и других предприятиях ядерной промышленности являются одним из основных источников загрязнения

окружающей среды радионуклидами и поступления последних в «пищевую цепь», а затем и в организм человека.

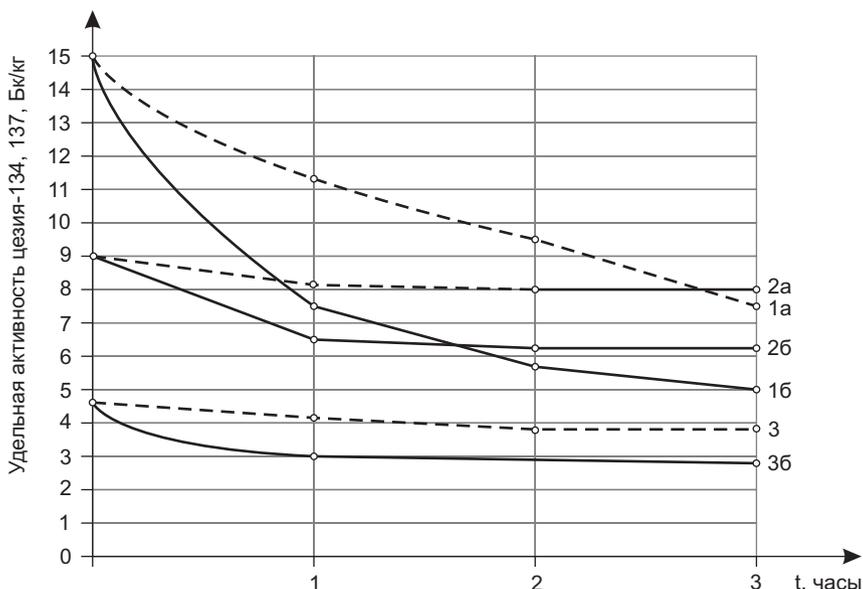


Рис. 2.47. Удельная активность ^{134}Cs и ^{137}Cs :

1 — тушка белого амура; 2 — рубец; 3 — заднетазовая часть корпуса КРС;
а — крупный кусок; б — мелкий кусок

Загрязнения, связанные с болезнями рыб. Решение задачи повышения рыбопродуктивности привело к широкому применению в отраслях рыбного хозяйства биологически активных добавок, обогатителей и ряда других веществ, в том числе лекарственных препаратов.

Препарат «Дон-1» применяется для профилактики и лечения инфекционных болезней прудовых рыб, отравлений пестицидами, повышения рыбопродуктивности.

Использование препарата гарантирует профилактику и лечение прудовых рыб от отравлений пестицидами и от заболевания аэромонозом, увеличение естественной кормовой базы (зоо- и фитопланктона) до 20%, увеличение рыбопродуктивности на 17–20%, улучшение гидрохимического режима водоема. Препарат малотоксичен, безвреден для рыб, не накапливается в живых организмах, растениях, почве,

не обладает эмбриотоксическими, тератогенными, мутагенными и гонадотоксическими свойствами. ПДК для рыбохозяйственных водоемов — 0,065 мг/дм³.

Антибак. Антибактериальный препарат для рыб, содержащий в качестве действующего вещества ципрофлоксацин, обладающий бактерицидным действием против возбудителей бактериальных болезней рыб, в том числе, аэромонад, псевдомонад, микобактерий, стрептококков, вибрионов, миксобактерий, коринобактерий, цитробактерий, йерсиний и энтеробактерий. Рыбы после обработки Антибаком приобретают невосприимчивость к бактериальным болезням в течение текущего нагульного сезона. Антибак по степени воздействия на организм относится к малоопасным веществам (4 класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76). Препарат Антибак применяют рыбам с лечебно-профилактической целью при аэромонозе, псевдомонозе, миксобактериозах, коринобактериозе, плавниковой и жаберной гнили, цитробактериозе, фурункулезе, вибриозе, стрептококкозе, других бактериозах и заболеваниях осложненных бактериальной флорой. Безопасность применения обеспечивается низкой токсичностью препарата, не вызывающего побочные явления и осложнения у рыб, отсутствие загрязнения им внешней среды и замедленное развитие у бактерий резистентности к Антибаку.

Циприноцестин. Гранулированный лечебный корм для рыб, содержащий 1% фенасала, обладающего противоглистной активностью. Доза лечебного корма определяется в зависимости от температуры воды и возраста рыбы.

Ихтиовит Аквагумат. Средство, активизирующее рост, иммунитет и резистентность прудовых рыб. В состав препарата входят гуминовые вещества, оказывающие стимулирующее воздействие на основные звенья обмена веществ в организме рыб. Происходит оптимизация минерального баланса в тканях, улучшается аппетит рыбы и усвояемость съеденного корма, нормализуется работа желудочно-кишечного тракта. В комплексе это обеспечивает ускорение прироста массы тела рыб и повышает неспецифический иммунитет — сопротивляемость организма стрессам, улучшение условий содержания и нереста рыб, обычно обитающих в богатой гуминовыми веществами воде, а также показан для повышения выживаемости рыб при их выращивании, особенно на ранних стадиях развития. Ихтиовит Аквагумат является сорбентом тяжелых металлов, радионуклидов и других токсических веществ, находящихся в воде. Механизм действия препарата основан

на связывании ядовитых веществ гуминовыми соединениями, что резко снижает их вредное воздействие на рыб. Препарат химически- и светостабилен.

В настоящее время в России для лечебно-профилактических целей применяют кормовые добавки, в состав которых входят антибиотики тетрациклинового ряда. Использование этих препаратов должно находиться под строгим санитарно-ветеринарным и гигиеническим контролем, так как тетрациклиновые антибиотики — наиболее стойкие, практически не разрушаются в пищевых продуктах при длительном хранении, пониженных температурах, кипячении и длительной варке.

Согласно гигиеническим требованиям, предъявляемым к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, в продуктах питания содержание остаточных количеств лекарственных препаратов не допускается.

Нормированию подлежат: стимуляторы роста (кроме 17β -эстрадиола, прогестерона и тестостерона); глюкокортикостероиды (дексиметазон); транквилизаторы (адеперон); β -адренорецепторы-блокаторы (каразолол); большая группа антимикробных средств (антибиотиков и сульфаниламидов); антигельминтные, антипротозойные и трипанцидные препараты.

Контроль за остаточными количествами лекарственных препаратов в продуктах рыбоводства возлагается на санитарно-эпидемиологическую службу.

2.8. Безопасность прудовой рыбы

Понятие безопасности является многогранным и включает несколько аспектов. Различают ядерную, радиационную безопасность, безопасность излучений, промышленную, механическую, химическую, электрическую, термическую, пожарную, а также взрывобезопасность и биологическую безопасность.

Вообще, безопасность — это состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью людей, имуществу, окружающей среде, а также жизни или здоровью животных и растений.

В свою очередь, понятие биологической безопасности тесно связано с концепцией биосферы, сформулированной в трудах выдающегося российского ученого Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945),

согласно которой живая и неживая природа существуют в неразрывном единстве, оказывая друг на друга взаимное влияние. Поэтому человек, являясь естественной частью биосферы, в результате своей хозяйственной деятельности изменяет окружающую среду и одновременно испытывает на себе воздействие этих изменений, не всегда благоприятных.

Применительно к человеку биологическую безопасность следует рассматривать в первую очередь с точки зрения продовольственной безопасности как одной из важнейших составляющих его жизнедеятельности, а также с точки зрения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Продовольственная безопасность — необходимое материальное условие жизни индивида, любой группы людей и общества в целом, которое обеспечивает функции и возможности развития: демографические, экономические, политические, культурные, интеллектуальные и др. Поэтому проблема стабильного и безопасного продовольственного обеспечения населения является одной из самых важных государственных задач, от решения которой в значительной степени зависит здоровье нации.

Безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов оценивают по количественному или качественному содержанию в них антипитательных веществ микробиологической, химической и биологической природы. Технология оценки безопасности пищевых продуктов приведена на рис. 2.48.

С пищей растительного и животного происхождения в организм человека попадает из окружающей среды до 70 % токсинов различной природы. Продолжает расти уровень радионуклидов в продуктах питания. За последние 5 лет также возросло загрязнение пищевой продукции нитратами и их соединениями. По данным Института питания РАМН, в среднем по России количество проб отечественной продукции, не отвечающих гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов, составляет 3 %, импортной — 1 %. По отдельным видам продукции этот показатель еще выше.

По данным Госсанэпиднадзора России, в течение последних лет зарегистрировано более 110 вспышек кишечных инфекций, с числом пострадавших свыше 8 тыс. человек, в том числе 37 вспышек сальмонеллеза, 48 — дизентерии, 7 — вирусного гепатита А и 4 — брюшного тифа, связанных с употреблением недоброкачественных пищевых продуктов и питьевой воды.

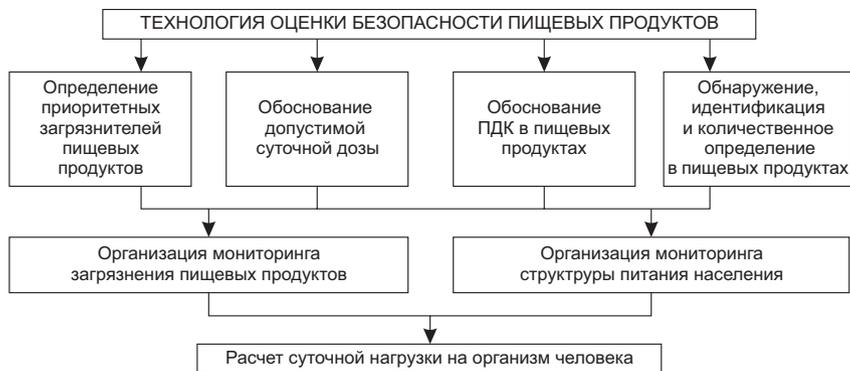


Рис. 2.48. Технология оценки безопасности пищевых продуктов

Проблема недоброкачественного питания имеет общемировой характер. Так, по оценкам американских исследователей, в США ежегодно заболевают от употребления недоброкачественных продуктов до 33 млн человек, при этом в 9 тыс. случаев болезнь заканчивается смертью.

Анализ динамики питания различных групп населения России показывает, что в последние годы его структура претерпела существенные изменения. По обобщенным данным обследования населения, дефицит полноценных белков составляет до 25 %, пищевых волокон — до 40 %, витамина С — до 50 %, витаминов группы В — до 20–30 %, витамина А — до 30 %. Впервые за многие годы среднестатистический набор продуктов питания не обеспечивал потребности организма человека в энергии — ее дефицит составил около 20 %.

Нарушение пищевого статуса населения в нашей стране и загрязнение окружающей среды и продуктов питания входят в число основных причин резкого сокращения средней продолжительности жизни — у мужчин до 59, у женщин до 70 лет.

Среди причин смертности основное место по-прежнему занимают сердечно-сосудистые, онкологические, гастроэнтерологические, инфекционные заболевания. Особую тревогу вызывает стойкая тенденция к росту заболеваемости детей. Уровень заболеваемости дифтерией увеличился в 2,2 раза, туберкулезом — на 24 %. По данным НИИ гигиены и профилактики заболеваемости детей, подростков и молодежи, лишь 14 % детей практически здоровы, 50 % — имеют отклонения

в здоровье, 36 % — хронически больны. Доля здоровых детей к концу обучения в школе не превышает 20–25 %.

Заметно увеличилось количество «заболеваний пожилого возраста», предпосылки к которым накапливаются в течение всей жизни человека. К ним относятся сердечно-сосудистые заболевания, рак, диабет, инсульт, катаракта и глаукома, остеопороз, заболевания, связанные с питанием ниже физиологических норм в условиях неблагоприятной экологической ситуации, определяющей качество пищевых продуктов и нормальную жизнедеятельность человека.

На основании Федерального закона РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 июля 2002 г. № 554 пищевые продукты должны удовлетворять физиологические потребности человека в необходимых веществах и энергии, отвечать обычно предъявляемым к пищевым продуктам требованиям в части органолептических и физико-химических показателей и соответствовать установленным нормативными документами требованиям к допустимому содержанию химических, радиоактивных, биологических веществ и их соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений.

Безопасность пресноводной рыбы и продуктов, вырабатываемых из нее, в микробиологическом и радиационном отношении, а также по содержанию химических загрязнителей определяется их соответствием гигиеническим нормативам, установленным СанПиН 2.3.2.1078-01.

Определение показателей безопасности и пищевой ценности рыбных продуктов (табл. 2.30), в том числе биологически активных добавок к пище, смешанного состава производится по основному(ым) виду(ам) сырья как по массовой доле, так и по допустимым уровням нормируемых контаминантов.

Определение показателей безопасности сухих, концентрированных или разведенных пищевых продуктов производится в пересчете на исходный продукт с учетом содержания сухих веществ в сырье и в конечном продукте.

Гигиенические нормативы распространяются на потенциально опасные химические соединения и биологические объекты, присут-

ствии которых в пищевых продуктах не должно превышать допустимых уровней их содержания в заданной массе (объеме) исследуемого продукта.

Таблица 2.30. Гигиенические требования пищевой ценности рыбных консервов из пресноводной рыбы, г/100 г продукта

Наименование продукта	Белок	Жир	Углеводы
Рыбные консервы:			
– натуральные	Не менее 19	Не более 8	Менее 1
– в масле	Не менее 17	Не более 23	Менее 1

В пищевых продуктах контролируется содержание основных химических загрязнителей, представляющих опасность для здоровья человека.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза продовольственного сырья и пищевых продуктов, содержащих пестициды, осуществляется в соответствии с действующими гигиеническими нормативами содержания пестицидов в объектах окружающей среды.

Гигиенические требования к допустимому уровню содержания токсичных элементов предъявляются ко всем видам продовольственного сырья и пищевых продуктов (табл. 2.31).

Полихлорированные бифенилы контролируются в рыбе и рыбопродуктах, бенз(а)пирен — в копченых рыбных продуктах.

Не допускается присутствие бенз(а)пирена в продуктах детского и диетического питания.

В отдельных рыбных продуктах контролируется содержание N-нитрозаминов — в пресноводной рыбе и рыбопродуктах.

В жировых продуктах контролируются показатели окислительной порчи: кислотное число и перекисное число.

В рыбных продуктах контролируются гигиенические нормативы содержания радионуклидов.

Радиационная безопасность пищевых продуктов по цезию-137 и стронцию-90 определяется их допустимыми уровнями удельной активности радионуклидов, установленными Санитарными правилами (табл. 2.32).

Таблица 2.31. Гигиенические требования безопасности пресноводной рыбы и продуктов, вырабатываемых из нее в токсикологическом и радиационном отношении

Группа товаров	Допустимые уровни показателей, мг/кг, не более														
	Токсичные элементы						Бенз(а)пирен (для копченых продуктов)	Нитрозамины сумма НДМА и НДЗА	Пестициды			Полихлориро- ванные бифенилы	Радио- нуклиды (Бк/кг)		
	свинец	мышьяк	кадмий	ртуть		олово (в жестяной таре) хром (в хромированной таре)			гексахлорциклопексан (α , β , γ — изомеры)	ДДТ и его метаболиты	2,4-D-кислота, ее соли и эфиры		цезий-137	стронций-90	
1. Рыба живая, свежая, охлажденная, мороженая, фарш, филе	1,0	1,0	0,2	0,3	0,6		—	—				—			0,003
2. Консервы и пресервы	1,0	1,0	0,2	0,3	0,6	200	0,5	0,001	0,003	0,03	0,3	не до- пуска- ется	2,0	130	100
3. Рыба суше- ная, вяленая, копченая, маринован- ная, рыбная кулинария и другая рыбная продукция, готовая к упо- треблению								0,001	0,003	0,2	0,4	2,0	260		200
4. Икра и молоки рыб и продукты из них; аналоги икры	1,0	1,0	1,0	0,2	—	—	—	—	0,003	0,2	2,0	—		130	100
5. Печень рыб и продукты из нее	1,0	—	0,7	0,5	200	0,5	—	—	—	1,0	3,0	—	5,0	130	100

Примечание: 1) н/д — не допускается (личинки в живом виде); 2) личинки паразитов:

	трематод	цестод	нематод
3 — описторхисов	6 — метагонимусов	9 — меторхисов	12 — дифилло- ботриумов
4 — клонорхисов	7 — нанофитусов	10 — россико- тремов	13 — анизакисов
5 — псевдамфистом	8 — эхинохазмусов	11 — апофалусов	15 — диоктофим
			14 — контраце- кумов
			16 — гнатостом

Таблица 2.32. Паразитологические показатели безопасности пресноводной рыбы и продуктов ее переработки

Индекс	Группа продуктов	Паразитологические показатели и допустимые уровни содержания													
		Личинки в живом виде													
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Сем. карповые	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	—	—	—	н/д	—
2	Сем. щуковые	—	—	—	—	н/д	—	—	—	н/д	н/д	—	—	н/д	—
3	Сем. окуневые	—	—	—	—	—	—	—	н/д	н/д	н/д	—	—	—	—
4	Сем. сомовые	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	н/д	—
5	Фарш из рыбы семейств, указанных в п. п. 1–4	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
6	Консервы и пресервы из рыб семейств, указанных в п. п. 1–4	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
7	Жареная, заливная, соленая, маринованная, копченая, вяленая рыба семейств, указанных в п. п. 1–4	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д
8	Икра рыб семейств щуковых, окуневых										н/д				

Для определения соответствия пищевых продуктов критериям радиационной безопасности используется показатель соответствия — В, значение которого рассчитывают по результатам измерения удельной активности цезия-137 и стронция-90 в пробе:

$$B = (A/H) {}^{90}\text{Sr} + {}^{137}\text{Cs},$$

где А — измеренное значение удельной активности ${}^{90}\text{Sr}$ и ${}^{137}\text{Cs}$ в пищевом продукте (Бк/кг); Н — допустимый уровень удельной активности для ${}^{90}\text{Sr}$ и ${}^{137}\text{Cs}$ в том же продукте (Бк/кг).

Радиационная безопасность пищевых продуктов (табл. 2.33), загрязненных другими радионуклидами, определяется санитарными правилами по нормам радиационной безопасности.

В пищевых продуктах не допускается наличие патогенных микроорганизмов и возбудителей паразитарных заболеваний, их токсинов,

вызывающих инфекционные и паразитарные болезни или представляющих опасность для здоровья человека и животных.

Санитарно-эпидемиологическая экспертиза рыбы, ракообразных, моллюсков, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки на наличие возбудителей паразитарных болезней проводится в соответствии с санитарными правилами по проведению паразитологического контроля и паразитологическими показателями безопасности (табл. 2.34).

Таблица 2.33. Расчет поступления ^{137}Cs и ^{90}Sr в организм жителя ЦЧР с основными продуктами питания в течение одних суток

Перечень продуктов питания суточного рациона на одного человека (в среднем), проживающего в напряженном районе	Количество продукта, г/сут.	Усредненное содержание радионуклидов*, Бк/кг		Расчетное количество, Бк/сут.	
		^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Хлеб, мука, макаронные изделия	400,0	80,0	33,0	32,0	13,2
Сахар	50,0	3,4	2,7	0,17	0,13
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко	550,0	50,0	34,0	27,5	18,7
Мясо и мясопродукты	100,0	38,0	14,0	3,8	1,4
Рыба и рыбопродукты	80,0	130,0	50,0	10,4	4,0
Овощи и картофель	560,0	150,0	60,6	84,0	33,9
Фрукты и ягоды	50,0	60,0	40,0	3,0	2,0
Вода	2000,0	15,0	0,2	30,0	0,4
Всего	3790,0			190,87	73,73

* По данным авторов.

В рыбе, ракообразных, моллюсках, земноводных, пресмыкающихся и продуктах их переработки не допускается наличие живых личинок паразитов, опасных для здоровья человека.

При обнаружении живых личинок гельминтов следует руководствоваться санитарными правилами по профилактике паразитарных болезней.

Таблица 2.34. Гигиенические требования безопасности пресноводной рыбы и продуктов, вырабатываемых из нее в микробиологическом отношении

Группа товаров	КМА- ФАНМ, КОЕ/г, не бо- лее	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
		БГКП (коли- формы)	S. au- reus	Сульфит- редуциру- ющие кло- стридии	Патогенные, в том числе сальмонеллы и L. monocyto- genes	
1. Рыба свежая	$5 \cdot 10^4$	0,01	0,01	—	25	
2. Рыба охлажденная, мороженая	$1 \cdot 10^5$	0,001	0,01	—	25	
3. Филе рыбное, рыба специальной разделки	$1 \cdot 10^5$	0,001	0,01	0,01*	25	*В продукции, упакованной под вакуумом
4. Фарш рыбный пи- щевой, формованные фаршевые изделия, в том числе с мучным компонентом	$1 \cdot 10^5$	0,001	0,01	0,01	25	То же
5. Пресервы пряного и специального посола из неразделанной и разделанной рыбы	$1 \cdot 10^5$	0,01	—	0,01	25	Плесени — не более 10 КОЕ/г, дрож- жи — не более 100 КОЕ/г
6. Пресервы из разде- ланной рыбы с добав- лением растительных масел, заливок, соусов	$2 \cdot 10^5$	0,01	1,0	0,01	25	То же
7. Пресервы «Паста рыбная»	$5 \cdot 10^5$	0,01	0,1	0,01	25	То же
8. Пресервы из терми- чески обработанной рыбы	$5 \cdot 10^4$	1,0	1,0	1,0	25	
9. Рыбная продукция горячего копчения	$1 \cdot 10^4$	1,0	1,0	0,1*	25	*В продукции, упакованной под вакуумом
10. Рыбная продукция холодного копчения:						
— замороженная	$1 \cdot 10^4$	0,1	1,0	0,1*	25	*То же
— в нарезку	$3 \cdot 10^4$	0,1	1,0	0,1*	25	*То же
— балычные изделия в нарезку	$7,5 \cdot 10^4$	0,1	1,0	0,1*	25	*То же
— ассорти рыбное, фарш рыбный, изде- лия с пряностями	$1,0 \cdot 10^5$	0,01	0,1	0,1*	25	*То же

продолжение ↗

Таблица 2.34 (продолжение)

Группа товаров	КМА- ФАНМ, КОЕ/г, не бо- лее	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
		БГКП (коли- формы)	S. au- reus	Сульфид- редуциру- ющие кло- стридии	Патогенные, в том числе сальмонеллы и L. monocyto- genes	
11. Филе малосоленое, подкопченное, замороженное и упакованное под вакуумом	$5 \cdot 10^4$	0,1	0,1	0,1	25	То же
12. Рыба соленая, пряная, маринованная						
— неразделанная	$1 \cdot 10^5$	0,1	—	0,1*	25	То же
— разделанная	$1 \cdot 10^5$	0,01	0,1	0,1*	25	То же
13. Рыба вяленая	$5 \cdot 10^4$	0,1	—	0,1*	25**	*В упакованной под вакуумом ** Только сальмонеллы; плесени не более 50 КОЕ/г, дрожжи — не более 100 КОЕ/г
14. Рыба провесная (подвяленная)	$5 \cdot 10^4$	0,1	—	0,1*	25**	*В упакованной под вакуумом ** Только сальмонеллы; плесени и дрожжи не более 100 КОЕ/г
15. Рыба сушеная	$5 \cdot 10^4$	1,0	—	0,01*	25**	То же То же
16. Рыба и фаршированные изделия, пасты, запеченные, жареные, отварные, в заливках и др.; с мучным компонентом (пирожки, пельмени и т. п.); в т. ч. замороженные	$1 \cdot 10^4$	1,0	1,0	1,0*	25**	*В упакованной под вакуумом ** Только сальмонеллы; плесени и дрожжи не более 100 КОЕ/г
17. Молоки и икра ястычная, охлажденные и мороженые	$5 \cdot 10^4$	0,001	0,01	-	25	
18. Молоки соленые	$1 \cdot 10^5$	0,1	0,1	—	25	

Группа товаров	КМА-ФАнМ, КОЕ/г, не более	Масса продукта (г), в которой не допускаются				Примечание
		БГКП (колиформы)	S. aureus	Сульфит-редуцирующие клостридии	Патогенные, в том числе сальмонеллы и L. monocytogenes	
19. Кулинарные икорные продукты: — с термической обработкой — без термической обработки	$1 \cdot 10^4$	1,0	0,1	—	25	
	$2 \cdot 10^5$	1,0	0,1	—	25	
20. Печень, головы рыб мороженые	$1 \cdot 10^5$	0,001	0,01	—	25	

Перечень групп микроорганизмов, на которые установлены гигиенические нормы представлены на рис. 2.49.

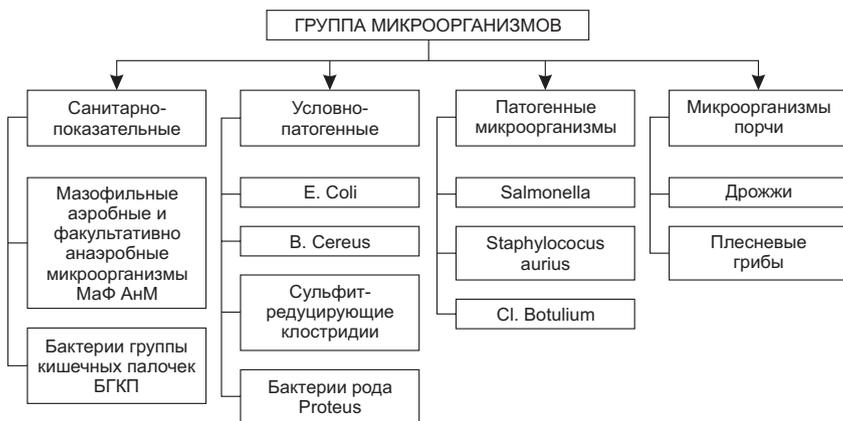


Рис. 2.49. Группы микроорганизмов как биологически опасные факторы

Контрольные вопросы

1. Каково устройство прудового рыбного хозяйства? Назовите виды водоемов и их гидрологические черты.
2. Каковы требования, предъявляемые к категориям рыбоводных прудов? Дайте характеристику отдельным категориям прудов.

3. Какова роль подбора продуктивных пород и создания маточного стада в технологии разведения и выращивания рыбы?
4. Назовите основные отличия заводского метода получения личинок карпа от метода получения растительных рыб.
5. Какие методы используются для подращивания личинок рыб?
6. Перечислите основные объекты питания рыб. Каковы нормы потребления рыбой основных питательных веществ?
7. Дайте характеристику функциональной добавке БД-0203, используемой в питании рыб.
8. Перечислите основные болезни прудовых рыб. Дайте краткую характеристику отдельных из них.
9. Какова роль ихтиофагов в прудовом рыбоводстве?
10. Что включает в себя комплекс мер по профилактике инфекционных болезней рыб?

Глава 3. Характеристика товарной рыбы

Рыба поступает в продажу живой, охлажденной, мороженой, соленой, сушеной, вяленой, а также в виде консервов. Рыба каждого вида обработки имеет свои показатели качества, вкусовые особенности и режимы хранения.

3.1. Живая рыба

Заготовка живой рыбы. Основными поставщиками живой рыбы являются озерно-прудовые и речные рыболовные хозяйства.

Живая рыба на товарные сорта не подразделяется. Заготавливаемую рыбу, предназначенную для всех видов обработки, разделяют по длине или массе на крупную, среднюю и мелкую, при этом для каждой группы определены минимальная длина и масса (ГОСТ 1368-2003). По длине подразделяют густеру, карася, линя, судака, плотву, угря, щуку, леща и другую рыбу. Например, живой лещ длиной менее 22 см относится к мелкому, от 22 до 30 см — к среднему и длиной более 30 см — к крупному. По массе подразделяют амура белого, бестера, буффало, карася серебристого, карпа, сома канального, сазана, толстолобика, форель. Например, при заготовке карпа выделяют две группы: карп массой 0,25–0,60 кг и карп отборный массой 0,6 кг и более.

Выделяется также группа рыб, которая относится к мелочи, а в ней три группы. К первой относится падул, ко второй — ерш речной и озерный, красноперка и др., к третьей — рыба внутренних водоемов с длиной 12 см и менее, не ограниченная к вылову правилами рыбоводства. Мелочь по длине, массе и наименованиям не подразделяется.

При приеме живой рыбы проверяют, чтобы она была здоровой, свободной от паразитов (рачков и гельминтов), подвижной, упитанной, без отслаивания чешуи, ссадин. Рыба не должна иметь порочащих запахов (ила, нефтепродуктов).

Показателями качества живой рыбы служат бодрость, выживаемость и упитанность. Условно ее делят на три группы — бодрую,

слабую и очень слабую. У *бодрой* рыбы блестящая, плотно прилегающая чешуя, движения плавников и всей рыбы энергичные, в воде она занимает нормальное положение (спинкой вверх и в спокойном состоянии держится у дна аквариума), поверхность тела чистая, без видимой слизи, травматических повреждений, паразитов и признаков заболеваний. Извлеченная из воды, такая рыба энергично бьется в садке, а при опускании в воду быстро уплывает ко дну.

Слабая рыба имеет серую окраску тела, вялые движения плавников, она всплывает на поверхность, ее легко поймать руками. Такую рыбу следует сразу реализовывать или отправлять на переработку.

Очень слабая рыба почти полностью утрачивает естественную окраску тела, координация движений резко нарушается (она либо лежит на дне, либо вяло плавает на боку или вниз спиной). Ее необходимо немедленно удалять из аквариума и направлять на реализацию.

Основной иной порок живой товарной рыбы — снулость. Причиной снулости могут быть неправильный кислородный режим (кислородное голодание), слишком интенсивная мускульная деятельность и болезни. Преждевременное превращение товарной рыбы в снулую приводит к большим убыткам. У снулой рыбы долго не вылавливаемой из воды, набухают и обесцвечиваются жабры, надувается брюшко, набухает мясо. При этом увеличивается ее масса до 10%. Такая рыба называется плавунцом и относится к нестандартной. Снулую и засыпающую рыбу немедленно достают из воды, охлаждают и по возможности быстро реализовывают. Снулую рыбу можно замораживать или направлять на посол.

К порокам живой рыбы относится также лопанец или лопнувшее брюшко. Возникает данный порок вследствие механических воздействий или биохимических факторов, что приводит к нарушению целостности брюшных стенок. Под действием автолиза брюшная полость может расползтись, тогда рыба теряет товарный вид и относится к нестандартной.

Любые травматические повреждения тела — ушибы, ссадины, уколы, ранения, отслаивание чешуи также относятся к товарным порокам, так как приводят к преждевременной снулости рыбы.

Живую рыбу перевозят автомобильным, железнодорожным, водным и авиационным транспортом. В качестве транспортной тары используют как открытые, так и герметические емкости. Подробнее способы транспортировки рыбы были рассмотрены во второй главе.

Заготовка рыбы-сырца. Продолжительность и условия транспортировки влияют на сохранность рыбы-сырца. Вследствие автолитических изменений выловленная рыба после засыпания способствует развитию гнилостной микрофлоры, что заметно снижает качество. В условиях, когда нет возможности сразу переработать выловленную рыбу, проводят мероприятия, направленные на быстрое снижение температуры тела и последующее хранение ее в охлажденном состоянии.

Хранят рыбу-сырец в местах лова путем пересыпания ее мелкодробленым льдом в таре. При хранении необходимо защищать рыбу от действия прямых солнечных лучей.

Допустимая продолжительность перевозки рыбы-сырца без охлаждения зависит от вида рыбы, ее температуры и температуры окружающей среды и колеблется от двух часов до двух суток. Если длительность свыше указанных сроков, то рыбу перевозят с охлаждением или подсолкой.

В качестве тары для перевозки рыбы-сырца могут быть использованы ящики из алюминия, пластмассы, полиэтилена и др., что облегчает погрузочно-разгрузочные работы. При перевозке рыбы-сырца с охлаждением ее пересыпают мелким льдом из расчета 75–100 % к массе рыбы в зависимости от температуры воздуха. Распределяют лед между рыбой равномерно. При длительной транспортировке свежей рыбы на перерабатывающие предприятия в лед можно добавлять антибиотики (на 1 т льда 5 г биомицина) или перед укладкой рыбы в тару обрабатывать ее водным раствором антибиотика. Перевозить и хранить рыбу-сырец можно до 24 ч.

Кроме антибиотика можно добавлять в лед поваренную соль в соотношении льда и соли (4 – 5) : 1, а также антисептик (10 %-ный раствор хлорной извести).

Рыбу, предназначенную для получения соленых, копченых и вяленых рыбопродуктов, можно транспортировать в более крепком растворе соли. Обрабатывают рыбу как солью, так и смесью льда и соли. Соль при этом составляет 30–40, а лед — 20–30 % массы рыбы, что способствует удлинению сроков транспортировки.

Определение качества рыбы-сырца при приемке. Качество поступающей на предприятия рыбы должно отвечать ГОСТу 7631-85.

При поступлении каждой партии рыбы прежде всего проверяют сопроводительные документы, а затем проводят осмотр ее для определения качества. При приемке затаренной рыбы вскрывают и осматривают до 5 % всех мест, и отбирают среднюю пробу для исследований.

На основании результатов осмотра и лабораторных исследований отобранной пробы устанавливают качество всей партии рыбы.

При осмотре и исследовании качества рыбы обращают внимание на следующие показатели: наличие и процентное отношение прилова других видов рыб; соотношение в партии рыб различной величины (по длине или массе), если она не сортирована; упитанность рыбы (по внешнему виду и на ощупь); наличие и количество механических повреждений; окраску рыбы, которая может быть блестящей, потускневшей или тусклой; целостность чешуйчатого покрова; наличие слизи на поверхности рыбы; состояние слизи (мутность, запах); цвет и запах жабр, наличие и состояние слизи на них; состояние глаз (выпавшие или запавшие); состояние анального кольца (запавшее или выпуклое), его цвет; запах внутренностей рыбы; запах мяса рыбы, особенно в местах скопления жира; консистенция мяса (упругая, мягкая или дряблая).

Исходя из указанных выше показателей рыбу подразделяют на свежую, задержанную и испорченную.

У *свежей* рыбы глаза выпуклые и чистые, жаберы ярко-красные, поверхность тела светлая, чистая, блестящая, покрытая небольшим количеством слизи. Тело упругое, ямочка от надавливания пальцем не образуется.

У *задержанной* рыбы опавшие и тусклые глаза, жаберы красные, потемневшие или побледневшие, покрытые слизью, поверхность тела побледневшая, тусклая с большим количеством слизи серого цвета с затхлым запахом. Консистенция мяса ослабленная, при надавливании пальцем образуется ямочка, которая быстро восстанавливается.

Глаза *испорченной* рыба запавшие и мутные, жаберы бледно-розовые, покрытые мутной слизью с неприятным запахом. На поверхности тела скапливается большое количество слизи темно-серого цвета с гнилостным запахом. Брюшко вздулось. Тело дряблой консистенции, ямочка, образованная от надавливания пальцем, не исчезает.

При приемке следует обращать внимание на наличие в партии рыбы, имеющей размер ниже установленных норм. После определения качества рыбы ее взвешивают, наиболее ценную рыбу принимают поштучно.

Пороки рыбы-сырца. Пороки рыбы-сырца могут возникать при изъятии ее из орудий лова, при чрезмерных сроках транспортировки и хранения до технологической переработки. Длительность содержания снаулой рыбы без охлаждения, так как с момента подъема рыбы из воды

до обработки, не должна превышать 1,5 ч. Рыба задержанная подсыхает, становится морщинистой (пергаментной) и местами нередко кожа отстает от мяса. Мясо под такой кожей темнеет. Подсохшая кожа препятствует проникновению соли внутрь рыбы и после посола такая рыба выходит с загаром.

К порокам рыбы-сырца относятся:

1. *Бесструктурность мяса.* Возникает данный порок сырья при неправильном замораживании, нарушении режима хранения, размораживания или при неправильной термической обработке. При этом запаха и вкуса, порочащих мясо, не образуется. По содержанию влаги, сырого вещества, жира, по значению рН бесструктурное мясо не отличается от мяса остальной рыбы, в нем лишь больше экстрактивного азота. По внешним признакам выявить данный порок очень трудно.

При разрезании сырой рыбы с бесструктурным мясом ее тело растекается как сырой яичный белок; при тепловой обработке мясо свертывается в творожистую массу, при варке оно отходит от костей, а бульон получается мутным.

2. *Толокняность мяса.* Этот порок относят к нарушениям консистенции прижизненного происхождения. В мясе рыбы при этом также не возникают порочащие запах и вкус. Он часто возникает у посленерестового осетра и другой рыбы. Обнаруживается он только после тепловой обработки, когда мясо становится рыхлым, рассыпчатым.

Рыба с толокняностью относится к нестандартному сырью. С разрешения санитарного надзора ее можно использовать для приготовления бутербродов, салатов, фаршей.

3. *Вздутость брюшка.* Данный порок сопровождается выпячиванием сфинктера. Если в стенке брюшка такой рыбы сделать прокол, то выходят дурно пахнущие газы. Порок связан с автолитическими изменениями и служит признаком несвежести рыбы.

4. *Заглотыши.* Порок связан с нахождением в пищеварительном аппарате хищной рыбы различных рыб или других животных. На качество рыбы-сырца данный порок не влияет, но снижает выход товарной разделанной рыбы.

5. *Прилов.* Это рыба или другие животные, попадающие в улов вместе с основными объектами. С появлением такого порока возникает необходимость сортировки рыбы. Небольшие включения

в улов других видов, имеющих одинаковую товарную ценность, иногда не рассматривают как порок. Большой прилов очень мелкого ерша делает этот порок совершенно нетерпимым, так как приводит к снижению качества основного вида рыбы. Рыба с большим приловом используется чаще всего для приготовления кормовой муки или других кормовых продуктов.

6. *Рыбный запах.* Рыбный запах может возникать вследствие действия ферментов при недостаточном или несвоевременном охлаждении. Свежая рыба обычно почти не пахнет или пахнет свежей чистой водой. Рыбу с усиленным рыбным запахом обычно не бракуют, однако при этом снижается ее товарная ценность.
7. *Запах нефтепродуктов.* Чаще всего такому пороку подвержены жирные рыбы. От степени жирности зависит и стойкость запаха нефтепродуктов, особенно при термической обработке рыбы. Возникает порок вследствие загрязнения водоемов нефтью или сточными водами. Если запах нефтепродуктов нельзя ликвидировать путем выветривания, вымораживания или тепловой обработки, рыбу признают непригодной.
8. *Илистый запах.* Данный порок относится к прижизненным. Запах ила похож на затхлый. Признаком недоброкачества он не является. Возникает у осетровых, карповых, щуки и других видов рыб в зависимости от характера питания.

3.2. Охлажденная рыба

Охлажденной называют рыбу, температура тела которой доведена до температуры в толще мяса до $-1...+5^{\circ}\text{C}$ (ГОСТ 814-96 «Рыба охлажденная. Технические условия»), постоянно поддерживается на этом уровне, близком к криоскопической точке, но не ниже ее. В теле рыбы при охлаждении не должно образовываться кристаллов льда. Для большинства пресноводных рыб криоскопическая температура лежит в пределах $-0,5...-0,9^{\circ}\text{C}$.

Безупречное состояние охлажденной рыбы обеспечивается если сразу с момента вылова до передачи ее потребителю или в обработку температура в теле рыбы не имеет больших колебаний и поддерживается на уровне от 1 до -1°C . Для охлаждения пригодна живая и только что уснувшая рыба, которая находится в начале стадии посмертного окончания.

Способы охлаждения. *Охлаждение льдом.* Использование льда при охлаждении рыбы объясняется его физическими свойствами. Температура плавления льда при атмосферном давлении равна 0°C, теплота плавления льда высока и составляет 335 кДж, а плотность — 0,917 кг/дм³.

При охлаждении рыбы теплообмен протекает через ее поверхность, которая соприкасается со льдом, а также через поверхность, которая омывается водой, образованной от таяния льда, и поверхность, которая соприкасается с воздухом, расположенным между кусками льда.

Теоретический расход льда на охлаждение льда составляет:

$$m_{\text{л}} = \frac{Q}{r},$$

где $m_{\text{л}}$ — масса льда, кг; Q — расход холода на охлаждение рыбы, кДж; r — скрытая теплота таяния льда, кДж/кг.

Для более полного контакта льда с поверхностью рыбы выполняют его дробление. Дробленый лед ускоряет охлаждение и уменьшает деформацию рыбы. Процесс охлаждения рыбы достаточно прост: на дно тары насыпают слой льда, на него ровным слоем укладывают рыбу, затем снова лед и так далее до полного заполнения тары.

Недостатком данного способа охлаждения является неравномерность и небольшая скорость охлаждения, неполное использование полезного объема тары (для увеличения поверхности соприкосновения рыбы со льдом используют чешуйчатый лед), большие потери льда от таяния, деформация рыбы при соприкосновении со льдом.

Для удлинения сроков хранения охлажденной рыбы в лед добавляют антибиотики и антисептики, угнетающие действие микроорганизмов.

Срок хранения и транспортировки рыбы, охлажденной с помощью льда, зависит от вида рыбы и условий хранения. Хранят охлажденную рыбу при температуре от 0 до -2°C и относительной влажности 95–98% от 1 до 12 сут.

Охлаждение погружением в холодную жидкость. Охлаждение рыбы в жидкой среде позволяет снизить температуру продукта до -1°C и значительно сократить длительность охлаждения.

На береговых предприятиях используют слабый (2–4%-ный) раствор поваренной соли. Достоинством данного способа является быстрота охлаждения, равномерность теплообмена, осуществление полного охлаждения до температуры, близкой к температуре замерзания

тканевых соков, быстрое охлаждение рыбы в жидкой среде обусловлено тем, что она окружена однородной средой с равными во всех частях тепловыми показателями и теплообмен происходит через всю наружную поверхность рыбы.

Для обеспечения нормального процесса охлаждения рыбы в воде необходимо поддерживать температуру постоянной в течение всего времени охлаждения, соблюдать оптимальное соотношение масс воды и рыбы, а также перемешивать рыбу.

Процесс охлаждения рыбы заключается в погружении ее в бункеры, к которым непрерывно подается охлажденная вода. Температура воды должна быть около 0°C. В бункере на каждые 1 м³ воды загружают не более 80 кг рыбы, что обеспечивает равномерную циркуляцию холодной воды и равномерное охлаждение.

Рыбу, охлажденную в жидкой среде, долго хранить в ней не рекомендуется, так как при этом происходит набухание рыбы, особенно мелкой, а также возможны потери азотсодержащих веществ. Вынутая из воды рыба быстро портится и становится непригодной для дальнейшей переработки. Допустимый срок хранения охлажденной рыбы до 8 суток.

Охлаждение холодным рассолом. Сущность способа заключается в том, что рыбу укладывают на конвейер, который проходит под дождем холодного рассола.

В качестве рассола используется раствор поваренной солью плотностью 1,11–1,13 г/см³, охлажденный до температуры –8...–10°C. Отработанный рассол собирается на поддоне, расположенном под конвейером. После повторного охлаждения он снова подается в форсунки. Для равномерного охлаждения рыба на конвейер укладывается в один ряд. Чтобы предотвратить излишнее просаливание, после окончания процесса рыбу промывают холодной водой. Охлажденную рыбу хранят в таре в помещении при температуре воздуха от 0 до –1°C. Если температура рыбы или в помещении выше, рыбу необходимо пересыпать мелкодробленным льдом.

Оценка качества охлажденной рыбы. Качественная охлажденная рыба должна иметь чистую, без повреждений поверхность тела естественной окраски. Допускается незначительная сбитость чешуи без повреждений кожного покрова. Жабры рыбы имеют темно-красное или розовое окрашивание. Консистенция у качественной охлажденной рыбы плотная, должен быть запах свежей рыбы, без посторонних порочащих запахов.

Температура в толще мяса у позвоночника должна быть от -1 до 5°C . В спорных случаях при оценке качества проводят пробу варкой.

По способам разделки охлажденная рыба может быть: целая (не-разделанная); обезжабренная, когда удалены жабры и могут частично быть удалены внутренние органы; потрошенная с головой, разрезанная по брюшку от колтычка до анального отверстия, все внутренности, включая икру и молоки, удалены, могут быть удалены жабры, почки, а сгустки крови зачищены; потрошенная обезглавленная, если все внутренние органы (как у потрошенной) и голова удалены.

Неразделанными охлаждают карповых, мелких щук и мелкого сома. Осетровых, кроме стерляди, выпускают только потрошенными с головой, удаляют лишь внутренности и жировые отложения.

Основные дефекты охлажденной рыбы — механические повреждения, ослабевшая консистенция, кисловатый или гнилостный запах в жабрах. Качество охлажденной рыбы ухудшается в результате автолитических процессов, происходящих в ее теле. На основании этих дефектов рыбу относят к нестандартной. Лопанец рыбы возникает вследствие ослабления и разрушения тканей тонких стенок брюшной полости под влиянием автолиза. Появлению лопанца способствует и чисто механическое воздействие на рыбу, например, при хранении и транспортировке под толстым слоем льда.

3.3. Замороженная рыба

Замораживание — это способ консервирования, при котором рыбу охлаждают до возможно более низкой температуры, в пределах до криогидратной (эвтектической) точки раствора солей и азотистых веществ, содержащихся в ее тканях.

Для приготовления мороженой рыбы используется живая рыба, рыба-сырец и охлажденная рыба, отвечающие требованиям технических условий и стандартов.

Режим замораживания. Рыбу следует замораживать до температуры -20°C . При этой температуре в мясе рыбы фактически уже не остается свободной воды, обладающей свойствами растворителя. Вещества мышечного сока не могут проявить своего денатурирующего действия, а ферментативная деятельность протекает настолько медленно, что не оказывает заметного влияния на изменение качества рыбы. В настоящее время используют температуру замораживания до -30°C . При этом необходимым условием является полное превращение свободной

воды в лед. Температуру, при которой вымерзает последняя капля свободной воды, следует считать оптимальной.

Конечная температура продукта и связанная с ней температура камеры хранения должны устанавливаться в соответствии с биохимическими и физическими изменениями, протекающими в продукте при различных температурах, а также возможными сроками его хранения. Разрушающее влияние бактерий и плесеней предотвращается при температуре -12°C главным образом потому, что субстрат по своей структуре становится неблагоприятной средой для развития микроорганизмов. Отсутствие капельно-жидкой влаги приводит к прекращению питания микроорганизмов. Однако при этой температуре не прекращаются процессы гидролиза и окисления жира, в результате чего образуется ржавчина, значительно ухудшающая пищевые качества рыбы. У большинства рыб процессы гидролиза и окисления жира приостанавливаются лишь при температуре -18°C , а у некоторых и при более низкой температуре. Рыбу с большим содержанием жира необходимо замораживать до конечной температуры $-25\text{...}-30^{\circ}\text{C}$ и ниже. Кроме того, лучше жирную рыбу замораживать только в герметических камерах, одновременно с ее глазированием. Денатурация белка приостанавливается при температуре -20°C .

Для того чтобы до возможного минимума уменьшить химические изменения в замороженной рыбе, необходимо до температуры -10°C вести процесс с максимальной скоростью.

Скорость замораживания. Скорость замораживания — это скорость движения зоны кристаллизации воды вглубь тела рыбы. Под зоной кристаллизации подразумевается слой мяса рыбы, в котором под действием низких температур значительная часть воды превращается в лед. Зона кристаллизации возникает на поверхности рыбы и по мере протекания процесса постепенно углубляется внутрь ее тела (рис. 3.1).

Скорость замораживания зависит от химического состава мяса рыбы, способа и температуры замораживания, но не зависит от размера рыбы или блок-формы.

Ввиду того, что в интервале температур от -1 до -5°C образуется максимальное количество льда и вымораживается до 75 % воды, скорость замораживания следует определять по формуле:

$$v_3 = \frac{\delta}{2Z \frac{-1}{-5}},$$

где v_3 — скорость замораживания, см/ч; δ — толщина рыбы, см; Z_{-5}^{-1} — продолжительность замораживания рыбы в интервале температур от -1 до -5°C , ч.

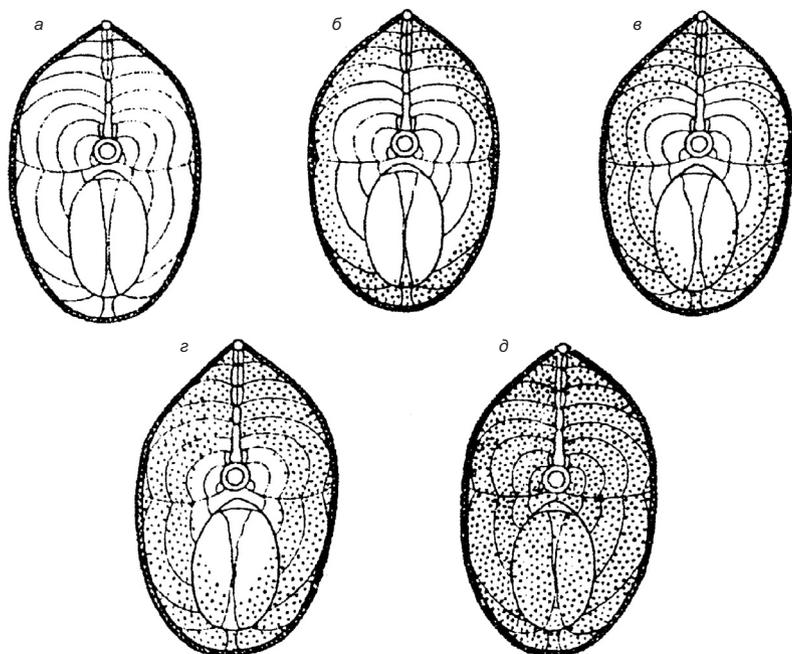


Рис. 3.1. Зоны промораживания рыбы: а — начальная стадия промораживания на поверхности рыбы; б, в, г — промежуточные стадии; д — конечная стадия

Формула справедлива в случае, когда холод подводится к рыбе или блоку с обеих сторон.

Продолжительность замораживания. Продолжительность замораживания — это время, необходимое для охлаждения рыбы до заданной отрицательной температуры, одинаковой по всему сечению тела. Последнее условие является обязательным и очень важным. С уменьшением толщины замораживаемой рыбы или блока уменьшается продолжительность замораживания. Она зависит и от перепада температуры продукта и охлаждающей среды. Чем он больше, тем меньше продолжительность замораживания.

Способы замораживания. Существуют различные способы замораживания: естественный, искусственный и смесью льда и соли.

Замораживание естественным способом. Данный способ приемлем для районов Севера. Живую рыбу укладывают в один слой на ледяной площадке водоема. При сильном морозе и ветреной погоде рыба замораживается очень быстро. При этом способе рыба замораживается до наступления посмертных изменений. Жабры рыбы застывают в раскрытом состоянии, плавники, глаза выдаются наружу. В промежутке между жабрами появляется полоса бордового цвета, что указывает на признаки свежести рыбы. Способ применяется, когда температура воздуха находится ниже -15°C .

Искусственное замораживание. К нему относят воздушное (сухое), криогенное и мокрое (рассольное) замораживание. Воздушное замораживание осуществляется в морозильных камерах холодильников при температурах $-25\dots-35^{\circ}\text{C}$. Рыбу, раскладывают на стеллажах слоем до 13 см. Крупную рыбу замораживают в подвешенном состоянии или на полу. Продолжительность замораживания зависит от размера температуры воздуха в камере, степени ее загрузки, скорости движения воздуха. При температуре внутри камеры -30°C и движения воздуха $4-4,5$ м/с рыба толщиной слоя $60-70$ мм замораживается за $2,5-3$ ч.

Более широкое распространение получил способ интенсивного воздушного замораживания рыбы в аппаратах и установках непрерывного конвейерного действия, предварительно сформированной и подпрессованной в блок-формах. Для формирования блоков используют металлические противни. Рыба, попадая из разгрузочного бункера в блок-формы, по пути в морозильную камеру подпрессовывается стальной лентой, расположенной выше транспортера. Процесс замораживания начинается одновременно с формированием блоков. Лента закрывает блоки, движущиеся по транспортеру, что устраняет контакт рыбы с циркулирующим воздухом и уменьшает усушку продукта в начальный период замораживания.

Подпрессовка и устранение контакта продукта с воздухом имеет важное технологическое значение, так как способствует получению продукта высокого качества.

При данном способе рыба в противнях замораживается при температуре воздуха -33°C со скоростью циркуляции воздуха 7 м/с. Продолжительность замораживания рыбы в блоках размером $800 \times 500 \times 60$ мм до температуры -18°C составляет $2,5-3$ ч. После замораживания про-

твни отделяют от блоков, обливая горячей водой. Блоки мороженой рыбы направляют на глазирование, взвешивание и упаковку.

Недостатком данного метода является то, что из-за низкого коэффициента теплоотдачи от продукта к воздуху и от воздуха к приборам охлаждения скорость замораживания невысокая. Кроме того аппараты для замораживания металлоемки и имеют большие габариты.

Льдо-соляное замораживание. Как и рассольное замораживание, данный способ может быть контактным и бесконтактным. Он основан на замораживании рыбы путем самоохлаждения смесью льда и соли. Температура таяния смеси зависит от соотношения льда и соли и может быть доведена до -20°C . При льдо-соляном замораживании соотношение рыбы, льда и соли составляет 1 : 1 : 0,25. Техника замораживания заключается в том, что рыбу пересыпают смесью льда и соли. Длительность замораживания до 24 ч. Замораживание идет под действием трех факторов: непосредственный контакт рыбы со льдом и солью, с рассолом, образующимся при таянии смеси, и ячейками воздуха между компонентами смеси.

При бесконтактном способе рыба ограждена от смеси хорошо проводящей тепло перегородкой. Замораживание может проводиться в штабелях и в формах.

Недостатками является частичное просаливание продукта, а также низкие сроки хранения рыбы. При длительном хранении качество продукта и его товарный вид ухудшаются.

Температура на выходе из морозильных камер должна быть не выше -18°C при сухом искусственном замораживании, не выше -12°C при рассольном и -6°C при льдосолевым и естественном способах.

Глазирование рыбы. Глазирование — это процесс, при котором поверхность рыбы покрывается тонкой ледяной оболочкой, предотвращающей от обезвоживания продукта и окисления жира, содержащегося в нем. Масса глазури не должна быть меньше 4% от массы рыбы, толщина не менее 4 мм. При легком постукивании она не должна отставать от рыбы.

Качество глазури зависит от температуры рыбы и воды при глазировании, способа и продолжительности процесса, удельной поверхности рыбы и свойств кожно-чешуйчатого покрова.

Для образования глазури мороженую рыбу опускают в воду, температура которой $1-2^{\circ}\text{C}$. Количество глазури на рыбе, замороженной до температуры -10°C , не зависит от времени пребывания в глазурочной ванне. При температуре рыбы -18°C количество глазури

непрерывно увеличивается, через 30 с она составляет около 2%, а через 2 мин — около 3,5%. Повышение температуры воды до 7–9°C приводит к уменьшению массы глазури примерно в 2 раза.

Глазирование может проводиться также путем орошения мороженой рыбы водой или погружением в специальные растворы.

При глазировании чистой водой срок хранения продукта увеличивается. Дополнительно в воду могут вноситься антиокислители (аскорбиновая и лимонная кислоты, глютаминат натрия в количестве 0,1–0,2%).

Для защиты мороженой рыбы от окисления жиров широко используется вакуумная упаковка в полимерной пленке, а также полиэтиленовая пленка.

Условия и режимы хранения мороженой рыбы. Условия и режим хранения мороженой рыбной продукции подбирают с учетом химического состава рыбы и длительности ее хранения. Рыбу, жир которой содержит большое количество полиненасыщенных жирных кислот, хранят меньше.

Основные требования к режиму хранения включают постоянство температурного режима на протяжении всего периода хранения. Допустимые колебания температуры не должны быть выше 2°C. В камерах, где хранится мороженая рыба, обеспечивается высокая и постоянная относительная влажность воздуха 90–95%, что способствует снижению усушки продукта. В камерах поддерживается также естественная циркуляция воздуха, что обеспечивает выравнивание температуры и относительной влажности по всей камере. Для снижения доли усушки необходимо максимально загружать морозильные камеры. Штатбеля мороженой рыбы должны отставать от стен на 0,3–0,4 м, а от толка — на 0,2–0,3 м.

С целью продления сроков хранения рыбу упаковывают в картонную тару, полимерную пленку, пергамент, целлофан и др.

Хранят замороженную рыбу при температуре не выше –18°C.

Согласно требованиям ГОСТа 1168-86 «Рыба мороженая. Технические условия», глазированную прудовую рыбу хранят не более 7 мес., речного окуня, щуку, сома, карповых, сига, судака — не более 8.

Неглазированную мороженую рыбу (карповых, судака, щуку, сома) хранят не более 4 мес.

Сроки хранения рыбы сухого искусственного, естественного и льдо-солевого замораживания при температуре не выше –18°C до 1 мес.

Оценка качества мороженой рыбы. Качество мороженой рыбы оценивают согласно ГОСТу 1168-86 «Рыба мороженая. Технические усло-

вия» в зависимости от внешнего вида, консистенции, запаха и разделки. Мороженую, так же как и охлажденную рыбу, подразделяют по длине или массе, видам разделки; она может быть неразделанная, потрошенная с головой, потрошенная обезглавленная и куском.

По качеству мороженую рыбу подразделяют на 1-й и 2-й сорта. Рыба 1-го сорта может быть различной упитанности. Поверхность должна быть чистой, естественной окраски, без повреждений. Рыба контактного льдосолевого и рассольного замораживания может иметь потускневшую поверхность.

Рыба 2-го сорта бывает различной упитанности. На поверхности допускаются небольшие повреждения — сбитость чешуи, кровоподтеки, незначительное потускнение. Консистенция после размораживания может быть ослабленной, но не дряблой. На поверхности рыбы и в жабрах допускается кислый запах.

3.4. Пороки охлажденной и мороженой рыбы

Пороки охлажденной и замороженной рыбы могут быть обусловлены качеством сырья, поступившего для замораживания, и технологией переработки. Пороки могут придавать рыбе посторонние нетипичные запахи, изменять ее внешний вид, окраску и консистенцию.

Высыхание возникает при значительной усушке мороженой рыбы. При этом она не только теряет цвет, но и мясо приобретает сухую, жесткую, волокнистую консистенцию, аромат свежей рыбы исчезает, а возникает острый рыбный запах. При высыхании в мясе развивается гидролиз жира, сопровождающийся посторонним запахом. Чем больше мясо подсохло, тем значительнее изменяются химические и коллоидные структуры белков. Высохшая рыба легкая, хорошо гнется, при сгибании похрустывает.

Для предупреждения этого порока хранят рыбу при более низких температурах, используют способы быстрого замораживания, упаковывают и глазурируют продукт, не хранят в малозагруженных морозильных камерах.

Деформация возникает в замороженной рыбе при замораживании ее навалом или несвоевременном переворачивании. Небольшие деформации рыбы блочного замораживания, изогнутость хвостового стебля, рыба, замерзшая «на лету», пороками не считаются.

Недомороженность может ухудшать товарный вид, консистенцию, запах и вкус рыбы. Такая рыба может постепенно покрываться плесенью и подвергаться гнилостному разложению.

Потемнение поверхности может возникать из-за денатурации белка. При филитировании рыбы до наступления посмертного окоченения может наступать *бугристость*. Красновато-коричневая окраска может появляться при плохом обескровливании рыбы.

Смерзание возникает в тех случаях, когда недомороженную или оттаившую рыбу складывают для домораживания. Оно возникает также, если при замораживании рыбы рассыпью в течение всего процесса ее не переворачивают. Смерзание приводит к деформациям, поломкам рыбы.

Для его предотвращения блоки с рыбой оборачивают в пергамент и соблюдают постоянную температуру при хранении.

К *старым запахам* относятся залежалый, складской, резкий «рыбный», которые возникают при длительном хранении охлажденной и замороженной рыбы при высокой температуре, пониженной влажности и отсутствии глазури. В охлажденной и замороженной рыбе может появляться запах окислившегося жира, который возникает при хранении рыбы при повышенной температуре при отсутствии упаковки и при плохом обескровливании в момент разделки, при длительном хранении выловленной рыбы без охлаждения.

Посторонние, нетипичные запахи возникают при попадании в продукт случайных веществ или при порче. В результате порчи могут возникать гнилостный и чесночный запах, что говорит о глубоких биохимических изменениях в тканях рыбы с накоплением скатола и индола (при гнилостном запахе) и меркаптана (при чесночном). Гнилостный запах может появляться при направлении на заморозку сырца пониженного качества. Запах сероводорода указывает на белковый распад рыбы до замораживания. При бактериальном разложении рыбы до замораживания возникает запах аммиака.

Ослабленная консистенция возникает при задержке рыбы-сырца до замораживания, развития в ней автолиза, медленном замораживании, когда образуются крупные кристаллы льда, разрушающие мышечную оболочку.

Студенистость (желеобразность) возникает при поражении рыбы паразитическими организмами. Мышечная ткань имеет неравномерную плотность, некоторые участки мягкие или даже жидкие. Пораженная площадь при осмотре напоминает виноградную гроздь. Непосредственно после вылова рыбы студенистость не наблюдается, она обнаруживается после филетирования.

Молочное состояние — когда в мясе рыб, главным образом вдоль спинки, появляются «карманы», заполненные молочно-белой жид-

костью, образующейся из гипертрофированных мышечных волокон. Причиной является присутствие в этих карманах спор микроспоридия или других паразитов.

Известковое состояние характеризуется отсутствием прозрачности тканевого сока, вялостью, размягченностью, а иногда и огрублением консистенции мяса при полной потере эластичности. В сыром виде такое мясо напоминает вареное. Содержание влаги заметно понижается при повышении содержания протеина и жира. Паразиты отсутствуют. Мясо в таком состоянии лишь условно относится к бесструктурному.

3.5. Размораживание

Размораживание — это процесс превращения льда, содержащегося в тканях мороженой рыбы, в воду. Температура при этом повышается до 0–1°C. При размораживании влага, образованная при таянии льда, полностью или частично поглощается клетками тканей. Происходит некоторое восстановление структуры мышечной ткани.

При размораживании происходит потеря массы, которые зависят от физиологического состояния рыбы перед замораживанием, вида замораживания, сроков хранения, величины разделанных кусков и способов размораживания.

Способ размораживания по возможности должен обеспечивать большую степень сохранения первоначальных свойств продукта при минимальных необратимых процессах, вызываемых условиями размораживания.

Размораживание в жидкой среде. Различают способы размораживания в пресной воде или в растворах поваренной соли. Размораживают погружением рыбы в жидкую среду, которая может быть подвижной или неподвижной. Для обеспечения подвижности среды используют ее механическое, циркуляционное и барботажное перемешивание. Размораживают рыбу также путем орошения.

Оптимальной температурой жидкости считается 15–25°C. Продолжительность зависит от температуры воды, толщины блока и скорости циркуляции. Недостатком данного способа является экстракция азотистых веществ тканевого сока вместе с белками, экстрактивными веществами и витаминами группы В, ухудшением качества поверхностного слоя из-за перегрева или набухания рыбы.

Размораживание на воздухе или в другой газообразной среде. Его проводят при высоких (15–10°C) или низких (5–10°C) температурах.

Воздушное размораживание относят к медленному. Продолжительность процесса составляет от 24 до 30 ч. Для ее сокращения используют искусственную циркуляцию воздуха (5–8 м/с).

В качестве газообразной среды при размораживании может использоваться азот, оксид углерода и т. д.

К недостаткам способа относят подсушку внешней поверхности рыбы и значительную окислительную порчу жиров. Он приемлем для размораживания тощей рыбы. При повышении температуры размораживания консистенция мяса становится мягкой.

Размораживание кристаллизующейся водой. Способ основан на использовании теплоты, выделяющейся при льдообразовании. Рыбу погружают в воду с температурой, близкой к температуре льдообразования (0,5–1°C). Продукт покрывается корочкой, предохраняющей рыбу от набухания, обсемененности микрофлорой и улучшающей его вкусовые качества. Теплота, выделяемая при образовании льда, способствует размораживанию.

Размораживание конденсирующимся паром под вакуумом. Конденсация водяного пара температурой 20°C обеспечивается путем создания вакуума. Скорость размораживания составляет 40–90 мин. При этом устраняется эффект прогрева продукта, сохраняются вкусовые качества и снижаются потери массы.

Размораживание инфракрасным облучением. Под действием инфракрасного облучения происходит быстрое нагревание поверхностного слоя рыбы на глубину 1–2 мм. Способ позволяет быстро разморозить продукт. Теплота, генерируемая на поверхности продукта, перемещается во внутренние слои и способствует размораживанию. Поверхностные слои сильно прогреваются, что вызывает снижение качества рыбы. Применение этого способа ограничено.

Размораживание контактом с греющей поверхностью. Данный способ пригоден для размораживания блоков рыбы с ровной поверхностью. Контакт рыбы с греющей поверхностью способствует быстрому размораживанию, однако при этом возникают перегревы, набухание и вздутие кожного покрова.

Осциллирующее размораживание с рекуперацией теплоты оттаявшего слоя. Способ основан на разделении процесса на этапы. На первом этапе блок рыбы массой 10 кг опускают в воду температурой 20°C и выдерживают 10 мин, когда температура на поверхности блока достигает 17°C, контакт с водой прекращают. После этого рыбу выдерживают на воздухе в течение 15 мин. На этом этапе идет процесс поглощения

теплоты, образованной при таянии поверхностного слоя. Температура на поверхности рыбы достигает 2–3°C. Часть оттаявшей рыбы на поверхности блока можно удалять. После этого блок вторично погружают в воду и так далее. Общая продолжительность процесса составляет 115–175 мин, в том числе контакт рыбы с водой — 60–90 мин.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования к заготовке живой прудовой рыбы.
2. Перечислите основные требования к заготовке рыбы-сырца.
3. Какими способами определяется качества рыбы-сырца при приемке.
4. Перечислите пороки рыбы-сырца.
5. Какие существуют способы охлаждения? Перечислите отличительные особенности.
6. Как проводится оценка качества охлажденной и мороженой прудовой рыбы?
7. Перечислите основные режимы и способы замораживания.
8. Перечислите условия и режимы хранения охлажденной и мороженой прудовой рыбы.
9. Дайте понятие процессу — глазирование прудовой рыбы.
10. Перечислите пороки охлажденной и мороженой прудовой рыбы.
11. Перечислите основные режимы и способы размораживания.

Глава 4. Основы технологии производства пищевых продуктов и кулинарных изделий из прудовой рыбы

Важной проблемой современного общества является обеспечение населения продуктами питания в количестве, ассортименте и качестве, гарантирующем повышение его жизненного уровня и сохранение здоровья. Решение данной проблемы возможно при эффективном функционировании продовольственного рынка, динамичном развитии агропромышленного комплекса страны, включая и производство прудовой рыбы.

В настоящее время проблема расширения и обновления ассортимента продукции высокого качества и потребительских свойств на основе рационального и максимального использования имеющихся ресурсов прудового рыбоводства, приобретает особую остроту в связи с необходимостью регулирования статуса организма через питание. Рост уровня заболеваемости из-за экологической напряженности, стрессов и других причин требует создания продуктов с заданным соотношением пищевых нутриентов, обогащенных биологически активными веществами.

Прекрасным фоном для разработки таких продуктов являются прудовые рыбы местного значения (толстолобик, карп, сазан, карась и др.), которые не только не уступают по пищевой и биологической ценности морским рыбам, но и превосходят их по ряду показателей. В связи с этим переработка продукции прудовых хозяйств должна занять значительное место на рыбоперерабатывающих предприятиях региона. Тем более что климатические условия и имеющаяся кормовая база ЦЧР идеально подходят для развития прудового хозяйства. При правильном применении рыбоводной техники ежегодно можно получать с каждого гектара прудовой площади по 20–30 и более центнеров рыбы, и себестоимость ее будет в 2–4 раза ниже по сравнению с морской. Возможность планирования объемов и отсутствие необходимости консервирования холодом, длительности транспортировки и хранения делают небезосновательными предпосылки высокого качества вырабатываемой продукции.

Для развития такого подхода к созданию продуктов, направление, связанное с производством фаршевых изделий широкого ассортимента, видится наиболее реальным и эффективным. В пользу этого следует причислить создавшееся положение с рыбными ресурсами, когда в общем объеме промысла наблюдается рост столовой рыбы в живом, свежем и мороженом виде.

Возрастание значимости рыбных, мясо-рыбных продуктов и растительной пищи может привести к существенному увеличению производства комбинированных продуктов функционального значения на основе глубокого изучения химического состава и биологической ценности составляющих. Данное направление имеет большое экономическое и социальное значение, так как достигнутые результаты обеспечивают рост эффективности производства, снижение себестоимости продукции, увеличение возможностей широкого удовлетворения покупательского спроса, поддержание и коррекцию здоровья.

Отечественное прудовое рыбоводство базируется на видах рыб, заметно различающихся технологическими свойствами. К сожалению, научно-обоснованных подходов к их рациональной переработке недостаточно, поэтому предложенные в данной главе технологии являются сопоставимыми по уровню актуальности и научно-методическому обеспечению с современными российскими и зарубежными работами, а часть — принципиально новые.

4.1. Разделка рыбы

Рациональное использование рыбы требует ее разделки при промышленной переработке. Принятые в настоящее время в практике способы разделки рыбы — разделка на филе и тушку, потрошение, обезглавливание — имеют целью освободить пищевые рыбные продукты от несъедобных частей — отходов и обеспечить надлежащий сбор и использование последних. Следует также иметь в виду, что быстрая разделка рыбы после вылова с удалением внутренностей и головы (или только жабр) способствует лучшей сохранности наиболее ценной ее части — мяса.

Способы разделки рыбы разнообразны и зависят от ассортимента получаемой продукции, размера и вида рыбы.

Разделка рыбы осуществляется как вручную, так и при помощи различных приспособлений и машин. Ручная разделка требует больших затрат труда, поэтому на многих рыбоперерабатывающих предприятиях

применяются автоматические и полуавтоматические машины. При разделке рыбы руководствуются требованиями, установленными стандартами и техническими условиями на рыбную продукцию.

Обезжабривание (жабрование). Применяется при производстве охлажденной рыбы. Схема разделки показана на рис. 4.1, которая включает удаление специальными щипцами или пальцами жабр и извлечение последних отдельно или вместе с прилегающей частью внутренностей (кроме икры и молок).

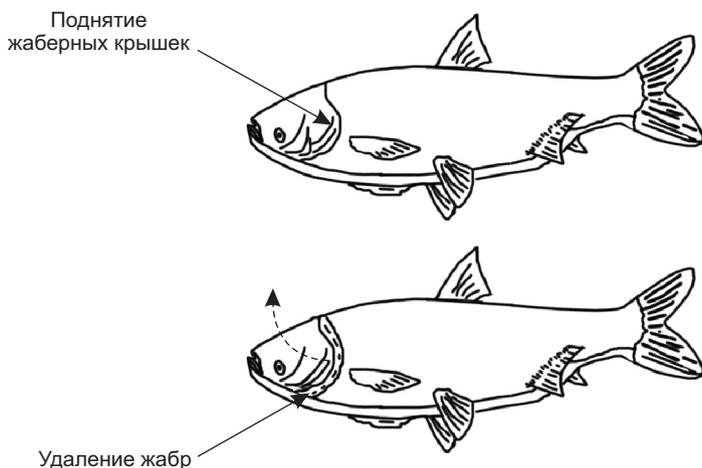


Рис. 4.1. Схема обезжабривания рыбы

Обезглавливание. Применяется при производстве мороженой продукции. У обезглавленной рыбы голова (с плечевыми костями) и внутренности (пищеварительный тракт, двухкамерный плавательный пузырь и печень) удаляются без разреза по брюшку. Остатки внутренностей, икра или молоки, могут быть оставлены в рыбе (рис. 4.2).

Потрошение. Применяется при производстве охлажденной и мороженой рыбы для наилучшего сохранения качества мяса рыбы в процессе хранения. Рыбу разрезают посередине брюшка между грудными плавниками от колтычка до анального отверстия, избегая повреждения внутренностей; колтычок может быть перерезан. Через разрез удаляют все внутренности, после чего вскрывают по всей длине и тщательно зачищают брюшную полость от пленок и сгустков крови (рис. 4.3).

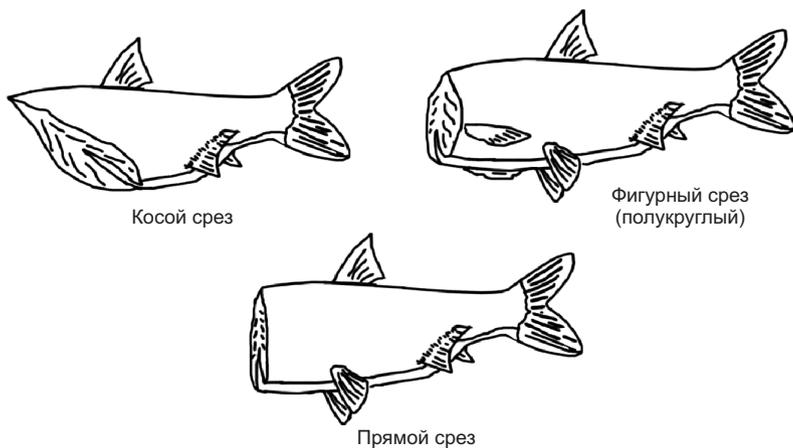
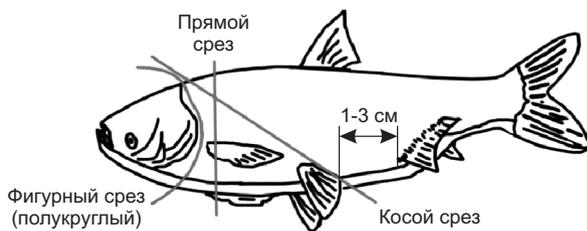


Рис. 4.2. Схемы обезглавливания рыбы

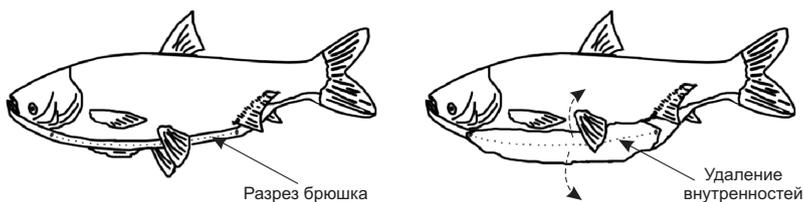


Рис. 4.3. Схема потрошения рыбы с оставлением головы

Потрошение и обезглавливание. Потрошение и обезглавливание применяется при производстве охлажденной и мороженой рыбы. Потрошенная обезглавленная рыба — это рыба, разрезанная по брюшке между

грудными плавниками от колтычка до анального отверстия с разрезом колтычка; голова, внутренности, икра или молоки удалены, сгустки крови зачищены (рис. 4.4).

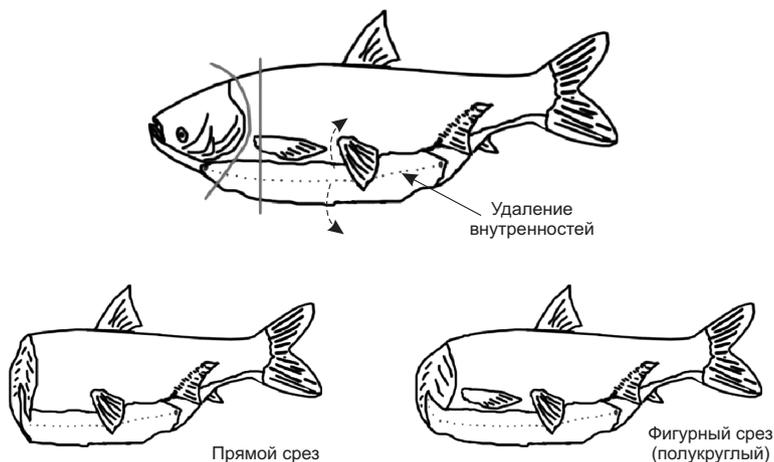


Рис. 4.4. Схема потрошения и обезглавливания рыбы

При производстве мороженой рыбы с использованием машинной разделки допускается разрез по брюшку далее анального отверстия. При потрошении и обезглавливании голову можно удалять после потрошения рыбы или до потрошения. Голова может быть отделена вместе с плечевыми костями и грудными плавниками прямым срезом поперек тела рыбы, позади жаберных крышек или фигурным (полукруглым) срезом, проходящим от затылочной кости к брюшку и огибающим жаберные крышки с оставлением при этом мясистого приголовка, плечевых костей и колтычка. Допускается разделять рыбу на потрошеную, обезглавленную косым резом, при котором голову отрезают вместе с грудными плавниками и частью брюшка.

Разделка на тушку, кусок-тушку. Разделка на тушку применяется при производстве мороженой и охлажденной рыбы специальной разделки. У рыбы удаляют чешую, а у бесчешуйчатых рыб тщательно очищают поверхность от слизи. Спинные, брюшные и анальный плавники срезают на уровне кожного покрова, а хвостовой плавник отрезают прямым срезом на 1–2 см выше конца кожного покрова. Брюшко разрезают от колтычка до анального отверстия, не повреждая желчного пузыря, и извлекают все внутренности, включая икру и молоки. После этого отделяют голову, уда-

ляют плечевые кости и вырезают грудной плавник вместе с его основанием (у мелких рыб грудной плавник может быть срезан на уровне кожного покрова). Затем тщательно зачищают брюшную полость от черной пленки, остатков плавательного пузыря, почки и сгустков крови (рис. 4.5).

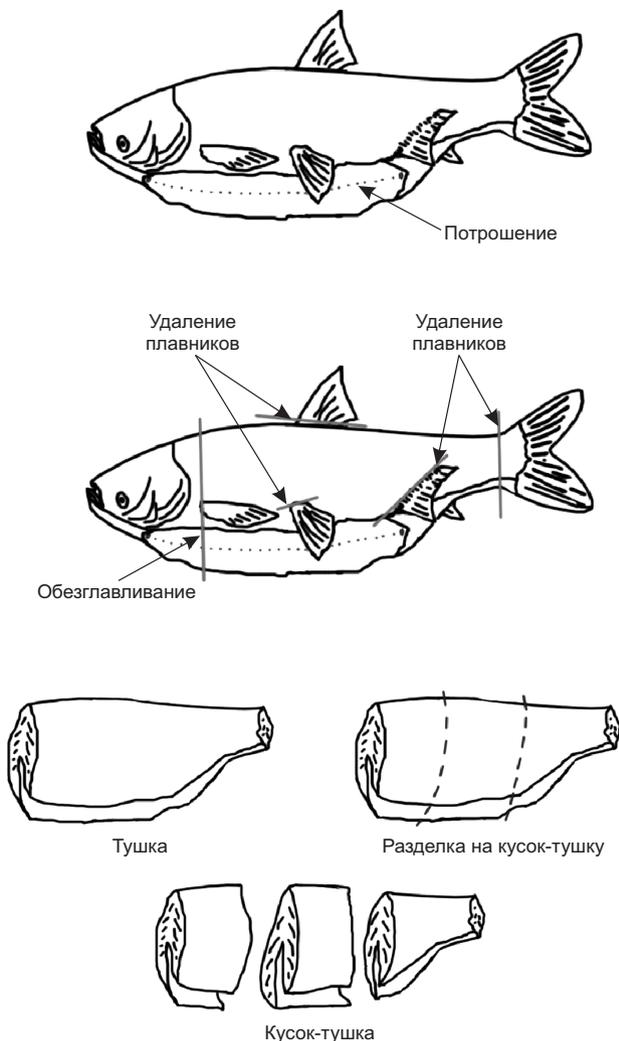


Рис. 4.5. Схема разделки рыбы на тушку, кусок-тушку

Голову отделяют прямым срезом поперек тела или фигурным срезом от затылка к брюшку по контуру жаберных крышек с оставлением при этом мяса приголовка при тушке.

При отделении головы на головоотсекающей машине данная операция может производиться до разрезания брюшка и удаления внутренностей. При разделке некрупных рыб можно отделять голову вместе с частью брюшка и внутренностями косым срезом от приголовка к анальному отверстию (не доходя 2–3 см до последнего).

При разделке на кусок-тушку, рыбу разделявают на тушку, как описано выше, затем тушки рыб разрезают на поперечные куски массой 0,2–1,0 кг. Тушки крупных рыб допускается разрезать на куски, равные длине морозильных противней или длине тары для упаковывания продукции.

Разделка на пласт с головой. Рыбу разрезают по спине вдоль позвоночника, начиная от верхней губы до хвостового плавника, вскрывая при этом брюшную полость; в хвостовой части разрез ведут так, чтобы рыбу можно было развернуть (распластать). Разрез должен быть ровным, без повреждения стенок брюшка; голову разрезают вдоль до середины верхней губы. Жабры удаляют или оставляют в рыбе. Внутренности, икру и молоки следует полностью удалить, брюшную полость зачистить от сгустков крови (рис. 4.6). При необходимости допускается делать разрезы мясистой части спинки.

Разделка на пласт обезглавленный. Разделку рыбы проводят как описано в п. «Разделка на пласт с головой». При отделении головы плечевые кости могут быть оставлены при тушке (рис. 4.7, б; 4.8, б).

У толстолобика отделяют голову с плечевыми костями, затем разрезают рыбу по спине вдоль позвоночника и по брюшку, разделив на две продольные половины. Хвостовой плавник удаляют на уровне 1–2 см выше основания средних лучей (рис. 4.7, а; 4.8, а).

Разделка на пласт обезглавленный без позвоночной кости производится следующим образом: рыбу разрезают по спинке вдоль позвоночника, удаляют голову с плечевыми костями, внутренности, в том числе икру или молоки, позвоночную кость, хвостовой плавник вместе с тонкой прихвостовой частью на расстоянии не менее 3 см от окончания средних лучей хвостового плавника; сгустки крови зачищают (рис. 4.7, в; 4.8, в).

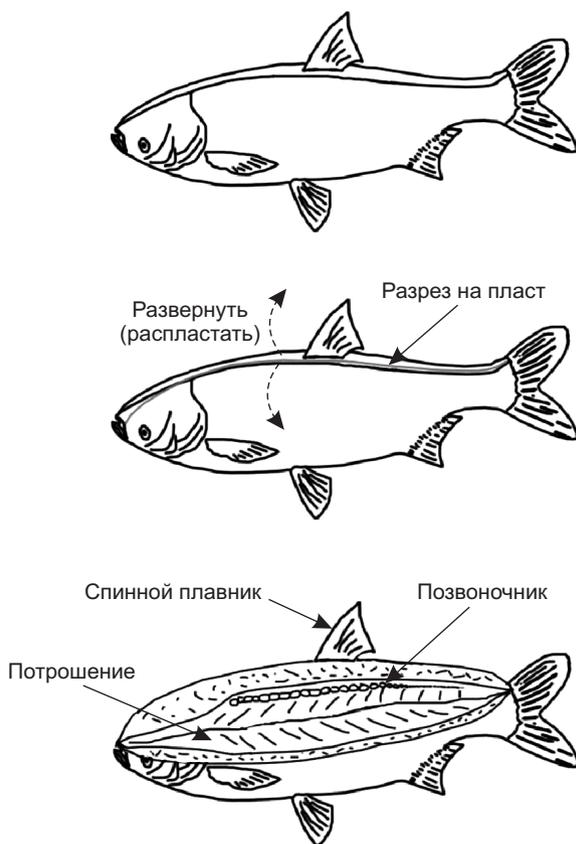


Рис. 4.6. Схема разделки рыбы на пласт с головой

Разделка рыбы на полупласт. Рыбу разрезают по спине с правой стороны, ведя разрез от правого глаза вдоль позвоночника до хвостового плавника, перерезая при этом основания реберных костей для вскрытия брюшной полости; стенки брюшка не перерезают. Через сделанный разрез удаляют внутренности, в том числе икру или молоки, зачищают брюшную полость от сгустков крови. Жабры удаляют или оставляют в рыбе (рис. 4.9).

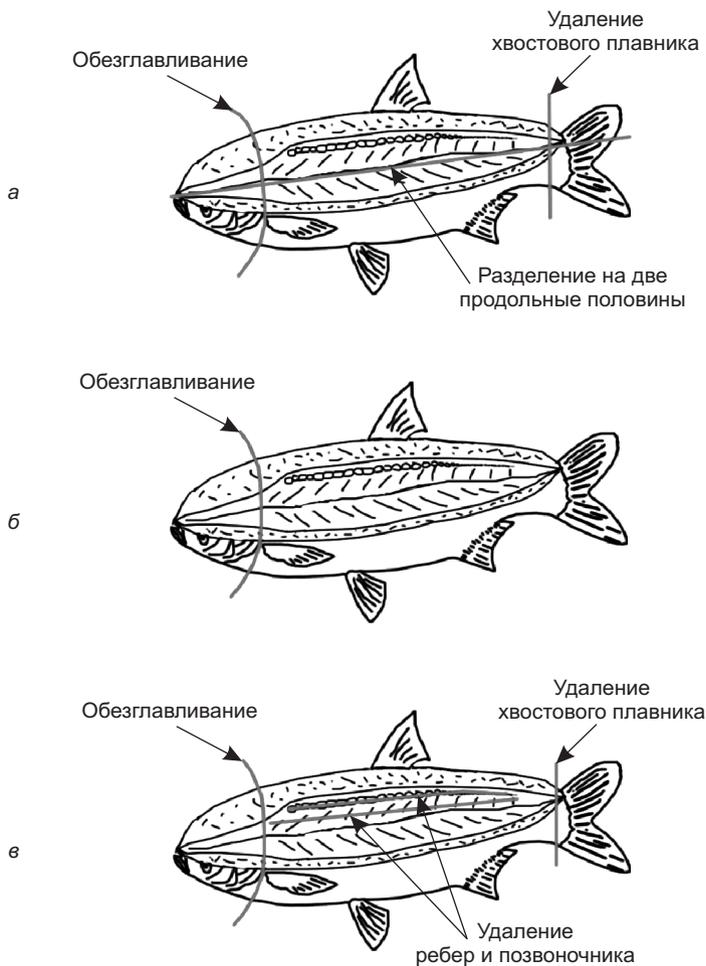


Рис. 4.7. Схема разделки рыбы на пласт обезглавленный:
 а — разделка толстолобика на пласт обезглавленный;
 б — разделка других рыб на пласт обезглавленный;
 в — разделка на пласт обезглавленный без позвоночной кости

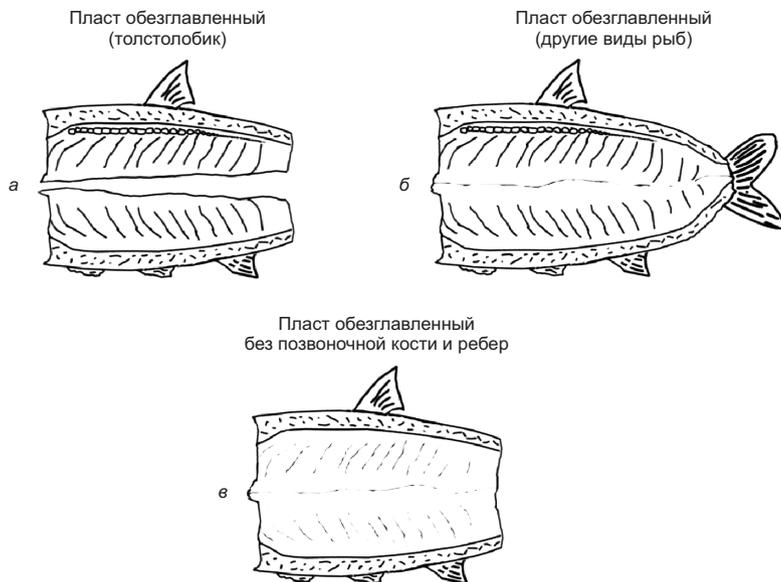


Рис. 4.8. Рыба, разделанная на пласт обезглавленный

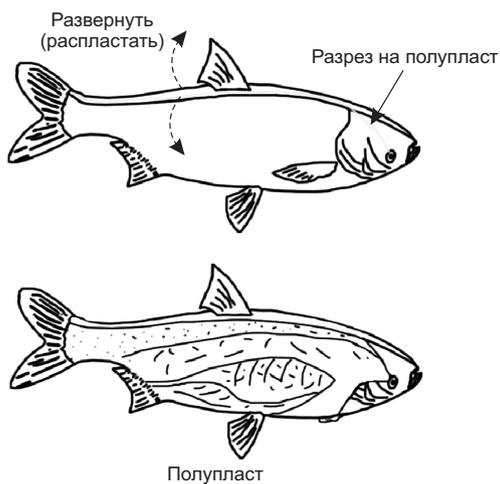


Рис. 4.9. Схема разделки рыбы на полупласт

Разделка на спинку (балык) и тешу (брюшко). Голову разрезают по брюшку и удаляют все внутренности. Затем отрезают голову вместе с плечевым поясом, срезают спинной плавник без оголения при этом подкожных жировых отложений, после чего отделяют брюшную часть (тешу) от спинки прямым срезом, проходящим от приголовка до начала или конца анального плавника в зависимости от вида и размера рыбы на 0,5–1,5 см ниже позвоночной кости. Можно сначала удалить голову, а затем отделить брюшную часть и внутренности путем соответствующих разрезов по бокам рыбы (рис. 4.10).

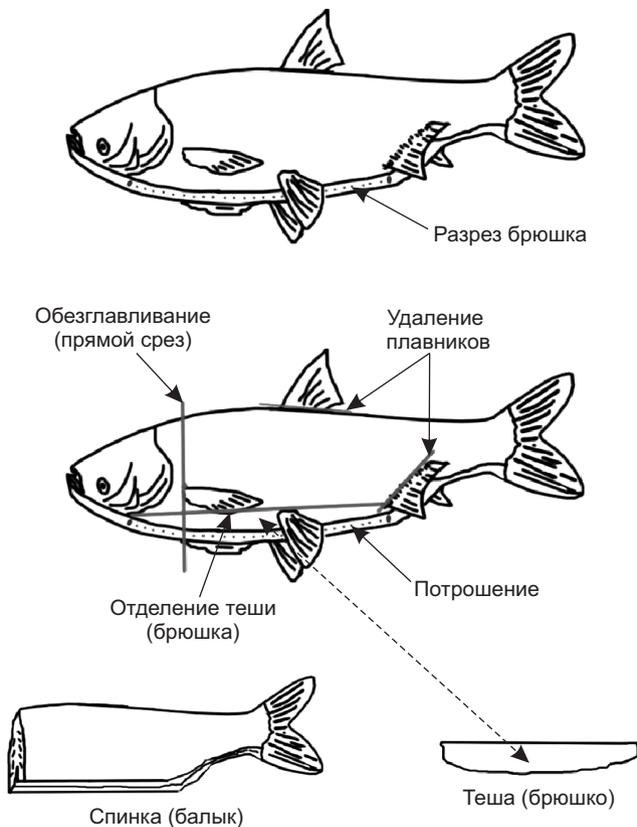


Рис. 4.10. Схема разделки рыбы на спинку (балык)

Отделенную спинку зачищают от остатков внутренностей и сгустков крови.

Тешу в целом виде или в виде двух половинок (при предварительном потрошении) с плечевыми костями и калтычком (или без них) осторожно зачищают (без повреждения тканей) от сгустков крови, пленок, вырезают остатки кишечника у анального отверстия.

Разделка на боковник. Рыбу разрезают посередине брюшка, удаляют все внутренности, брюшную пленку, сгустки крови. Отделяют голову и все плавники, после чего разрезают тушку вдоль по спине на две одинаковые половинки (боковники), удаляя при этом позвоночник. У половинок срезают брюшную часть. У сома брюшную часть срезают вместе с брюшными плавниками прямым срезом на уровне основания брюшных плавников.

У толстолобика и белого амура хвостовую часть удаляют на уровне конца основания последнего луча анального плавника (рис. 4.11).

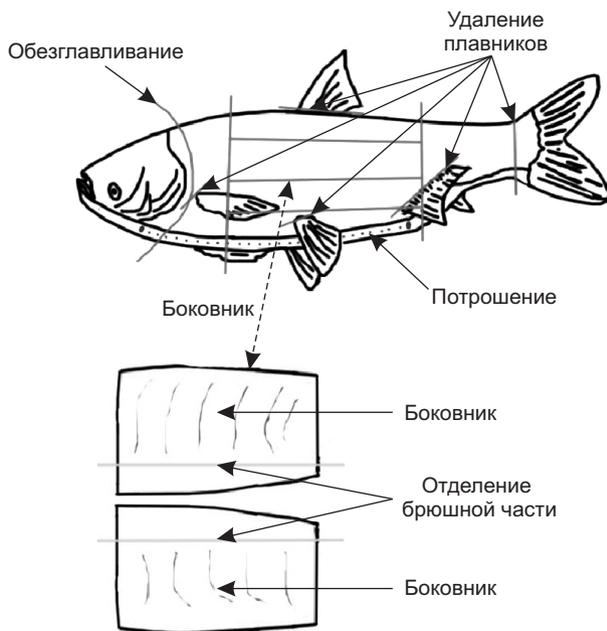


Рис. 4.11. Схема разделки рыбы на боковник

Разделка рыбы на пласт клипфиской разделки. Живую рыбу обязательно обескровливают путем перерезания аорты у межжаберного соединения, доводя разрез до кости. После стекания крови смывают с поверхности рыбы кровь сильной струей воды из шланга, затем разделяют рыбу следующим образом: у рыбы делают разрез посередине брюшка, отступая на 1–1,5 см от места соединения брюшных плавников и ведя до анального отверстия (не далее).

Затем разрезают приголовок и мышцы, соединяющие голову с туловищем, по месту соединения первого позвонка со вторым и делают разрезы с обеих сторон головы до полного ее отделения. Разрезы делают следующим образом: вводят нож под жаберную крышку и ведут его по теменной кости к верхней части глаза; на теменной части, не доводя до глаза, нож поворачивают к лобовой части головы, надрезают теменную кость, разрезают мышечные соединения. Далее отделяют голову от тушки, не обнажая плечевых костей. После отделения головы удаляют все внутренности из тушки, а затем распластывают рыбу и удаляют часть позвоночника. Для этого прорезают оставшуюся целой часть брюшка между брюшными плавниками и продолжают разрез по брюшку от анального отверстия до конца первого анального плавника, ведя разрез над самым основанием плавника так, чтобы плавник остался на правой стороне рыбы. После этого отворачивают левую (верхнюю) часть брюшка и со стороны брюшной полости делают разрез вдоль позвоночника, ведя нож от головной части рыбы до первого анального плавника, разрез ведут над позвоночником, отделяя вместе с ним плавательный пузырь. Затем, не меняя положения рыбы, делают разрез от анального плавника к хвосту под позвоночником до конца чешуйчатого покрова, разрез заканчивают у хвостового плавника, придавая ему в конце овальную форму.

Отделив левую сторону рыбы от позвоночника, приступают к отделению правой. Разрез начинают от нижнего края анального плавника, держа нож острием к позвоночнику, и ведут его вдоль позвоночника к головной части, отделяя вместе с позвоночником плавательный пузырь.

Отделенный от мяса позвоночник пересекают ножом на уровне 23–24-го позвонка, считая от головы; разрез кости должен проходить через 2 позвонка. Отделенную часть позвоночника удаляют.

Разделанную рыбу аккуратно зачищают, тщательно удаляя из полости брюшка черную пленку и сгустки крови (рис. 4.12).



Рис. 4.12. Схема разделки рыбы на пласт клипфиской разделки

Разделка на филе. При разделке на филе у рыбы удаляют голову, чешую, позвоночник, плечевые и крупные реберные кости, плавники (вместе с их костным основанием) и все внутренности, зачищают черную брюшную пленку и сгустки крови. Кожа может быть удалена или оставлена (рис. 4.13).

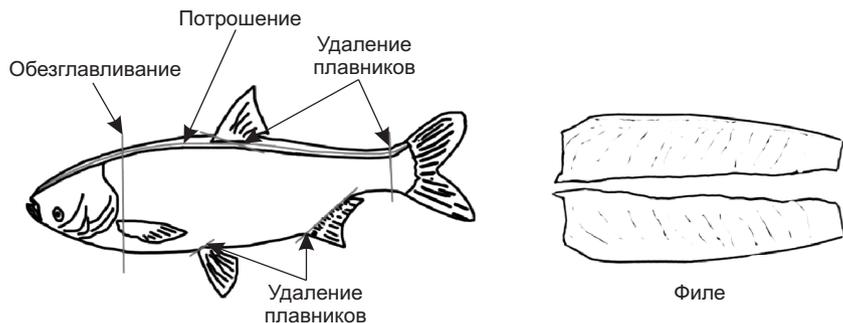


Рис. 4.13. Схема разделки рыбы на филе

Разделка рыбы на филе осуществляется следующими способами: рыбу очищают от чешуи, разрезают вдоль по спине и удаляют все внутренности. Затем отделяют голову с плечевыми костями, позвоночную кость вместе с хвостовым плавником и все остальные плавники, зачищают брюшную полость от черной пленки и сгустков крови, промывая при этом рыбу водой, и после этого разрезают посередине брюшка на две одинаковые половины — филе; рыбу очищают от чешуи, разрезают посередине брюшко от анального отверстия до колтычка (включитель-

но), удаляют внутренности, зачищают сгустки крови (почку), черную пленку и промывают водой. После этого отделяют голову, плечевые кости и плавники, кроме хвостового, и делают разрезы по спине вдоль позвоночника, отделяя сперва одну, а затем вторую пластину филе от позвоночника и хвостового плавника; рыбу очищают от чешуи, разрезают посередине брюшко от анального отверстия до колтычка (включительно), удаляют внутренности, зачищают сгустки крови и черную пленку и промывают водой. Затем берут рыбу левой рукой за голову, делают с одной стороны надрез ножом вокруг жаберной крышки до позвоночника и, соответственно поворачивая нож, делают продольный разрез по спине вдоль позвоночника до хвостового плавника. Срезав таким способом одну пластинку филе, переворачивают рыбу и аналогичным приемом срезают вторую пластину. Грудные и брюшные плавники и плечевые кости удаляют; рыбу очищают от чешуи обычным или спаренным ножом (с двумя параллельно расположенными лезвиями), делают разрезы с обеих сторон спинного и брюшного плавников от приголовка до хвостового плавника. Затем надрезают, кожу и мясо у приголовка параллельно жаберным крышкам и около хвостового плавника и отделяют филе от позвоночника.

Филе нужно срезать ровно, следить, чтобы на позвоночнике оставалось как можно меньше мяса. Тонкая брюшная часть может быть с филе срезана.

При машинном способе производства филе у рыбы сначала снимают чешую, на головоотсекающей машине удаляют голову, а затем обезглавленную рыбу направляют на филетировочную машину.

Филе выпускается со шкурой и обесшкуренное. Как правило, шкуру снимают на шкуроеъемных машинах, но изредка и вручную, пользуясь острым ножом. При выпуске обесшкуренного филе чешую с рыбы можно не удалять.

Филе крупных рыб при необходимости разрезают на поперечные куски в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями на виды продукции. При поступлении в обработку живой рыбы рекомендуется предварительно ее обескровливать, разрезая колтычок, сердце и аорту, и только после стекания крови разделять на филе. Филе крупных рыб по необходимости может быть разрезано на поперечные куски; размер кусков (по длине и массе) должен отвечать требованиям действующих стандартов и технических условий на соответствующие виды продукции.

4.2. Производство соленой рыбы

Посо́л — способ консервирования рыбы при помощи поваренной соли с целью предохранения ее от разложения гнилостными бактериями, а также прекращения или замедления самопереваривания (действие тканевых ферментов). Он представляет собой процесс насыщения (полного или неполного) влаги в рыбе поваренной солью.

Посо́л применяется как самостоятельный способ обработки рыбы и как предварительная операция перед копчением, вялением, сушкой, маринованием. Основное назначение посола в этих случаях — сохранение полуфабриката от порчи в период обработки.

Посо́л основан на диффузии и осмосе. И соль, и вода диффундируют из зоны большей концентрации в зону меньшей. Передвижение влаги и соли через оболочки мышечной ткани рыбы происходит под действием осмотического давления, которое зависит от разности концентраций раствора соли по ту и другую сторону оболочки.

Диффузионные процессы в мясе рыбы подчиняются второму закону диффузии:

$$\frac{dp}{d\tau} = D \frac{d^2c}{dx^2},$$

где c — концентрация диффузных веществ, %; τ — длительность процесса диффузии (посола), с; D — коэффициент диффузии вещества в воде, $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$; $\frac{d^2c}{dx^2}$ — градиент концентрации в направлении диффузии, $\% \cdot \text{м}^{-1}$.

При посоле значительная часть влаги из тканей рыбы переходит в тузлук, а соль из тузлука — в ткани.

В гетерогенной системе «рассол—рыбопродукт» процесс распределения посолочных веществ зависит главным образом от величины сопротивления, оказываемого диффузионному потоку тканями рыбопродукта и оценивается коэффициентом проникновения (проницаемостью) $D_{\text{тк}}$. Количественное соотношение между проницаемостью мышечной, соединительной и жировой тканей составляет 8 : 3 : 1. При этом мышечная ткань обладает анизотропными свойствами: проницаемость ее вдоль мышечных волокон примерно на 11 % выше, чем поперек волокон, что свидетельствует о перемещении посолочных веществ преимущественно по межклеточному пространству ткани.

Процесс посола достаточно длительный. Скорость просаливания в разные его периоды неодинаковая. Вначале, когда разница осмо-

тических давлений большая, просаливание идет быстрее, затем оно замедляется и совсем прекращается, когда осмотическое давление падает до нуля (концентрация раствора соли в тузлуке и тканях рыбы выравнивается).

При посоле рыбы в тузлук переходит некоторое (4–6%) количество белковых веществ, растворимых в солевом растворе или распавшихся еще до посола (аминокислоты). Потеря белка продолжается непрерывно и в течение длительных сроков хранения, причем она возрастает с увеличением времени созревания.

Во время посола в тканях рыбы, кроме диффузии и осмоса, происходят сложные биохимические процессы, связанные с изменением веществ, входящих в состав мяса рыб, под действием соли и ферментов. Мясо соленой рыбы теряет вкус и запах сырой рыбы. Оно уплотняется в результате потери влаги, уменьшается его масса. Мясо рыб приобретает резкий соленый вкус (содержание соли более 14% при крепком посоле), становится годным для употребления в пищу без дополнительной обработки.

Поваренная соль, или хлорид натрия относится к группе пищевых добавок, улучшающих вкусовые качества пищевых продуктов — вкусовых веществ. Кроме того, поваренная соль находит широкое применение как консервант пищевых продуктов при заготовках рыбы, овощей, мяса, грибов и многих других продуктов.

Однако значение поваренной соли не ограничивается применением ее как пищевой добавки.

Хлорид натрия играет важнейшую роль в поддержании водно-солевого обмена в организме. Известно, что недостаточное поступление хлористого натрия в организм приводит к тяжелейшим нарушениям водно-солевого обмена и расстройствам функционального и органического характера.

За счет хлорида натрия (поваренной соли) обеспечивается поступление основных количеств натрия и хлора, физиологическое значение которых чрезвычайно многообразно. Хлорид натрия необходим для поддержания кислотно-щелочного равновесия в организме, а также для обеспечения постоянства осмотического давления в плазме крови. Для образования соляной кислоты, как одной из важнейших компонентов желудочного сока, необходимы ионы хлора, источником которых также является хлорид натрия.

Потребность организма в хлориде натрия у взрослого человека в умеренном климате составляет 10–15 г в сутки, а в условиях жаркого кли-

мата потребность в соли увеличивается до 25–30 г в сутки. Суточная потребность удовлетворяется природным содержанием хлорида натрия в пищевых продуктах (около 2–5 г) и добавлением поваренной соли в пищу (7–10 г).

Соль хорошего качества должна содержать не менее 99,2–96,5 % хлорида натрия. Содержание в соли примесей каких-либо ядовитых соединений, металлов, нитратов и нитритов не допускается.

Поваренная соль обладает консервирующим действием, так как блокирует деятельность многих ферментов, ответственных за энергетический обмен бактерий, нарушает функции клеточных мембран и вызывает плазмолиз бактериальных клеток. Консервирующее действие поваренной соли связано в основном с изменением осмотического давления в бактериальной клетке и с обезвоживанием продукта, что препятствует развитию бактерий.

Большинство патогенных (вызывающих пищевые отравления) и гнилостных видов бактерий сочувствительны. Концентрация раствора соли, превышающая 6%, в значительной степени задерживает или прекращает их развитие, хотя жизнеспособность отдельных клеток может сохраняться в течение длительного времени.

К солеустойчивой группе микроорганизмов (галофилы) относятся спорообразующие формы, микрококки, дрожжи, плесневые грибы. Некоторые виды могут развиваться и в насыщенных солевых растворах. Они иногда приводят к массовой порче соленого рыбного продукта. Действие соли может быть усилено добавлением консерванта, например, бензойнокислого натрия или сорбиновой кислоты, а также нагреванием.

На качество соленой рыбы оказывают влияние исходное сырье, способы разделки, крепость и способ посола, условия хранения.

В зависимости от особенностей сырья соленую рыбу можно разделить на три группы:

- созревающая при посоле и приобретающая высокие вкусовые качества; такая рыба не требует кулинарной обработки;
- соленая, которая должна подвергаться тепловой кулинарной обработке;
- соленые полуфабрикаты, предназначенные для дальнейшей переработки — вяления или копчения.

Процесс созревания соленой рыбы отличается от созревания мяса.

В соленой рыбе при хранении под влиянием ферментов мышечных тканей и внутренних органов, а также микроорганизмов происходят

сложные биохимические процессы, вызывающие расщепление белков и жиров с образованием ряда продуктов — полипептидов, свободных аминокислот, летучих оснований и других экстрактивных азотистых веществ, свободных жирных кислот, летучих кислот, карбонильных соединений и др. При этом в рыбе уменьшается содержание белкового азота и солерастворимых белков, увеличивается количество экстрактивного азота, продуктов гидролиза и окисления жира. В результате сложных биохимических процессов благоприятно изменяется консистенция мышечной ткани некоторых видов рыб. Под влиянием совокупности всех ферментативных и окислительных процессов рыба приобретает совершенно новые качества. В ней исчезают цвет, запах и вкус сырой рыбы, жир равномерно распределяется в тканях, мясо легко отделяется от костей и становится очень нежным, сочным и вкусным, имеющим особый приятный аромат — «букет». Такое благоприятное изменение в рыбе называется созреванием. Созревшая рыба становится съедобной без дополнительной кулинарной обработки.

Однако большинство рыб при посоле не созревает и имеет в соленом виде вкус и запах сырой рыбы, довольно грубую консистенцию тканей, перед употреблением требует вымачивания и тепловой обработки.

Рыба соленая, не созревающая при посоле, по качеству хуже, чем рыба свежая. Белковые вещества мяса рыбы утрачивают свои первоначальные свойства, теряют растворимость, способность к набуханию. Часть растворимых веществ при посоле из тканей рыбы вымывается.

Длительное хранение соленой рыбы вначале приводит к ее перезреванию, в результате чего заметно ухудшаются показатели качества, определяемые органолептическими и физико-химическими методами, а затем и к микробиологической порче, сопровождающейся появлением гнилостного запаха и вкуса, дряблой, мажущейся консистенции.

Способы разделки рыбы перед посолом разнообразны: рыба идет в посол целиком (неразделанной), зябреной, потрошенной, полупластом, пластом, куском. При разделке рыбы могут возникать различные дефекты: плохая зачистка внутренностей, ухудшающая внешний вид рыбы, часто вызывающая порчу рыбы, а иногда и отравления; неправильная резка — прорезы кожи, волнистая или косая резка; неправильное нанесение дополнительных разрезов, недостаточная или излишняя глубина разреза.

При проверке правильности разделки рыбы обращают внимание также на повреждения от рыболовных снастей и др.

Производство рыбы традиционного посола. Посол применяется как самостоятельный способ обработки сырья, например, при производстве слабосоленой, среднесоленой и крепкосоленой рыбы, так и одним из основных операций в технологиях пресервов, копчения, вяления, сушки. Поэтому знания физико-химических основ процесса посола, биохимических процессов, происходящих в мышечной ткани рыбы в процессе посола и последующего хранения, являются основополагающими для технолога рыбной промышленности.

Способ посола прудовой рыбы зависит от ассортимента готового продукта, вида рыбы и ее химического состава, рынка сбыта и местных традиций и климата.

Принципиальную схему посола рыбы можно представить следующим образом (рис. 4.14).

В зависимости от способа введения соли различают мокрый или тузлучный, сухой и смешанный посолы, в зависимости от температуры — теплый, охлажденный и с подмораживанием, в зависимости от продолжительности процесса — равновесный и прерванный. Только перечисленные способы посола позволяют создать 18 вариантов технологических схем. Но разные виды рыб имеют отличающиеся химические характеристики, которые изменяются внутри вида в зависимости от сезона лова рыбы.

Теплый, охлажденный и холодный способы отличаются температурными условиями ведения процесса.

Теплый посол протекает при температуре в мясе рыбы более 5°C, однако температура окружающего воздуха не должна превышать 15°C; *охлажденный* посол осуществляется при температуре в теле рыбы -1...+5°C.

Охлажденным посолом обычно получают соленую продукцию из жирных видов рыб.

Холодный посол характеризуется подмораживанием или полным замораживанием продукта в процессе посола.

Холодный посол применяется при выработке балычных изделий из ценных видов рыб.

Посо́лы, которые происходят при концентрации соли в водном растворе (тузлуке) более 20 %, называют *насыщенными*; если концентрация соли в тузлуке составляет 15–20 % — *ненасыщенный средний* посол; при концентрации соли в тузлуке 10–15 % — *ненасыщенный слабый*.

Сухим посолом называют обработку рыбы кристаллической поваренной солью без добавления тузлука. Основным требованием при сухом посоле является обеспечение равномерного распределения кристалличе-

сой соли по поверхности рыбы, если даже небольшой участок рыбы не будет покрыт солью, то это может привести к порче продукта.

Сухой посол имеет два существенных недостатка. При нем трудно механизировать процесс приготовления продукта, особенно из крупных рыб. Наиболее трудоемкими операциями при этом являются загрузка свежей, выгрузка соленой рыбы, уборка готовой продукции. При сухом посоле тузлук образуется не сразу. Поэтому проникновение соли в мышечную ткань несколько запаздывает. В связи с этим при посоле в высоких чанах происходит неравномерное просаливание рыбы.

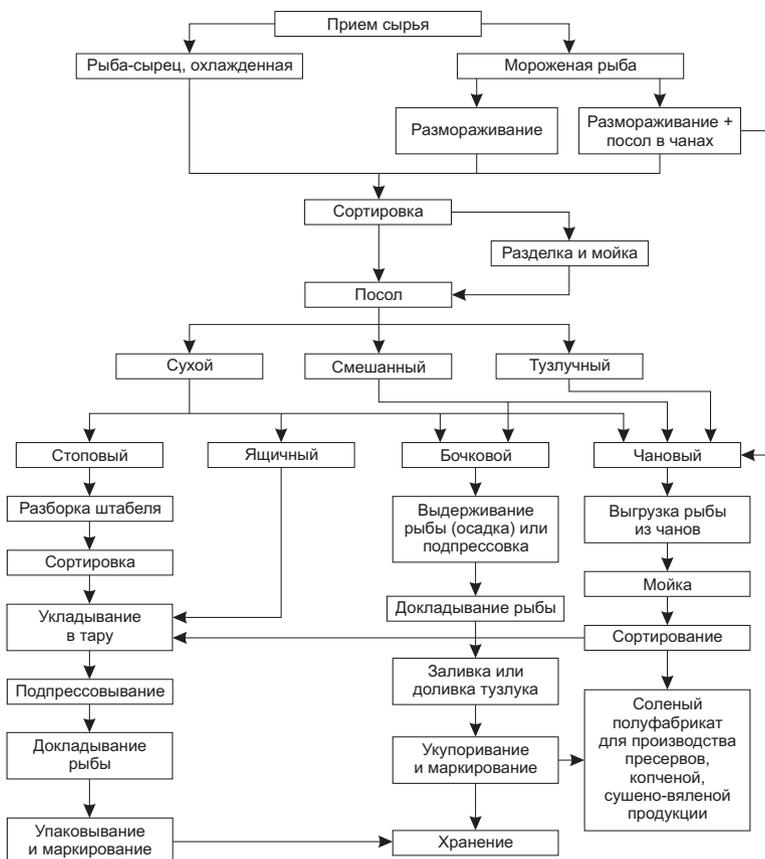


Рис. 4.14. Принципиальная схема посола рыбы

Стоповый посол является разновидностью сухого. В этом случае рыбу, пересыпанную солью, укладывают в виде стопы или штабеля высотой 1 м на специальные решетки (поддоны). Для равномерного распределения соли и давления по всей массе штабель периодически переукладывают. Стоповый посол применяется при производстве балычной продукции. Стоповый посол характеризуется возможным окислением жира и меньшим выходом продукции.

К существенному недостатку стопового посола относится то, что если рыба в блоках имеет неодинаковый размер, то в результате получается полуфабрикат с различной соленостью.

Тузлучный посол — это обработка рыбы в растворе поваренной соли определенной плотности. Технологическая схема производства соленой рыбы тузлучным посолом представлена на рис. 4.15.

Посола, при которых процесс прекращают до установления равновесия концентраций в системе «рыба — тузлук», называют *прерванным посолом*, если концентрация соли в мясе рыбы приближается к концентрации соли в водном растворе, то такой посол называют *законченным*.

Тузлучным способом обычно солят жирную рыбу для приготовления малосоленых продуктов, а также перед горячим копчением и маринованием, при производстве консервов, а в процессе посола осуществляют непрерывную циркуляцию тузлука с подкреплением (поддержанием) концентрации в специальных устройствах — солеконцентраторах. Быстрое уменьшение первоначальной концентрации тузлука в процессе просаливания является существенным недостатком мокрого посола.

Добавление поваренной соли не дает желаемого результата, так как скорость растворения соли меньше скорости выделения воды из рыбы. Кроме того, в несменяемых тузлуках отмечается задержка процесса посола и неравномерное просаливание рыбы, так как диффузия происходит очень медленно. Это может привести к снижению качества продуктов.

При *смешанном* посоле рыба перемешивается с кристаллической солью и в посольную емкость добавляется 10–20 % тузлука от объема посольной емкости.

Применение смешанного посола ускоряет процесс на 20–25 % по сравнению с продолжительностью сухого посола, также на 2–4 % увеличивается выход продукции. При смешанном посоле на рыбу одновременно воздействуют соль и ее раствор (тузлук). Смешанный посол устраняет недостаток мокрого и сухого посола.

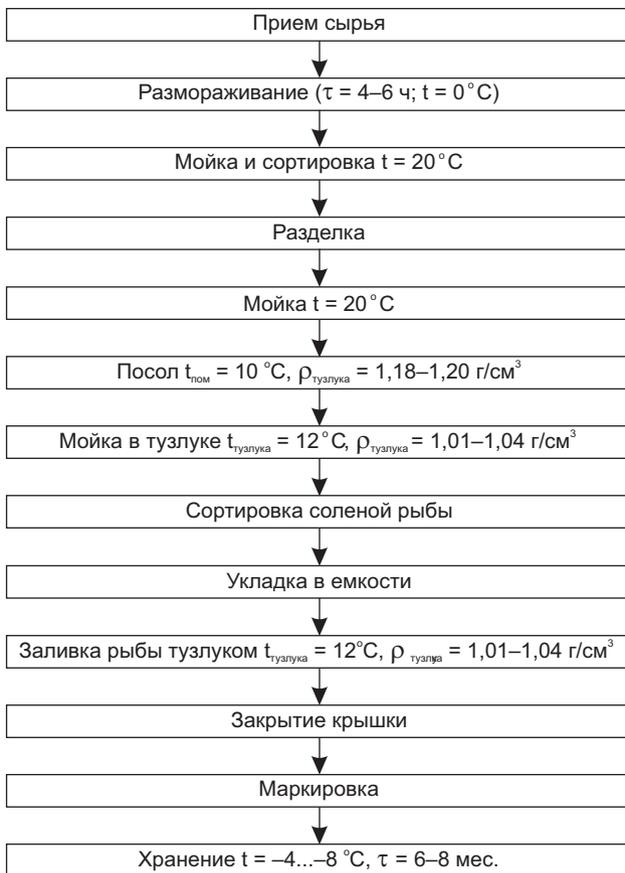


Рис. 4.15. Технологическая схема производства соленой рыбы тузлунным посолом

Чановый посол — просаливание рыбы в больших бетонных емкостях, герметично удерживающих тузлук.

Бочковый посол производится в бочках различной емкости, которые служат для хранения и транспортировки соленой рыбы. Этот способ посола применяется при обработке средней и мелкой рыбы.

Иногда рыба солится в потребительской таре с последующей герметизацией, например, при производстве пресервов. Такой посол называют *баночным*.

Посол в контейнерах с перфорированными стенками емкостью 300–400 кг называют *контейнерным*. Обычно контейнеры с рыбо-соляной смесью помещают в циркулирующий тузлук. Таким способом получают продукцию разных уровней солености.

Посол — довольно медленный процесс, поэтому непрерывно происходит поиск ускоренных способов. Например, проводят отваривание рыбы с солью, применяют сублимационный посол, увеличивают удельную поверхность рыбы и т. п.

Отваривание с солью заключается в отваривании или бланшировании рыбного филе с солью в пластмассовых пакетах. После двухчасовой варки жидкость сливают и добавляют соль, спустя еще два часа варки слив жидкости повторяют, а пакеты запечатывают.

Сублимационный посол заключается в сублимационной сушке с последующей подачей тузлука. После обезвоживания рыбного филе в вакуумной установке через определенный промежуток времени в камеру медленно подают порцию раствора соли. Филе быстро поглощает солевой раствор. На этом процесс завершают.

Увеличение удельной поверхности продукта также интенсифицирует процесс посола. Например, измельченное мясо рыбы перемешивают с добавляемой сухой солью (20–100 % массы рыбы), либо с избыточным количеством тузлука (4 части рыбы на 1 часть соли). Просаливание происходит почти сразу. Соленый продукт подпрессовывают для удаления воды и получения брикета. Брикететы варят и упаковывают.

По составу ингредиентов, используемых в процессе приготовления соленых продуктов, посол подразделяется на обычный, специальный, сладкий и пряный. Если используется *специальный посол*, то сырье обрабатывают смесью соли и сахара (7–10 % соли и около 1 % сахара к массе рыбы). *Сладкий посол* отличается от специального увеличенной дозой сахара (до 6 % от массы рыбы). При *пряном посоле* к смеси соли и сахара добавляют пряности. *Обычный посол* характеризуется тем, что сырье консервируют только солью.

Чем толще рыба, тем медленнее идет процесс просаливания. Ширина и длина рыбы на скорость просаливания не влияют. Разделанная рыба просаливается быстрее, чем неразделанная. Рыба с чешуей просаливается медленнее, чем рыба без чешуи. Тощая рыба просаливается быстрее, чем жирная. Наличие подкожного слоя рыбы тормозит процесс просаливания. Свежая рыба просаливается медленнее, чем рыба, хранившаяся некоторое время до посола.

Даже выбор соли требует определенных знаний, так как на скорость просаливания и качество соленой рыбы влияют физико-химические свойства соли. Так, поваренная соль, содержащая 99% хлористого натрия, быстрее просаливает рыбу. Соли кальция и магния, которые могут содержаться в поваренной соли в виде примесей в различных количествах, замедляют процесс просаливания, а при значительном содержании придают соленому продукту горьковатый привкус.

По содержанию соли в готовых изделиях различают слабый, средний и крепкий посол.

Слабосоленая рыба содержит 6–10% поваренной соли, среднесоленая и крепосоленая рыба — 10–14% и более 14% соответственно. В слабосоленой рыбе может развиваться гнилостная микрофлора, так как концентрация соли недостаточна для предотвращения ее развития. Поэтому слабосоленую рыбу хранят в охлажденном состоянии. В среднесоленой рыбе большинство патогенной микрофлоры испытывает стресс и перестает расти. В крепосоленой рыбе могут развиваться галофильные бактерии, обычная патогенная микрофлора не развивается.

В настоящее время увеличивается роль соли как вкусового фактора и уменьшается как консервирующего (табл. 4.1).

Таблица 4.1. Классификация рыбной продукции по содержанию в ней соли, %

Группа продукции	Массовая доля соли	Виды продукции
Несоленая	До 1	Диетические продукты
Продукты вкусового посола	1–3	Консервы, кулинария
Малосоленая	3–6	Пресервы, соленая, копченая, пресносушеная
Слабосоленая	6–8	Пресервы, соленая, копченая
Среднесоленая	8–12	Соленая, копченая, вяленая
Крепосоленая	Выше 12	Соленая рыба для производства солено-сушеной продукции

Вышеперечисленные традиционные способы посола характеризуются достаточно большой продолжительностью процесса. Исследования показали, что посол целесообразно осуществлять в условиях активных механических воздействий. К таким воздействиям относятся инъектирование рассола, массажирование, вибрация, электромассирование и др. Переменное механическое воздействие вызывает наряду

с диффузионным обменом интенсивное механическое перемещение рассола и посолочных веществ и более равномерное их распределение по объему продукта. В производстве пищевых продуктов накоплен значительный опыт по применению различных способов и методов интенсификации процесса посола, все многообразие которых можно классифицировать в виде схемы, изображенной на рис. 4.16.

Применению каждого из перечисленных способов интенсификации посола должны предшествовать детальный анализ технологических возможностей сырья и отработка соответствующих режимных параметров. Кроме того, практически все они, как правило, используются в различных сочетаниях, что необходимо учитывать при исследовании механизма их совместного действия.

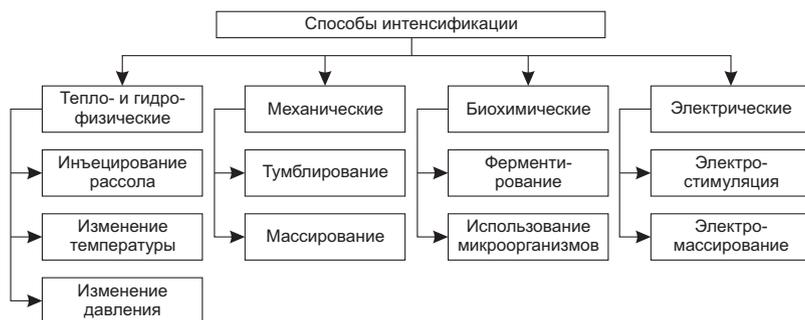


Рис. 4.16. Классификация методов интенсификации процессов посола

Посол с применением *инъектирования* — процесс, когда инъецируемый рассол или высоковязкие эмульсии при помощи системы насосов и игл подаются непосредственно в рыбное сырье. Благодаря правильному распределению инъецируемого раствора между волокнами продукта достигаются высокие качественные показатели готовой продукции, а также ее выход.

Инъектирование рыбы является более трудоемким процессом по сравнению с инъектированием мяса. Это связано со спецификой самого процесса производства (слишком нежная консистенция мяса рыбы, высокое содержание соли в готовом продукте), сформировавшимся представлением потребителя о внешнем виде продукции, отсутствием достаточного количества инъекторов, способных бережно работать с рыбным сырьем, не всегда корректно подобранными рассолами и т. д.

Инъектирование особенно эффективно применяется при производстве слабосоленого филе ценных пород рыб и проходит в специальном оборудовании. Эта дорогостоящая продукция хранится в вакуумной упаковке в условиях обычных холодильных витрин магазинов. Удерживать в ней влагу путем кристаллизации низкими температурами невозможно, а принудительно введенная жидкость портит товарный вид, так как отделяется при хранении.

Механизм инъектирования представляет собой фильтрационное распределения посолочных веществ в мясе рыбы. Процесс распределения рассола и его компонентов при инъектировании подчиняется закону нестационарной фильтрации. В случае однонаправленного воздействия этот процесс описывается выражением:

$$\frac{dp}{d\tau} = K \left(\frac{d^2 p}{dx^2} \right),$$

где p — давление, Па; τ — длительность воздействия, с; K — коэффициент пьезопроводности, $\text{м}^2/\text{с}$; x — глубина перемещения рассола, м.

Движущей силой процесса фильтрации служит возникающий при механическом воздействии градиент давлений. Коэффициент пьезопроводности зависит от проницаемости тканей, вязкости рассола, размеров входящих в его состав частиц, а также параметров механического воздействия (p, X). Значения коэффициента пьезопроводности при прочих идентичных условиях больше соответствующих значений коэффициента проникновения, что и объясняет ускорение массообмена при посоле в условиях механических воздействий. Инъектирование мяса рыбы рассолом (шприцевание) служит примером фильтрационного переноса рассола.

Основными параметрами оборудования (рис. 4.17), определяющими качество инъектирования рыбопродуктов, являются:

- давление рассола;
- количество игл в инжекторе;
- свойства рассола.

Но существуют определенные ограничения используемого давления — у разного сырья различная возможность впитывания рассола. Продукты делятся на несколько видов по способности к инъектированию:

- Продукты низкого процента инъектирования (1–20 %). Рекомендуется использовать большое количество игл, но при этом через

каждую иглу инжектировать малое количество рассола при малом давлении (от 0,2 до 1,0 бар). (Также к этому виду продуктов относится свиная грудинка, в которой много соединительной ткани.)

- ❑ Продукты среднего процента инжектирования (21–50%), сырье инжектируется при среднем давлении в 1,5–3,0 бар.
- ❑ Продукты высокой доли инжектирования (51–200% и более), т. е. продукты, обладающие высокой способностью к инжектированию (1,5–4,0 бар).

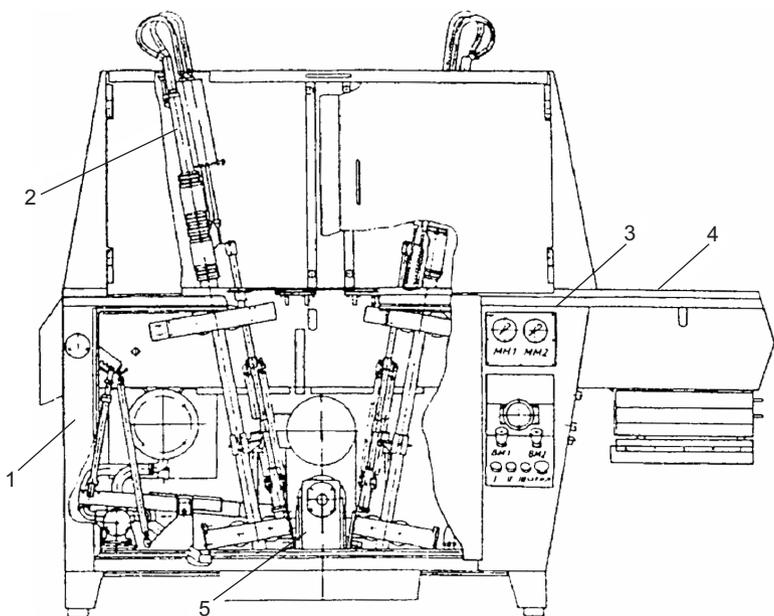


Рис. 4.17. Посолочный автомат ФАП: 1 — станина; 2 — кассета с иглами; 3 — пульт управления; 4 — конвейер; 5 — привод

Посолочный автомат ФАП относят к машинам с многоигольчатым исполнительным органом. Он предназначен для механизации внутримышечного посола рыбы при производстве слабосоленого филе и рыбных балычных изделий холодного копчения. Автомат применяют в рыбных цехах, как правило, в комплекте с установкой массирования ФУМ и конвейером ФТБ.

Направления использования соленой рыбы разных видов посола представлены в табл. 4.2

Таблица 4.2. Направления использования соленой рыбы разных видов посола

Вид посола	Наименование продукции
Обычный	Товарная соленая продукция, полуфабрикат для производства копченой, вяленой рыбы и пресервов.
Специальный	Товарная продукция из рыбы специального посола, пресервы.
Сладкий	В производстве деликатесных пресервов.
Пряный	Товарная продукция из рыбыпряного посола, полуфабрикат для пресервов и маринованной продукции.

Дефекты соленой рыбы возникают при использовании недоброкачественного сырья, в результате нарушения технологических режимов его обработки или режимов хранения.

Пороки, которые может иметь соленая рыба, достаточно многочисленны. К ним относятся: сырость, затхлость, загар, затыжка, скисание, фуксин и др. Все пороки подразделяются на две группы: устранимые и неустраиваемые.

Сырость — мясо соленой рыбы имеет запах и вкус сырой рыбы. Порок возникает при недостаточном просаливании, но может быть устранен досаливанием либо копчением, вялением или маринованием соленой рыбы.

Загар — более серьезный порок. Он характеризуется покраснением, побурением мяса у позвоночника и появляется вследствие длительной задержки сырья до обработки без охлаждения, при неравномерном просаливании, нарушении температурного режима посола и хранения слабо-соленой рыбы. Такой дефект не устраним, но может быть ослаблен со снижением сортности рыбы. При глубоком загаре рыба в пищу непригодна.

Производство рыбы специального посола. Изготовление рыбы специального посола отличается от производства рыбы обычного посола добавлением в процессе укладки рыбы в тару сахара и консервантов, например, бензойнокислого натрия.

Схема технологического процесса производства рыбы специального бочкового посола изображена на рис. 4.18.

Просаливание ведут при температуре 0–2°C. На второй-третий день после начала посола контролируют наличие тузлука в бочках. При необходимости бочки доливают охлажденным солевым раствором плотностью 1,18 г/см³. Хранят бочки с рыбой при температуре минус –6...–8°C.

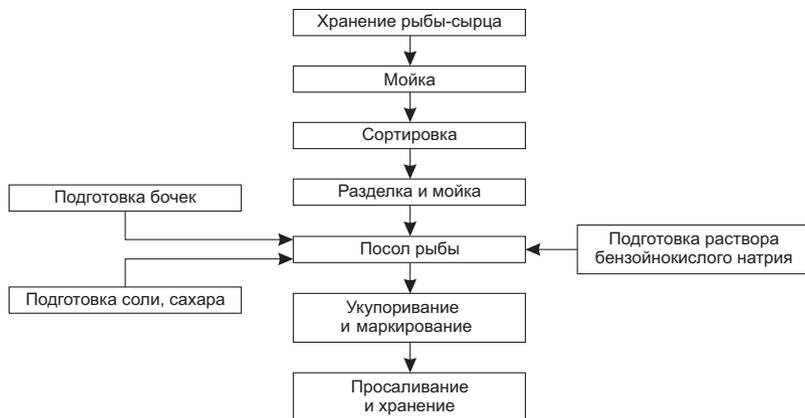


Рис. 4.18. Схема производства рыбы специального бочкового посола

Производство пряной и маринованной рыбы. Пряная и маринованная рыбная продукция всегда пользовалась устойчивым спросом у потребителей за счет специфических, улучшенных вкусоароматических характеристик этих деликатесов и широкого ассортиментного состава, все более увеличивающихся за счет многообразия компонентов.

И хотя очень четкую границу между пряной и маринованной рыбой провести весьма проблематично, все-таки считают основным принципиальным их отличием использование при мариновании уксусной кислоты, обеспечивающей дополнительный консервирующий эффект и своеобразные вкусовые свойства. То и другое достигается, когда рН мяса рыбы или заливки снижается приблизительно до 5,0, т. е. до изоэлектрической точки большинства белков, входящих в ткани рыб.

Необходимо отметить, что при изготовлении рыбной продукциипряного и маринованного посола применяют несколько меньшую дозировку поваренной соли, чем при обычном посоле, благодаря дополнительному консервирующему действию ингредиентов.

Пряный посол — это обработка рыбы солью, сахаром и пряностями, придающими продукту острый, пикантный вкус и приятный специфический аромат, а при последующем созревании и нежную, аппетитную консистенцию (рис. 4.19). При таком способе вместе с образующимся раствором соли в ткани рыбы проникают эфирные масла и другие вещества, имеющие экстрактивные свойства, что в конечном

итоге приводит к образованию в рыбе своеобразного вкусоароматического «букета».

Таким образом, на качественные характеристики пряных рыбопродуктов существенно влияет вид, состав, степень измельчения и соотношения необходимых ингредиентов, называемых пряностями.

Способность рыбы к созреванию в соленом виде — основное условие, так как никакие вкусовые вещества не могут придать ей качества, приобретаемые в результате созревания; пряности лишь дополняют вкус и аромат созревшей рыбы. Весьма существенную роль играет жирность рыбы.

Прежде всего, жирная рыба имеет более приятный вкус, чем тощая того же вида. Кроме того, требуемая концентрация соли достигается в жирной рыбе при более низкой солёности.

Высокие гастрономические качества пряной рыбы зависят в большей степени от того, как прошел процесс созревания. Большую роль в этом играет температура, при которой хранится рыба. Оптимальные условия для созревания создаются в интервале температур от 0 до 5°C.

Наиболее ценные пряности, составляющие основу высококачественных пряных букетов, — душистый и черный перец, гвоздика, лавровый лист, во всех рецептурах пряных смесей (табл. 4.3).

Таблица 4.3. Рецептуры пряных смесей для обработки рыбы при посоле

Пряности и вспомогательные материалы	Расход, г на 100 кг рыбы			
	рецептура 1	рецептура 2	рецептура 3	рецептура 4
Перец душистый	100	200	200	188
Перец черный	50	100	70	60
Перец красный	50	30	30	23
Корица	20	50	50	60
Гвоздика	10	30	30	75
Кориандр	300	200	200	105
Шалфей	—	30	30	—
Кардамон	—	20	20	—
Лавровый лист	10	20	20	15
Мускатный орех	—	20	—	—
Тмин	30	—	—	—
Анис	80	—	20	22
Чабер	—	—	20	—
Укроп	—	—	10	15
Сахар	350	300	300	172

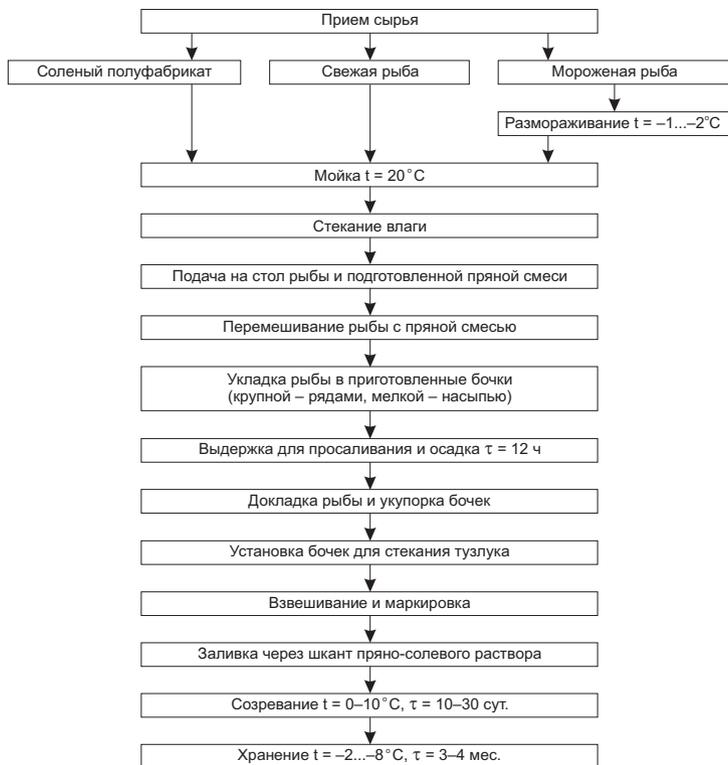


Рис. 4.19. Технологическая схема рыбы пряного посола

Существенную роль в приготовлении пряных продуктов играет сахар, который не только смягчает соленый вкус рыбы, но и служит субстратом для молочнокислых бактерий. Кроме того, он может служить рецептором кислорода, и, таким образом, играет роль антиокислителя. Количество его может колебаться от 0,3 до 1,0 %.

Созревание пряной рыбы при более низкой температуре допускается лишь в том случае, если предполагается очень длительное хранение, или активность ферментов рыбы очень высокая. Хранить созревшую рыбу следует при температуре ниже 0 °C, но не допуская при этом подмораживания продукта. Для приготовления уксусных растворов используют пищевую уксусную кислоту или уксусную эссенцию крепостью 80 %. Иногда используют винный уксус, получаемый сбраживанием вина или разбавленного спирта.

Маринованную продукцию готовят как из целой, так и из разделанной рыбы. Разделка не мешает созреванию, как это имеет место при посоле, так как в кислой среде оно и у разделанной рыбы протекает удовлетворительно. В то же время удаление внутренностей увеличивает стойкость продукта. При производстве бочковых маринадов применяется чаще всего зябрение, разделка на тушку и на кусочки. Последний способ позволяет рационально использовать рыбу с механическими повреждениями.

Заливки для маринованной рыбы отличаются большим разнообразием. Маринованная рыба может быть залита простой маринадной заливкой, т. е. раствором соли и уксуса с пряностями, или самыми разнообразными сложными заливками (горчичной, томатной, майонезом, соусом из икры и молок и др.). Чаще всего используют простую заливку, которую готовят так же, как заливку для пряносоленой рыбы с той лишь разницей, что в нее добавляют уксусную кислоту. Водный экстракт пряностей после остывания смешивают с насыщенным раствором соли, уксусной эссенцией и доводят объем смеси пресной водой до нужного объема. При мариновании рыбы пряного посола для заливки может быть использован нейтральный тузлук, который смешивают с уксусной кислотой и фильтруют для отделения коагулированных кислотой белков.

Маринованную рыбу можно готовить как из соленого полуфабриката, так и из предварительно обжаренной, сваренной или подвергнутой горячему копчению рыбы. Однако маринованная рыба из термически обработанного полуфабриката относится к кулинарным изделиям.

Если используется рыба-сырец, охлажденная или мороженая рыба, то возможен вначале предварительный посол, а затем укладка в тару и заливка пряной или пряно-уксусной заливкой.

Возможен также посол непосредственно в таре с пересыпкой пряно-солевой смесью и добавлением пряно-солевой или пряно-уксусной заливки.

4.3. Производство пресервов

Современное состояние теории и практики посола дает возможность широкой вариации способов посола с введением дополнительных ингредиентов: эмульгаторов, красителей, стабилизаторов, ферментных препаратов, что в значительной степени решает вопросы качества готовой продукции.

Под рыбными пресервами понимают нестерилизованные продукты, герметично укупоренные в жестяную, стеклянную, полимерную и

другую тару, консервированные поваренной солью с добавлением минеральных и органических веществ, обладающих бактерицидными свойствами. Главным отличием пресервов от консервов является то, что содержимое банок пресервов не подвергается тепловому воздействию с целью достижения консервирующего эффекта за счет инактивации тканевых ферментов и уничтожения микрофлоры, что является определяющим в стерилизованных консервах.

При изготовлении рыбных пресервов (рис. 4.20), для повышения их стойкости в хранении, в качестве антисептика широкое применение нашла бензойная кислота, но чаще применяется ее натриевая соль — бензойнокислый натрий, более растворимый в воде. Однако содержание его в продукте ограничивается требованиями нормативной документации. Допускается не более 2,6 г бензойнокислого натрия в одном килограмме продукта.

Поиск новых консервантов — актуальная задача. Авторами проведены исследования по применению различных консервантов, распространяемых различными отечественными и зарубежными фирмами (табл. 4.4). Установлено, что для консервирования прудовой рыбы применим консервант *Низин* (фирма «Могунция») и др., дающие более устойчивый результат.

Таблица 4.4. Консерванты и их применение в рыбной промышленности

Наименование	Свойство	Дозировка	Примечание
Бензойная кислота и бензоат натрия	Бензойная кислота — белые блестящие моноклинные листочки или иглы, плавятся при 122°С. В 100 г воды при комнатной температуре растворяется 0,34 г бензойной кислоты, в 100 г жирных масел — 1–2 г, хорошо растворима в безводном этаноле. Бензоат натрия — белый кристаллический порошок. В 100 г воды при комнатной температуре его растворяется 63 г.	0,1–4 г/кг	Для хранения рыбы, рыбного филе, рыбных пресервов, маринадов, рыбных маринадов, рыбных паст, изделий из икры. Против дрожжей и плесневых грибов — более эффективен, чем против молочнокислых бактерий и клостридий.

Таблица 4.4 (продолжение)

Наименование	Свойство	Дозировка	Примечание
Уксусная кислота $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OH}$	Представляет собой бесцветную жидкость, кристаллизующуюся при 17°C, кипящую при 118°C и смешивающуюся с водой во всех отношениях.	1–3 %	Для хранения маринованной рыбы. Против бактерий рода <i>Salmonella</i> . Против плесневых дрожжей и грибов более эффективна, чем против бактерий, но в сравнении с другими консервантами это действие слабое, не обладает сильным консервирующим действием, ее часто применяют в сочетании с физическими способами консервирования (например, пастеризацией) или с поваренной солью и (или) более сильными консервантами (сорбиновой либо бензойной кислотой).
Пропионовая кислота	Пропионовая кислота представляет собой бесцветную жидкость, смешивающуюся с водой во всех отношениях и имеющую стойкий неприятный запах. Температура кипения составляет 141°C.	3,5 %	Для маринованных рыбных продуктов. Эффективна преимущественно против плесневых грибов, бактерий вида <i>Bacillus mesentericus</i> .
Сорбиновая кислота. Сорбат кальция. Сорбат калия		1,2 г/кг	Для хранения сушеной рыбы, икры. Высокая активность против дрожжей и плесневых грибов, сильнее угнетаются каталазо-положительные, чем каталазоотрицательные, строгие аэробы — более всего, молочнокислые бактерии и клостридии — менее всего. Сорбиновая кислота отнесена к низшему классу опасности для водных сред.
Нитриты		0,01 %	Для хранения гомогенатов. Не влияют на рост и развитие грибов и плесеней. Их действие направлено исключительно против бактерий <i>Streptococcus</i> . Сравнительно высокая токсичность.
Этилендиамин-те-трауксусная кислота (ЭДТА)		1 %	Для хранения охлажденной рыбы. Замедляет спорообразование. Действие ее чисто антибактериальное. На дрожжи и плесени она не оказывает никакого влияния. ЭДТА малотоксична даже в высоких дозах.
Муравьиная кислота			Для консервирования рыбных маринадов. Муравьиная кислота действует преимущественно против дрожжей и некоторых бактерий. Молочнокислые бактерии и плесневые грибы по отношению к ней довольно устойчивы.

Наименование	Свойство	Дозировка	Примечание
Перекись водорода			Для хранения рыбных маринадов. Предотвращает появление нежелательных бактериальных изменений и запахов.
Молочная кислота		0,4–0,6 %	Для изготовления бактерицидного льда. Такой лед используют для охлаждения свежельвленной рыбы. Антимикробное действие молочной кислоты сравнительно слабое, против бактерий, особенно анаэробных.
Диоксид углерода			Для продления срока годности рыбы в инертной атмосфере. Углекислый газ в сочетании с нагреванием замедляет действие полифенолоксидаз (ответственных за ферментативные реакции, вызывающие появление бурой окраски) в омахах. Действует на облигатные аэробы. Плесневые грибы, дрожжи к нему вполне устойчивы. Полностью подавить их рост с помощью углекислого газа при обычном давлении невозможно. Возможно использование антимикробной активности углекислого газа при высоком давлении на бактерии рода <i>Salmonella</i> и рода <i>Listeria</i> . Напротив, многие молочнокислые бактерии и бактерии рода <i>Clostridium</i> довольно устойчивы к действию двуокиси углерода. Некоторые бактерии рода <i>Salmonella</i> , молочнокислые бактерии и штаммы <i>Campylobacter</i> под действием углекислого газа могут даже ускорять развитие
Низин		50 г/т	Для хранения рыбных сосисок, копченых рыб, охлажденной рыбы путем добавления в лед. Против грамположительных организмов, включая множество бактерий, образующих споры, определенных неспорообразующих бактерий, не препятствует росту грамотрицательных микроорганизмов, плесени и дрожжей.

В ходе экспериментальных исследований установлено, что добавление антисептиков в пресервы не решает проблему их длительного хранения. При относительно высоких температурах (более 10°C) микробиологическая порча продукта может наступить уже через несколько суток.

Кроме отрицательного влияния микроорганизмов на качество продукта при высоких температурах происходят автолитические превращения в мясе рыбы, так как тканевые ферменты и ферменты внутренних органов (если рыба не разделана) находятся в активном состоянии. По этой причине условия и сроки хранения рыбных пресервов строго регламентированы.

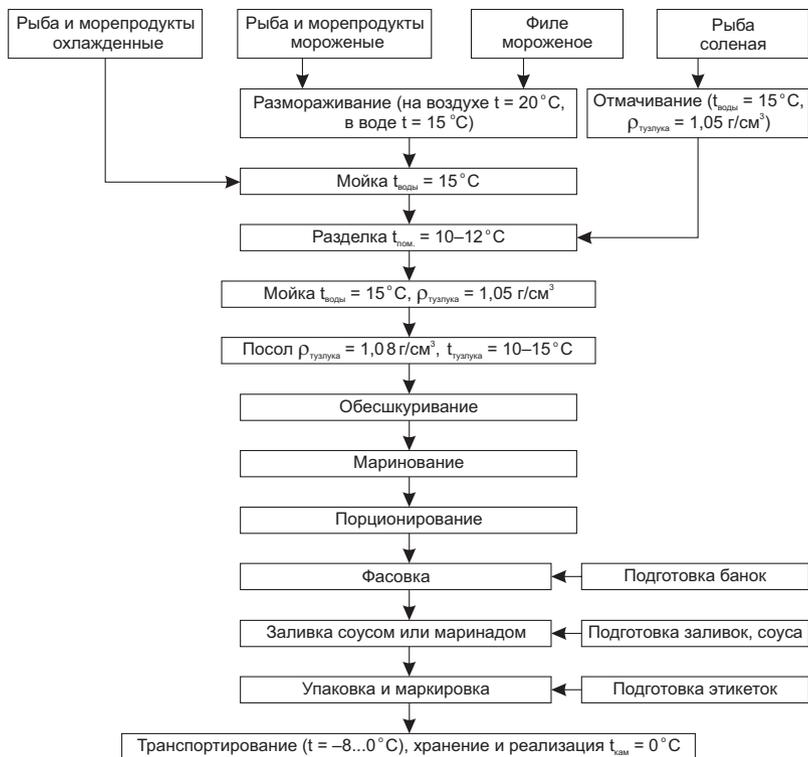


Рис. 4.20. Технологическая схема производства пресервов

По температуре условно подразделяют два интервала: $0...-6^{\circ}\text{C}$ — интервал хранения пресервов до поступления к потребителю, и $0...+6^{\circ}\text{C}$ — интервал температур бытового холодильника. Рекомендованная температура и сроки хранения каждого вида пресервов указываются на этикетке.

Для увеличения сроков хранения до 6 месяцев и более допускается замораживание пресервов и хранение их в мороженом виде при низких отрицательных температурах (-18°C и ниже).

В настоящее время разработаны технологические приемы, которые позволяют увеличить срок хранения пресервов при температурах бытового холодильника в 2–3 раза в сравнении с традиционным сроком хранения, они описаны в специальной литературе.

По способам приготовления, предварительной разделки и обработки пресервы подразделяются на три группы:

- ❑ пресервы из неразделанной рыбы с применением соли, сахара и пряностей;
- ❑ пресервы из разделанной рыбы (тушка, филе, филе-кусочки, ломтики, рулеты) в различных соусах, заливках, маринадах с использованием всего разнообразия специй, овощей, ягод, фруктов;
- ❑ пресервы из рыбы, подвергнутой термической обработке (бланширование, обжарка) в виде кусочков, тефтелей, котлет, залитых различными соусами.

Как видно из технологической схемы, в основе производства пресервов лежат три отличительные операции: посол рыбы, добавка к рыбе наполнителя и герметичное укупоривание в тару.

Многочисленные варианты вкусовых и ароматических добавок, овощных, фруктовых наполнителей, используемых при приготовлении пресервов, позволяют выпускать продукцию практически в неограниченном ассортименте. А предварительное разделявание рыбы и упаковывание в различную мелкую тару делают продукт особенно привлекательным и пользующимся большим спросом у населения страны.

В настоящее время предприятиями рыбной промышленности РФ выпускается более 1500 наименований пресервов из гидробионтов, в том числе из прудовой рыбы. Лидирующее положение занимает группа пресервов из разделанной рыбы в различных соусах, заливках, с добавлением овощей, фруктов, ягод.

4.4. Новое поколение вкусоароматических добавок полифункционального действия

В последнее десятилетие состояние здоровья населения характеризуется негативными тенденциями. Среди причин заболеваемости и смертности ведущее место занимают сердечнососудистые и онкологические заболевания, развитие которых также связано с питанием. У большинства населения России выявляются нарушения питания, обусловленные как недостаточным потреблением пищевых веществ, в первую очередь витаминов, макро- и микроэлементов (кальция, йода, железа, фтора, селена и др.), полноценных белков, так и нерациональным их соотношением. Присутствие в пище загрязнителей усугубляет

положение, в связи с чем возникает острая необходимость создания продуктов питания профилактического значения, повышающих защитные функции человека.

Нарушения в питании населения вызваны кризисным состоянием производства и переработки продовольственного сырья и пищевых продуктов, а также резким ухудшением экономического положения большей части населения страны. Остро стоит проблема качества пищевых продуктов и продовольственного сырья. Все еще низок уровень образования населения в вопросах здорового и рационального питания.

Мясо рыб — ценнейший источник белка — относится к числу наиболее дорогостоящих видов продовольственного сырья. При производстве рыбных продуктов с целью снижения себестоимости продукции возникает необходимость часть основного сырья заменять другими пищевыми ингредиентами. Введение в рыбный фарш белковых препаратов растительного происхождения можно рассматривать как один из способов получения рыбных продуктов с регулируемыми свойствами. На практике наиболее часто применяют функциональные концентрированные и изолированные соевые белки, белки на основе плазмы крови убойных животных, молочной сыворотки, коллагенсодержащего сырья. Высокие функционально-технологические свойства этих белковых препаратов в сочетании с повышенной биологической ценностью, многовариантностью применения, экономичностью и технологичностью использования позволяют считать их наиболее перспективными для производства рыбных продуктов.

Пряности — это разнообразные части растений, каждая из которых имеет свой специфический вкус и аромат, разную степень жгучести, привкус. Употребление в пищу пряностей в крайне малых дозах способно придать любому пищевому продукту свои специфические свойства и изменить его вкус в желаемом направлении, а также повысить сохранность пищевых продуктов, содействуя наилучшему усвоению их организмом человека, стимулируя пищеварительный процесс, выводя шлаки, уменьшая потребление соли.

Эти же функции выполняют *CO₂-экстракты*, получаемые путем специальной обработки растений, и поэтому они не относятся к синтетической продукции. Экстракты (по данным производителя) по сравнению с сухими пряностями значительно ценны своей бактерицидностью, концентрация специфических веществ CO₂-экстрактов в 15–20 раз выше, чем в сухих пряностях; они обладают стерильностью, стабильностью при хранении, однородно распределяют вкус внутри продукта. Высокое со-

держание биологически активных веществ в растениях, из которых получают экстракты, широкий спектр вкусоароматических показателей, доступность и практическая неисчерпаемость сделало большинство экстрактов необходимыми в ежедневном питании.

СО₂-экстракты (по данным производителя) имеют богатейший компонентный состав: органические кислоты, жирорастворимые витамины и провитамины (А, D, Е, К, F), антиоксиданты различной природы, жиры, в том числе полиненасыщенные, стериды и стерины, растительные гормоны, флавоноиды, эфирные масла и многие другие вещества. СО₂-экстракты — натуральные концентраты, извлеченные из растений, обладающие их свойствами и фактически являющиеся биологически активными добавками, хранятся при обычных условиях не менее трех лет без изменения состава, технологичны, компактны, полностью растворяются в растительном масле и животных жирах, 80 %-ном уксусе, легко эмульгируются, наносятся на различные сухие носители, сохраняя их сыпучесть (соль, сахар, сухое молоко, мука, декстроза, крахмал и т. д.). Учитывая широкий спектр пищевых систем, особенности технологии их получения и преследуя цель создать добавку полифункционального действия для придания конечному продукту профилактических свойств, представляет большой интерес расширение ассортимента носителей, среди которых особое место отводится белкам как незаменимым компонентам пищи.

Применение СО₂-экстрактов в качестве замены специй при производстве рыбных продуктов вызывает чувство аппетита, увеличение слюноотделения, т. е. улучшается начало процесса пищеварения. Применение небольших количеств добавок, упомянутых выше, или их концентратов — СО₂-экстрактов в пищу изменяет работу органов пищеварения и выделения. СО₂-экстракты допущены органами здравоохранения к применению в пищевые продукты, в том числе и детское питание, полностью заменяют одноименное растительное сырье.

По данным специалистов компании ООО «Караван», СО₂-экстракты обладают большинством лечебно-профилактических свойств тех растений, из которых получены. Большинство экстрактов улучшают пищеварение, обладают антисептическим и антиспазматическим действием, улучшают, подобно тмину, укропу, фенхелю, мозговое кровообращение, дыхание.

При внесении ароматизаторов и вкусовых добавок разработчики рекомендуют использовать в качестве носителя соль и сахар. Другие носители, например, ценная клетчатка, а также пищевые волокна с высокоразвитой поверхностью также служат прекрасным порошковым носителем запаха

и натурального вкуса экстрактов. Однако применение белковых носителей, по мнению специалистов, наиболее перспективно, особенно в случае производства белковых продуктов.

Авторами предложен в качестве носителя животный белок WB 1/40 (Proviso, Германия) — это функциональный, экологически чистый продукт, содержащий в сухом веществе до 100 % нативного животного белка, вырабатываемый из свиной шкурки по специальной технологии (извлечение белка с помощью теплового и ферментативного разложения), а также такие соевые белковые препараты, как функциональные концентраты Майкон С110, Майсол И, Майкон 70Г, Майсол.

Выбор конкретного белкового препарата в качестве носителя CO_2 -экстрактов проводили в ходе сравнительного анализа водосвязывающей, гелеобразующей, жиросвязывающей, эмульгирующей способностей и стабильности эмульсии.

Животный белок WB 1/40 — продукт белого цвета с нейтральным запахом и вкусом. Обладает высокими гидратирующими свойствами. Применяют его при производстве рыбных продуктов в виде геля, белковой и белково-жировой эмульсии. Вместе с тем физиологическое действие коллагена — основного компонента препарата — связано со стимулированием моторики кишечника, усилением выделения пищеварительных соков. Он обладает высокой сорбционной активностью и поэтому очищает организм от химических токсикантов и радионуклидов. Установлена в связи с этим его профилактическая роль в развитии ряда онкологических заболеваний, а также болезней суставов, кожи.

Изолированные соевые белки обладают самыми высокими гидратирующими, эмульгирующими свойствами, хорошо удерживают жир, значительно улучшают структуру колбасных изделий, обогащают продукты белками. Кроме этого, изоляты имеют более высокую биологическую ценность по сравнению с концентрированными соевыми белками.

На кафедре технологии мяса и мясных продуктов при непосредственном участии кафедры аналитической химии Воронежской государственной технологической академии проведены экспериментальные исследования по изучению сорбции CO_2 -экстрактов пряностей душистого перца, корицы и мускатного ореха на препаратах животного белка WB 1/40 и соевых белков серии Майкон и Майсол с применением газовых пьезосенсоров. Экспериментальные исследования проводились при помощи установки «электронный нос», состоящей из ячейки детектирования, пьезорезонансных датчиков, частотомера и компрессора. После проведения процесса сорбции и фиксации результатов принимали, что

при возбуждении переменным током изменение собственной резонансной частоты колебаний кристалла (8–10 МГц) определяется изменением массы на его электродах. В качестве чувствительных пленок на электроды пьезорезонаторов наносили сорбенты различной полярности, что связано со сложным составом аромата специй.

Сорбционное сродство выбранных пленок к многокомпонентным газовым смесям, определяющим аромат душистого перца, корицы и муската, показало технологические преимущества технического решения.

Весьма важно, что применение инструментальных методов анализа дает объективную оценку свойств продуктам и выражается в виде хроночастотограммы, как основы для построения «визуальных отпечатков» аромата (рис. 4.21, 4.22).

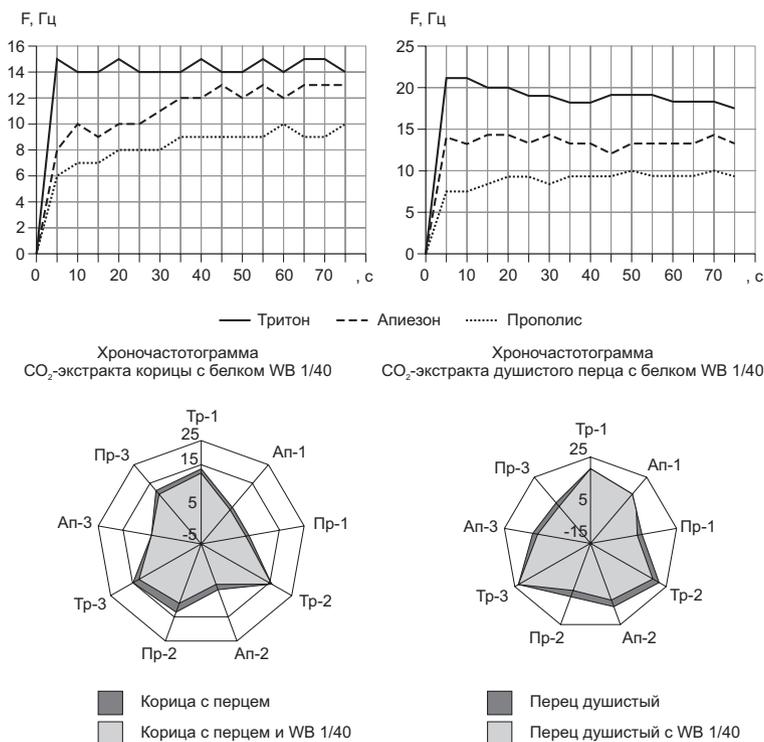


Рис. 4.21. Хроночастотограммы и «визуальные отпечатки» CO_2 -экстрактов корицы, душистого перца и их сочетаний с животным белком WB 1/40 и без него

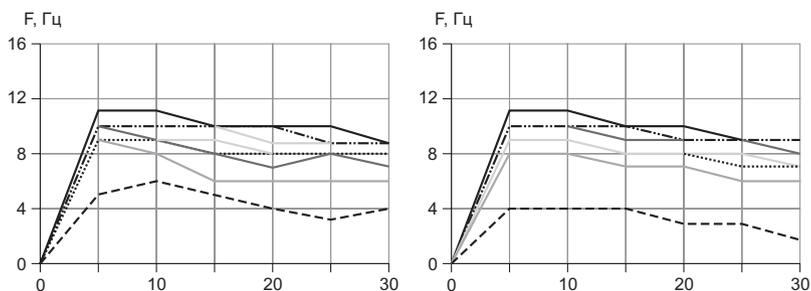


Рис. 4.22. Хроночастотограммы CO_2 -экстракта перца черного и его сочетаний с соевыми белками серий Майкон С110 (слева), Майсол 70Г (справа)

Из рисунков видно, что наибольшей удерживающей способностью обладает животный белок WB 1/40, соевый белок Майкон 70Г и Майкон С110. При этом 1 г исследуемых белков связывает от 25 до 100 мкл экстрактов пряностей. По технологии производства различных видов рыбных продуктов требуется от 60 до 80 мкл экстракта перца черного на 1 г белка, следовательно, полученные результаты позволяют рекомендовать препараты животного белка WB 1/40, соевых белков серии Майкон и Майсол в качестве ароматизированных белков, обеспечивающих желаемый и стабильный уровень органолептических характеристик рыбных продуктов. Полученный ароматизированный белок сохраняет свой аромат пряностей без утраты функционально-технологических свойств в течении длительного времени. Введение белковых добавок полифункционального действия позволит усовершенствовать традиционные технологические процессы производства рыбных полуфабрикатов при балансировании их состава, экономии рыбного сырья, стабилизации органолептических показателей при хранении, увеличении выхода, придании продуктам профилактических свойств.

4.5. Производство рыбы холодного копчения

Копчение представляет собой совокупность химических, физико-химических, тепловых, диффузионных и биохимических процессов, протекающих в предварительно посоленном продукте под воздействием многокомпонентной среды (технологический копильный дым, жидкая копильная среда), содержащей копильные компоненты и обрабатываемой при неполном сгорании (пиролизе) древесины.

Под влиянием градиента концентрации коптильные вещества среды поступают к поверхности обрабатываемого продукта, а затем диффундируют вглубь его.

Сушка продукта в процессе копчения определяется совокупным действием тепловых и массообменных процессов. При сушке влага под действием градиента влагосодержания перемещается к поверхности продукта и испаряется в окружающую среду. В большинстве случаев эти два процесса (диффузия коптильных компонентов внутрь продукта и удаление влаги из него) протекают одновременно, оказывая взаимное влияние друг на друга, в результате чего продукт приобретает специфические цвет (колер), вкус и аромат, а также весь комплекс технологических эффектов копчения, что делает его пригодным в пищу без дополнительной кулинарной обработки.

Основными направлениями на пути создания экологически чистых санитарно безупречных управляемых технологий производства копченых изделий, по мнению целого ряда ученых, на сегодняшний день являются:

- применение регулируемого процесса дымогенерации, преимущественно с внешним теплообразованием;
- максимальное обезвреживание дыма перед направлением его в коптильную камеру и выбросом в атмосферу;
- применение небольших по емкости коптильных установок, преимущественно камерных, с рециркуляцией дыма внутри и микропроцессорным регулированием основных параметров, начиная с дымогенерации и кончая санитарной обработкой;
- подготовка полуфабриката с максимальным выходом съедобной части, минимально возможным уровнем солености, небольшой порционной массой;
- рациональное применение вкусоароматических и красящих пищевых добавок на натуральной основе для улучшения гастрономических и консервирующих свойств продукта;
- снижение уровня содержания органических коптильных компонентов в продукте (в том числе фенолов) за счет производства подкопченной продукции, применения технологий, максимально имитирующих эффект копчения на поверхности, а не в глубине изделий;
- применение коптильных препаратов вместо дыма при условии их совершенного химического состава, соответствующего аппаратного оформления процесса и прогрессивных технологий их применения;

- получение копильных препаратов с совершенным химическим составом на основе рафинированных водных конденсатов технологического дыма или его выбросов;
- максимальная расшифровка механизмов формирования основных свойств копченой продукции и на их базе создание моделируемых процессов и управляемых технологий;
- совершенствование контроля производства и качества копченых изделий путем применения современных методов определения вредных веществ, цвета поверхности и консистенции мышечной ткани, а также создания специализированных балльных шкал для комплексной органолептической оценки качества.

Основные технологические эффекты копчения. Они обусловлены одновременно протекающими в продукте под воздействием копильной среды процессами внешнего и внутреннего тепломассопереноса, а также взаимодействием компонентов копильной среды с продуктом.

К основным технологическим эффектам копчения следует относить:

- образование «копченого» цвета (от светло-золотистого до темно-коричневого);
- образование «копченого» аромата и вкуса;
- консервирующий эффект (антиокислительное, бактерицидное и антипротеолитическое действие);
- образование вторичной оболочки (упрочнение поверхности).

Помимо перечисленных выше безусловно положительных эффектов копчения имеются и отрицательные. К ним следует относить насыщение продукта токсичными соединениями (ПАУ, метанол, формальдегид, высокая концентрация фенолов и др.) и уменьшение его питательно-физиологической ценности.

Схема образования основных эффектов копчения и участия в них основных копильных компонентов приведена на рис. 4.23.

Как следует из рис. 4.23, кислотные, фенольные и карбонильные соединения дыма участвуют практически во всех эффектах копчения. Однако и в этих классах веществ имеются балластные и нежелательные компоненты типа фенола, формальдегида, оксикислот. В наибольшем количестве эффектов участвуют средне- и высокомолекулярная фракции фенольных веществ.

Рассмотрим подробнее механизмы образования основных технологических эффектов копчения, начав с *образования «копченого» цвета (колера)*.

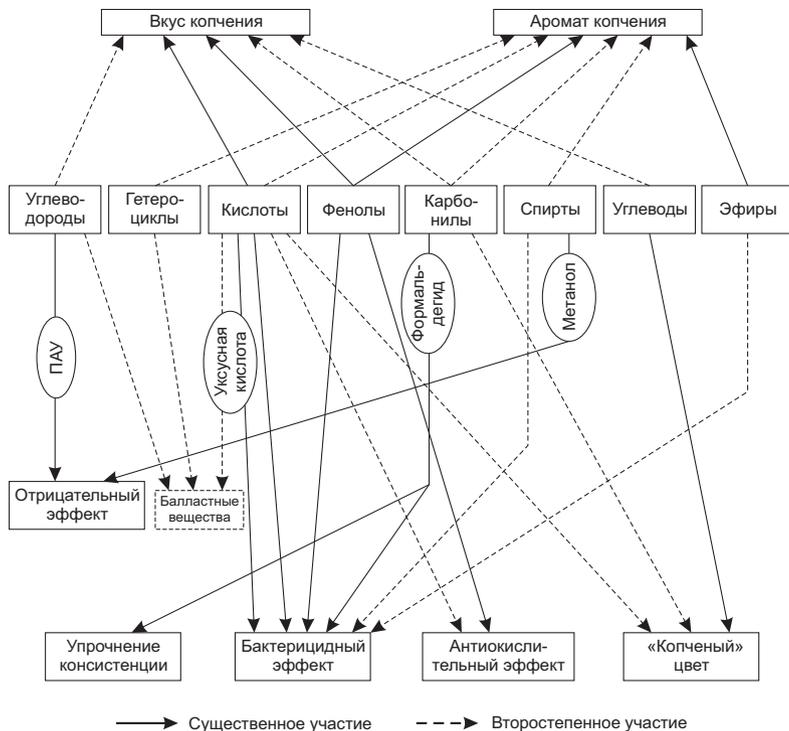


Рис. 4.23. Схема участия основных компонентов дыма в образовании эффектов копчения

Цвет, традиционно, особенно с точки зрения потребителя, считается одним из основных критериев качества копченого продукта. В представлениях потребителя красивый и насыщенный колер связан с высокими вкусовыми качествами продукта.

Согласно существующим на сегодняшний день представлениям, в основе образования «копченого» колера лежат следующие процессы: осаждение окрашенных компонентов на поверхность продукта за счет конденсации, сорбции, адгезии и когезии; окисление, полимеризация, поликонденсация коптильных компонентов на поверхности продукта или на пути к нему; реакции коптильных компонентов с белковыми веществами продукта; фиксирование цвета органическими кислотами.

Кроме того, важную роль в процессе формирования цвета копченого продукта играет температура, при которой протекает горячее, полугорячее или холодное копчение. При горячем и полугорячем копчении цветообразование происходит при высокой температуре, что способствует интенсификации цветообразующих реакций. Поэтому изделия данной группы окрашены, как правило, в темно-коричневые тона.

Цвет копчености во многом определяется видом изделия, его структурой и химическим составом. Увеличение содержания жира улучшает блеск; смещение рН среды в кислую и щелочную зоны интенсифицирует окрашивание поверхности, а повышение влажности, наоборот, снижает проявление эффекта. По мере хранения копченой продукции окраска поверхности усиливается.

К окрашенным коптильным компонентам, осаждающимся на поверхности продукта, относятся вещества смолистой фракции дыма, а также многие другие, имеющие коричневые оттенки цвета: фенолы, карбонилы, углеводы. Оттенок цвета зависит от вида используемой для получения коптильного дыма древесины. Бук, клен, липа придают золотисто-желтые оттенки, акация — лимонные, дуб, ольха — желтовато-коричневые, груша — красноватые и т. д. Дым от хвойных пород древесины окрашивает изделия более интенсивно, чем дым от лиственных пород.

С аминокруппами белковых веществ продукта реагируют преимущественно карбонильные соединения дыма с образованием меланоидинов — коричневых азотсодержащих полимеров. Важнейшими карбонильными соединениями, участвующими в процессе цветообразования, являются: формальдегид, гликолевый альдегид, глиоксоль, ацетон, ацетол, метилглиоксоль, диацетил, фурфурол.

Из фенолов наиболее активное участие принимают фенолальдегиды (кониферилловый, синапиновый альдегиды и др.), а также полифенолы (пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и их производные). Окрашивание усиливается также в результате реакций карамелизации углеводов, образующихся в результате распада гемицеллюлозы и целлюлозы.

Окрашивающий эффект копчения оценивается органолептически с применением балльных шкал или инструментально с количественным измерением различных цветовых характеристик: коэффициента отражения, яркости, чистоты, доминирующей длины волны цвета.

При рассмотрении процесса образования аромата и вкуса копчености следует определиться в основных понятиях, прежде всего, необходимо различать аромат коптильного дыма и аромат, и вкус выкопченного продукта (копчености).

Аромат копильного дыма зависит от вида древесины, температуры ее разложения в дымогенераторе, дисперсного и химического состава дыма. Принято считать, что наиболее ароматные компоненты дыма содержатся в его газообразной фазе. Газохроматографические исследования показали, что аромат копильного дыма обеспечивают представители многих классов органических веществ. По-видимому, справедливым будет утверждение, что суммарное действие как фенольных компонентов дыма, так и карбонильных соединений придает ему специфический характерный аромат. Оценка аромата некоторых фенольных веществ, по данным, приведена в табл. 4.5.

Аромат и вкус выкопченного продукта есть результат совокупного воздействия компонентов дыма, продукта и веществ, образующихся в результате реакций компонентов дыма друг с другом и составляющими продукта.

Считается, что в среднем около 75% фенольных веществ по мере диффузии их в продукт вступают в различные реакции с белковыми и жировыми компонентами продукта. При этом на формирование вкусоароматических ощущений определенное влияние оказывают консистенция и химический состав продукта.

Таблица 4.5. Оценка аромата фенольных веществ

Фенолы	Пороговая концентрация, млн ⁻¹ (ppm)	Оценка оттенка запаха
Фенол	5,5	Специфический, острый
2,3- и 2,4-ксиленолы	18; 20	Химический, с хлебным оттенком
2,6-, 3,4-, 3,5-ксиленолы	0,6; 15; 27	Крезольный
Гваякол	0,03	Сладко-дымный с пряным оттенком
4-метил-, 4-этил-, 4-винил-гваякол	0,09; 0,5; 0,3	Сладковато-дымный, с гвоздичным оттенком
4-аллилгваякол	0,14	Древесный
Сирингол	2,0	Дымный с цветочным оттенком
4-метил-, 4-этил-, 4-пропил-, 4-пропенилсирингол	0,23–5,8	Жженный, паленый
Пирокатехин и его гомологи	1,6–40	Сладковато-дымный

На аромат и вкус копченых изделий влияют также кислотные коптильные компоненты, привносящие специфические вкусовые оттенки, а также вещества с активными карбонильными группами (ди- и поликарбонилы, редуктоны и др.), вступающие во взаимодействие с белковыми компонентами продукта.

Под *консервирующим эффектом копчения* следует понимать совокупное действие антиокислительного, бактерицидного и антипротеолитического эффектов. Остановимся подробно на механизмах формирования каждого из этих эффектов в отдельности.

Антиокислительный эффект — это результат синергического воздействия прежде всего фенолов дыма с содержанием, как минимум, одной свободной ОН-группы.

Торможение фенолами процесса окисления обусловлено тем, что окислительный потенциал молекулы фенола ниже окислительного потенциала пероксидных соединений, накапливающихся в результате цепных реакций окисления жира.

Коптильный дым содержит не только первичные, но и вторичные антиоксиданты, такие как, например, многоосновные кислоты: фумаровая, янтарная. Однако степень их воздействия до сих пор не исследована.

Антиокислительный эффект копчения количественно устанавливают по показателям пероксидного и кислотного чисел жира.

Бактерицидный эффект копчения представляет собой результат совместного воздействия антисептических компонентов дыма, обезвоживания и посола (при холодном копчении), сдвига величины рН в кислую сторону, высоких температур (при горячем копчении).

Химическая природа компонентов дыма во многом обуславливает их бактерицидное действие: кислоты наиболее эффективно подавляют спорообразующую микрофлору, фенолы — вегетативную и условно патогенную микрофлору, нейтральные соединения и органические основания обладают слабым бактерицидным эффектом, а углеводы, наоборот, стимулируют рост микрофлоры.

Бактерицидный эффект копчения количественно устанавливают по микробиологическим показателям продукции.

Основными бактерицидными компонентами дыма являются его высококипящие фракции фенолов и кислот. Так, с увеличением алкильных боковых цепей в фенольном ядре возрастает бактерицидная сила компонентов: крезол—ксиленол—пропилгваякол—этилсиринол—гидрохинон—метилпирокатехин—пирогаллол (относительная

антиокислительная эффективность по отношению к крезолу, активность которого условно принята за 1, равна соответственно 1, 2, 4, 11, 14, 51, 176).

Наиболее эффективными антисептиками являются формальдегид и фенол. Из кислот наибольшей бактерицидностью обладают пропионовая и янтарная кислоты, но из-за количественного преобладания в дыме уксусной кислоты ее значение является ведущим.

Копчение оказывает селективное (избирательное) воздействие на микроорганизмы, в результате чего в остаточной микрофлоре копченых продуктов преобладают молочнокислые бактерии и грамположительные микрококки.

Отмирание микроорганизмов в толще продукта после окончания копчения (остаточное бактерицидное действие копчения) связано с медленной диффузией бактерицидных компонентов дыма из поверхностных слоев в центральные.

Антипротеолитический эффект копчения представляет собой замедление автолитических процессов в продукте, связанное с непосредственным действием копильных компонентов на тканевые ферменты.

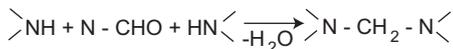
Механизм этого эффекта обусловлен взаимодействием копильных компонентов, в основном, фенольных и карбонильных, с белками продукта и ферментами, имеющими белковую природу. В результате этого взаимодействия белки становятся менее доступными действию малоактивных ферментов. Кислоты копильной среды, сдвигая рН продукта в кислую зону, способствуют частичной денатурации ферментов, что делает их менее активными в расщеплении тканевых белков. Протеолиз и накопление его продуктов замедляется или приостанавливается. Так, в филе рыбном холодного копчения показатель ФТА (формольнотитруемый азот), характеризующий степень расщепления белков, останавливается на уровне 67–70 мг% (практически на уровне соленого полуфабриката).

Антипротеолитический эффект копчения количественно устанавливают по показателям содержания различных форм небелкового азота.

Технологический эффект образования вторичной оболочки (упрочнение поверхности) продукта при копчении обусловлен образованием полимерных веществ, подобных содержащимся в коже или оболочке, что способствует повышению стойкости продукта в хранении.

Упрочнение наблюдается под кожей или оболочкой (при их наличии) или на поверхности, что облегчает их удаление или повышает защитную

функцию. Упрочнение объясняется изменением белковых структур в результате реакций формальдегида дыма и соединительнотканых белков продукта — формальдегид-коллагеновой конденсации:



Образующиеся —СН-мостики между молекулами коллагена приводят к их уплотнению и в итоге — формированию дополнительной эластичной оболочки, которая выполняет важную функцию — препятствует диффузии внутрь продукта высокомолекулярных ПАУ и других вредных веществ.

Отрицательные эффекты копчения связаны прежде всего с попаданием ПАУ в продукт. Кроме ПАУ нежелательными являются изменения количеств формальдегида, метилового спирта, некоторых фенолов. Для этого необходимо контролировать химический состав дыма, степень его очистки, а также прокопченность продукта.

Отрицательным эффектом копчения считается также уменьшение питательно-физиологической ценности продукта в результате уменьшения содержания аминокислот белков, вступающих в реакции с копильными компонентами. В среднем их содержание уменьшается на 10—20%. При этом потери незаменимых аминокислот составляют от 10 до 50%.

Несмотря на некоторое уменьшение питательности копченых продуктов, их усвояемость, оцениваемая по показателям перевариваемости, увеличивается. Так, усвояемость одного и того же вида рыбы в зависимости от вида обработки располагается в следующей последовательности (по мере убывания): копченая — вареная — сырая — вяленая — соленая. Это объясняется увеличением секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта организма под действием вкусо-ароматических компонентов копченых продуктов.

Свойства копильного дыма. В копильном рыбном производстве топливо (древесину) используют в виде опилок, стружек, щепок и дров. Наиболее пригодны для копчения рыбы лиственные твердые породы деревьев: дуб, орешник, клен, ольха, бук, береза без коры, ясень, тополь, осина, содержащие наименьшее количество смолистых веществ.

Хвойные породы деревьев использовать не рекомендуется из-за повышенного содержания смолистых веществ, придающих продукту горьковатый вкус и вызывающих потемнение его окраски.

Для копчения рекомендуется применять полусухую древесину, содержащую 25–35 % влаги. Дым, полученный при сжигании более влажных дров и опилок, содержит меньше фенолов, но больше сажи и канцерогенных веществ, и придает продукту плохой (грязный) вид (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Состав копильного дыма

Вещества, входящие в состав дыма	Содержание при влажности древесины, %		
	45	30	16
Смола, г/м ³	8,7	9,3	10,8
Сажа и зола, мг/м ³	240	—	80
Относительная влажность, %	31	22	20
Конденсируемые вещества, мг/м ³	180	150	140
Фенолы в конденсате, мг/л	2056	2443	2600

Перед копчением, очевидно, топливо следует выдерживать в сухом помещении. При этом также удаляется часть летучих веществ, придающих рыбе неприятные вкус и запах.

Копильный дым представляет собой смесь продуктов разложения древесины при неполном сгорании, состоящую из паров воды, газа и мельчайших твердых частиц. В процессе сжигания дров образуется около 70 различных химических веществ. При копчении весьма важное значение имеют формальдегид, высшие альдегиды, кетоны, муравьиная и уксусная кислоты, смолы, спирты, фенолы, которые придают рыбе привлекательный цвет и специфические вкус и запах. Интенсивность процесса диффундирования копильных компонентов дыма в толщу рыбы зависит от температуры, концентрации (плотности), скорости движения и химического состава дыма, а также относительной влажности воздуха в копильной камере.

Хороший для копчения дым образуется при горении древесины с расходом воздуха 10–40 м³/ч на 100 кг опилок. Химический состав и технологические особенности дыма зависят от температуры сжигания. Многие специалисты считают, что наилучшими технологическими особенностями обладает дым, полученный при низкой температуре сжигания древесины. При температуре дымообразования 300°С выделяется значительно больше фенолов, формальдегида и фурфурола, от которых зависит привкус копчености, чем при температуре 400°С.

Сжигать дрова при температуре выше 400°C не рекомендуется, так как в этих условиях начинают образовываться высокомолекулярные полициклические соединения, обладающие жгучим и горьким вкусом, а также вещества, вредные для организма человека (пиридин, терпены, бенз(а)пирены). К сожалению, выполнить это условие на практике трудно, особенно при горячем копчении.

При сжигании дров образуется в 5–6 раз больше дыма, чем при сжигании опилок. Однако дым, получаемый из опилок (300°C), содержит примерно в 5–6 раз меньше 3,4-бензпирена, чем дым из крупноизмельченной древесины (дров и стружек), температура горения которой 600–700°C. Почти весь 3,4-бензпирен содержится в смоле, поэтому удаление ее из дыма, хотя бы с помощью электрофильтра, освобождает дым от канцерогенных веществ.

Дым обладает некоторыми бактерицидными свойствами. Так, при горячем копчении погибает 99 %, а при холодном — 47 % первоначального количества микроорганизмов.

Бактерицидное действие дыма невелико. При хранении копченую рыбу легко поражают плесневые грибы, для которых отдельные составные части дыма, находящиеся на поверхности рыбы, являются благоприятной средой. Поэтому после копчения количество их иногда даже увеличивается. С повышением влажности дыма бактерицидные свойства его возрастают. Это, очевидно, обусловлено тем, что с увеличением влажности коптильной среды повышается температура обрабатываемого сырья. Кроме того, при этом бактерицидные вещества быстрее проникают в толщу сырья.

В первые дни хранения копченых продуктов количество микроорганизмов в них продолжает снижаться. Это объясняется медленной диффузией коптильных компонентов дыма с поверхности вглубь продукта, то есть эффектом остаточного бактерицидного действия копчения. Он зависит от условий копчения, степени проницаемости покрова обрабатываемого сырья и его бактерицидной обсемененности перед копчением.

Копчение повышает устойчивость жира рыбы к воздействию кислорода воздуха, так как в дыме содержатся вещества, обладающие антиокислительным действием.

Высушивающая способность дыма зависит от его температуры и относительной влажности воздуха, входящего в его состав, и не зависит от химического состава дыма. Чем выше температура дыма, тем больше его влагоемкость и тем больше влаги извлекается из рыбы.

Температура в камере должна повышаться постепенно (при холодном копчении жирных рыб до 30°C, рыб средней жирности и тощих — до 40°C). При этом в камере должна быть хорошая вентиляция, чтобы рыба не запаривалась.

Изменения в тканях при копчении рыбы. Все изменения, происходящие в рыбе в процессе копчения, можно разбить на две группы: физико-химические, связанные с тепловым воздействием (горячее копчение), воздействием посола и значительным обезвоживанием (холодное копчение), а также насыщением тканей коптильными компонентами, и биохимические, связанные с биохимическими превращениями составляющих мяса рыбы под действием соли, тканевых ферментов и микроорганизмов, температуры процесса, химических компонентов дыма. Глубина изменений определяется, главным образом, видом продукта и способом копчения.

Физико-химические изменения в рыбе в процессе копчения приводят к получению характерных копченых свойств (основные технологические эффекты копчения) и некоторому консервирующему эффекту.

В процессе копчения некоторые коптильные компоненты осаждаются на поверхности продукта и остаются там, вступая в различные реакции или просто задерживаясь этой плотной оболочкой; другие проникают внутрь продукта в период копчения и последующего хранения. При диффузии часть компонентов не меняет своей химической природы, а часть вступает в различные взаимодействия с основными веществами ткани или продуктами их расщепления (альдегиды, фенолы, спирты и др.). Большое количество кислот дыма подкисляет продукт, снижая его pH до 5,7–5,2. Альдегиды и кетоны коптильного дыма активно взаимодействуют со свободными аминогруппами пептидных цепочек белков. Так, формальдегид, количественно преобладающий в группе альдегидов, образует в конечном итоге моно- и диметильные соединения: R-NH-CH₂-OH.

Взаимодействуя с двумя аминогруппами двух пептидных цепей, формальдегид образует между ними метиленовые мостики R-NH-CH₂-NH-R. Физически это выражается в упрочнении ткани и по характеру действия похоже на процесс дубления. Дубящее действие на ткани оказывают также фенолы, реагирующие с аминогруппами и другими функциональными группами белков и обладающие полифункциональными свойствами.

Копчение при высоких температурах (полугорячее и горячее) от 40 до 170°C сопровождается разной степенью денатурации белков и

освобождением скрытых функциональных групп (SH-, карбонильных, аминных, окси- и др.), которые вступают во взаимодействие с копильными компонентами. В результате наблюдается необратимая дегидратация, коагуляция части белков саркоплазмы и миофибрилл мяса рыб, в связи с чем уменьшается влагоудерживающая способность ткани, продукт лучше обезвоживается и уплотняется.

Наиболее глубокие изменения при копчении претерпевает коллаген, входящий в структуру мяса и кожи рыб. Коллагеновые волокна претерпевают гидролиз и сваривание. При этом фибриллы мяса вначале становятся прозрачными, а затем пучки их расщепляются и гомогенизируются. Водородные связи разрушаются и освобождаются функциональные группы, вступающие в реакции с химическими веществами дыма. Под действием альдегидов, кетонов и фенолов протекают превращения, связанные с дублением коллагена. Коллаген оболочек и кожи в этом случае играет защитную роль, связывая ряд активных копильных веществ и препятствуя их диффузии внутрь продукта. Особенно это важно при непродолжительном горячем копчении.

Одновременно с изменениями коллагена в коже она под действием высоких температур обезвоживается. В конце копчения резко изменяется ее структура, кожа пересыхает и легко отделяется от мяса. Поверхность копченого продукта приобретает характерный цвет от светло-золотистого до темно-коричневого, что связано с совокупностью физико-химических процессов, рассмотренных выше.

Биохимические изменения при копчении являются следствием комбинированного воздействия на продукт многих факторов.

На первой стадии в зависимости от режима (до 40°C) ускоряются реакции, катализируемые собственными ферментами рыбы и микроорганизмов, — протеолиз, липолиз, денатурация и др. По мере повышения температуры внутри продукта постепенно развиваются денатурация белков и инактивация ферментов.

В результате денатурации освобождаются скрытые функциональные группы белков, в частности —SH-группы, обладающие редуцирующими свойствами. Вначале под влиянием бактерий, а затем в связи с накоплением редуцирующих соединений, а также под действием диффузии редуцирующих веществ копильного дыма освобождаются окислы азота. Их воздействие, к которому добавляется воздействие окрашенных веществ дыма и продуктов их взаимодействия, усугубляемое действием высоких температур, приводит к увеличению интенсивности окраски внутренних слоев мяса рыбы.

Продолжительное холодное копчение сопровождается более глубокой ферментацией — протеолизом мышечной ткани рыбы; структура ткани теряется, консистенция становится мягче и нежнее. Жиры, содержащиеся в мышечной ткани рыб, в процессе копчения активно сорбируют ряд компонентов (карбонилы и особенно фенолы). В результате антиокислительного действия фенолов в жирах рыб тормозятся окислительные процессы, особенно под действием гомологов пирогаллола. Продукты взаимодействия фенолов с радикалами жиров имеют характерный привкус, что вносит специфический оттенок во вкусоароматические ощущения при формировании пищевого комка копчености во рту.

Образование вкуса и аромата копчености подробно рассмотрено выше. Оно связано с комплексом физико-химических превращений компонентов продукта и дыма по мере накопления тканями последних. Значительную роль здесь играют фенолы, альдегиды и органические кислоты копильного дыма.

Биологическая оценка копченых продуктов, то есть степени полезного и вредного воздействия их на организм человека, может быть приведена как по содержанию в копченостях вредных веществ (ПАУ, нитрозосоединения, ацетон, формальдегид, фенол, метанол и др.), так и по результатам биологических опытов на животных.

Накопление формальдегида нежелательно по причине его воздействия при пищеварении человека на белок пищеварительных ферментов со снижением их активности. Формальдегид даже в очень незначительных количествах (меньше 0,001 %) — сильный ингибитор тиоловых ферментов.

Присутствие ряда органических кислот в копченостях нежелательно (бензойная кислота ингибирует действие пепсина в желудке, уксусная — повышает кислотность пищеварения и т. д.).

Фенолы, содержащиеся в большом количестве в копченых продуктах, также не являются полностью безопасными для человека соединениями и обезвреживаются в печени. Поэтому их накопление должно быть разумно минимальным.

Чрезвычайно опасными для организма человека являются ПАУ, которые, обладая высокой молекулярной массой, могут не выводиться, а оставаться в печени. Высокая конденсационная способность их молекул может проявляться в виде канцерогенного, проканцерогенного и мутагенного действия. Наличие нитрозосоединений также способствует развитию раковых заболеваний в организме человека.

Надежным способом предотвращения попадания ПАУ в копченые продукты является создание дымогенераторов, позволяющих получать бесканцерогенный дым в условиях регулируемого по температуре термического разложения древесного топлива или очистка дыма от смоляной фракции перед подачей его на продукт.

В процессе копчения, особенно горячего, продукты теряют некоторое количество витаминов — 15–20 % тиамина, рибофлавина, ниацина.

Химический состав копильного дыма. Химический состав копильного дыма в настоящее время полностью не расшифрован. На сегодняшний день идентифицировано около 300 соединений. Схема образования основных классов органических соединений и неорганических компонентов, входящих в состав копильного дыма, приведена на рис. 4.24.

Как следует из рис. 4.24 в конденсате копильного дыма обнаружено всего 288 соединений, причем только 68 — в выкопченном пищевом продукте. Это свидетельствует о чрезвычайно высокой реакционной способности основных компонентов, реагирующих с продуктом: спирты, кетоны, кетоспирты, альдегиды, кислоты, эфиры. Самым большим по количеству является класс соединений — фенолы.

Рассмотрим основные классы органических веществ копильного дыма.

Алифатические соединения — обнаружено 77 соединений, образующихся при термическом разложении целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина; они включают:

- углеводороды — метан, парафины и олефины; присутствие их в копильном дыме нежелательно;
- спирты — идентифицировано 8 представителей: метанол, этанол, аллило-спирт, амилоспирт и др.; метанол — токсичен, высшие спирты (бутиловый и др.) являются носителями специфического аромата;
- карбонильные соединения — важнейшая группа, участвующая во многих эффектах копчения, главным образом, в цветообразовании; доказано присутствие 13 альдегидов, 17 кетонов, гликоальдегида и метилглиоксаля; в копильном дыме высоко содержание ацетона и формальдегида, которые очень реакционноспособны, особенно с аминокруппами белков и пептидов;

- спиртоальдегиды — обнаружен гликокол, носитель приятного специфического аромата;
- кетоспирты — промежуточные соединения при образовании циклических;
- карбоновые кислоты — обнаружено 18 монокарбоновых, 5 дикарбоновых, 3 кетоккарбоновых кислот, конденсат дыма очень кислый (рН от 2 до 3); присутствуют муравьиная, масляная, валериановая кислоты, основная — уксусная; являются носителями аромата, а также участвуют в образовании консервирующих эффектов (бактерицидного, антиокислительного);
- эфиры — обнаружены эфиры муравьиной, уксусной, масляной и акриловой кислот; обладают фруктовым ароматом.

Циклические соединения дыма образуются в основном из целлюлозы и гемицеллюлозы после вторичного образования глюкозы и пентозанов. Они представлены следующими классами: гетероциклические соединения и алициклические.

Гетероциклические соединения — обладают специфическим пряно-кисло-копчеными оттенками аромата.

Алициклические соединения (циклические кетоны) — доказано присутствие циклопентенона и его производных (15 соединений) и циклопентадиона и его производных (4); обладают специфическими сладковато-горько-карамельными оттенками запаха.

Ароматические соединения дыма образуются прежде всего при распаде лигнина, а также при синтезе из бензола, фенола и их производных, возникающих при распаде целлюлозы. Представлены следующими основными группами: моноциклические ароматические соединения, бициклические и полициклические.

Моноциклические ароматические соединения — важнейшая группа веществ: являются основными носителями копченого аромата, участвуют в окрашивании, антиокислительном и бактерицидном эффектах. Представлены бензолом и его производными (5 соединений); фенолом и его производными; спиртами (бензиловый и фенилэтиловый); альдегидами (бензойный и анисовый); эфирами (анизол, вератрол, бензофуран); кетонами (ацетофенон и его производные); кислотами (бензойные и фенолоксиновые, в том числе салициловая, резорциловая, ванилиновая, сиринговая); сложными эфирами.

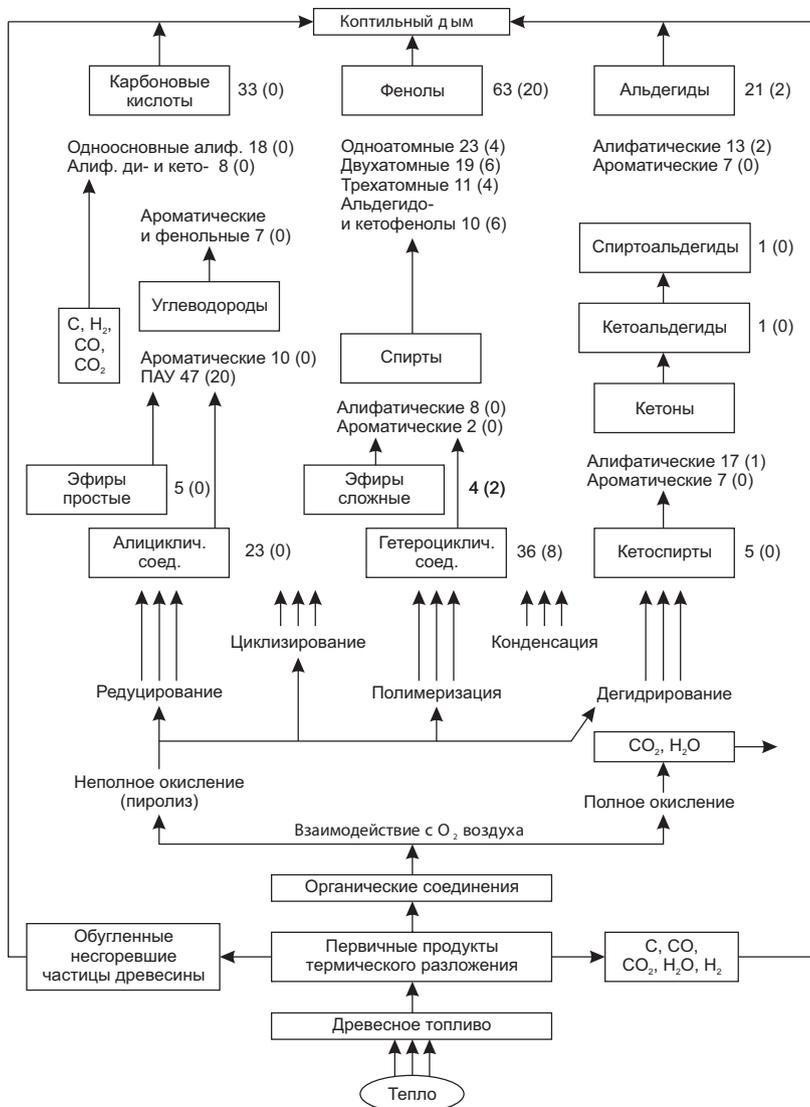


Рис. 4.24. Схема образования копильного дыма и содержание его основных компонентов (цифры означают количество компонентов, обнаруженных в конденсате дыма; в скобках — количество идентифицированных компонентов в конечном продукте)

Из всех названных соединений дыма самыми значительными в количественном соотношении являются фенольные, которые участвуют в образовании всех эффектов копчения, по ним устанавливают степень концентрации дыма и прокопченности продукта.

К фенольным соединениям дыма относят ароматические соединения, в которых одна или больше ОН-групп присоединяются прямо к бензольному кольцу. Они растворяются в воде с кислой реакцией, с металлами образуют соли — феноляты, которые хорошо растворимы в щелочи. Фенольные соединения восприимчивы к свету, кислороду воздуха, тяжелым металлам, особенно фенолы с большим количеством свободных ОН-групп.

Количественное содержание фенолов в копильном дыме и копченых продуктах — важнейший критерий правильности проведения процесса копчения. Существует несколько методик их определения, среди которых наиболее объективные результаты дает колориметрический с проведением цветных реакций с 4-аминоантипирином. Для этого необходимо предварительное конденсирование дыма или извлечение фенолов из продукта хлористым литием (этиловым спиртом).

Среднее содержание фенолов в конденсате копильного дыма от 54 до 360 мг/100 г древесины или от 9 до 197 мг/м³ дыма.

Содержание фенолов в копченых продуктах варьируется в широких пределах. В зависимости от вида продукта и копчения оно составляет: для рыбы горячего копчения — от 2,5 до 45 мг/кг; для рыбы холодного копчения — от 25 до 120 мг/кг.

В последнее время наблюдается мировая тенденция к уменьшению содержания фенолов в копченой продукции и закрепление этой тенденции в нормативных документах (стандарты, показатели безопасности).

Бициклические ароматические соединения — идентифицированы производные инданона и нафталина (являются носителями специфического запаха).

Полициклические ароматические соединения представлены группой полициклических ароматических углеводородов (ПАУ): антрацен, фенантрен, флюорантен (трициклы) — являются исходным строительным материалом для многочисленной группы ПАУ дыма.

Возникают при неполном окислении всех органических субстанций дыма при высоких температурах (более 400°C). Чрезвычайно нежелательные вещества, обладающие канцерогенными и мутагенными свойствами.

Наблюдения последних 200 лет показали, что люди, вынужденные по роду своей деятельности соприкасаться со смолой и сажой, часто болеют тяжелыми онкологическими заболеваниями. Это воздействие приписывают группе полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в большом количестве содержащихся в смоле и саже. В процессе копчения ПАУ попадают на поверхность и внутрь продукта и там могут изменить свою природу путем взаимодействия с продуктом.

В копильном дыме на сегодня идентифицировано 47 ПАУ. В самих пищевых продуктах (мясо, рыба) можно обнаружить около 20 ПАУ. Опыты показали, что не все ПАУ обладают канцерогенными и мутагенными свойствами. Одним из самых канцерогенных является бенз(а)пирен, который в номенклатуре характеризуется как 3,4-бензпирен.

Канцерогенность продукции устанавливают по нему, так как он аналитически относительно проще определяется (количественная тонкослойная хроматография на ацелированных целлюлозных слоях). В выкопченных продуктах содержание его составляет от 0 до 500 мкг/кг (ppm). На сегодняшний день в России установлено предельно допустимое содержание 3,4-бензпирена в копченых продуктах на уровне 0,001 мг/кг (СанПиН 2.3.2.1078-01).

ПАУ образуются в копильном дыме практически из всех органических субстанций при недостаточной подаче кислорода в результате реакций циклизации, дегидрирования, конденсации при температурах более 400°C. Вероятность их образования особенно высока в случае нерегулируемого горения древесины, когда температура в дыме достигает 1000°C и выше.

Таким образом, возможными способами уменьшения содержания ПАУ в копченостях являются:

- 1) регулирование процесса дымогенерации, поддержание температуры термического разложения древесного топлива на уровне, не превышающем 380–400 °C;
- 2) очистка дыма перед подачей в копильную камеру (механическая фильтрация, водоиммерсионная или электростатическая очистка); ПАУ содержатся, прежде всего, в частичковой фазе дыма, которая удаляется фильтрованием, осаждением или конденсацией в воде;
- 3) удлинение пути движения дыма от дымогенератора до камеры (но не более 30 с), в этом случае в дымоходах остается большая часть смоляной фракции, содержащей ПАУ;

4) использование вместо дыма коптильных препаратов, предварительно очищенных от смоляной фракции и ПАУ.

Способы копчения. При производстве различных видов рыбных продуктов с целью придания им специфических свойств используются методы копчения, которые различаются температурными условиями, а также технологическими особенностями.

Сырьем для производства копченой продукции являются многие виды частиковых рыб (вобла, лещ, тарань, чехонь, рыбец, сом и др.). Кроме того, копчение является очень важным дополнительным процессом, улучшающим вкус, запах и внешний вид продукта при изготовлении некоторых видов консервов и балычных изделий.

В зависимости от температурных условий, при которых осуществляется процесс, различают 2 основных способа копчения: холодное и горячее. Кроме того, применяются способы, специфические для отдельных отраслей. Так, на рыбокомбинатах находят применение полугорячее и смешанное копчение (табл. 4.7).

Таблица 4.7. Способы копчения рыбы

Параметр	Копчение			
	холодное	горячее	полугорячее	смешанное
Сырье	Свежее, охлажденное, мороженое, соленое	Свежее, охлажденное, мороженое	Свежее, охлажденное, мороженое, соленое	
Температура дымовоздушной смеси, К	До 313	313–443	298–353	293–295 (иногда до 355)
Относительная влажность дымовоздушной смеси, %	40–70	15–25	20–60	40–70
Скорость движения дымо-воздушной смеси, м/с	1,0–8,0	1,0–3,0	1,0–3,0	1,0–8,0
Содержание соли в готовом продукте, %	4–12	До 4	4–10	4–10
Содержание влаги, %	42–65	60–70	70	70
Консистенция мяса рыбы готового продукта	Плотная	Сочная, нежная	Сочная	Плотная

Холодное копчение рыбы складывается из двух процессов: подсушки и собственно копчения при температуре воздуха и коптильной среды, не превышающей 40°C. В процессе подсушки поверхность рыбы подготавливается для интенсивного осаждения дыма: с поверхности продукта, обычно воздухом с температурой до 40°C, удаляется влага смачивания и часть микрокапиллярной влаги. После подсушки (0,5–8 ч) проводят собственно копчение до влажности рыбы 60 % и менее. Белки такой продукции и ферменты не денатурированы. Готовность продукции холодного копчения достигается за счет комплексного воздействия на ткани повышенного количества соли (от 5 до 8 %), коптильных компонентов, обезвоживания, протеолитических и липолитических изменений под действием собственных ферментов и ферментов микрофлоры.

Соленый полуфабрикат для холодного копчения обычно готовят с содержанием соли в мясе 5–7%. Копченая рыба из такого полуфабриката имеет плотную консистенцию и может храниться в обычных условиях.

Для получения изделий холодного копчения используют рыбу как с небольшим содержанием жира, так и жирную. Существенным недостатком продукции из тощих видов рыб являются ее вкусовые свойства. Продукцию холодного копчения, например, из неразделанной ставриды с содержанием жира менее 3%, отличают жесткая консистенция, неудовлетворительный внешний вид, повышенное содержание соли и, следовательно, невысокие вкусовые свойства.

В связи с большой продолжительностью процесса, обусловленной необходимостью удаления влаги из непищевых частей рыбы, существенно возрастают затраты энергии.

Специалисты АтлантНИРО на основании результатов проведенных работ пришли к выводу, что улучшения качества продукции холодного копчения из тощих видов рыб можно достичь путем увеличения степени разделки рыбы с уменьшением содержания влаги в продукте до 63–65 % в процессе после операции обработки.

Вкусовые свойства продукции, приготовленной способом холодного копчения из разделанной рыбы с уменьшенным содержанием соли и увеличенным содержанием влаги, заметно повышаются. Вкусовые свойства продукции из разделанных тощих видов рыб улучшают за счет ароматических добавок.

По данным АтлантНИРО, максимальная разделка позволяет снизить количество испаряющейся воды в коптильных аппаратах на 20–50 %.

Скорость посола возрастает при этом в 50–100 раз, а скорость сушки — в 3–5 раз.

При холодном копчении традиционным способом массовую концентрацию частиц дыма в дымовоздушной смеси поддерживают в пределах от 0,1 до 8,3 г/м³.

Горячее копчение рыбы происходит при более высоких температурах (при 80–170°C). В коптильных установках для горячего копчения процесс осуществляется обычно в три стадии: подсушка, проварка и собственно копчение. Подсушка проводится при температуре от 80 до 95°C до момента, когда кожные покровы рыбы становятся сухими. Затем рыбу проваривают при температуре дымовоздушной смеси от 110 до 170°C до момента отделения мяса рыбы от костей, после чего собственно коптят ее при температуре дымовоздушной смеси от 100 до 130°C. Копчение завершают, когда температура в центре рыбы достигает от 68 до 70°C. Белки такой продукции полностью денатурированы, а ферменты — инактивированны. Продукция имеет невысокую соленость от 1,5 до 4,0%, небольшое количество коптильных компонентов, достаточно высокое количество влаги. Готовность ее достигается за счет высоких температур процесса, приводящих к полной проварке мяса. Массовая концентрация коптильной среды в различных установках в процессе горячего копчения достигает 0,5 г/м³.

Полугорячее копчение рыбы по температурному режиму относится к промежуточному между холодным и горячим копчением — температурный диапазон при обработке продукции коптильными компонентами составляет от 40 до 80°C — поэтому готовый продукт имеет консистенцию от сочной до плотной, мясо рыбы может быть проваренным, белки такой продукции денатурированы частично, ферменты практически полностью инактивированны, а готовность достигается за счет комплекса физических и биохимических изменений в тканях рыбы.

Этот способ нашел в нашей стране ограниченное применение. В основном полугорячим копчением обрабатывают мелкие виды рыб (тюлька, каспийская килька). Более широко способ полугорячего копчения рыбы применяется за рубежом.

Смешанное копчение заключается в обработке рыбы вначале традиционным способом при низкой температуре, а затем выдержке в охлаждаемом помещении в течение 24 ч для перераспределения влаги в продукте, после чего продукт подвергается взаимодействию коптильной среды с температурой 355 К. В России способ смешанного копчения пока широкого применения не нашел.

В зависимости от особенностей воздействия копильных веществ на обрабатываемый продукт различают дымовой и бездымный способы копчения.

Дымовой способ характеризуется тем, что продукт подвергается воздействию газовой среды, полученной в результате термического разложения древесины в дымогенераторах различных типов. Такой продукт обладает гаммой неповторимых вкусоароматических свойств из-за богатого химического состава дыма (более 10 тыс. компонентов осаждаются на продукт).

В процессе дымового копчения происходит сорбция частиц среды поверхностью продукта с последующей диффузией их внутрь него. Сорбция отдельных компонентов среды и диффузия копильных веществ в продукт осуществляется в результате гравитации, броуновского движения, турбулентного движения потока среды, действия термофоретических сил, а также конденсации паровой фракции копильной среды. Интенсивность процесса сорбции зависит в основном от температуры, влажности, плотности, скорости среды, направления ее движения относительно продукта, а также от состояния его поверхности. Скорость диффузии копильных веществ зависит от состава и физических параметров газовой среды — температуры, относительной влажности, концентрации основных компонентов и их агрегатного состояния, а также от состояния и свойств поверхности обрабатываемого продукта — плотности, влажности, пористости.

При регулировании процесса дымового копчения в первую очередь поддерживают температуру копильной среды в максимально допустимых пределах. С повышением температуры среды усиливается броуновское движение частиц. При этом увеличивается число столкновений как между ними, так и с поверхностью продукта. Взаимодействие частиц между собой приводит к увеличению их размера и осаждению на поверхности продукта под действием силы тяжести. В связи с этим большинство современных копильных установок (Н10-ИДП-4, Н2-ИТЛ-09, Н20-ИКА, Н29-ИКВ) оснащено специальными приборами и средствами, позволяющими регулировать и контролировать температуру с достаточной для промышленных условий точностью.

Дымовое копчение по сравнению с другими способами позволяет получать продукцию более высокого качества, которую отличают повышенная стойкость к микробиальным изменениям и окислению жиров, специфические вкусовые свойства и запах, привлекательные для потребителя, хороший товарный вид.

Недостатком дымового копчения является наличие в коптильной среде и в готовом продукте нежелательных веществ типа ПАУ, формальдегида, метанола, нитрозаминов, значительный расход древесины (так, на производство 1 т копченой рыбы расходуется традиционными дымогенераторами в среднем около 1 м³ древесины); потребность в больших производственных площадях для размещения дымогенераторов; необходимость очистки отработавшей коптильной среды, 85 % которой выбрасывается в атмосферу. Следует отметить, что очистка коптильных сред требует значительных затрат, причем до конца эта проблема не решена, так как существующие методы очистки не отвечают современным требованиям экологии.

Дымовой метод копчения сопровождается значительным расходом энергии. В зависимости от влажности древесного сырья расход энергии на его термическую деструкцию составляет 1250–2100 кДж/кг. Коптильные среды, применяемые в дымовом методе копчения, образуются с использованием энергии: теплоты, получаемой при сжигании древесины или газа, образующегося при трении древесины, энергии ИК-излучений и электронагреве древесного топлива. В связи с тем, что стоимость энергоносителей различна, существенно изменяется и стоимость получаемых коптильных сред: наибольшую стоимость имеет среда, получаемая путем электронагрева, наименьшую — получаемая при сжигании газа. Существенным недостатком дымового метода копчения в газовой среде является его большая продолжительность и недостаточно полное использование коптильных веществ. Установлено, что при этом способе копчения полезно используется лишь от 1 до 3 % коптильных веществ среды.

Дымовой метод следует относить к *естественному копчению*, при котором образование всех эффектов копчения осуществляется без применения специальных технических средств, только за счет осаждения коптильных компонентов на поверхность продукта (традиционные методы).

Принципиальную схему производства копченой продукции можно представить следующим образом (рис. 4.25).

Для приготовления рыбы холодного копчения используют рыбу-сырец, охлажденную, мороженую, соленую рыбу и специально приготовленный соленый полуфабрикат для копчения.

Используемые рыба-сырец, охлажденная и мороженая рыба должны быть по качеству не ниже 1 сорта, а соленая — не ниже 2 сорта и отвечать требованиям технических условий и стандартов.

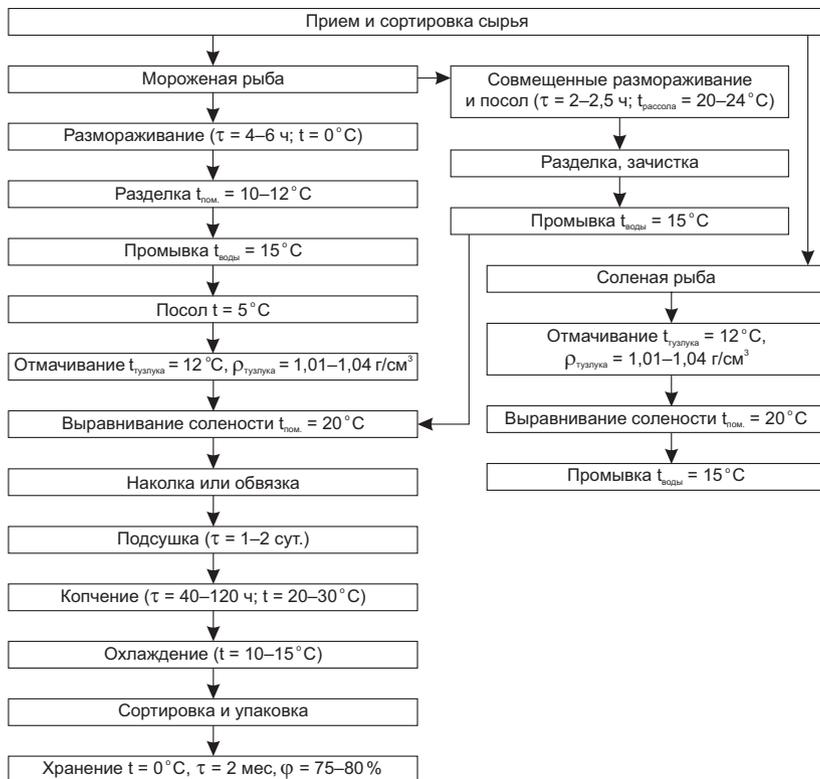


Рис. 4.25. Технологическая схема производства рыбы холодного копчения

Допускается использовать для приготовления спинки, боковника, теши, кусков и ломтиков, рыбу с механическими повреждениями, по остальным показателям соответствующую требованиям стандарта на рыбу 1 сорта. При разделке рыбы поврежденные части тушки рыбы удаляют.

Используемая рыба должна иметь размеры (длину и массу) не менее установленных действующими стандартами и техническими условиями на различные виды рыбы холодного копчения.

Для посола рыбы употребляют соль помолов № 2 и № 3 по качеству не ниже 1 сорта, отвечающую требованиям стандарта на соль поваренную пищевую.

Допускается использовать оставшуюся от посола рыбы «Жировую» соль в смеси с чистой солью в соотношении 1 : 1. Жировую соль перед употреблением необходимо просушивать и просеивать для отделения чешуи и других примесей.

Для копчения рыбы используют опилки древесины хвойных пород при условии выдерживания их до употребления в течение не менее двух месяцев.

Наиболее удобным и эффективным способом размораживания в практике рыбоперерабатывающих предприятий считается размораживание рыбы, совмещенное с посолом.

Размораживание рыбы совместно с посолом проводят в обычных посольных емкостях или в специально оборудованных устройствах. При размораживании — посоле рыбу обрабатывают в обычных ваннах или чанах, устанавливая в них колодцы.

Мороженую рыбу следует подавать в посольное помещение в упакованном виде. При температуре воздуха в помещении выше +15°C распакованную рыбу немедленно подают в емкости для размораживания-посола.

При температуре воздуха ниже +15°C распакованную рыбу выдерживают до повышения температуры внутри блоков до -4°C...-5°C, после чего подают в емкости для размораживания-посола.

Перед загрузкой рыбы на дно посольной ванны насыпают кристаллическую соль (№ 2, № 3) слоем 2–3 см и наливают соляной раствор плотностью 1,2 г/см³ слоем высотой 20–30 см.

В подготовленную емкость укладывают блоки мороженой рыбы ровными слоями, пересыпая их солью не менее 25% к массе рыбы. Загрузив рыбу, засыпают ее сверху сплошным слоем соли и после этого немедленно заливают полностью соляным раствором (через колодец) плотностью 1,2 г/см³.

Температура соляного раствора должна быть не ниже 15°C. Для ускорения размораживания и просаливания рыбы допускается в холодное время года применять подогретый соляной раствор до 35°C.

Оптимальную температуру соляного раствора в каждом конкретном случае определяет лаборатория с учетом температуры воздуха в помещении и вида и температуры обрабатываемой рыбы.

На вторые сутки после загрузки в посольную емкость рыбу пригружают под тузлук с помощью прижимных решеток. Толщина слоя тузлука над рыбой не менее 10 см.

Для ускорения размораживания и просаливания рыбы проводят периодическую перекачку тузлука в посольной емкости.

Допускается применять барботирование тузлука сжатым воздухом, осторожное перемешивание рыбы и при необходимости отепление тузлука.

Разрешается загружать мороженую рыбу в посольные емкости предварительно уложенной в сетчатые контейнеры.

При укладке в контейнеры блоки мороженой рыбы пересыпают солью в количестве 25 % к массе рыбы. Контейнеры с рыбой погружают в заранее налитый в посольную емкость насыщенный соляной раствор. Перемешивание тузлука во время размораживания-посола проводят путем периодического подъема и погружения контейнера в тузлук.

Продолжительность совмещенного процесса размораживания-посола рыбы зависит от температуры исходной мороженой рыбы и употребляемого для ее заливки соляного раствора, а также от вида, размера и жирности рыбы и в каждом случае устанавливается лабораторией.

Содержание соли в мясе посоленной рыбы должно быть в пределах от 3 до 7 %. В случае нахождения в блоках рыб разных размерных групп посол прерывают, ориентируясь на более мелкие экземпляры обрабатываемой рыбы; крупные недосолившиеся экземпляры рыбы отсортировывают и досаливают.

Готовую соленую рыбу выдерживают для выравнивания солёности в толще мяса, после чего направляют на копчение или, при необходимости, на разделку.

Затем рыбу с содержанием соли в мясе до 7 % тщательно промывают (или слегка отмачивают) в пресной воде или слабом (4–5 %) соляном растворе для удаления поверхностных загрязнений и опреснения поверхностного слоя мяса (во избежание появления на рыбе рапы при копчении). Перед направлением на обработку рыбу-сырец охлажденную, размороженную и соленую обязательно рассортировывают по размерам. Рыбу разных размерных групп направляют на обработку отдельными партиями.

В зависимости от вида и размера рыба холодного копчения может выпускаться в целом виде (неразделанной) или разделанной.

Разделанную рыбу тщательно зачищают и хорошо промывают в проточной или сменяемой воде для удаления слизи, крови и других загрязнений.

Рыбу, мясо которой легко расслаивается, рекомендуется разделять после посола.

Для копчения рыбу нанизывают на металлические прутки, накалывают на крючки или навешивают на рейки на шпагате.

На прутки рыбу неразделанную потрошеную и спинки с головой нанизывают через глаза и рот и жаберную щель; обезглавленную рыбу, боковник, пласт и полупласт — через хвостовой стебель, тешу и филе — за край более тонкой части куска.

Потрошенную и обезглавленную рыбу допускается накалывать на прутки за приголовную часть, делая проколы сначала через тешу, потом через приголовок и опять через тешу.

На крючки на рейках рыбу накалывают на затылочную кость или за приголовную или прихвостовую части, тешу и филе — за края кусков.

Прутки и рейки с наколотой рыбой укладывают в специальные рамы и клетки.

Рыбу нанизывают на прутки, накалывают или навешивают на рейки так, чтобы все экземпляры рыбы были обращены в одну сторону спинкой, кожным покровом или разрезом и чтобы соседние рыбы не соприкасались.

Прутки и рейки с рыбой размещают в клетках так, чтобы рыбы располагались в шахматном порядке.

Нанизанную на прутки, навешенную или наколотую на рейки рыбу споласкивают чистой водой и выдерживают в течение 1 ч для отекания, после чего направляют на подсушку и копчение.

Перед копчением рыбу подсушивают в естественных условиях на открытом воздухе, в сушильно-провялочных камерах, в закрытых помещениях с принудительной циркуляцией воздуха или непосредственно в коптильных камерах.

Подсушку рыбы в естественных условиях проводят в ясную погоду при температуре воздуха не выше 25°C.

В сушильно-провялочных камерах рыбу нежирную подсушивают при температуре от 18–20 до 25–28°C, начиная с более низкой температуры и постепенно повышая ее к концу процесса.

Рыбу жирную рекомендуется подсушивать при температуре не выше 22–23°C. Скорость движения воздуха в камере — 0,5–1 м/с.

В обычных коптильных камерах рыбу подсушивают при температуре 20–25°C при усиленной тяге.

Подсушку заканчивают, когда поверхность рыбы станет сухой, плавники будут жесткими, а мясо несколько уплотнится. Продолжительность подсушки рыбы в сушильных и коптильных камерах может составлять от 2–3 ч до 1,5–2 сут. в зависимости от вида, размера,

жирности и способа разделки рыбы. В естественных условиях в зависимости от погоды подсушка может длиться от 4–8 ч до 3–4 сут.

Подсушенную рыбу, не задерживая подвергают копчению. Копчение рыбы проводят в обычных камерных коптильных печах со сжиганием топлива на полу камеры, в коптильных туннелях с выносными подовыми топками и в механизированных коптильных установках туннельного или шахтного типа с подачей дыма от дымогенераторов.

В одну коптильную камеру загружают рыбу только одного вида, одинакового размера и одного способа разделки.

При копчении рыбы в коптильных туннелях с выносными подовыми топками и в механизированных коптильных установках, оснащенных дымогенераторами, необходимую температуру обеспечивают путем соответствующей загрузки и сжигания топлива в выносной подовой топке или специальном дымогенераторе и надлежащего распределения дымовоздушной смеси в камере с помощью вентиляционных устройств. При подаче дыма от дымогенераторов применяют при необходимости его подогрев или охлаждение перед вводом в коптильную камеру.

Наиболее распространенными считаются коптильные камеры тележечного типа (рис. 4.26).

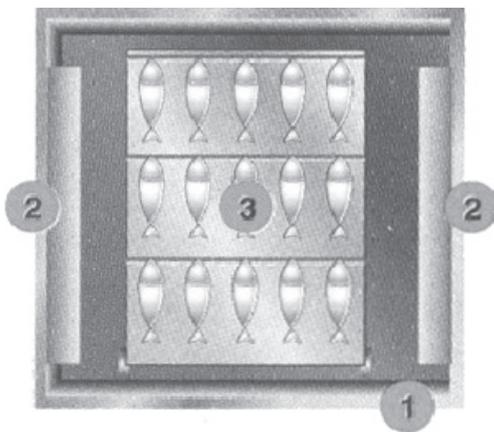


Рис. 4.26. Схема коптильной камеры тележечного типа:
1 — тепловая изоляция; 2 — нагревательные элементы;
3 — тележка с продукцией

В таких коптильных установках подготовленная, в соответствии с технологической схемой, рыба размещается на тележках, которые после заполнения рабочего объема закатываются в коптильные камеры. После завершения операции копчения тележки с готовым продуктом выкатываются из камер, рыбу снимают и направляют на дальнейшие операции обработки.

По геометрической форме камера, как правило, представляет собой параллелепипед. Сбоку камеры располагают дымогенератор. Конструкций дымогенераторов существует достаточно много. В такой коптильной установке тележка в камере неподвижна, а «омывание» рыбы дымовоздушной смесью обеспечивается работой вентилятора.

Загрузку рыбы производят в коптильные камеры (туннели) с выносными топками и в механизированные коптильные установки, оснащенные дымогенераторами, где необходимое регулирование температуры и концентрации дымовоздушной смеси в них проводят, руководствуясь инструкциями по эксплуатации соответствующих видов коптильного оборудования.

Копчение рыбы проводят при температуре 20–25°C. Разрешается в зависимости от вида обрабатываемой рыбы постепенно поднимать температуру в процессе копчения и к концу копчения доводить до 30–35°C.

Копчение рыбы в обычных камерных коптильных печах может длиться от 18–20 ч до 4–5 сут. (в зависимости от вида и размера рыбы), в механизированных коптильных печах при обеспечении надлежащей температуры, густоты и циркуляции дымовоздушной смеси в камере с рыбой от 12–18 ч (для мелкой рыбы) до 2–3 сут. (для крупной и жирной рыбы).

В настоящее время для копчения рыбы широко используются универсальные камеры.

Оптимальный температурный режим и необходимую продолжительность копчения рыбы с учетом ее вида, размеров, жирности и способа разделки, а также конструкции используемых коптильных печей (установок) в каждом конкретном случае устанавливает лаборатория предприятия.

Окончание копчения устанавливают по органолептическим показателям рыбы (внешнему виду, консистенции, вкусу, запаху) и содержанию в ее мясе влаги, руководствуясь требованиями стандартов и технических условий на рыбу холодного копчения.

Рассортированную остывшую рыбу направляют на упаковку или на разделку с нарезкой на кусочки и ломтики для выпуска в мелкой потребительской расфасовке.

Рыбу холодного копчения упаковывают в дощатые или картонные ящики, в плетеные из шпона короба вместимостью до 30 кг, отвечающие установленным требованиям.

Рыбу, разделанную на спинку, теши, пласт, полупласт, боковинки, филе и куски, упаковывают только в дощатые или картонные ящики.

При выборе типа и размеров тары для упаковки отдельных видов копченой рыбы руководствуются требованиями стандартов и технических условий на различные виды рыбы холодного копчения.

Используемая тара должна быть прочной, чистой и сухой. Дощатые ящики должны иметь в торцевых сторонах по два-три круглых отверстия диаметром 25–30 мм, а картонные ящики — четыре-пять отверстий диаметром 10–20 мм.

Перед упаковкой рыбы в ящики и короба их выстилают, за исключением торцевых сторон, пергаментом, оберточной бумагой или полимерной пленкой.

Рыбу укладывают в тару ровными плотными рядами. Не разделанную, обезглавленную, жаброванную и потрошенную (с головой и обезглавленную) рыбу укладывают в наклонном положении, головой или приголовком к торцевым сторонам ящика (короба), спинкой вниз, в верхнем ряду — спинкой вверх. Рыбу, разделанную на спинку, пласт (с головой и без головы) и полупласт, боковинки, теши и филе кладут плашмя, кожным покровом вниз, срезом вверх, в верхний ряд наоборот — срезом вниз, кожным покровом вверх.

В одну тару укладывают рыбу только одного вида, одной размерной группы, одинаковых способов разделки и качества (сорта).

Допускается упаковывать копченую рыбу в мелкую потребительскую тару: в картонные коробки (пачки) — порциями массой не более 2 кг и поштучно (независимо от массы экземпляры рыбы), а нарезанную на кусочки и ломтики — порциями массой не более 0,3 кг; в металлические (лакированные внутри) или фигурные стеклянные банки вместимостью до 350 мл — нарезку ломтиками.

Картонные коробки и пленочные пакеты с рыбой (кроме нарезанной ломтиками и кусочками) упаковывают в дощатые или картонные ящики вместимостью до 25 кг.

Дощатые ящики с упакованной рыбой прочно забивают и обтягивают по торцам металлической лентой или проволокой; картонные

ящики склеивают клеевой лентой на бумажной или полиэтиленовой основе или обтягивают проволокой; коробка из шпона прочно обвязывают веревкой.

Для местной реализации допускается упаковывать копченую рыбу (в том числе, рыбу, уложенную в картонные коробки, банки и пленочные пакеты) в инвентарную тару, отвечающую санитарным требованиям.

Тару с упакованной конченной рыбой маркируют, руководствуясь стандартом на правила маркировки тары с рыбными продуктами.

Хранят рыбу холодного копчения при температуре 0°C и относительной влажности 75–80% до двух месяцев.

Для интенсификации процесса копчения разработан способ *электрокопчения*, в основе которого лежит электростатическое осаждение компонентов дыма на поверхности рыбы (рис. 4.27).

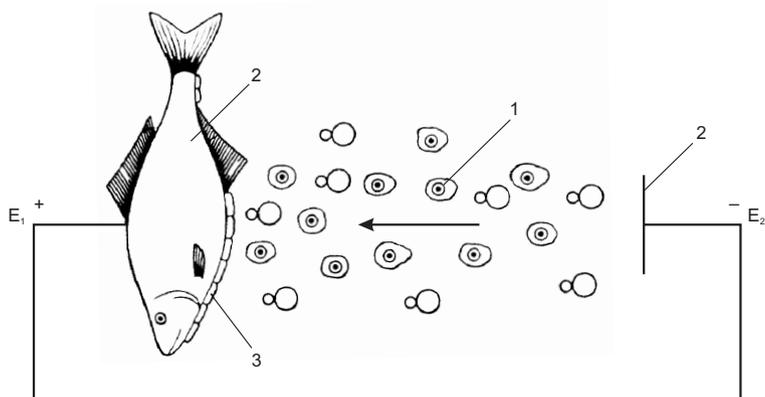


Рис. 4.27. Схема процесса осаждения дыма на поверхности рыбы в электрическом поле: 1 — движущиеся частицы дыма; 2 — электроды; 3 — слой частиц дыма (стрелкой показано направление движения отрицательно заряженных частиц дыма)

Для реализации этого способа копчения в коптильной камере устанавливаются электроды. Подаваемый на электроды постоянный ток высокого напряжения ионизирует газы дисперсной среды. Заряженные частицы дисперсной фазы под влиянием большой разности потенциалов приобретают направленное движение и с большой скоростью осаждаются на поверхности рыбы, которой заблаговременно придается противоположный заряд.

Количество веществ, адсорбированных из дыма на поверхность рыбы, в известной мере подчиняется уравнению Гиббса:

$$\Gamma = -\frac{c}{TR} \left(\frac{d\sigma}{dc} \right),$$

где Γ — количество адсорбированного вещества; c — концентрация адсорбтива (дыма); R — газовая постоянная; T — температура адсорбтива (дыма); $\frac{d\sigma}{dc}$ — поверхностная активность адсорбтива (дыма) по отношению к адсорбенту (рыбе).

Формула Гиббса не полностью отражает процесс осаждения дыма на поверхности рыбы. При горячем копчении имеет большое значение не только температура адсорбтива (дыма), но также и температура адсорбента (рыбы), так как в результате действия высокой температуры изменяются физико-химические особенности и свойства поверхности рыбы. Денатурация белков, деструкция тканей, значительное обезвоживание кожи и целый ряд других морфологических и химических изменений в коже и подкожном слое мышечной ткани уменьшают способность рыбы адсорбировать на своей поверхности копильные вещества дыма.

При электрокопчении продолжительность процесса сокращается в 8–10 раз по сравнению с обычным способом, увеличивается выход готовой продукции, весь процесс механизирован и идет непрерывно.

На практике чаще применяется *комбинированное* копчение, представляющее собой сочетание естественного и искусственного копчения.

Так, например, отмеченные для способа дымового копчения недостатки в значительной степени устраняются при копчении в электростатическом поле (комбинированное копчение). В основу метода положены явления ионизации и сорбции заряженных частиц копильной среды в электрическом поле высокого напряжения. Этот способ копчения сочетается либо с обычной конвективной сушкой, либо с обработкой продукта ИК-излучением.

Интенсивность осаждения копильных веществ в электростатическом поле высокого напряжения зависит от величины напряжения на коронирующих электродах, размера частиц копильных компонентов, скорости движения среды в копильной камере. Кроме того, существенное влияние на процесс оказывают температура генерации сре-

ды, а также продолжительность обработки и свойства продукта. Так, при расстоянии между продуктом и коронирующим электродом 200 мм, наиболее интенсивно процесс осаждения происходит при напряжении 30–35 кВ. Электрический заряд большей величины позволяет значительно быстрее получать крупные частицы среды. Для частиц радиусом более 1 мкм величина электрического заряда пропорциональна квадрату радиуса, а для частиц радиусом менее 1 мкм — лишь радиусу частицы, поэтому при электрокопчении предпочтительно использовать среду с размерами частиц более 1 мкм.

Важное значение для ионизации частиц копильной среды имеет скорость прохождения их через электрическое поле. С увеличением скорости среды процент ионизации частиц уменьшается. По мнению ряда исследователей, скорость движения среды в электрическом поле не должна превышать 0,5 м/с.

К достоинствам этого метода следует отнести более высокую скорость осаждения копильных компонентов на продукт, больший коэффициент использования копильной среды и, следовательно, меньший расход древесины, а также более низкую стоимость очистки отработавшей среды. Исследования показали, что продолжительность копчения в электрическом поле сокращается на 25–35 % за счет интенсификации внешнего массопереноса. В этом случае примерно на 50 % снижаются потери массы продукта, а также появляется возможность уменьшить температуру среды и до 80 % повысить степень ее использования.

Однако при этом методе копчения существенно возрастает расход электроэнергии, а также усложняется конструкция оборудования вследствие создания специальных защитных устройств. Обслуживание таких устройств требует высокой квалификации персонала. Следует заметить, что характерный аромат и специфический вкус продуктов, получаемых в электростатическом поле, выражен менее ярко, чем при традиционном естественном дымовом способе.

Бездымное копчение — это обработка продукта копильными препаратами, полученными на основе дыма или его отдельных компонентов. Продукция бездымного копчения не содержит вредных компонентов типа ПАУ и нитрозаминов, так как копильные препараты предварительно от них освобождаются. Бездымное копчение рыбы заметно сокращает продолжительность технологического процесса, повышает культуру производства и обеспечивает получение продуктов хорошего качества.

По энергетическим показателям бездымное копчение не имеет преимуществ перед традиционным, так как энергозатраты на получение среды и собственно копчение одинаковы. В настоящее время разработано несколько способов получения коптильных препаратов, состав и свойства которых существенно различаются.

Коптильные препараты могут быть получены как из растворов отдельных химических веществ (ВНИИМП-1), так и насыщением воды коптильными веществами с последующей ее очисткой (ВНИИМП, «Вахтоль», МИНХ, ВНИРО). Известны и другие методы получения коптильных препаратов: обработка измельченной древесины перегретым паром, а также водой при высоком давлении и др.

Существует несколько способов обработки рыбы коптильными препаратами: введение препарата непосредственно в продукт, погружение и орошение продукта, а также обработка продукта в парах коптильного препарата. Обработка коптильными препаратами рыбы придает ей свойства, близкие к свойствам изделий, получаемых традиционным дымовым способом. В ряде случаев коптильные жидкости оказывают большее антиокислительное действие, чем обработка дымом, что повышает стойкость жира к окислению при хранении рыбопродукции.

Введение препарата в продукт сообщает ему хороший вкус и достаточный запах копчености. Этот способ довольно прост и экономичен. Он требует специального оборудования, обеспечивает полное использование препарата. Этим способом можно получать продукцию высокого качества, так как препарат вводится в строго определенных количествах к массе продукта. Данный способ применяется в основном при производстве пресервов, консервов и формировании фаршевых изделий. Введение препарата может осуществляться путем инъекции его в толщу продукта посредством шприцевания. Этот способ весьма экономичен, так как обеспечивает полное использование коптильной среды. Он может быть рекомендован к применению при производстве рыбных колбас, копченой рыбы крупных размеров.

Способ погружения продукта в ванну с концентрированной коптильной средой характеризуется тем, что в процессе обработки продукции коптильный препарат частично или полностью подлежит замене. Этот способ наименее экономичен, так как препарат полностью не используется и после нейтрализации периодически отводится в канализацию.

Продукт может обрабатываться тонкодиспергированными коптильными препаратами путем душирования частицами с размерами капель менее 150 мкм или более 150 мкм (обычное орошение).

При копчении изделий душированием повышается расход препарата. Другим недостатком этого способа является необходимость ректификации и утилизации препарата после многократного использования.

Обработка продукта диспергированным препаратом обеспечивает более равномерное смачивание его поверхности. Полученная путем диспергирования коптильного препарата аэрозольная система приближается по своим свойствам к аэрозольной системе газообразной коптильной среды. Кроме того, этот метод позволяет уменьшить потери конденсата, а также снизить затраты на его утилизацию после многократного использования.

Перспективным способом производства рыбных продуктов горячего копчения с использованием коптильных препаратов является периодическое осаждение предварительно диспергированного препарата на поверхность продукта в электростатическом поле высокого напряжения.

Продукция горячего копчения, приготовленная с использованием коптильных препаратов, близка по свойствам к традиционной продукции, а сам процесс может быть легко механизирован и автоматизирован. Кроме того, появляется возможность совмещения этого способа с другими электрофизическими методами тепловой обработки (СВЧ- и ИК-энергией), что позволяет интенсифицировать процессы копчения. В Калининградском техническом университете разработана установка для горячего копчения рыбы с применением ионизации капель распыляемого коптильного препарата в электростатическом поле высокого напряжения и последующей проваркой рыбы ИК-лучами. Полученная на этой установке продукция имела хорошее качество.

Способ обработки продукта в парах препарата применяется в основном для горячего копчения рыбы. Испарение препарата в коптильных камерах происходит либо на нагревательных элементах установки, либо в результате непосредственного испарения в потоке воздуха, предварительно нагретого до температуры 260–430°С.

Коптильные препараты обычно применяют в сочетании с обработкой продуктов влажным воздухом различных температур, воздействием энергии инфракрасного излучения, а также токов сверхвысоких частот и других видов тепловой обработки пищевых продуктов.

Преимущества способа копчения с использованием коптильных препаратов по сравнению с дымовым заключаются в том, что умень-

шается загрязнение окружающей среды, улучшаются санитарно-гигиенические условия труда, исключается попадание в готовую продукцию нежелательных веществ, создаются условия для полной автоматизации процесса копчения.

Недостаток этого способа состоит в том, что с его помощью не удастся получать продукцию, полностью идентичную по вкусу и аромату продуктам традиционного копчения. Это объясняется тем, что продолжительная обработка продукта газовой средой создает более благоприятные условия для диффузии веществ, определяющих вкус и аромат готового изделия, чем обработка препаратом. Кроме того, существующие коптильные препараты по своим свойствам далеки от совершенства, и ведется большая работа по оптимизации как их состава и свойств, так и технологии получения. При бездымном способе копчения снижается коэффициент использования объема камер, а следовательно, и их производительность в результате необходимости более свободного, чем при традиционном способе, размещения продукции.

Таким образом, каждый метод копчения имеет свои преимущества и недостатки. В мясной промышленности наибольшее распространение получил метод дымового копчения, в то время как в рыбной промышленности наряду с дымовым непрерывно совершенствуются другие способы копчения и устройства для их осуществления.

4.6. Производство рыбы горячего копчения

Технология рыбы горячего копчения во многом схожа с технологией рыбы холодного копчения. На горячее копчение направляют охлажденную или мороженую рыбу. Процесс протекает согласно технологической схеме, изображенной на рис. 4.28.

При горячем копчении рыбу солят лишь для придания ей вкуса. Посол рыбы для горячего копчения осуществляется так же, как при производстве рыбы холодного копчения. В рыбе горячего копчения содержание соли не должно превышать 4%. Разделявают в основном крупную рыбу. Способ разделки зависит от вида рыбы.

После посола рыбу прошивают шпагатом или обвязывают (рис. 4.29), а мелкую накалывают на прутки. Накалывание рыбы осуществляют через глаз под жаберные крышки, через затылочную кость или под плечевые кости. Иногда рыбу подвешивают на прутки в мелкоячейной сетке, что исключает операции обвязки и прошивки.

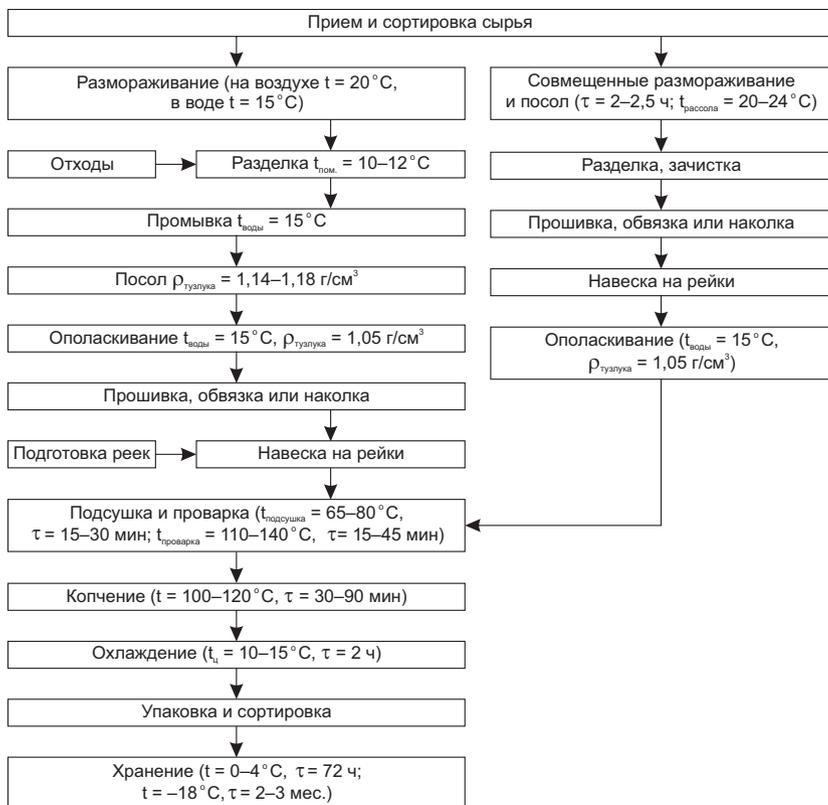


Рис. 4.28. Технологическая схема производства рыбы горячего копчения

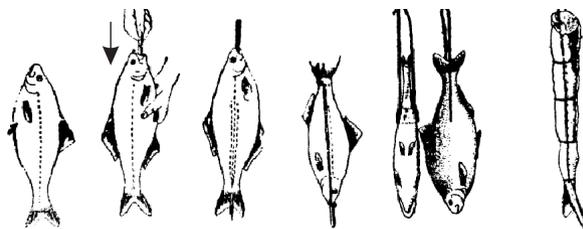


Рис. 4.29. Способы нанизывания рыбы для горячего копчения

Наколотую (подвешенную) на прутки, а также обвязанную или прошитую шпагатом рыбу в шахматном порядке на рейках навешивают на клетки, которые по монорельсу или на тележке загружают в коптильные камеры. Процесс горячего копчения подразделяют на три стадии: подсушивание, пропекание (проварка) и собственно копчение.

Подсушивают рыбу при открытых дымоходах и поддувалах при температуре 65–80°C в течение 15–30 мин. При подсушивании происходит свертывание белка в поверхностном слое мяса рыбы, уменьшающее испарение влаги из внутренних слоев, увеличивается плотность и прочность рыбы, что предотвращает ее падение с реек или прутков, а также создаются необходимые условия для оседания дыма на поверхности рыбы. Мокрую рыбу подсушивать при высокой температуре нельзя, так как образуются разрывы кожи.

Использование для подсушивания температуры выше 80°C снижает качество продукта, сочность его уменьшается, а потери жира увеличиваются. При температуре ниже 65°C процесс подсушивания замедляется.

Заканчивают подсушку рыбы, когда поверхность ее станет сухой, а жабры подсохшими, но не покоробившимися.

Проварку проводят при закрытых дверях и шибах при температуре 110–140°C в течение 15–45 мин в зависимости от величины рыбы, свойств ее мяса, относительной влажности и температуры воздуха. При этом мясо рыбы сваривается так, что оно свободно может отделяться от костей. Собственно копчение проводится при закрытых поддувалах и дымоходах при температуре 100–120°C и интенсивной подаче дыма в течение 30–90 мин. Продолжительность собственно копчения зависит от вида рыбы, состояния ее поверхности, а также от температуры, относительной влажности и концентрации дыма в коптильной камере. К моменту окончания процесса копчения рыба приобретает хороший товарный вид, приятный запах и вкус копчености, температура внутри тела рыбы достигает 80–85°C. Высокая температура в сочетании с антисептическим действием дыма в значительной мере, а иногда и полностью уничтожает микрофлору на поверхности и в толще тушки рыбы.

После окончания копчения рыбу немедленно охлаждают. Это необходимо для предотвращения дальнейшего проваривания мяса и удаления влаги. От скорости охлаждения зависят вкус и качество готовой продукции. При охлаждении рыба подсушивается, подкожный жир закрепляется, в результате чего уменьшаются технологические потери, которые при охлаждении составляют 1–3% от массы копченой рыбы.

После охлаждения и сортировки по качеству и размерам производят упаковку рыбы.

Продукцию горячего копчения фасуют в потребительскую тару:

- в пакеты из полимерных материалов по ОСТ 15-390 на подложке или без нее;
- в термоформуемую пленку по нормативному документу, разрешенному органами учреждениями госсанэпидслужбы;
- на подложки, лоточки, обтянутые пленкой;
- в пачки из картона или комбинированных материалов для рыбной продукции по ОСТ 15-392.

Способы упаковки продукции горячего копчения в потребительскую тару постоянно совершенствуются. Но особое предпочтение потребитель отдает продукции, упакованной под вакуумом.

Допускается для местной реализации упаковывать рыбу в инвентарную тару. Тара должна быть выстлана внутри и под крышку, за исключением торцевых сторон, пергаментом по ГОСТ 1341, подпергаментом по ГОСТ 1760 или другими упаковочными материалами.

Маркируют тару с продукцией по ГОСТ Р 51074, ГОСТ 7630, транспортная маркировка — по ГОСТ 7630 и ГОСТ 14192.

На потребительскую тару наносят маркировку, содержащую:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- наименование продукции;
- вид разделки;
- обозначение ТУ на продукцию;
- массу нетто;
- дату изготовления, условия хранения и срок годности;
- ингредиентный состав;
- товарный знак предприятия, штриховой код;
- информационные данные пищевой и энергетической ценности в 100 г продукта: содержание белка (г), жира (г), калорийность (ккал).

Для продукции, упакованной под вакуумом наносят дополнительную надпись: «Упаковано под вакуумом».

Срок реализации рыбы горячего копчения 72 ч с момента ее изготовления. Поэтому упакованный продукт хранят не более двух суток в сухом прохладном помещении при температуре 0...–2°С и относительной влажности воздуха не выше 75–80 %. Допускается

замораживать рыбу горячего копчения, срок хранения которой составляет 30 сут. с даты приготовления.

Нарушение технологических процессов производства копченых рыбных товаров, режимов и сроков их хранения, а также условий транспортировки может привести к возникновению дефектов в рыбе и поражению ее вредителями. Пороками рыбных товаров горячего копчения являются: белобочка, бледная поверхность, сыроватое мясо, ожоги, натеки жира и белковых веществ на поверхности, запаривание (неприятно резкий запах копчености и красновато-коричневый цвет подкожного слоя мяса вследствие копчения без достаточной подсушки), налет копоти, сухая жестковатая или крошащаяся консистенция, сморщенный кожный покров, механические повреждения, посторонние запахи, плесневение, окисление жира (при хранении в мороженом виде). Реализация таких изделий предусматривается в каждом отдельном случае нормативными документами.

Рыбу полугорячего копчения изготавливают в коптильных камерах, предназначенных для горячего копчения. Процесс считается законченным после проваривания рыбы при температуре 80°C и приобретения ею золотистой окраски. Обычно этот процесс продолжается около 4 часов.

4.7. Производство сушеной рыбы

Сушка является одним из древнейших способов консервирования рыбы. Основным консервирующим фактором при сушке, определяющим степень стойкости продукта при хранении, является его обезвоживание. В большинстве случаев обезвоживание (сушку) применяют не только для консервирования рыбы, но и для получения продукта с определенными пищевыми и вкусовыми достоинствами. Поэтому высушивание не следует рассматривать только как механическое удаление влаги из рыбы. В ходе его улучшаются вкус, консистенция и внешний вид продуктов.

В живом организме обмен веществ происходит в водной среде. Недостаток воды замедляет или полностью приостанавливает жизнедеятельность микроорганизмов. Высушенные рыбные продукты, хорошо изолированные от внешней среды, могут сохраняться очень долгое время. Поэтому сушка относится к способам консервирования, полностью предотвращающим микробиальную порчу продуктов, хотя высушенные продукты содержат некоторое количество микроорганизмов и не являются стерильными.

Значительное уменьшение массы при высушивании сырья облегчает хранение и транспортировку готового продукта. Сушка в условиях глубокого вакуума и низких температур не инактивирует ферменты, витамины, гормоны, антибиотики.

Однако сушка имеет существенные недостатки. Высушенные рыбные продукты часто нельзя использовать без предварительного их обводнения, которое требует определенных условий. В процессе сушки вместе с водяными парами улетучиваются ароматические и вкусовые вещества, возможно химическое взаимодействие составных частей сырья с кислородом воздуха, изменение продукта под влиянием повышенной температуры и т. д. Все это требует соблюдения определенных условий сушки с учетом особенностей сырья.

В процессе сушки происходит медленное удаление влаги из материала с использованием тепловой энергии для ее испарения и отводом образующихся паров. По существу, движение влаги в рыбе основано на явлениях диффузии и осмоса. Переход влаги из материала в окружающую среду совершается при поверхностном испарении и диффузии ее из внутренних слоев к поверхности.

Процесс сушки складывается из внешней и внутренней диффузии влаги. При внешней диффузии происходит движение пара с поверхности рыбы в окружающий воздух через неподвижный (пограничный) слой насыщенного влагой воздуха у поверхности высушиваемого материала. В связи с этим количество воды в поверхностных слоях рыбы уменьшается, нарушается осмотическое равновесие в теле рыбы, и влага начинает из более глубоких слоев передвигаться к поверхности — слоям мяса, которые уже потеряли часть влаги (внутренняя диффузия). Внешняя и внутренняя диффузии протекают одновременно.

В начале сушки скорость внутренней диффузии в теле рыбы велика по сравнению со скоростью внешней, и изнутри высушиваемого материала к поверхности поступает достаточное количество влаги. Сушка протекает с постоянной скоростью. В этот период давление пара над поверхностью рыбы равно давлению его над чистой жидкостью и скорости сушки (скорость внешней диффузии) не зависит ни от толщины рыбы, ни от начального содержания влаги в ней, а зависит от температуры сушки, скорости движения воздуха и его влажности.

Когда поверхность высушиваемой рыбы становится менее гигроскопической, зона испарения начинает перемещаться в глубь продукта, а давление пара во внешнем слое уменьшается. Углубление зоны испарения приводит к уменьшению поверхности испарения и скорости

диффузии пара, то есть скорость сушки в этот период уменьшается и зависит целиком от скорости диффузии влаги изнутри рыбы к ее поверхности, а следовательно, от толщины и влажности рыбы, ее химического состава и гистологического строения.

Проводником влаги из внутренних слоев рыбы к поверхности является главным образом рыхлая соединительная ткань (эндомизий).

Продолжительность сушки зависит от температуры и относительной влажности воздуха, скорости его движения, химического состава рыбы и способа разделки ее.

Температура сушки в наибольшей степени влияет на ее скорость. Это связано с тем, что изменение агрегатного состояния влаги на поверхности рыбы (она из жидкого состояния переходит в газообразное) требует затрат теплоты, поэтому интенсивность испарения в первую очередь зависит от притока теплоты извне.

Интенсивность сушки возрастает приблизительно пропорционально температуре. Однако увеличение скорости сушки с повышением температуры может вызвать нежелательные изменения в продукте (денатурация белков и др.). Поэтому температуру выбирают с учетом технологических факторов и способа сушки.

Тошую рыбу сушат при более высокой температуре, чем жирную. Жирные рыбы, разделанные на балык, не выдерживают повышенной температуры и скисают. Причиной, вызывающей порчу (скисание), является длительное нахождение внутренних, медленно высыхающих слоев мяса в нагретом состоянии, что способствует активированию ферментов мышечной ткани рыбы и развитию в ней микробов.

При установлении режима сушки важным моментом является правильный выбор скорости движения воздуха. Большое значение она имеет в период постоянной скорости сушки. В период подающей скорости движения воздуха она мало влияет на скорость сушки, так как процесс в это время регулируется главным образом теплопроводностью высушиваемого материала, а не интенсивностью испарения влаги.

При выборе режима сушки температуру и относительную влажность воздуха подбирают с учетом технологических и экономических факторов. Доказано, что при относительной влажности воздуха более 65 % сушка рыбы резко замедляется, а при влажности 80 % начинается обратный процесс — рыба увлажняется. Наиболее благоприятной для сушки целой или разделанной рыбы является относительная влажность в пределах 40–60 % в зависимости от вида сырья. Более низкое

значение способствует увеличению скорости сушки, которая во многом зависит от внешней диффузии.

Скорость движения воздуха выбирают с таким расчетом, чтобы интенсивность испарения влаги с поверхности в период сушки с постоянной скоростью (коэффициент влагообмена) не превышала коэффициента теплопроводности. В противном случае рыба с поверхности слишком быстро высыхает, причем образующаяся корочка замедляет, а иногда и полностью прекращает поступление новых порций влаги на поверхность, в результате чего процесс сушки замедляется и даже может остановиться. При слишком малой скорости движения воздуха процесс сушки замедляется, что приводит к порче продукта — он покрывается плесенью и слизью. В период падающей скорости сушки, когда влажность рыбы становится небольшой и опасность порчи материала уменьшается, температуру сушки несколько повышают.

На интенсивность сушки оказывают влияние толщина и способ разделки рыбы. При холодной сушке рыбу следует разделять на куски толщиной не более 4 см. Ширина и длина кусков на интенсивность сушки существенно не влияют.

Выбирая способ разделки, необходимо учитывать продолжительность хранения сушеного продукта. Если он рассчитан на длительное хранение, то рыбу необходимо так разделять, чтобы сохранялась кожа и чешуя, замедляющие проникновение плесени внутрь мяса сушеной рыбы в случае ее увлажнения.

Выход сушеного продукта и количество испарившейся влаги можно определить по химическому составу рыбы:

$$P = \frac{100 - W_1}{100 - W_2} \cdot 100; W_{\text{и}} = \frac{W_1 - W_2}{100 - W_2} \cdot 100,$$

где P — выход сушеной рыбы, % от начальной массы; W_1, W_2 — содержание влаги в рыбе до и после сушки, %; $W_{\text{и}}$ — количество испарившейся влаги, % от начальной массы.

Существующие методы обезвоживания пищевых продуктов делятся на две принципиально отличающихся одна от другой группы: удаление влаги из продукта без изменения ее агрегатного состояния (прессование, центрифугирование, осмос, сублимация) и удаление влаги с изменением ее агрегатного состояния путем превращения ее, например, в пар.

Обезвоживание с испарением влаги нашло широкое применение для сушки сырья животного происхождения, в том числе и рыбы.

Сущность этого процесса заключается в подводе извне тепла к продукту, в результате чего вода испаряется и удаляется из продукта в виде пара. Недостатком тепловой сушки является снижение качества высушиваемого продукта вследствие глубоких необратимых структурных изменений, а также протекания химических (окислительных) и биохимических процессов.

Методы тепловой сушки различают по способам подвода тепла к высушиваемому материалу и по внешним условиям, в которых протекает процесс (при атмосферном давлении и под вакуумом). По способу подвода тепла методы сушки делятся на конвективный, контактный (кондуктивный), радиационный и диэлектрический.

Для сушки рыбы и рыбных продуктов в основном используют конвективный метод, в котором в качестве тепло- и влагоносителя используют нагретый воздух или смесь воздуха с продуктами сгорания топлива. К конвективному методу относится и естественная сушка. Преимущество ее заключается в том, что процесс идет при мягких режимах и без затрат тепловой энергии на испарение влаги. В рыбе, высушенной конвективным методом, остаточная влажность не превышает 20 %.

Для повышения стойкости сушеного продукта при хранении рыбу перед сушкой можно солить (табл. 4.8). При применении такой технологии получают солено-сушеную продукцию, которая при более высокой влажности, чем сушеная рыба, более стойка в хранении.

Таблица 4.8. Содержание соли в мышечной ткани рыбы по слоям при сушке (% плотных веществ)

Продолжительность сушки, сут.	Глубина слоя, мм			
	0–2	2–4	4–6	6–8
0	24	23	21	19
8	25	22	20	18
20	22	45	12	11

Консервирующий эффект достигается высокой концентрацией соли в клеточном соке мяса рыбы. Так, сушеная рыба с содержанием влаги 38 % и содержанием соли 13 % имеет концентрацию соли в клеточном соке 26 %, что обеспечивает хорошую сохранность продукта. В зависимости от размера рыбы, способа ее разделки, метода сушки процесс длится от нескольких суток в промышленных установках до нескольких недель естественным способом.

Сушеную рыбу приготавливают из свежей и соленой тощей рыбы. Сушка жирных рыб сопровождается значительными физико-химическими изменениями жира, в результате чего получаемый продукт может оказаться непригодным в пищу. Сушеная рыба является полуфабрикатом, который перед употреблением в пищу нуждается в дополнительной кулинарной обработке.

Пищевые достоинства сушеной рыбы зависят от того, в какой степени сохранились свойства рыбы, а поэтому основным показателем ее качества является степень набухания в воде, характеризующая обратимость процесса сушки.

Холодную сушку широко применяют для приготовления стокфиска (пресносушеная тощая рыба) и клипфиска (соленосушеная тощая рыба).

Технологический процесс включает следующие операции: обескровливание; разделка и мойка рыбы; развешивание на вешала; сушка; сортировка; складывание в кипы; прессование и упаковка.

Сушат ее в естественных условиях в такое время года, когда дуют сухие, прохладные ветры. Продолжительность сушки в зависимости от погоды составляет 6–12 недель. При наступлении неблагоприятной погоды рыбу досушивают в специальных сушилках.

Выход стокфиска (производят в Норвегии и Исландии) составляет 25–27% от массы сырья, поступившего на сушку (масса неразделанного сырца).

Высушенную рыбу сортируют по качеству, после чего ее складывают в кипы массой по 50 кг и прессуют для придания продукту хорошего товарного вида и компактности. Отпрессованные кипы обшивают холстом и обтягивают оцинкованной проволокой.

Мясо стокфиска имеет белый цвет (обескровлено). При замачивании в воде оно набухает очень медленно. По химическому составу набухший стокфиск близок к свежей рыбе.

Клипфиск является наиболее распространенным солено-сушеным продуктом, который приготавливают главным образом в Норвегии. В настоящее время технология освоена и в России. Для его производства также используется тощая рыба (треска, пикша, сайда). Солено-сушеную рыбу готовят весной и летом в естественных, а зимой — в искусственных условиях. При ее производстве дополнительными консервирующим средством, кроме обезвоживания, является соль.

Технологический процесс обработки рыбы на клипфиск осуществляется следующим образом. Пойманную живую рыбу немедленно

обескровливают. Это необходимо, так как оставленная в рыбе кровь свертывается и придает мясу более темный цвет, снижая товарную ценность продукта, а также является благоприятной средой для развития гнилостных бактерий, которые могут вызвать порчу рыбы.

После соответствующей разделки рыбу моют и солят сухим посолом, обычно в штабелях, до 12 сут. Затем полученный соленый полуфабрикат в течении 1–2 ч выдерживают в пресной воде для удаления избытка соли, тщательно моют, сортируют по размерам и на 24 ч укладывают в штабеля высотой до 50 см для стекания влаги. Рыбу нижнего слоя укладывают кожей вниз, остальных слоев — кожей вверх.

После стекания влаги рыбу для сушки раскладывают на настилы кожей вниз или развешивают на вешалах. Спустя 3–4 сут. для разрушения или растворения рапы, препятствующей отдаче влаги, рыбу складывают в штабеля высотой 1,0–1,5 м на 5–8 сут. для прессования. Затем штабеля перекалывают, меняя местами нижние и верхние слои рыбы, и снова прессуют. Выдерживание в штабеле приводит к увлажнению поверхности рыбы за счет поступления влаги из внутренних слоев мяса, что ускоряет дальнейшую сушку. Для лучшего прессования на штабель сверху кладут груз из камней, массу которого увеличивают по мере высыхания рыбы.

При естественной сушке следят за тем, чтобы рыба не перегревалась на солнце (не получила «загар»), чтобы перед укладкой в штабель была хорошо охлаждена во избежание самовозгорания. Продолжительность сушки, включая выдерживание в штабеле, до 5 недель, а иногда и больше.

В камерах туннельного типа с принудительной циркуляцией воздуха продолжительность сушки клипфиска может быть уменьшена. При этом температура воздуха относительной влажностью 45–55 % должна поддерживаться на уровне 16–24°C. Оптимальная скорость движения воздуха в сушильном тоннеле должна поддерживаться на уровне 60–90 м³/мин. Использование механических прессов для прессования рыбы в сочетании с искусственной сушкой сокращает продолжительность процесса до 10 сут.

Выход клипфиска от массы неразделанной рыбы следующий:

- потери и отходы при разделке — 45 % (в том числе головы составляют около 20 %, внутренности — 15 %);
- выход соленой рыбы равен 40–45 %;
- выход солено-сушеной — 30 %.

Горячим называют способ консервирования, при котором удаление воды из рыбы осуществляется воздухом с температурой выше 100°C . Горячая сушка может происходить только в искусственных условиях — в специальных сушильных установках.

При горячей сушке, кроме испарения влаги, происходит свертывание и денатурация белка, разрушаются витамины и ферменты, в результате чего снижаются пищевые достоинства готовой продукции, часть влаги и жира из рыбы отделяется в виде бульона, происходит окисление непредельных жирных кислот, входящих в состав жира. Преимуществом этого способа является его непродолжительность.

Режимы горячей сушки бывают разные: при $120\text{--}140^{\circ}\text{C}$; при $160\text{--}200^{\circ}\text{C}$, так как для получения высококачественной продукции необходим комбинированный температурный режим — высокая температура (около 200°C) в начале процесса и более низкая (около 100°C) в конце.

Горячим способом обрабатывают мелкую рыбу, содержащую не более 3% жира, поскольку при высокой температуре жир подвергается порче.

Технологический процесс горячей сушки включает следующие операции: прием сырья; мойку; посол и отмочку соленой рыбы; загрузку в печь; сушку; упаковку и хранение.

В качестве сырья используют свежую и подсолённую рыбу не ниже первого сорта. Свежую рыбу тщательно промывают и солят в течение 5–6 ч сухим способом, используя 15% соли от массы сырья, или в ваннах с плотностью тузлука $1,17\text{--}1,20\text{ г/см}^3$, помещая затем рыбу на 1,5–2,0 ч на решетчатые противни для стекания влаги.

Затем посоленный полуфабрикат отмачивают водой при соотношении воды и рыбы 2 : 1 до солёности рыбы не более 6–7%, а после стекания влаги ее направляют на сушку.

Рыбу сушат на противнях. Общая продолжительность термической обработки составляет 3,0–4,5 ч. Высушенная рыба при сгибании надламывается.

Хранят продукт в чистых, сухих, хорошо проветриваемых помещениях до 8 месяцев.

Сублимационная сушка рыбы основана на способности водного льда переходить при определенных условиях из твердого состояния в пар, минуя жидкую фазу. Поэтому продукт перед сушкой замораживают. Чтобы ускорить процесс и предотвратить оттаивание в результате притока теплоты извне, его сушат под глубоким вакуумом.

В отличие от обычной тепловой, сублимационная сушка происходит при низких температурах и без доступа кислорода, в результате чего приостанавливаются процессы окисления жира и деятельности ферментов. При данном способе сушки в значительной степени сохраняются первоначальные питательные свойства рыбы, ее цвет, вкус и запах, экстрактивные вещества и витамины, активность гормонов и ферментов. При сушке под вакуумом по сравнению с сушкой при атмосферном давлении продолжительность процесса уменьшается минимум в 6 раз.

Однако и в этом случае не полностью сохраняются все первоначальные свойства сырья. В процессе замораживания, а затем сушки состояние системы мяса рыбы необратимо нарушается в результате денатурации белков и частичного разрушения структуры тканей. В результате чего изменяются многие его химические и физико-химические свойства, строение и, как следствие этого, органолептические признаки.

Для сублимационной сушки используют рыбу с небольшим содержанием жира (судак, щука и т. д.) в мороженом, свежем и вареном виде.

Свежая рыба перед сублимационной сушкой должна быть заморожена в морозильных камерах до температуры не выше -22°C . Замораживание должно быть достигнуто за короткое время (10–15 мин). Это обеспечивает превращение в лед большого количества влаги, получение мелких кристаллов льда, а следовательно, увеличение скорости сушки и получение продуктов высокого качества.

Сушка осуществляется на сублимационных установках различной конструкции.

Технологический процесс сублимационной сушки заключается в следующем. Противни с уложенной на них рыбой загружают в сублиматор (сушильную камеру), камеру герметизируют и немедленно включают вакуум-насосы, а поверхность конденсатора охлаждают до температуры $-25\text{...}-40^{\circ}\text{C}$. При достижении в сушильной камере остаточного давления около 90–200 Па включают систему теплоотвода. Тепло поддают с помощью воды (температура $35\text{--}50^{\circ}\text{C}$), электрической энергии или инфракрасного облучения. Температура рыбы в период сублимации — $15\text{--}32^{\circ}\text{C}$. Она подогревается без оттаивания и лед начинает сублимировать.

По мере высыхания рыбы ее температура постепенно повышается до 0°C . Когда весь лед сублимирует, для удаления остаточной влаги температуру в камере повышают до $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$ и высушивают материал

до влажности не более 10, чаще всего 3–6%. В этом случае она лучше сохраняется.

Сушка продолжается 10–20 ч в зависимости от толщины рыбы.

По окончании сушки в сублиматор подают азот, который заполняет поры продукта, после чего его выгружают и подают на упаковку. Последующее хранение такого продукта не требует низкотемпературного режима.

Рыба сублимационной сушки имеет пористое и волокнистое мясо. Коэффициент набухаемости не менее 3,5, развариваемость не более 5 мин, набухаемость в воде при комнатной температуре не более 10 мин.

Высокая стоимость метода сублимационной сушки ограничивает его распространение. Данным способом приготавливают рыбу по специальному заказу.

4.8. Производство вяленой рыбы

Процесс вяления происходит при температуре не выше 35°C и сводится к постепенному уменьшению массы продукта за счет испарения влаги. При таком температурном режиме белки рыб не подвергаются тепловой денатурации, тканевые ферменты не разрушаются и оказывают воздействие как на белки, так и на жиры рыб. В рыбе происходят сложные биохимические процессы, изменяющие ее вкусовые качества и внешний вид, что позволяет употреблять полученный продукт без дополнительной кулинарной обработки. В таких условиях получают вкусную и ценную продукцию — балыки и вяленую рыбу.

Не вся рыба пригодна для производства сушеной и вяленой продукции. В качестве критерия пригодности рыб для приготовления различных типов сушеной продукции используют отношение процентного содержания жира Ж в тканях рыбы к процентному содержанию белка Б. Считается, что рыбу имеющую соотношение Ж/Б меньше 0,175 целесообразно направлять на производство сушеной и сушено-соленой продукции, при соотношении Ж/Б равном 0,18–0,6 из рыбы следует изготавливать вяленую продукцию, при Ж/Б выше 0,8 получается высококачественная повесная (подвяленная) продукция.

Сырьем является живая, охлажденная, мороженая и слегка подсоленная (до 6% соли) рыба не ниже 1-го сорта. Живую рыбу выдерживают 6–12 ч в охлаждаемом помещении для выделения слизи, после чего промывают холодной водой.

Мороженую рыбу размораживают в чистой воде или на воздухе с температурой не выше 20°C. Для выработки вяленой высококачественной продукции используют только жирных и полужирных рыб. Вяленую рыбу, в основном, выпускают неразделанной, иногда потрошенной с головой и обезглавленной, а также в виде спинки — балыка, боковника и др. Не рекомендуется готовить вяленую рыбу непотрошенной в летнее время.

Для вяления используют воблу, тарань, леща, красноперку, кефаль, рыбца, шемаю, жереха, плотву, белоглазку, усача, корюшку, чехонь, кутума, муксуна, язя, ельца, маринку и других рыб. Вяление этих рыб осуществляется практически по одной и той же технологической схеме. Лучший вяленый товар получается из воблы или тарани первого подледного морского улова, когда половые продукты в рыбе еще мало развиты и жировые скопления не затрачены на образование икры и молок.

Для посола рыбы используют соль помолов № 2 и 3 по качеству не ниже 1 сорта, отвечающую требованиям стандарта на соль поваренную пищевую.

Для успешного созревания рыбы необходимы дневной свет, умеренная, но положительная температура воздуха. Однако небольшая отрицательная температура по утрам не ухудшает качества продукта. Очень важно при вялении, особенно осетровых, вовремя прервать процесс (снять рыбу с вешалов), так как даже незначительная передержка ухудшает качество получаемого продукта.

Вешала для вяления рекомендуется делать с откидной (раздвижной) крышей (навесом). Их необходимо закрывать во время дождя и во второй половине суток, когда в солнечном спектре уменьшается количество ультрафиолетовых лучей. Чрезмерно продолжительное действие солнечных лучей отрицательно сказывается на качестве продукта.

Технологический процесс изготовления вяленой рыбы осуществляется согласно технологической схеме, изображенной на рис. 4.30.

Для равномерного просаливания и вяления рыбу сортируют по размерам. Для воблы и леща приняты следующие размерные группы: отборная — свыше 26 см; крупная — 22–26 см, средняя — 18–22 см и мелкая — менее 18 см.

Промытую свежую, размороженную рыбу необходимо рассортировать по размерам. Некрупную рыбу, такую как вобла, лещ, окунь и др. можно вялить в целом виде. Крупную рыбу необходимо разделять:

удалять жабры, обезглавливать, потрошить, разделывать на пласт, на боковник, спинку или тешу.

Рыбу в большом количестве предпочтительно размораживать погружением в воду, а также в специальных аппаратах; для получения продукта высокого качества лучше применять дефростационный способ. Размораживание считается законченным, когда температура рыбы достигла $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше, а тело приобрело гибкость.

Однако при последующей обработке лучше, чтобы тело было чуть подморожено (температура приблизительно $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Солёный полуфабрикат отмачивают в чистой питьевой воде навалом в контейнерах или чанах до содержания соли 5–7%.

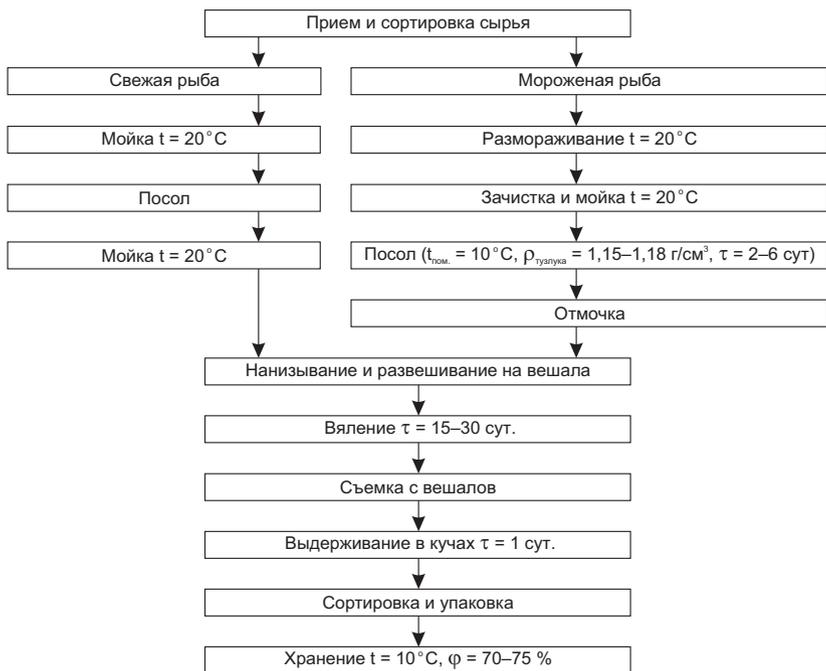


Рис. 4.30. Технологическая схема производства вяленой рыбы

Живую рыбу перед посолом необходимо предварительно выдерживать на плоту на решетках в течение 6–12 ч в зависимости от ее состояния и температуры воздуха, то есть до окончания посмертного

окочения. Это необходимо для того, чтобы полностью выделилась слизь, которая со свежей рыбы легко смывается водой (температура не выше 15°C). В противном случае при посоле на поверхности рыбы слизь свертывается и образуется трудносмываемая белая пленка, затрудняющая просаливание и ухудшающая товарный вид. Кроме того, выдержка рыбы перед посолом способствует лучшему созреванию ее при вялении. Высота слоя рыбы при выдерживании ее на плоту не должна превышать 30 см. Вследствие выделения слизи рыба теряет от 1 до 3 % массы. Мороженую рыбу размораживают в проточной или часто сменяемой воде температурой не выше 20°C при соотношении рыбы и воды 1 : 2.

Посол рыбы перед вялением является ответственной операцией, так как для вяления должна пойти рыба без отмочки, равномерно посоленная с соленостью в пределах 3,5–6,5%. При повышенном содержании соли в рыбе после вяления на ее поверхности, особенно на спинке (под кожей) и на голове, выступает соль в кристаллах (рапа). Вследствие этого продукт получается нестойким из-за повышенной гигроскопичности и с низкими вкусовыми качествами. Поэтому рыбу с повышенной соленостью отмачивают до содержания соли 6 % в чистой воде температурой не выше 12°C. При длительной отмочке (до 12 ч) воду меняют через каждые 4 ч. Продолжительность отмочки зависит от солености, вида и размера рыбы.

Посол прудовой рыбы производят смешанным способом. Каждую отсортированную по размерам группу солят в отдельном чане. При этом на его дно наливают 20–30 % от массы рыбы натурального отработанного (селечного) тузлука плотностью 1,15–1,18 г/см³ (19–23 %) и солят чистой солью 1-го сорта помолов № 2 и № 3, предварительно смешанной (примерно 1 : 1) с жировой, то есть ранее использовавшейся для посола. Это делают для того, чтобы максимально сохранить в рыбе экстрактивные вещества, которые содержатся в натуральных тузлуках и жировой соли и придают готовому продукту особые вкус и аромат. Кроме того, жировая соль почти не содержит химических примесей, поэтому не придает рыбе посторонних горьковатых привкусов и обеспечивает нормальное просаливание. Количество добавляемой соли составляет 10–15 % к массе рыбы, не считая количества соли, растворенной в тузлуке.

Натуральный тузлук используют 2–3 раза, разводя его чистой водой до нужной плотности. Жировую соль перед использованием просеивают, освобождают от чешуи и проверяют на отсутствие личинок

сырной мухи. Рыба, для посола которой не использовались жировая соль и отработанный тузлук, после вяления имеет матовую окраску, тусклое, с сероватым оттенком мясо, в ней слабее выражено перераспределение жира.

В процессе посола следят за тем, чтобы вся рыба была покрыта тузлуком и сверху посыпана солью. Для равномерного просаливания рыбу примерно за день до окончания посола кантуют, меняя местами нижние и верхние ряды. Продолжительность посола составляет 2–6 сут. до достижения солености 3–6 % и зависит от размера рыбы и температуры тузлука. Готовность рыбы при посоле определяют по следующим признакам:

- при вытягивании соленой рыбы за голову и хвост позвоночник издает характерный скрип;
- икра на разрезе принимает желтовато-красный оттенок;
- мясо становится серым, огрубевшим, теряет мягкую консистенцию, свойственную рыбе после окончания посмертного окоченения.

Крупную разделанную рыбу (более 15 см) или неразделанную жирную рыбу необходимо солить с охлаждением во время посола или с предварительным подмораживанием. Рыбу обваливают в соли, у потрошенной рыбы соль закладывают в брюшную полость, а у рыбы с головой — под жаберные крышки. На дно посольной емкости насыпают слой соли толщиной 2–5 см и затем рыбу укладывают рядами разрезом вверх, а рыбу, разделанную на пласт, полупласт, боковники и тешу, — кожным покровом вниз. Каждый ряд рыбы пересыпают солью. Поверх уложенной рыбы насыпают слой соли толщиной 2–3 см. Затем заливают соляной раствор плотностью 1,08–1,20 кг/м³ в количестве 20–30 % к массе посоленной рыбы до полного ее погружения. Температура тузлука во время просаливания должна быть не выше 10°С. Посол заканчивают по достижении содержания соли в мясе рыбы 6–9 % (повышенная соленость крупной рыбы обусловлена необходимостью достаточного просаливания глубинных слоев мяса у позвоночника).

Продолжительность просаливания рыбы зависит от ее вида, размера, жирности и способа разделки и может составлять 6–8 сут.

Посоленную рыбу промывают слабым тузлуком (плотностью 1,14–1,16 кг/м³).

Промытую рыбу выдерживают 1–4 сут. при температуре не выше 10°С для выравнивания солености в толще мяса. Выдержанную рыбу с содер-

жанием соли в мясе до 6 % промывают в чистой проточной воде для опреснения поверхностного слоя мяса во избежание появления на рыбе слоя соли — рапы — во время вяления.

Рыбу с содержанием соли в мясе более 6 % после выдержки для выравнивания солености отмачивают.

Высоленную рыбу вывозят к месту вяления, сгружают в кучи и выдерживают от нескольких часов до суток. За это время соль в рыбе распределяется более равномерно. Затем рыбу 15–30 минут моют в пресной воде до удаления остатков свернувшейся слизи и загрязнений, меняя воду 2–3 раза. Этим добиваются некоторого снижения солености в поверхностных слоях рыбы, чтобы избежать появления рапы на поверхности в процессе вяления, и получения готовой продукции с блестящей чешуей.

Потери при посоле и вялении составляют от 44 (рыбец, шемая) до 55 % (вобла, лещ, мелкие), расход соли — до 18 % от массы рыбы-сырца.

Рыбу с содержанием соли в мясе до 7 % тщательно промывают (или слегка отмачивают) в пресной воде или слабом (4–5 %) соляном растворе для удаления поверхностных загрязнений и опреснения поверхностного слоя мяса (во избежание появления на рыбе рапы при вялении).

При посоле леща для вяления в апреле и мае рыбу предварительно охлаждают льдо-солевой смесью до температуры 2–3°C. Соли расходуют до 25 % от массы рыбы, в том числе 2 % на кантовку, и получают полуфабрикат соленостью до 10–11 %, который перед вялением также необходимо отмачивать.

Подготовленную для вяления рыбу нанизывают через глаза, рот или жаберную щель, а обезглавленную рыбу — за край приголовной или прихвостовой частей на металлические прутки, рейки, крючки, на расстоянии 5–6 см спинками в одну сторону.

Нанизывают рыбу вручную через глаза при помощи шпильки (иглы) таким образом, чтобы брюшко всех рыб было направлено в одну сторону. На одну бечеву (чалку) нанизывают от двух до пятнадцати рыб в зависимости от их размеров (отборные — 2, крупные — 4, средние — 8, мелкие — 10–15).

Нанизанную рыбу вывешивают на вешала. Вешала представляют собой деревянные шесты, расположенные параллельными рядами на высоте около 2 м над землей и закрепленные на деревянных столбах. Расстояние между шестами 20–30 см, между чалками — 8–10 см. Необходимо, чтобы на каждой стороне шеста висело в каждой чалке оди-

наковое количество рыб, причем с одной стороны шеста рыба должна висеть несколько выше, чем с другой. Отдельные экземпляры не должны соприкасаться друг с другом.

Вяление осуществляется в основном в естественных условиях на открытом, освещенном и хорошо проветриваемом месте. Рыба должна быть вывешена так, чтобы воздух свободно обдувал ее со всех сторон, иначе она неизбежно заплесневеет и испортится. Разделанной рыбе перед вялением в брюшную полость вставляют распорки.

При вялении важными климатическими показателями являются относительная влажность и температура воздуха. Хороший вяленый продукт при естественной сушке получается только весной, когда температура воздуха невысокая, а воздух сухой, насыщен кислородом и озоном. Днем под действием воздуха и солнечного света с поверхности рыбы удаляется влага (поверхностная сушка), а ночью влага из глубины мышц вновь подходит к поверхности (капиллярная сушка).

Летом воблу не вялят, так как высокая температура воздуха неблагоприятно действует на сырье — жир рыбы быстро прогоркает и продукт портится.

Продолжительность вяления зависит от размеров рыбы, климатических условий и колеблется от 15 до 30 сут. Снимают вяленую воблу только днем, после того, как обсохнет утренняя роса. Мелкую рыбу вялят россыпью на настилах, установленных на высоте 0,7–1,0 м от земли с некоторым уклоном. Рыбу на них размещают на сетках. По мере проявлявания ее осторожно перемешивают.

Вяленую продукцию, приготовленную из рыб внутренних водоемов, по качеству подразделяют на два сорта. К 1-му относится рыба с чистой поверхностью, без рапы, с плотным и крепким брюшком, плотной консистенцией мяса, без порочащих привкусов и запахов. Допускается слегка ослабевшее брюшко, легкое пожелтение и наличие мест со сбитой чешуей.

Ко 2-му сорту относятся вяленая рыба с ослабевшим и пожелтевшим брюшком, сильно сбитой чешуей, рапой, слегка ослабленной консистенцией мяса, слабым запахом затхлости, незначительным запахом окислившегося жира в брюшной полости и на разрезах (у разделанной рыбы), легким привкусом ила. К нему относят также воблу и леща с незначительными повреждениями брюшка у калтычка (до 5–10% по счету).

Соленость рыбы 1-го сорта должна быть не выше 12% (крупный лещ и вобла). Соленость рыбы 2-го сорта на 1–2% выше, чем 1-го.

Содержание влаги в мясе вяленой рыбы должно быть не выше 38 % (вобла, лещ).

В образцах, отобранных из разных мест партии, допускаются отклонения по солености не более 2 %, по влажности не более 5 %, но в пределах установленных норм.

В районах, где естественное вяление затруднено из-за климатических условий, применяют искусственное вяление. Так, вяление осенней воблы на Каспии проводят на комплексно-механизированной линии. В помещении, предназначенном для вяления, устанавливают батареи, обогреваемые паром; в окна вместо стекол вставляют решетки и с помощью вентиляторов поддерживают температуру 20–28°C. Часть вентиляторов монтируется напротив окон и подает поток воздуха на рыбу, а другая часть отсасывает воздух помещения. Продолжительность вяления рыбы составляет 10–11 сут.

На Труссовском рыбозаводе (г. Астрахань) вяление рыбы проводится в течение всего года в камере, изготовленной из деревянных реек. Рейки установлены одна от другой на расстоянии 5–6 см для свободного доступа воздуха. В камере установлены вешала и вентиляторы с обоих ее концов, что обеспечивает непрерывный поток воздуха.

При вялении в искусственных условиях продукт получается темнее по цвету, значительно хуже по вкусовым качествам, чем при вялении на открытом воздухе.

Мелких и средних рыб (до 30 см) вялят обычно неразделанными, крупных (более 30 см) разделяют на колодку, а рыб размером более 40 см — на пласт и реže на балык.

Разделяют рыбу только в крайнем случае, так как во внутренней полости ее в нагульный период содержится много жира, который при вялении впитывается в мышечную ткань, повышая калорийность и вкус готового продукта.

В процессе вяления белки мяса рыбы не подвергаются тепловой денатурации. Клеточные и тканевые ферменты, воздействуя на белки и жиры, способствуют созреванию мяса рыбы.

Жир при созревании вяленой рыбы играет более существенную роль, чем при созревании соленой. В свежей и несозревшей рыбе он находится главным образом в подкожной клетчатке и соединительной ткани, состоящей из коллагеновых волокон, и заключен в особые клетки — фибропласты. При вялении рыбы происходит перераспределение жира. Он освобождается из клеток, пропитывает всю мышечную ткань рыбы, в результате чего она приобретает особый вкус и аромат.

Часть жира под влиянием тепла, света и других факторов выступает на поверхность рыбы и срезов балыка и образует тонкую вязкую пленку, предохраняющую жир мышечной ткани от прогоркания.

Так же готовят подвяленную (провесную) рыбу. Содержание влаги в мясе подвяленной рыбы должно быть от 55 до 60 %, содержание соли — от 5 до 8 %.

К порокам вяленых рыбных продуктов можно отнести повышенную влажность, подкожное окисление жира, кисловатый запах мяса, сырость, затхлость и омыление.

Повышенная влажность сушеных и вяленых продуктов является результатом хранения рыбы в помещениях с высокой относительной влажностью воздуха. При этом мышечная ткань набухает и ослабевает, а брюшко становится отмякшим.

Подкожное окисление жира появляется в случае выработки вяленых продуктов из долго хранившегося сырья или длительного хранения готовой продукции. Мясо имеет вкус и запах окислившегося жира. Порок неустраним.

Кисловатый запах мяса образуется при нарушении режима посола или излишнем опреснении рыбы при отмочке.

Сырость — это привкус и запах сырой рыбы у вяленой продукции. Порок устраняется дополнительным провяливанием.

Затхлость и омыление: на поверхности вяленых продуктов появляется беловатый скользкий налет и затхлый запах. Эти пороки возникают при хранении готовой продукции в плохо вентилируемых помещениях; для устранения затхлости и омыления необходимо продукцию промыть в слабом тузлуке и провялить.

Существенный вред вяленой продукции может причинить *личинка жука кожееда (шашель)*, откладывающего яйца в жабрах рыбы. Из яиц появляется личинка темно-коричневого цвета с черными полосками. Личинка поедает рыбу изнутри, не повреждая кожного покрова. Для уничтожения шашеля рыбу окуривают газом в закрытом помещении в течение суток, сжигая 50 г серы на 1 м³ помещения. Затем рыбу хорошо проветривают. Если рыбу, пораженную шашелем, разложить тонким слоем на площадке, хорошо освещаемой солнцем, личинки выползут. Шашель можно собрать в этом случае и уничтожить хлорной известью.

Процесс созревания мяса рыбы при вялении обусловливается деятельностью тканевых ферментов. Солнечные лучи и свет активизируют ферментативные процессы, поэтому рыба на открытом воздухе

созревает быстрее и полнее, чем в искусственных условиях (камерах). Под воздействием протеолитических ферментов расщепляются не только белки, но и продукты их распада.

После снятия с вешалов готовую рыбу около суток выдерживают в кучах для того, чтобы она приобрела специфический запах и «облилась» жиром. Затем ее сортируют по размерам и качеству и упаковывают в тару.

Упаковывают вяленую рыбу согласно требованиям нормативной документация в полимерную или картонную тару, применяют чистые, сухие деревянные и картонные ящики, короба, корзины и мешки емкостью до 50 кг, бочки сухотарные емкостью до 100 л; картонные коробки и пакеты из синтетических пленок емкостью до 1 кг, которые укладывают в деревянные или картонные ящики. На торцевых сторонах ящиков и бочек должно быть по 2–3 отверстия диаметром 2–3 см. Рыбу освобождают от бечевы и укладывают в тару ровными рядами, мелкая рыба может быть уложена насыпью с разравниванием по рядам. В мешки вяленую рыбу упаковывают связанными пучками по 40–50 шт. или россыпью, после чего их зашивают шпагатом. Если рыбу в мешки укладывают поштучно, то их обвязывают крест-накрест веревкой. Корзины и короба закрывают крышкой или чистой рогожей и зашивают шпагатом. Маркировку коробов, корзин, мешков с рыботорарами наносят на деревянную или фанерную бирку, которую за два конца проволокой прикрепляют к таре.

Обязательным условием упаковки в картонную тару вяленой рыбы является наличие в ней вентиляционных отверстий на торцах диаметром 20 мм. Отсутствие вентиляции повлечет за собой конденсацию паров воздуха на поверхности продукта, ее увлажнение, что может вызвать развитие микробиологической порчи — появление плесени на поверхности рыбы.

Хранить сушеную и вяленую продукцию необходимо при температуре воздуха от 0 до -4°C и его относительной влажности от 70 до 75%. Сроки хранения устанавливаются действующей нормативной документацией на вяленую продукцию в зависимости от вида используемого сырья, его разделки и химического состава, и составляют в среднем около 2 месяцев с даты изготовления. Если вяленая продукция находится в хорошо вентилируемом помещении, то ее хранят при температуре до 10°C не более 15 сут., а при температуре выше 10°C — не более 5 сут.

Нежирную вяленую рыбу (с содержанием жира до 10 %) можно хранить при температуре до 20°C не более 2 мес. Вяленую рыбу с содержанием жира более 10 % нужно хранить в холодильнике при температуре 0...–8°C.

Не все виды вяленой рыбы одинаково устойчивы при хранении и качество их также сохраняется неодинаково. Качество вяленых товаров из рыбы средней жирности, с твердой консистенцией мяса (воблы, леща и др.) сохраняется при низких температурах длительное время. При температуре от –8...–5°C они могут храниться до года, особенно в бумажных крафт-мешках с полиэтиленовым вкладышем или полиэтиленовым покрытием. При хранении в теплом помещении жир этих товаров окисляется сравнительно быстро. Вяленые товары из жирных рыб, имеющих нежную, сочную консистенцию мяса, менее стойки в хранении, их жир быстрее и сильнее окисляется и прогоркает. Поэтому за этими товарами должен быть установлен особый контроль, их необходимо своевременно реализовать. Продолжительность холодильного хранения такой рыбы 3–4 месяца.

4.9. Производство консервов

Под консервированием пищевых продуктов понимается технологическая обработка сырья с целью придания ему определенных потребительских свойств, прекращения или замедления жизнедеятельности микроорганизмов, биохимических и физико-химических процессов, протекающих в мышечной ткани под действием ферментов и в результате взаимодействия компонентов мышечной ткани с окружающей средой. Для консервирования применяется нагревание, замораживание, обезвоживание, добавление консервантов и пищевых добавок.

В зависимости от температуры тепловой обработки консервы делятся на стерилизованные (полные консервы) и пастеризованные (полу-консервы).

Пастеризация консервируемых продуктов проводится при температуре до 100°C. Цель пастеризации — инактивировать ферменты, частично уничтожить микроорганизмы: плесени, дрожжи, непоробразующие микроорганизмы, вегетативную форму спорообразующих бактерий. Развитие оставшихся различных форм микроорганизмов предотвращается добавлением консервантов (сахар, соль, кислоты, нитраты и др.), а также ограничением верхнего значения температуры хранения пастеризованных консервов до 15°C.

Стерилизованными консервами называют пищевые продукты растительного или животного происхождения, герметически укупороженные в тару и подвергнутые тепловой обработке при температуре свыше 100°C. При стерилизации кроме перечисленных выше показателей, достигается полное уничтожение микроорганизмов. Стерилизованные консервы могут содержать единичные бактериальные споры, которые при хранении консервов не развиваются.

Производство стерилизованных рыбных консервов в герметичной таре обеспечивает возможность создания запасов белковой продукции в районах с различными климатическими условиями. При хранении стерилизованных консервов не требуются низкие температуры. Стандартная масса консервов облегчает транспортные и торговые операции.

Консервы из гидробионтов являются незаменимыми продуктами для снабжения экспедиций, в том числе и космических, в рационе питания личного состава вооруженных сил и других категорий населения.

Принципиальная схема производства всех видов консервов состоит в том, что подготовленные надлежащим образом продукты помещают в соответствующую тару, которую герметически закрывают, а затем стерилизуют или пастеризуют. В общем виде технологическую схему производства рыбных консервов представлено на рис. 4.31.

В зависимости от предварительной подготовки сырья и способа консервирования консервы условно можно подразделить на три основные группы: консервы натуральные, консервы в томатном соусе и консервы в масле.

Консервы натуральные вырабатывают из разделанной рыбы. При изготовлении консервов добавляют соль, специи, коренья, овощи, масло, рыбный бульон, желеобразующие заливки.

Применение той или иной технологической схемы производства натуральных консервов зависит от технoхимических свойств рыбы. Так, из рыбы с плотной консистенцией вырабатывают консервы в собственном соку. При консервировании рыб с нежной консистенцией куски или тушки рыбы заливают желеобразующимся раствором агара или желатина.

В зависимости от технологии изготовления натуральные консервы подразделяют на консервы в собственном соку, консервы натуральные с добавлением масла, консервы типа уха и супов рыбных, консервы в желе.

Используют натуральные консервы главным образом для приготовления первых, вторых блюд, холодных закусок и салатов.

Консервы в томатном соусе вырабатывают из различных рыб, предварительно разделанных и подвергнутых термической обработке: обжариванию в растительном масле, бланшированию острым паром, подсушиванию горячим воздухом и другим способом. Подготовленные таким образом куски или тушки рыбы укладывают в банки и заливают предварительно подготовленными различными по рецептуре томатными соусами.

Некоторые консервы в томатном соусе могут вырабатываться из рыбы без предварительной термической обработки, например, консервы из сельди атлантической, речного окуня, кильки балтийской. Консервы в томатном соусе являются закусочными продуктами и не требуют дополнительной кулинарной обработки.

Консервы в масле вырабатывают из различных видов рыб, как полностью, так и частично разделанных. Полностью разделяют крупные виды рыб (тунцовые, скумбриевые, сиговые, тресковые, осетровые и др.), частично могут разделять мелкую сельдь, кильку, салаку, сардину и др. Подготовленную соответствующим образом рыбу или куски подвергают термической обработке, как и в технологии производства консервов в томатном соусе. Затем рыбу укладывают в банки и заливают растительным маслом или смесью растительных масел. Консервы в масле являются хорошим закусочным продуктом и не требуют перед употреблением дополнительной кулинарной обработки.

Технологии производства стерилизованных рыбных паштетов и паст, консервов рыбоовощных и с добавлением круп, консервов из нерыбных объектов полностью соответствуют приведенной общей технологической схеме производства консервов. Эти виды консервов характеризуются хорошими вкусовыми и питательными качествами и являются закусочными продуктами.

Из перечисленных групп консервов выделяются консервы, имеющие наименование деликатесные и диетические.

Деликатесные консервы — это продукты с особым, свойственным только им вкусом, зачастую обусловленным не столько технохимическими свойствами сырья, сколько способом обработки.

Диетические консервы и консервы для детского питания приготавливают по рецептурам и технологиям, согласованным в Институте питания

Академии медицинских наук России. Предназначаются эти консервы для питания лиц, нуждающихся в соблюдении определенной диеты.

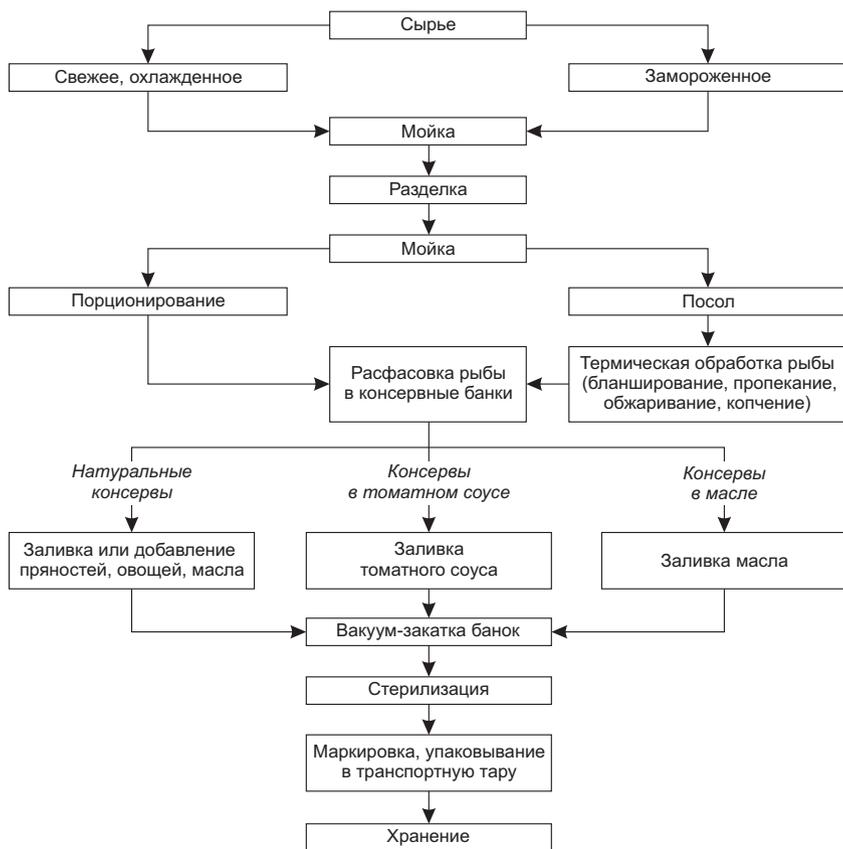


Рис. 4.31. Принципиальная схема производства рыбных консервов

Операции приемки сырья, размораживания, разделки, мойки базируются на общих технологических принципах для всех процессов производства рыбной продукции с учетом особенностей каждого из них. Но в технологиях стерилизованных консервов есть операции, которые присущи только этим производственным процессам. К таким операциям относятся расфасовка рыбы в банки и их закатка, стерилизация продукта.

Для производства стерилизованных рыбных консервов используют, в большинстве производств, жестяные и алюминиевые банки. Стекланные банки используются крайне редко. В последние годы все большее применение находит так называемая ламистерная тара — лотки различной формы из алюминиевой фольги, ламинированной с внутренней стороны полипропиленом. В международной практике такая тара получила название стералкон — стерилизуемый алюминиевый контейнер.

Ламистер считают материалом третьего тысячелетия для производства стерилизованных консервов. Считают, что ламистерная тара перед традиционными жестяными банками имеет следующие преимущества: меньшая стоимость; меньший вес; более эстетичный внешний вид; меньшая опасность пищевых отравлений вследствие контакта продукта с металлом; нет необходимости в консервном ноже; удобство в утилизации использованной упаковки.

Принципиальная схема линии по производству стерилизованных консервов в ламистерной таре представлена на рис. 4.32.

Основным недостатком ламистера является легкая деформация банок.

Наполненная продуктом тара герметично укупоривается крышками из соответствующего материала. Укупоривание жестяных банок называется закатыванием, так как именно этот термин наиболее полно характеризует суть процесса. Соответственно машины для закатывания банок называются закаточными. Ламистерная тара укупоривается припаиванием крышки из аналогичного материала.

Жестяную тару герметизируют путем образования двойного закаточного шва — прочного и плотного соединения корпуса банки с фланцем крышки. Между слоями жести располагается уплотняющая прокладка.

Перед закатыванием из банок удаляют воздух. Эта операция имеет специальный термин — эксгаустирование. Различают два способа эксгаустирования: тепловое и механическое.

Тепловое эксгаустирование осуществляют путем заполнения банок горячим продуктом, либо кратковременным прогреванием содержимого банок в эксгаустерах при температуре не выше 98°C.

Наиболее совершенным является механическое эксгаустирование, которое заключается в отсасывании воздуха из наполненных продуктом банок в процессе закатки на вакуум-закаточных машинах.

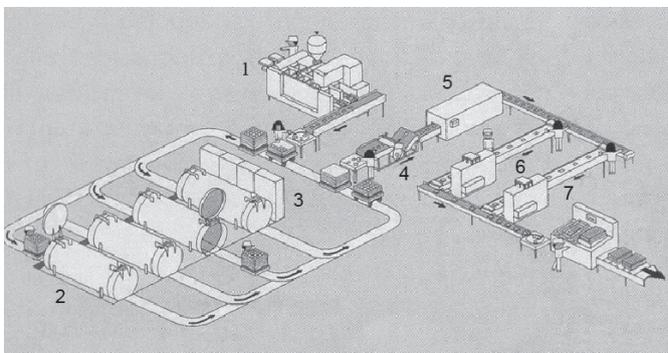


Рис. 4.32. Принципиальная технологическая схема производства консервов в ламистерной таре: 1 — заливочно-упаковочный агрегат; 2 — оборудование для стерилизации; 3 — пульт управления стерилизацией; 4 — моечная машина; 5 — сушильный агрегат; 6 — автомат укладки банок в коробки; 7 — машина упаковки коробок в паки

Укупоренные банки направляют на стерилизацию. Основная задача тепловой стерилизации — сделать продукт устойчивым при хранении. Достигается это за счет предотвращения порчи продукта микроорганизмами и инактивацией тканевых ферментов. Правильный режим стерилизации гарантирует гибель в продукте патогенных и токсикогенных для человека микроорганизмов, а также максимально сохраняет или даже улучшает консистенцию, вкус, внешний вид, повышает пищевую ценность продукта.

Стерилизуют консервы в автоклавах периодического действия или в стерилизационных установках непрерывного действия. Консервы в жестяной таре обычно стерилизуют паром или в воде. Чтобы избежать деформации банок в процессе стерилизации в автоклаве создается избыточное давление. Идеальным является условие, при котором давление в банке, возникающее в результате нагревания содержимого, постоянно равно давлению окружающей среды, создаваемому искусственно. Обычно давление создают воздухом или водой. Величина давления зависит от вида консервируемого продукта, формы и размера тары, толщины жести, температуры стерилизации. Особое внимание уделяют величине давления в автоклаве при его охлаждении. Быстрое снижение температуры и давления среды, окружающей банки, может привести к их деформации.

При стерилизации в воде повышение давления в автоклаве также необходимо для повышения температуры воды. Так, при атмосферном давлении температура воды не превышает 100°C, при повышении давления до 2 атм (0,2 МПа) воду можно нагреть до 120°C, а при давлении в 3 атм (0,3 МПа) — до 133°C.

После стерилизации банки моют и направляют на хранение. В процессе хранения банок на складе происходит созревание консервов. Для каждого вида консервов процесс созревания имеет свою физико-химическую основу.

Для натуральных консервов процесс созревания заключается в равномерном распределении соли в содержимом банки, впитывании в мясо бульона, выделившегося при тепловой обработке.

В консервах с томатной заливкой происходит впитывание заливки в рыбу и вытеснение ею масла, проникающего в мясо в процессе его обжарки. Равномерно по всему объему содержимого банки распределяются и компоненты пряностей, что улучшает вкусовые качества продукта. В последние годы взамен сухих (перца черного, перца душистого и др.) широкое применение находят СО₂-экстракты пряностей.

У консервов в масле процесс созревания заключается в перераспределении масла в объеме и его взаимодействии с белком мышечной ткани. Для разных групп рыбных консервов срок созревания различный и колеблется от 10 сут. до 4 месяцев. Так, минимальный срок созревания натуральных консервов составляет не менее одного месяца, процесс созревания консервов в томатной заливке происходит в первые 10–15 сут. хранения, а созревание консервов в масле составляют не менее 2-х месяцев. Консервы могут поступать в продажу только после завершения периода созревания.

В настоящее время насчитывается более 1500 ассортиментных знаков консервов и более 1400 пресервов из рыбы и морепродуктов.

Дефекты условно можно разделить на внешние и внутренние. Внешние дефекты можно определить в результате осмотра банок. К ним относят ржавчину, «птички», «жучки», «хлопуши», бомбажи (физический, химический, бактериальный). К внутренним дефектам относят разваренность мяса, недостаточное наполнение банок, нестандартное соотношение плотной и жидкой фаз, творожистый осадок, толокнянность и др. Внутренние дефекты можно определить только после вскрытия банки и анализа ее содержимого. Поэтому в задачи инженера-технолога входит строгий постоянный контроль не только за соблюдением

технологических режимов и параметров, но и периодический осмотр внешнего состояния банок и анализ их содержимого.

Исходя из химического состава прудовых рыб, массовых и геометрических характеристик следует выделить предпочтительные способы обработки прудовых рыб с получением готовой продукции (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Предпочтительные способы обработки прудовой рыбы

Жирность рыб	Виды рыб	Готовая продукция
Низкобелковые маложирные	Карась (1,8% жира)	Кормовая мука
Жирные и особо жирные	Карп (13,3% жира), сазан (15,7% жира), сом (15,1% жира)	Копчение, вяление, замораживание
Белковые маложирные	Щука (18,4% белка, 1,1% жира)	Замораживание
Среднежирные и жирные	Плотва (6,05% жира), окунь речной (6,69% жира)	Замораживание, копчение, вяление
Особожирные	Сазан (15,7% жира)	Посол, копчение, вяление
Высокобелковые маложирные и среднежирные	Лещ (58% белка), карп (54,7% белка)	Производство консервов, замораживание, копчение, вяление
Жирные	Лещ (10,2% жира), карп (13,3% жира)	Производство консервов, замораживание, посол

4.10. Производство полуфабрикатов и кулинарных изделий

За последние годы все большее развитие получает производство полуфабрикатов и кулинарных изделий. Рыбные полуфабрикаты и разнообразные кулинарные изделия при их высоких вкусовых достоинствах являются, в основном, готовой продукцией, не требующей трудоемкого процесса разделки рыбы. Эта продукция после несложной кулинарной обработки может быть быстро подготовлена к употреблению в пищу. Производство рыбных полуфабрикатов позволяет более рационально использовать рыбное сырье по сравнению с реализацией рыбы в целом, неразделанном охлажденном или замороженном виде, так как позволяет лучше использовать рыбное сырье, при переработке которого получается 50–55% несъедобных отходов. При централизованном приготовлении полуфабрикатов и кулинарных изделий отходы

собирают в одном месте и используют для приготовления кормовой продукции. Наряду с выработкой традиционных полуфабрикатов и кулинарных изделий, все шире развивается производство новых белковых продуктов-полуфабрикатов: рыбных белковых концентратов, сухих рыбных супов, гидролизатов и др.

Производство рыбных полуфабрикатов. Рыбные полуфабрикаты — это рыба, освобожденная от несъедобных частей, разделанная (или порционированная) и поставляемая потребителю в охлажденном или замороженном виде. К рыбным полуфабрикатам относится рыба специальной разделки (очищенные тушки и куски тушек), филе, фарши, суповые наборы (уха). На судах полуфабрикаты заготавливают из только что выловленной рыбы с последующим их замораживанием, а на береговых предприятиях — из живой и свежей, либо из мороженой рыбы после ее размораживания, при этом полуфабрикат реализуют в охлажденном виде без последующего замораживания.

При выработке полуфабрикатов важными технологическими процессами являются мойка разделанной рыбы и закрепление ее. На береговых предприятиях и на судах закреплению подвергают рыбное филе, рыбу специальной разделки и куски рыбы. В качестве закрепителя применяют чистый охлажденный фильтрованный 10 %-ный соляной раствор. Подготовленный и промытый полуфабрикат орошают соляным раствором через форсунки, а при их отсутствии полуфабрикат, уложенный на сетчатые противни, погружают в соляной раствор на 1–2 мин. Под воздействием закрепителя белковые вещества по всей обожженной поверхности рыбы вследствие коагуляции белков уплотняются, образуя эластичную защитную пленку, которая как бы изолирует мышечную ткань от воздействия на нее факторов внешней среды, способствует сохранению в рыбе экстрактивных и ароматических веществ, уменьшению потерь (усушки), предотвращению вытекания сока. При проведении процесса закрепления следует строго следить за концентрацией и чистотой закрепителя, а также за продолжительностью закрепления.

Приготовление рыбы специальной разделки. Рыба специальной разделки может быть приготовлена из свежей охлажденной рыбы 1-го сорта. После разделки на тушку рыбу замораживают до температуры в теле -18°C поштучно или блоками массой не более 12 кг. В блоках должна быть рыба одного вида и размера. В качестве довесков может быть использовано не более двух кусков рыбы соответствующей разделки. Рыбу и блоки после замораживания глазируют (масса глазури со-

ставляет не менее 4% к массе рыбы). Глазирование может быть заменено упаковкой рыбы под вакуумом в пакеты из синтетической пленки. Мороженую рыбу специальной разделки упаковывают в деревянные и картонные ящики вместимостью до 40 кг, а также в пакеты из синтетических пленок, картонные парафинированные или с синтетическим покрытием коробки вместимостью до 1 кг с последующей упаковкой в ящики. Для местной реализации может быть использована инвентарная тара. Тушки и куски рыбы можно фасовать в пакеты из синтетических пленок с последующим завариванием верха или закреплением концов пакета специальным зажимом.

Приготовление мороженого рыбного филе. Рыбное филе — это полностью съедобный продукт в виде мяса, срезанного с позвоночника после очистки рыбы от чешуи и внутренностей. Рыбное филе освобождено от костей или содержит их лишь незначительное количество, оно может быть с кожей и без кожи. На производство филе направляют живую или совершенно свежую рыбу. По способу обработки филе бывает двух видов — охлажденное и мороженое. В нашей стране выпускают только мороженое филе. Технологический процесс производства филе на береговых предприятиях следующий (рис. 4.33). Со свежей рыбы, промытой и рассортированной (по видам, размерам и качеству), снимают чешую, потрошат, а после этого моют. Для этого рыбу разрезают по брюшку, удаляют все внутренности и зачищают почки, не нарушая целостности желчного пузыря. Потрошеную рыбу моют для удаления остатков крови, слизи и загрязнений и филетируют на машинах или вручную. Филе промывают для удаления загрязнений, остатков пленки и кровяных сгустков и закрепляют. Замораживают филе в скороморозильных аппаратах до температуры -18°C ; наиболее удобны для замораживания филе многоплиточные аппараты. Толщина замораживаемого блока филе от 40 до 65 мм. Филе толщиной 50 мм при температуре не выше -28°C (в основном $-30...-35^{\circ}\text{C}$) замораживается в формах без крышек за 2,5 ч, в закрытых парафинированных коробках — за 3 ч.

В процессе замораживания объем филе увеличивается на 4–6% в результате расширения замерзающей воды. Если филе упаковано слишком плотно, поверхность его может несколько деформироваться и упаковочный материал может разорваться. Замороженное филе упаковывают в ящики.

Приготовление фарша. В целях рационального использования различных видов рыб, которых затруднительно реализовать в виде тра-

диционных, привычных для населения продуктов, была разработана перспективная технология приготовления из них рыбного фарша-полуфабриката для производства различных кулинарных изделий (колбас, сосисок, котлет, пельменей и др.). Однако особо важное значение при производстве рыбного фарша придается использованию маломерных нежирных рыб, что позволяет направлять дополнительные массы сырья на выработку пищевых продуктов вместо того, чтобы использовать их на кормовые цели. Технологический процесс осуществляется согласно схеме, изображенной на рис. 4.34.

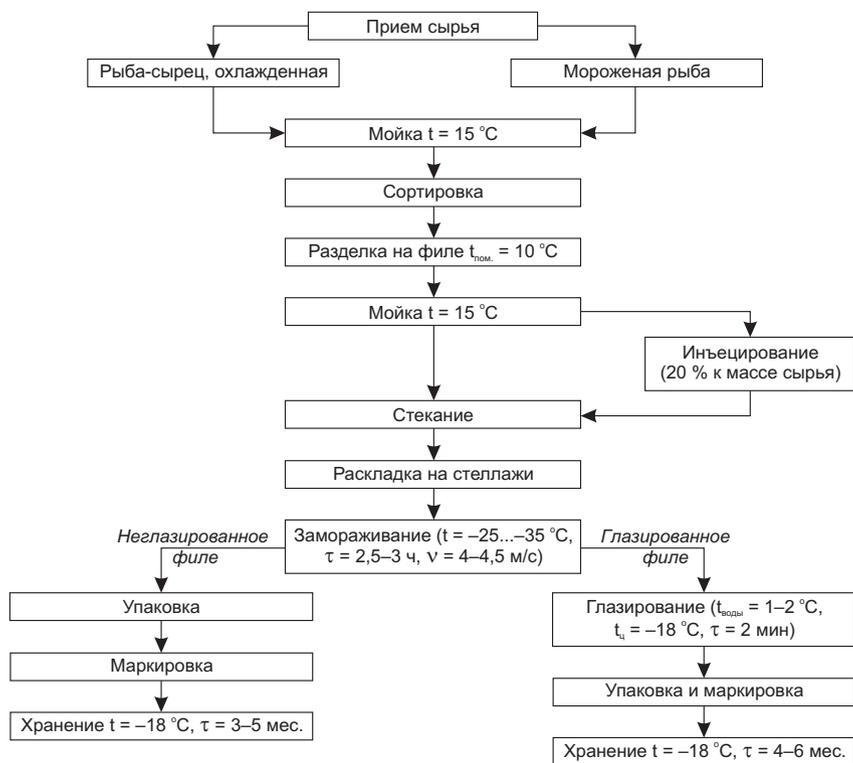


Рис. 4.33. Технологическая схема производства филе рыбного мороженого

Охлажденную рыбу по качеству не ниже 1-го сорта в стадии оконченования или сразу после оконченования промывают в чистой воде тем-

пературой 10°C для удаления с поверхности слизи и возможных загрязнений. Промытую рыбу немедленно разделяют машинами или вручную. При разделке удаляют голову вместе с плечевыми костями, плавники, внутренности, брюшную полость тщательно зачищают от сгустков крови, черной пленки и почек. Допускается разделка мелкой рыбы косым срезом по направлению от приголовка к анальному плавнику с отделением при этом головы вместе с плечевым поясом и брюшной частью рыбы от мясистой спинной части, направляемой на приготовление фарша. Использование мороженой рыбы в качестве сырья для производства фарша возможно, но менее целесообразно, чем свежей рыбы.

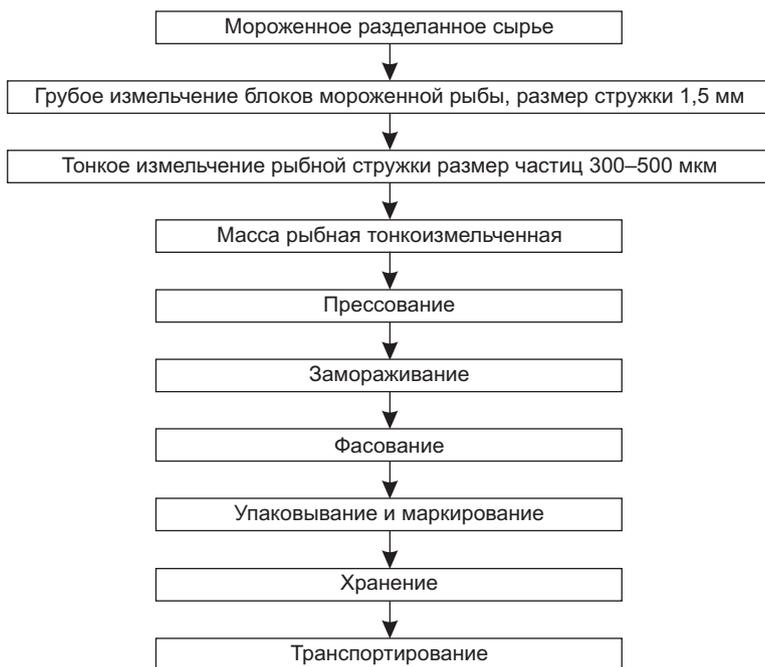


Рис. 4.34. Схема получения фарша рыбного мороженого

Для отделения мяса от костей и кожи с одновременным его измельчением используют рыбный сепаратор (неопресс). Поступающее в него сырье — обезглавленная и потрошенная рыба или филе — при

помощи специального устройства прижимается к вращающемуся полюму барабану прессы, имеющему по всей поверхности отверстия диаметром 5 мм. Мясо продавливается внутрь барабана, а кожа с плавниками и костями остается на его поверхности, а затем сбрасывается.

Грубоизмельченное на неопрессе мясо немедленно подвергается тонкому измельчению в специальных измельчительных устройствах АТИМ-1, АТИМ-2 и др.

Перед фасовкой в фарш вводят смесь стабилизирующих веществ для уменьшения денатурации белков и повышения способности к замораживанию и холодильному хранению. Этот процесс проводят в фаршемешалке с охлаждающей рубашкой.

В качестве стабилизаторов могут быть применены следующие смеси веществ (в % от массы фарша): смесь, состоящая из поваренной соли (1,5), сахара (1,0) и лимоннокислого натрия (1,5); смесь полифосфата натрия (0,4) и сахара (1,0); смесь сахара (1,0) и соли (1,5).

Фарш с внесенными в него добавками тщательно перемешивают в фаршемешалке в течение 5 мин, при этом температура фарша не должна превышать 10°C. Содержание влаги в фарше с учетом добавок не должно быть выше 84%. Фарш фасуют в пакеты из полимерных материалов порциями по 12 кг, которые укладывают в металлические противни (формы) для замораживания с подпрессовкой или без нее. Фарш замораживают при температуре –30°C до температуры в толще блока не выше –18°C. Все операции приготовления фарша должны быстро следовать одна за другой без задержки продукта на какой-либо стадии обработки, при строгом соблюдении санитарных правил и личной гигиены рабочих.

Приготовление полуфабрикатов для суповых наборов (ухи). Для приготовления ухи рыбной сборной используют мороженую и охлажденную рыбу: судака, осетровых рыб по качеству не ниже 1-го сорта. Размораживают, разделявают, моют и порционируют рыбу в обычном порядке. Куски рыбы должны быть размером 2,5–5 см. Их фасуют в пакеты вместимостью 506 или 1012 г. В пакете вместимостью 506 г может находиться один прихвостовой кусок, а в пакете на 1012 г — два куска. В каждый пакет вкладывают пакетик с пряностями.

Производство кулинарных изделий. Рыбные кулинарные изделия, как правило, полностью подготовлены к употреблению в пищу, некоторые из них требуют дополнительного подогрева или варки. По способу

кулинарной обработки различают следующие группы кулинарных изделий: натуральные рыбные кулинарные изделия (рыба жареная и отварная, рыбные рулеты, печеная и заливная рыба); кулинарные изделия из рыбного фарша (рыба фаршированная, котлеты рыбные, колбасы и сосиски рыбные); рыбомучная кулинария (пирожки жареные и печеные, кулебяки, расстегаи, пирожки и валованы из слоеного теста и рыбные пироги); кулинарные изделия из икры рыб (различные запеканки); рыбные масла; замороженные кулинарные изделия (пельмени рыбные, плов рыбный, рыба жареная с овощным гарниром, солянка рыбная, рыбные палочки).

Натуральные рыбные кулинарные изделия готовят только из целой или разделанной на куски рыбы, которая подвергается термической обработке — обжарке в масле, проварке в кипящей воде и запеканию при высокой температуре.

Жареная рыба. Для изделий этого вида используют рыбу всех семейств, за исключением осетровых, предварительно разделанную на тушку или куски (мелкая рыба целиком или обезглавленная и потрошенная). После разделки проводят вкусовой посол рыбы обычно в ваннах или в механизированных посолочных аппаратах в соляном растворе температурой 10–12°C при концентрации соли 18–20 % до содержания ее в мясе рыбы 1,8–2,5 %. После посола и стекания раствора рыбу панируют пшеничной мукой 85 %-ного помола.

Обжаривают рыбу в растительном масле (подсолнечном рафинированном, хлопковом, кукурузном и др.) в паромасляных или электрических печах. Продолжительность обжарки колеблется от 4 до 12 мин в зависимости от размера рыбы и температуры масла (155–170°C). При обжаривании масса и объем рыбы уменьшаются, потери массы с учетом потерь при охлаждении составляют 18–20 %. Рыба должна быть обжарена равномерно, с корочкой от золотистого до коричневого цвета, консистенция мяса от сочной до плотной.

Печеная рыба. Для приготовления печеной рыбы используют океанических, морских, речных рыб преимущественно средних размеров как потрошенных, так и непотрошенных, с головой и без головы. Разделанную, промытую подсолонную рыбу после отека воды запекают в ротационных, подовых печах, специальных шкафах и других установках. Температура пропекания вначале составляет 100–110°C, а через 15–20 мин достигает 170°C. Весь процесс подсушки и пропекания продолжается от 40 до 90 мин в зависимо-

сти от размера рыбы. В конце процесса температура в толще рыбы должна быть не менее 75–80°C, мясо и икра полностью пропечены, консистенция мяса после охлаждения — от сочной до плотной, содержание соли — до 4 %, вкус и запах печеной рыбы без порочащих признаков.

Заливная рыба. Для приготовления заливной рыбы обычно используют крупных рыб, не имеющих межмышечных костей. Рыбу разделяют, в основном, на филе или тушки, кожу оставляют. Подготовленное сырье укладывают в один слой на сетки и проваривают в воде при температуре 90–95°C, не допуская кипения, в течение 20–30 мин. Охлажденный полуфабрикат нарезают острым ножом на порции по 75–100 г. Порции укладывают в формочки, добавляют в каждую ломтики сваренного вкрутую яйца, лимона и заливают желирующим бульоном (ланспигом). Формочки или противни с заливной рыбой охлаждают 2–3 ч при температуре 2–5°C.

Котлеты рыбные. Для приготовления рыбных котлет используют любую малокостистую рыбу, а также отходы, получаемые при разделке этой рыбы на филе (рис. 4.35).

Приготовленный фарш загружают в фаршемешалку, к нему добавляют лук, пряности, иногда яйца для связи и соль. Полученный однородный фарш загружают в бункер котлетного автомата, который формирует котлеты определенной массы, панирует их мукой, сухарными крошками или их смесью. Полученные котлеты обжаривают в масле при температуре 140–170°C в течение 5–9 мин, охлаждают до 8–10°C и в инвентарной таре направляют на реализацию.

Котлеты должны быть правильной формы, равномерно панированы и обжарены, цвет фарша на разрезе — серый, консистенция — от сочной до плотной, вкус и запах приятные, с ароматом пряностей и с привкусом лука. Срок реализации котлет 24 ч при температуре не выше 8°C.

Колбасы и сосиски рыбные. Процесс производства рыбных колбас и сосисок осуществляется согласно технологической схеме, изображенной на рис. 4.36.

Для производства рыбных колбас и сосисок используют охлажденную или мороженую рыбу по качеству не ниже 1-го сорта. Мороженую рыбу размораживают в дефростерах или ваннах в чистой проточной или сменяемой воде температурой не выше 15°C. Соотношение воды и рыбы должно быть 2 : 1.

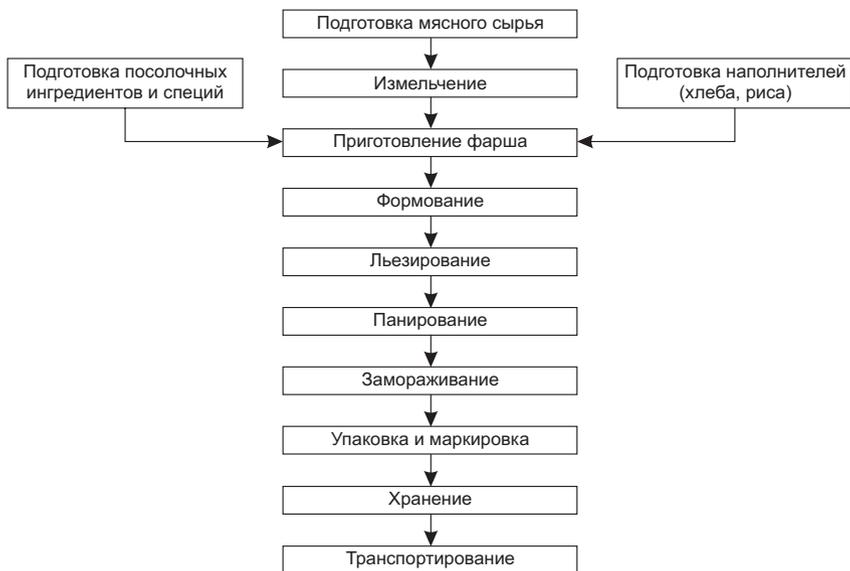


Рис. 4.35. Схема производства рубленых полуфабрикатов

Допускается размораживать рыбу на воздухе при температуре не выше 20°C , раскладывая блоки мороженой рыбы на столы или стеллажи.

Рыбное филе размораживают на стеллажах или столах на воздухе при температуре не выше 18°C , до температуры в толще блока не выше -3°C , филе в блоке должно свободно распадаться.

Блоки рыбного фарша размораживают на стеллажах или столах на воздухе при температуре не выше 18°C до температуры в толще блока в пределах $0...-3^{\circ}\text{C}$

Размораживание заканчивают при достижении температуры в толще мяса рыбы от -2 до 0°C или свободном распадении блока рыбы.

Рыбу, рыбное филе, размороженные на воздухе, промывают водой с температурой не выше 15°C .

Сырье, размороженное в воде, не моют.

Промытую и размороженную рыбу направляют на дальнейшую обработку (разделку) после сортирования рыбы по длине, массе и качеству, отделения рыбы с механическими повреждениями. Рассортированную рыбу, не задерживая, направляют на разделку.

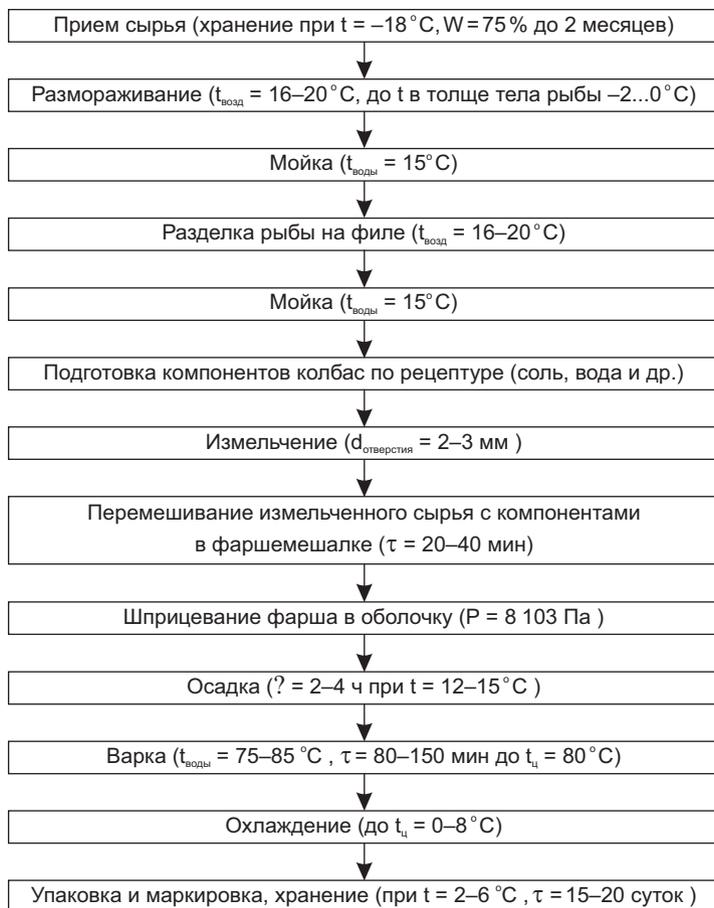


Рис. 4.36. Технологическая схема производства рыбных колбас

Рыбу разделяют на филе: рыбу разрезают по длине вдоль позвоночника на две продольные половины, удаляют голову, внутренности, кожу, плавники (вместе с их костным основанием), позвоночник, плечевые, реберные и мелкие кости, зачищают черную брюшную пленку и сгустки крови. Промывают чистой проточной водой, имеющей температуру не выше 15°C до полного удаления остатков внутренностей, дают стечь воде. Разделки проводят на столе.

Филе разрезают на кусочки размером $5 \times 5 - 10 \times 10$ см на столе.

Фарш рыбный измельчают на волчке через решетку с диаметром отверстий 2–3 мм.

Подготовку оболочек проводят в соответствии с инструкцией по подготовке оболочек для колбасного производства, утвержденной в установленном порядке или рекомендациями на импортную искусственную оболочку, изложенными в сертификатах на нее.

Подготовку полиамидных парогазоводонепроницаемых оболочек производят согласно рекомендациям по применению фирмы-изготовителя.

Соль поваренную перед употреблением просеивают через сито с магнитоуловителем.

Перец черный или белый, орех мускатный, кардамон, тмин измельчают на измельчителях различных конструкций и просеивают через сито (диаметр отверстий 0,8 мм) с целью исключения попадания крупных частиц пряностей.

Экстракты пряностей применяют в соответствии с действующими инструкциями по применению экстрактов пряностей в колбасном производстве, утвержденными в установленном порядке.

Многофункциональные смеси используют в сухом виде, введение которых осуществляют в процессе приготовления фарша с одновременным внесением воды, предназначенной для его гидратации.

Подготовку ароматизаторов, смесей пищевых ингредиентов, пищевых красителей, глутамата, эриторбата, аскорбината производят в соответствии с рекомендациями по их применению или по сертификату.

Приготовление фарша осуществляют в мешалках различных конструкций. Перед приготовлением фарша сырье, пряности, многофункциональные комплексные смеси, воду (лед) и другие материалы взвешивают в соответствии с рецептурой на весах.

При изготовлении рыбных колбас или сосисок в мешалку сначала загружают измельченное рыбное сырье и затем при непрерывном перемешивании последовательно вводят соль, воду/лед (1/3 по рецептуре), многофункциональные смеси, воду/лед (1/3 предусмотренной по рецептуре), пряности (по рецептуре), воду/лед (оставшаяся 1/3).

Общая продолжительность обработки фаршевой эмульсии на мешалке составляет 20–40 мин в зависимости от вида сырья, степени его измельчения и температуры, а также от типа и конструкции мешалки.

После перемешивания фаршевую эмульсию выгружают из мешалки в емкости для созревания и выдерживают при температуре 0–4°C в течение 8–12 ч.

Влагу рекомендуется вносить в виде смеси снега и холодной воды (в соотношении 50 : 50).

В случае применения других искусственных оболочек указанное в рецептуре количество добавляемой влаги увеличивают на 8–10 л из расчета на 100 кг сырья.

После повторного (после созревания) перемешивания фарша в мешалке его направляют на формование.

Формовку фарша рыбных изделий осуществляют в оболочки, искусственные оболочки диаметром 45–120 мм или в металлические формы.

Наполнение оболочек фаршем производят на шприцах с применением вакуума, снабженных устройством для наложения скоб или без него с использованием цевок диаметром 50 мм. Глубина вакуума на шприцах составляет $0,8 \cdot 10^4$ Па. Давление нагнетания должно обеспечить плотную набивку фарша.

Для повышения прочности оболочки рекомендуется на батоны одевать нитяные или капроновые сетки.

При наполнении фаршем полиамидных парогазодонепроницаемых оболочек рекомендуется наполнять их на 8–10% больше номинального диаметра согласно рекомендациям фирмы-изготовителя. Во избежание морщинистости поверхности батонов следует строго соблюдать режимы замачивания и требуемую плотность набивки батонов.

Допускается вырабатывать рыбные колбасы в маркированной оболочке или с наложением этикеток.

При наличии специального оборудования и маркированной оболочки допускается закрепление концов батонов в искусственной оболочке металлическими скобами (скрепками) с наложением петли или без нее.

При отсутствии маркированной оболочки допускается вырабатывать рыбные колбасы в искусственной оболочке с одной поперечной перевязкой по середине батона, а также с наложением цветных отрезков шпагата и маркированных клипс. При применении маркированной оболочки или этикеток допускается товарные отметки не делать. Вязку батонов (товарные отметки) производят в соответствии с требованиями технических условий шпагатом или льняными нитками.

Свободные концы оболочки, нитяной сетки и шпагата при диаметре оболочки до 80 мм должны быть не более 2 см, свыше 80 см — не

более 3 см, концы шпагата при товарной отметке — не длиннее 7 см. Минимальная длина батона — 10 см.

После формовки или наложения скрепок батоны навешивают на палки, которые затем размещают на рамах, не допуская прикосновения батонов друг с другом во избежание слипов.

Допускается укладка батонов в горизонтальные лотки, размещенные на рамах.

Наполнение фарша в формы производят вручную или с помощью шприцов, либо специальными машинами с последующим вакуумированием на специальном оборудовании. Масса фарша в каждой форме должна быть не более 0,6 кг.

Формы из нержавеющей металла или луженые, предварительно выстланные коллагеновой или целлюлозной пленкой, или пленкой из других полимерных материалов, разрешенных к применению учреждениями Госсанэпидслужбы, с оставлением свободных концов пленки для закрывания поверхности фарша в форме, плотно заполняют фаршем, не допуская наличия пор и воздушных пустот.

Открытую поверхность фарша в форме накрывают свободными концами пленки, закрывают крышкой и слегка подпрессовывают.

Сформованные батоны или формы с рыбными колбасами рекомендуются подвергать осадке в течение 2–4 ч при температуре около 12–15°C для подсушивания оболочки, уплотнения фарша, достижения более интенсивной окраски продукции.

После осадки рыбные колбасы направляют на термическую обработку.

Термическую обработку колбас в оболочках производят в стационарных варочных камерах с контролем температуры или в комбинированных термокамерах, или агрегатах непрерывного действия с автоматическим контролем и регулированием температуры, относительной влажности и скорости движения среды.

Батоны варят в пароварочных камерах или в котлах с водой при температуре 75–85°C в зависимости от вида и диаметра оболочек в течение 80–150 мин до достижения в центре батона температуры 80°C.

При варке в котлах рыбные колбасы загружают в воду, нагретую до температуры 85–95°C (при соотношении продукта и воды не менее, чем 1: 3).

Колбасы в искусственной целлофановой оболочке варят только в пароварочных камерах при температуре 80–85°C.

В стационарных камерах батоны колбас в полиамидной оболочке варят при температуре 75–85°C до достижения температуры в центре батона 80°C. Режимы обработки (температурные и последовательность стадий термообработки) рыбных колбас в полиамидных оболочках в универсальных термокамерах аналогичны режимам обработки в стационарных камерах.

Варку рыбных колбас в формах производят в варочных котлах (температура воды при загрузке составляет 90°C) или пароварочных камерах с температурой греющей среды 80–85°C в течение 3–4 ч до достижения температуры в центре продукта 80°C.

После варки колбасы в форме в горячем виде подпрессовывают и опрокидывают над ванной, давая стечь бульону и жиру, после чего направляют на охлаждение.

После варки рыбные колбасы в оболочках охлаждают под душем холодной водопроводной водой в течение 10–15 минут (в целлофановой оболочке — не более 5 мин), затем в камерах охлаждения при температуре 0–8°C и относительной влажности воздуха 85°C, или в соответствии с действующими технологическими инструкциями в туннелях интенсивного охлаждения при температуре от –5 до –7°C, или гидроаэрозольным способом до достижения в центре батона температуры не ниже 0 и не выше 8°C.

Рекомендуется проводить регенерацию (разглаживание морщин) поливиденовой оболочки для обеспечения плотного прилегания оболочки к продукту, для чего охлажденные батоны помещают на 2–5 мин в горячую воду с температурой от 90 до 95°C (или в горячую струю пара).

Рыбные колбасы в формах охлаждают в камерах охлаждения при температуре 0–8°C до температуры в центре батона не ниже 0 и не выше 8°C.

Охлажденную форму опускают на несколько минут в горячую воду, затем опрокидывают над столом, и продукт выпадает. Обогреть форму можно и под душем, при этом ее размещают дном вверх. Затем продукт зачищают от застывшего бульона и жира.

Срок годности рыбных колбасных изделий с момента окончания технологического процесса при температуре в холодильнике от +2°C до +6°C:

- в полиамидных пароводогазонепроницаемых оболочках — не более 20 сут.;
- упакованных под вакуумом — не более 15 сут.

Контрольные вопросы

1. Приведите примеры основных видов разделки прудовой рыбы. Перечислите их отличительные особенности.
2. Назовите методы и режимы охлаждения, замораживания и размораживания прудовой рыбы?
3. Физико-химическая сущность процесса посола? Назовите основные этапы производства соленой рыбы.
4. Основные технологические этапы производства пряной и маринованной рыбы.
5. Основные технологические этапы производства пресервов из прудовой рыбы.
6. Перечислите новые виды вкусоароматических добавок полифункционального действия.
7. Физико-химическая сущность процесса копчения. Назовите основные технологические этапы производства рыбы холодного копчения.
8. Виды и свойства коптильного дыма. Способы копчения. Приведите химический состав коптильного дыма.
9. Основные технологические этапы производства сушеной рыбы.
10. Основные технологические этапы производства вяленой рыбы.
11. Основные технологические этапы производства консервов.
12. Основные технологические этапы производства кулинарных изделий из прудовой рыбы.

Глава 5. Рациональное использование вторичных продуктов разделки прудовой рыбы

5.1. Характеристика вторичных продуктов переработки прудовой рыбы

Прудовая рыба (каarp, толстолобик, белый амур, карась и др.) отличается мясом наиболее высокой питательной ценности. Важнейшими видами прудовой рыбы являются карп и толстолобик, доля которых в уловах составляет более 90 %.

С 60-х г. XX в. рыбоводная культура рыб дополняется новыми видами — дальневосточными растительноядными рыбами — белым амуром, толстолобиком, которые распространены во многих регионах России. Растительноядные рыбы, как и большинство карповых, обладают четко выраженным сезонным ритмом питания: интенсивно питаются в теплое время года и прекращают питание при пониженных температурах.

Карп и толстолобик относятся к среднежирным белковым рыбам, имеющим мясо с достаточно высокими вкусовыми качествами и хорошо сохраняющимися в живом виде. Поэтому основной способ использования этих рыб — реализация через торговую сеть в живом виде. Такой способ использования рыбы позволяет максимально сохранять питательные свойства мяса и является наиболее простым в реализации.

Ввиду сокращения доли океанической и морской рыбы на мировом и отечественном рынках, представляет интерес расширение ассортимента продуктов из прудовой рыбы. В частности, внедрена технология приготовления из карпа и толстолобика копченой, балычной, вяленой продукции, наложен выпуск консервов в томатном соусе. Хорошо зарекомендовала себя копченая продукция из толстолобика благодаря улучшению вкусовых качеств и снижению выраженности такого дефекта мяса рыбы, как наличие большого количества межмышечных мелких костей.

Обработка рыбного сырья неизбежно связана с образованием отходов. Одни отходы могут формироваться вне зависимости от ассортимента вырабатываемой продукции и видового состава обрабатываемого сырья, а на образование других вторичных продуктов переработки рыбы конкретные условия оказывают существенное влияние. К первой группе относятся внутренние органы — икра, молоки, печень, сердце, плавательный пузырь, а также чешуя и кожа рыб. Ко второй группе относятся срезки мяса и нестандартные кусочки. Использование пищевых отходов для производства пищевой, кормовой, технической и медицинской продукции не только оказывает положительное влияние на увеличение объема выпуска рыбной продукции и разнообразие ассортимента, но и способствует комплексному использованию сырья, дает значительную экономию трудовых и прочих ресурсов. С целью максимального и рационального использования вторичных продуктов и отходов переработки рыб необходима объективная всесторонняя химическая оценка и комплексная разработка соответствующих способов, для чего требуется разработка новых нетрадиционных подходов и передовых методов их переработки, корректировка традиционных технологий при выпуске различных видов продукции.

Тело рыбы принято делить на съедобные и несъедобные части и органы. Традиционно, к съедобным частям относятся мясо, голова, икра у самок и молоки у самцов, печень и сердце; к несъедобным — кости, плавники, кишечник, плавательный пузырь, почки, кожа и чешуя. Голову рыбы можно только условно отнести к съедобным частям, так как мышечная ткань у нее развита слабо. Массовое соотношение продуктов переработки и разделки варьируется и зависит от вида рыбы.

Съедобные части и органы рыбы направляют в основном на производство пищевых продуктов. Среднее содержание мышц в теле рыбы составляет около 50%, а средний выход мяса (мышцы вместе с костями и кожей) — около 70% массы тела. У большинства рыб более 95% массы головы составляют хрящи, кости и жабры, которые несъедобны или мало съедобны, и только 5% — мясо. Икра рыб питательна, благодаря повышенному содержанию белков и жира, и поэтому используется на пищевые цели. Среди внутренних органов большое значение имеет печень, составляющая большую часть всей массы внутренностей рыбы и являющаяся важным источником получения жира и витамина А. Масса остальных внутренностей, за исключением половых продуктов и печени, составляет обычно 3–6% массы целой рыбы, из которых 2–4% приходится на долю желудка и кишечника, 0,5–1% — на плавательный пузырь, а остальное — на сердце, селезенку, почки и поддерживающую соедини-

тельную ткань (брыжейку). В период интенсивного питания относительная масса внутренностей может очень сильно увеличиваться в результате обильного наполнения пищеварительного тракта и накопления жировых отложений в брюшной полости и достигать 8–12, а иногда и 20 %.

Масса съедобных частей увеличивается с возрастом рыбы в результате развития жировой и мышечной тканей.

Формирование вторичных продуктов и их массовый выход зависят от различных факторов. Факторы, обуславливающие образование отходов рыбного сырья, подразделяют на объективные и субъективные.

К первой группе факторов относятся те, которые вызывают образование отходов вне зависимости от ассортимента вырабатываемой продукции, выбранной технологической схемы, средств труда, видового состава обрабатываемого сырья и обусловлены биологическими особенностями обрабатываемой рыбы. К таким отходам относятся внутренние органы — икра, молоки, печень, сердце, плавательный пузырь, а также чешуя и кожа рыбы. При разделывании рыбы эти отходы извлекаются, а количество их зависит от вида рыбы, ее размера, сезона вылова.

К группе субъективных факторов относятся те, которые обуславливают образование отходов в зависимости от принятой технологической схемы производства, ассортимента выпускаемой продукции, применяемого оборудования и др. Эти факторы подразделяются на технологические и технические. Технологическими факторами являются те, которые влияют на образование отходов в зависимости от видового состава сырья, его качества и ассортимента. В соответствии с этим, технологические факторы подразделяют на видовые, качественные и ассортиментные.

Качественные факторы возникают в связи с тем, что иногда в обработку поступает сырье, имеющее механические повреждения, вызванные различными причинами. При разделывании такого сырья возникает необходимость удаления поврежденных участков тела рыбы, вследствие чего образуются срезки мяса, нестандартные кусочки, использование которых при выпуске основной продукции невозможно из-за требований стандартов, однако по своим качественным характеристикам они соответствуют требованиям, предъявляемым к сырью для выпуска пищевой продукции. Технические факторы образования пищевых отходов обусловлены недостаточным конструктивным или техническим совершенством различных машин, механизмов и приспособлений, применяемых в процессе производства продукции.

Основными соединениями, из которых построены ткани и органы рыб, являются вода, белки, липиды, минеральные вещества. Кроме них, в состав рыбы входят в незначительных количествах важные и разнообразные по составу и свойствам продукты белкового и липидного обмена, углеводы и продукты их обмена, витамины, гормоны, ферменты, красящие вещества. Отдельные химические соединения распределены в органах и тканях прудовой рыбы неравномерно.

Кости в теле рыбы (за исключением костей головы) составляют около 10 %. В костях содержится значительное количество жира (иногда в костях его больше, чем в мясе) и довольно много белков (табл. 5.1), состоящих в основном из оссеина, близкого к коллагену клейдающего вещества, которое в отличие от коллагена чешуи довольно трудно переходит в глютин.

Таблица 5.1. Химический состав костей некоторых рыб, %

Рыба	Влага	Белки	Жир	Минеральные вещества
Сазан (весной)	56,9	16,6	11,9	—
Сом (весной)	54,1	14,9	21,9	8,3
Судак (осенью)	62,7	17,1	8,5	11,1
Щука (в июне)	64,5	21,2	5,1	13,2
Щука (в августе)	63,5	20,5	4,4	13,7
Окунь (в июне)	63,8	16,1	5,9	14,1
Окунь (в августе)	58,0	18,8	8,4	14,1

Этот белок является неполноценным, так как в нем не содержатся многие незаменимые аминокислоты. До 75 % азота костей входит в состав клейдающего вещества.

В костях много минеральных веществ (золы), из них около 80 % составляет фосфорнокислый кальций, около 7 % — углекислый кальций, и в небольших количествах обнаружены соли: фтористый кальций, хлористый натрий и др.

В позвоночных, реберных, межреберных, черепных костях или жаберных крышках содержится значительное количество фосфорнокислых солей в виде органического и неорганического фосфора (табл. 5.2).

Кости являются сырьем, пригодным для производства клея и кормовой муки. Полученная из костей мука отличается повышенным содержанием минеральных веществ, что особенно важно при использовании ее для корма птиц.

Таблица 5.2. Содержание фосфора в костях некоторых рыб, %

Соли фосфора	Судак	Вобла	Сом
Всего	21,84	12,12	22,23
Фосфатиды	0,028	0,091	0,013
Минеральные	21,51	12,08	21,75

Плавникам рыб свойственно, как и костям, высокое содержание клейдающего оссеина, склеропротеида и мукоида, а также минеральных веществ. Плавники составляют незначительную часть тела рыбы — от 1,5 до 4,0 % его массы. Содержание жира в плавниках обычно является довольно низким (0,5–2,5 %), но у некоторых рыб, например у сома, содержание жира в плавниках может достигать 30 % и более. Из плавников можно приготовить заливки для консервов, но обычно они вместе с костями и другими отходами используются для выработки кормовой муки (табл. 5.3, 5.4).

Кожа составляет 2–7 % общей массы рыбы. Она имеет своеобразное гистологическое строение, заметно отличающееся от строения шкур теплокровных животных. Основной гистологической особенностью кожи рыб является взаимное перекрещивание пучков проколлагеновых волокон, идущих слоями параллельно поверхности рыбы.

Таблица 5.3. Химический состав плавников некоторых рыб, %

Рыба	Влага	Белки	Жир	Минеральные вещества
Сом (весной)	50,9	13,3	29,8	—
Судак (осенью)	62,0	—	—	15,0

Таблица 5.4. Содержание фосфатидов в плавниках рыб

Части тела	Содержание фосфатидов, %
Жучки и плавники:	
осетра	5,56
белуги	2,30
Плавники судака	7,68

Содержание проколлагена в коже рыб обычно колеблется в пределах 20–30%. Из других белков в коже рыб обнаружен элластин. Наряду с белками в коже рыб присутствуют также небелковые азотистые вещества, жир, минеральные вещества. Высокое содержание

жира в коже некоторых рыб обеспечивает пищевую ценность, поэтому обычно кожа используется вместе с мясом. Кожа рыб отличается от мяса более низким содержанием воды (60–70 %) (табл. 5.5).

Таблица 5.5. Химический состав кожи некоторых рыб, %

Рыба	Влага	Белки	Жир	Минеральные вещества
Карась	78,2	16,2	3,5	1,8
Карп	76,3	16,5	5,2	1,6
Толстолобик	71,6	18,7	8,4	1,7
Белый амур	70,4	20,1	7,1	1,2

Высокое содержание проколлагена в коже прудовых рыб обеспечивает возможность использования ее в качестве сырья для получения рыбного клея.

Такие части тела рыб, как кожа и плавники используются в кулинарии и производстве технической продукции.

В состав рыбьих голов входят мышцы, соединительные ткани и кости черепа. Как мышцы, так и соединительные ткани содержат белки и жиры, хорошо усвояемые человеческим организмом, и представляют значительную пищевую ценность (табл. 5.6).

Таблица 5.6. Химический состав голов некоторых рыб, %

Рыба	Влага	Белки	Жир	Минеральные вещества
Лещ (осенью)	71,0	15,0	9,0	—
Лещ (весной)	63,0	16,0	11,0	9,0
Сазан (осенью)	59,0	15,0	15,0	10,0
Сазан (весной)	58,9	15,4	12,8	—
Сом (осенью)	67,0–72,0	16,0–18,0	4,0–6,0	1,0
Сом (весной)	71,0	18,0	5,0	8,0
Судак (осенью)	67,0	17,0	6,0	10,0
Судак (весной)	69,0	16,0	5,0	—
Толстолобик	71,9	12,0	12,1	5,5
Щука (в августе)	72,7	15,0	1,8	8,1
Щука (в июне)	71,2	17,4	2,5	8,4
Окунь (в августе)	70,1	16,1	1,1	7,1
Окунь (в июне)	66,1	15,4	7,0	8,8

В головах некоторых костистых рыб обнаружено следующее содержание фосфатидов, %:

Лещ	2,19–4,31
Сазан	2,73–4,07
Сом	1,89–3,28
Судак	1,92–4,52
Вобла	2,64–3,17
Щука	2,74

Кости черепа содержат большое количество жира, нередко достигающее 15–20 % по отношению к массе костей, минеральных веществ (10–15 %), представленных в основном фосфорнокислым кальцием, а также белковых веществ: оссеина (вещества, близкого к коллагену), склеропотеида и мукоида. Особенностью двух последних белковых веществ является их неусвояемость человеческим организмом.

Головы большинства видов рыб служат сырьем для приготовления кормовой муки и жира. Головы прудовых рыб используют для приготовления ухи и суповых наборов.

Высокое содержание белковых и минеральных веществ характерно для чешуи рыб. Чешуя составляет от 1,0 до 10 % массы тела рыбы. Так, в чешуе некоторых рыб количество белковых веществ 35 %, минеральных веществ — 30 % и более (табл. 5.7).

Таблица 5.7. Химический состав чешуи некоторых рыб

Вид рыбы	Содержание (на сухой вес), %		
	минеральных веществ	коллагена	ихтиолепидина
Судак	55,7	36,3	3,4
Лещ	38,1	48,3	7,9
Карась	40,4	47,1	7,8
Сазан	31,1	56,5	6,1
Щука	43,3	46,8	5,2
Толстолобик	31,4	58,4	5,6
Вобла	39,1	51,2	7,6
Красноперка	40,1	50,6	7,2

Белковые вещества чешуи прудовых рыб примерно на 90 % и более представлены веществом проколлагеном, легко превращающимся

в глютин. Другим, обычно присутствующим в чешуе прудовых рыб, белком является ихтиолепидин, нерастворяемый в воде даже при кипячении. В чешуе многих рыб откладываются в довольно большом количестве (до 3,5%) кристаллы гуанина, придающие ей серебристый блеск. Наличие в чешуе рыб большого количества проколлагена позволяет использовать ее для приготовления рыбного клея, а наличие гуанина — жемчужного пата (искусственного жемчуга).

Плавательный пузырь составляет обычно не более 1%. Его ценность предопределяется содержанием глютина — клейдающего вещества, образующегося при тепловой обработке коллагена (в среднем 25%). Плавательный пузырь многих видов прудовых рыб является ценным сырьем для получения высококачественного клея. Другая особенность плавательных пузырей — отложение в их эпителиальном слое кристаллов гуанина, что позволяет направлять их на приготовление жемчужного пата.

Не у всех рыб перечисленные пищеварительные органы представлены в полном наборе. У некоторых рыб (лещ, сазан, вобла) отсутствует желудок и поджелудочная железа.

При оценке массового состава тела рыбы пищеварительные органы учитываются вместе с другими внутренними органами — сердцем, плавательным пузырем, почками и гонадами. Масса внутренних органов рыб составляет от 3,8 до 8% массы тела рыбы.

Для пищеварительных органов прудовых рыб характерным является присутствие в них разнообразных ферментов, витаминов и других биологически активных веществ. Это позволяет рассматривать внутренности как перспективный источник ферментных и витаминных препаратов. Характерным для внутренностей прудовых рыб является также высокое содержание жира, достигающее, например, у леща 35% и более, и воды (50–80%). Это свидетельствует о возможности использования внутренностей для получения различного вида жиров: пищевых, ветеринарных, технических.

В плазме крови содержится вода, белки, соли и конечные продукты обмена веществ. Органические вещества крови прудовых рыб составляют до 7%. В них большая часть представлена белками. Минеральные вещества составляют 1,3–1,8% массы крови. В эритроцитах рыб содержится примерно 60% воды и 40% сухого остатка, в котором до 95% гемоглобина и 5% других белков, а также липидов. Лейкоциты богаты протеолитическими и липолитическими ферментами. Кровь рыб является сырьем для пищевых целей. Пресноводные костистые рыбы

имеют меньше крови (1,8–1,4%), чем морские (1,9–7,3%). Содержание крови у некоторых рыб (в %): карась — 1,3, карп — 2,2, щука — 2,1, толстолобик — 2,0, сом — 4,1, скумбрия — 6,2, ставрида — 7,3.

Таким образом, сбор и переработка вторичных продуктов и отходов представляет собой интерес, прежде всего из-за достаточно высокого содержания белков, витаминов, микроэлементов. Однако сведения об их физико-химических и функционально-технологических свойствах недостаточны. В то же время вторичные продукты и отходы могут выступать сырьем для получения ингредиентов, препаратов биологически активных веществ и пищевых добавок.

В связи с этим требуется научное обоснование рационального использования этих ресурсов и разработка подходов в получении продуктов, преимущественно пищевых.

Из приведенного информационного материала следует, что для реализации безотходных технологий и рационального использования ресурсов с учетом современных тенденций в питании и производстве пищевых продуктов необходимо углубленное исследование химического состава, особенно, по изучению функционально-технологических свойств и биологической ценности отдельных ингредиентов, что позволяет выработать и рекомендовать новые подходы в их использовании.

5.2 Коллагеновые рыбные белки: структура, функции, роль в питании

Среди перечня полезных веществ прудовой рыбы следует особо подчеркнуть значение коллагеновых белков. Интерес к ним основывается на уникальных свойствах этих белков и их роли в питании, благодаря которым возможно создание принципиально новых продуктов, препаратов, материалов.

Разработка научно-обоснованных путей рациональной переработки и использования вторичных продуктов переработки прудовой рыбы как источников соединительнотканых белков (кожа, плавники, чешуя), необходимая для реализации возможностей рыбной промышленности в усилении производственного потенциала за счет освоения новых нетрадиционных технологий продуктов питания, имеет большую актуальность, важное социальное и экологическое значение.

Анализ источников научно-технической и патентной литературы свидетельствует об интенсивном накоплении теоретических зна-

ний о строении, структуре, биохимии и прикладных возможностях коллагена за последние 25 лет, связанном с именами как отечественных (В. Н. Орехович, В. И. Мазуров, Л. И. Слущкий, А. А. Зайдес, А. Н. Михайлов, Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. Б. Лисицын, Н. Н. Липатов и др.), так и зарубежных (К. Кюн, А. Вейс, М. Танзер и др.) ученых. Это связано с уникальностью его свойств, которая побуждает интерес ученых к применению их в исследовательской практике и народном хозяйстве.

В основе практического использования коллагенсодержащих тканей лежат следующие важные свойства коллагена:

- способность сохранять структуру на молекулярном уровне при выделении из тканей и отделении от других компонентов;
- возможность стабилизации надмолекулярной структуры и ее дополнительного структурирования, лежащие в основе консервирования, первичной обработки коллагенсодержащего сырья, а также получения коллагеновых материалов;
- способность, после выделения и перевода в раствор, к восстановлению с образованием различных видов надмолекулярных структур, и потенциальная возможность получения искусственных и модифицированных коллагеновых материалов для нужд пищевой промышленности, медицины, ветеринарии, других отраслей хозяйства.

Специфический ряд физико-химических, биохимических, биологических свойств, присущих коллагену, обусловлен уникальной пространственной структурой этого белка в связи с высокой степенью организации на всех ступенях макро- и микроструктуры — от объединения аминокислот в полипептидные цепи до разнообразного переплетения коллагеновых волокон в тканях млекопитающих и рыб в зависимости от их биологических функций.

Известно, что свойства коллагена связаны как с особенностями химического строения, физико-химической активностью, реакционной способностью функциональных групп на каждом структурном уровне, так и со специфическим составом и последовательностью расположения аминокислот в полипептидных цепях индивидуальной молекулы, которая состоит из трех полипептидных цепей, называемых α -цепями.

Аминокислотный состав коллагена характерен: преобладанием остатков глицина и аланина (соответственно 33–35 и 10–15% к сумме аминокислот), что необычно много по сравнению с большинством других белков; очень низкой долей тирозина и метионина; отсутствием триптофана и цистина. Еще более характерным отличительным при-

знаком коллагена является высокая доля пролина и гидроксипролина (23% к сумме аминокислот). В аминокислотной последовательности полипептидной цепи идентифицированы также две нестандартных аминокислоты гидроксизин и гидроксипролин, которые практически не встречаются в других белках.

Важная роль в исследовании структуры коллагена принадлежит расшифровке пространственной конфигурации полипептидных цепей (табл. 5.8).

В настоящее время общее признание получила модель Рича и Крика, согласно которой молекулы коллагена представляют собой три спиральные полипептидные цепи, свернутые дополнительно в одну суперспираль.

При этом каждая спираль имеет структуру, сходную со структурой полиглицина или поли-L-пролина.

Исследование синтетических аналогов коллагена показало, что наличие в его первичной структуре пролина, оксипролина и последовательности типа -гли-про-про- спонтанно определяет трехспиральную форму макромолекулы. Пирролидиновые кольца аминокислот имеют особые стереохимические свойства и ограничивают гибкость цепи, вследствие чего образуются изгибы. Поэтому их присутствие в белках несовместимо с существованием α -спиральной структуры.

Таблица 5.8. Структурная организация коллагена на разных уровнях

Структурные области	Структурные уровни	Структура	Характерные черты структуры
Внутримолекулярная структура (размеры ≤ 300 нм)	Аминокислотная последовательность	Первичная	Последовательность расположения аминокислот вдоль полипептидной цепи.
	Конформация главной полипептидной цепи	Вторичная	Пространственная форма отдельных спиральных цепей.
	Форма молекул	Третичная	Пространственное расположение спиралей в тройной спирали, размеры молекул
Надмолекулярная структура (размеры > 300 нм)	Фибриллы	Четвертичная	Строение и форма надмолекулярных структур (фибриллы).
	Волокна и пучки	Пятеричная	Строение и форма волокон и пучков

Таким образом, формируется специфическая вторичная структура в виде трехцепочечных спиралей. При этом каждый третий остаток в полипептидной цепи коллагена представлен глицином, α -углеродный атом которого погружен внутрь молекулы, где R-группа любой другой аминокислоты разместиться не может. R-группы остальных аминокислот находятся на внешней стороне цепи и участвуют в межмолекулярных взаимодействиях, образующих многочисленные поперечные связи, в том числе ковалентные. Три цепи стабилизируются также водородными связями между $-C=O\dots NH$ -группами пептидных связей соседних цепей.

Отсутствие ковалентных поперечных связей в незрелом коллагене позволило выделить основную структурную единицу, названную тропоколлагеном. В настоящее время термин «тропоколлаген» утвердился как название трехспиральной макромолекулы коллагена, лежащей в основе структурной организации всех коллагеновых фракций.

Тропоколлаген состоит из трех полипептидных цепей одинакового размера (около 1000 остатков аминокислот). Состав цепей зависит от типа коллагена, так как структура коллагеновых волокон обусловлена типом ткани и соответствует ее специализации.

Независимо от типа коллагена и особенностей расположения его фибрилл в образцах различных соединительных тканей, на электронных микрофотографиях всегда обнаруживается регулярно повторяющаяся поперечная исчерченность с периодом от 60 до 70 нм (в зависимости от источника получения коллагена). Точное значение периода может несколько варьировать, поскольку коллаген не индивидуальный белок, а семейство сходных белков с некоторыми структурными отличиями, зависящими от их анатомической функции и вида организма.

Вследствие плотной молекулярной структуры и наличия межмолекулярных ковалентных связей коллаген практически нерастяжим, нерастворим, хотя и способен к набуханию в водных растворах с увеличением массы в 1,5–2,0 раза, уступая миозину мышечной ткани.

Нерастворимые нити коллагена — наиболее прочные из всех волокнистых веществ в организме и способны выдержать нагрузку, масса которой как минимум в 10 000 раз превышает их собственную, превосходя по прочности стальную проволоку равного поперечного сечения.

При нагревании коллагена в водной среде (до 50°C) его структура деформируется, нити изгибаются, длина их сокращается до 1/3 первоначальной длины. Одновременно фибриллы теряют поперечную ис-

черченность, становясь более эластичными и прозрачными. При исследовании под микроскопом обнаруживается сильная гомогенизация их микроструктуры. Вследствие теплового воздействия происходит денатурация с нарушением связей, удерживающих коллаген в нативной конформации, а также частичный гидролитический распад по месту пептидных связей. Сваренный коллаген (желатин), необратимо утрачивает нативные физико-химические свойства: приобретает способность растворяться в воде, легко гидролизует трипсином и другими ферментами, в то время как в нативном состоянии коллаген соединительнотканых образований очень медленно подвергается действию пищеварительных ферментов, а также катепсинов.

Эффективное разрушение уникальной структуры коллагена возможно под действием коллагеназ — ферментов, специфически расщепляющих коллаген. Истинной коллагеназой считается фермент, имеющий специфичность к гидролизу коллагена, а именно к разрыву пептидных связей, образованных пролином. В отношении других ферментов коллаген проявляет высокую степень устойчивости.

Из-за отмеченных свойств коллагена (плохая атакуемость ферментами и несбалансированность аминокислотного состава) долгое время коллагенсодержащие ткани как пищевые источники относили к малоценным, что и обусловило традиции переработки такого сырья, в основном, связанные с выработкой желатина, клея, кормовой муки и т. п. Благодаря достижениям науки о питании, роль коллагеновых белков пересмотрена. Установлена их физиологическая активность, в связи с чем коллагеновые белки причисляют к пищевым волокнам, присутствие которых в суточном рационе обязательно. Появился ряд научных работ, доказывающих их адсорбционную активность, положительное влияние на моторику кишечника и секреторную функцию организма. Это положило начало исследованиям, связанным с изучением лечебно-профилактического эффекта при дозированном введении коллагеновых белков в пищевые рационы. Сегодня известно, что коллагеновые белки выводят радионуклиды и химические токсиканты, регулируют пищеварение за счет стимулирования перистальтики кишечника, способствуют лучшему перевариванию пищи, обеспечивая активное выделение пищеварительных соков. В связи с этим, перспектива их использования значительна. Способность коллагеновых белков к структурообразованию, свариванию, гидролизу, растворению побуждает идеи, связанные с разработкой подходов, принципов и методов использования их при производстве пищевых продуктов.

5.3. Основы технологии переработки сырья и отходов, полученных при рациональной разделке прудовых рыб

Нередко приходится слышать, что, например, производственный процесс на промысловых судах, при котором одна часть добытой и разделанной рыбы идет на выработку пищевой продукции (мороженая тушка, филе или консервы), другая же часть сырья, образовавшаяся при разделке улова, направляется на выработку кормовой муки, является безотходным производством. Те же технологические процессы, в результате которых, помимо пищевых и кормовых продуктов, получают какой-либо дополнительный пищевой или технический продукт, например, витамины, жир или моющий шампунь и др., тем более относятся к законченному безотходному производству и глубокой переработке.

Кормовые продукты. Основными видами кормовой рыбной продукции, приготовленной с использованием рыбных отходов, являются рыбная мука и рыбный фарш, консервированный пиросульфатом натрия или муравьиной кислотой.

Рыбная мука является высокоценным кормовым продуктом и широко используется в виде добавки в рационы сельскохозяйственных животных, птиц, а также в пушном звероводстве. Высокая биологическая ценность рыбной муки способствует увеличению объемов ее мирового производства. По данным ФАО, мировая потребность в рыбной муке составляет 8,5 млн т в год. В качестве сырья для производства кормовой муки используют отходы, образующиеся при разделке рыбы на консервных заводах и особенно на судах рыбного промысла.

В отходах разных прудовых рыб содержание белка колеблется в среднем от 10 до 17%. Однако этот белок в значительной степени состоит из соединительной ткани костей — оссеина, бедного незаменимыми аминокислотами, поэтому для повышения кормовой ценности муки к костям с прирезами мяса обязательно добавляют внутренности.

Кормовая мука, помимо содержания в своем составе полноценных белков и жира, характеризуется наличием водорастворимых витаминов группы В, в том числе рибофлавина В₂ и пантотеновой кислоты В₃, оказывающих сильное влияние на рост и продуктивность сельскохозяйственных животных и птицы. Особое значение имеет содержащийся в муке витамин В₁₂, повышающий степень использования животными растительного корма. Помимо белков, жиров и витаминов,

рыбная мука содержит микроэлементы, способствующие росту сельскохозяйственных животных и улучшающие качество продукции животноводства и птицеводства.

Основная ценность кормовой муки заключается в повышенном содержании аминокислот, отсутствующих в растительных кормах или находящихся в них в малых количествах. К таким аминокислотам относят лизин, метионин и др. В то же время применение кормовой муки в рационах животных и особенно птицы осложняется необходимостью ее равномерного распределения во всей массе корма. На птицефермах применяют только гранулированные корма, мелко измельченную муку использовать невозможно.

При очистке производственных сточных вод рыбообработывающих предприятий комбинированным способом (коагуляция и ультрафильтрация) побочным продуктом была выделена *белково-жировая масса* (БМЖ). БМЖ можно добавлять в рыбный жом перед сушкой при производстве кормовой рыбной муки, но не более 10% к массе жома, так как в БМЖ содержится большое количество воды (88,5–91,8%).

В последние годы за рубежом разработан и внедрен ряд новых способов приготовления кормовой рыбной продукции из отходов от разделки рыбы, не требующих применения сложного и дорогостоящего оборудования. К их числу относятся способы приготовления сухеных рыбозерновых смесей и ферментированных кормовых продуктов (рыбного силоса).

Рыбный силос в настоящее время готовят в основном из отходов от разделки тощей и сорной рыбы. Технология его приготовления заключается в измельчении рыбных отходов, их консервировании путем добавления 1,5–3% муравьиной или пропионовой кислоты и выдерживании при температуре окружающего воздуха (в условиях умеренного климата с весны до осени) до полного разжижения. Образовавшаяся жидкая масса расслаивается при отстаивании на верхнюю жировую и нижнюю белковую фракции. Легко прогоркающая жировая фракция может быть отделена от рыбного силоса путем декантации. Продолжительность хранения рыбного силоса составляет 1–3 мес.

Высушивание и разваривание сырья при производстве муки снижают содержание витаминов. Кормовая ценность рыбного белка повышается, если из технологической схемы исключается тепловая обработка сырья, например, при получении кормовых фаршей и гидролизатов.

Кормовой фарш получают по следующей технологической схеме. Отходы рыбы измельчают на куттерах. Полученный фарш перемешивают с консервантом — пиросульфитом, селитрой, муравьиной кислотой, поваренной солью или замораживают в блоках. Немедленно после смешения с консервантом фарш фасуют в бочки и направляют потребителям (фермам колхозов или совхозов). Такой способ обработки высокопроизводителен, экономически эффективен. Однако продукция должна реализовываться немедленно, особенно при консервировании поваренной солью.

Для удобства использования в животноводстве и птицеводстве белковые продукты вырабатывают в жидком виде, например, *кормовые гидролизаты*. Жидким белковым продуктом достаточно просто смачивать любые виды кормов, в том числе и зерно на птицефермах.

Кормовыми гидролизатами называются продукты ферментного разрушения животного белка, представляющие собой смеси аминокислот и полипептидов. Приготовление кормовых гидролизатов основано на гидролизе сырья под действием специально вносимых или собственных ферментных систем. При этом белок гидролизуеться с образованием аминокислот, полипептидов и более крупных фрагментов белковых молекул; глубина гидролиза зависит от температуры, при которой проводится протеолиз, и от продолжительности выдержки гидролизуемой массы в ферментаторе.

Протеолиз различных фракций мышечных белков под действием собственных ферментов (автопротеолиз) происходит с различной скоростью; быстрее разрушаются высокомолекулярные фракции. Соединительная, а тем более костная ткани автопротеолизу практически не поддаются. Продукты ферментализации образуют с водой, находящейся в сырье, раствор — взвесь частиц различной степени дисперсности и с концентрацией азотсодержащих веществ около 16 %.

Большую концентрацию продуктов распада белка можно получить, применяя специальные ферментные препараты микробиального происхождения. В этом случае возможен и протеолиз коллагена. Однако применение ферментных препаратов связано с увеличением производственных затрат. Кроме того, дополнительный протеолиз коллагена не повышает кормовой ценности продукта, так как в коллагене отсутствуют некоторые незаменимые кислоты.

Производство *рыбных кормовых заменителей молока* (РКЗМ) организовано во многих странах. Готовят эти продукты на основе ферментативного гидролиза. Основной целью внесения ферментов является

обеспечение полного отделения мягких тканей сырья от твердых (костей, чешуи, плавников).

В АтлантНИРО разработана технология получения жидкого рыбного кормового заменителя молока (РКЗМ), позволяющая сохранить первоначальные свойства сырья. Отделение мягких тканей от сырья производится без внесения ферментов при интенсивном перемешивании измельченного материала с водой.

Получаемый продукт, названный рыбным кормовым заменителем молока (РКЗМ), представляет собой однородную суспензию (полидисперсную жидкость) без кусочков мяса и костей. Цвет его зависит от вида используемых отходов: может иметь оттенки серого и бурого цветов, и от светлых до темных; запах — свойственный рыбе без признаков порчи. По общему химическому составу (за исключением молочного сахара) этот кормовой продукт похож на молоко: содержание белков в нем не менее 3–4 %, небелковых азотистых веществ — 0,08–0,09 %, минеральных веществ — не более 0,65–0,70 %; содержание жира зависит от жирности сырья и находится в пределах от 1 до 7%. Общая микробиальная обсемененность рыбной суспензии не превышает норм, допустимых для кормовых продуктов. Суспензия выдерживает пастеризацию при температуре до 80°C. Кормление больных телят необезжиренным РКЗМ способствует их выздоровлению и дальнейшему нормальному развитию.

Проанализировав все вышесказанное, можно сделать вывод о целесообразности использования вторичных продуктов переработки прудовой рыбы на кормовые цели. Это создаст безотходную технологию производства, что является экономически выгодным для рыбоперерабатывающих предприятий и целесообразно для экологического благополучия производства.

Пищевые продукты. Следует заметить возможность эффективно использования пищевых рыбных отходов и приготовления из них пищевой продукции с достаточно высокими потребительскими свойствами. В то же время пищевые рыбные отходы используют далеко не полностью. Ежегодно на предприятиях отрасли накапливается значительное количество рыбных отходов, в том числе и пищевых, но на выпуск пищевой продукции направляется лишь небольшая доля этого сырья.

Производственный опыт свидетельствует о целесообразности выбора из общего потока рыбных отходов таких, как головы и скелетные кости, на которых при разделке рыбы остается большое количество

прирезей мяса. Наиболее доступный способ пищевого использования этого вида рыбных отходов — приготовление *наборов для ухи*.

При разделке прудовой рыбы на *филе* значительное количество мяса остается на скелетных костях. Большая часть оставшегося на скелетных костях мяса может быть довольно легко отделена вручную или с применением простейших приспособлений. За рубежом широкое применение нашел механизированный способ отделения мяса прудовой рыбы от скелетных костей, обеспечивающий при этом разделение его на части, отличающиеся качественными характеристиками: мясо с реберных костей («светлое» мясо) и мясо с позвоночной кости («темное» мясо), сильно пропитанное кровью из-за обилия кровеносных сосудов вблизи позвоночной кости.

Эффективным способом утилизации пищевых рыбных отходов является их *варка при повышенном давлении*, для размягчения костей, и последующее использование костей и мяса для приготовления кулинарной продукции. Отходы от разделки рыбы на филе, включая скелетные кости с остатками мяса и съедобные части голов, измельчают до размера частиц около 12 мм, смешивают с измельченными тушками рыбы и затем направляют в автоклав, добавляют 10 % воды и автоклавируют 30 мин при температуре 120°C. Проварившуюся массу охлаждают и подвергают тонкому измельчению. Подготовленную таким образом рыбную массу, наличие костей в которой практически не ощущается, используют для приготовления котлет, например рыбокартофельных.

Известен опыт использования бульона, приготовленного из отходов от разделки рыбы на филе без кожи, как заменителя яичного белка при изготовлении кулинарной продукции. Для приготовления бульона отходы варили при слабом кипении в течение 45 мин без добавления соли, затем его процеживали через сито и упаривали до концентрированного состояния. После охлаждения бульон взбивали в электромиксере и в виде пены добавляли к пищевой массе, используемой для приготовления рыбного суфле.

В рыбной промышленности неиспользуемым резервом являются бульоны, образующиеся при тепловой обработке рыбы. Количество бульонов в зависимости от различных технологических факторов составляет 9–25 % к массе сырья. Они содержат до 6 % сухих веществ, которые представлены азотистыми экстрактивными веществами, водорастворимыми белками, липидами, макро- и микроэлементами, витаминами.

Бульоны имеют высокое содержание влаги, поэтому на их основе можно получать соусы, пастообразные приправы к различным блюдам.

Известна технологическая схема получения *пищевых эмульсий с использованием бульонов*, образующихся при термической обработке рыбы и морепродуктов, которая включает следующие операции: получение бульона из рыбных отходов или сбор бланшировочных бульонов, концентрирование бульона, дозирование и смешивание компонентов соуса, эмульгирование, расфасовку в тару, хранение готовой продукции. Получаемые продукты по органолептическим показателям близки к соусам или майонезам. В результате многочисленных дегустаций установлены наиболее приемлемые рецептуры соусов и майонезов, которые включают следующие компоненты (в %): бульон рыбный или кальмаровый — 46,1–52,7; хитозан — 0,25–0,30; 80 %-ную уксусную кислоту — 0,5–1,0; растительное масло — 30,0–50,0; поваренную соль — 1,1–1,5; сахар — 1,5–4,0; 30 %-ную томат-пасту — 10,0; лук — 2,0–4,0; специи — 0,5–0,6.

Бульоны, образующиеся при термической обработке рыбы и морепродуктов, собирают в специальные емкости и направляют на концентрирование. Степень концентрирования бульонов влияет на стабильность соусов при хранении. Наибольшей стабильностью обладают соусы, приготовленные с использованием бульонов, содержащих 7,5–8,0 % сухих веществ. Однако необходимость концентрирования бульонов отпадает при использовании отходов, образующихся от разделки некоторых видов рыб.

Белковые препараты пищевого назначения используют в качестве пищевых функциональных добавок. Они обладают эмульгирующей, пенообразующей и желирующей способностью.

Возможно также использовать препараты рыбного белка для производства белковых напитков, в качестве компонента сухих супов, для приготовления пористых и хрустящих продуктов (например, чипсов), особых сортов сыра, рыбных бисквитов и др.

Для производства пищевой продукции отечественной промышленности широко используется *икра* таких рыб, как щука, сазан, лещ и др., однако пищевое использование многих прудовых рыб весьма ограничено, несмотря на то, что икра многих рыб имеет высокую питательную и биологическую ценность.

В целях рационального использования пищевых отходов при разделке сазана разработана технология приготовления пастообразного продукта из икры. Ястыки рыбы пробиваются на грохотке, просаливание

производится в тузлуке плотностью 1,1–1,15 г/см³, гомогенизируют пасту на куттере и упаковывают в стеклянные банки с последующей пастеризацией.

Как отмечалось выше, много отходов образуется непосредственно при изготовлении пищевой продукции.

Наиболее простой и доступный способ использования этих пищевых отходов — приготовление *фарша* и изготовление *кулинарных изделий* на его основе. Одним из примеров является технология приготовления рыбных и рыбокартофельных котлет (жареных и полуфабрикатов), разработанная ВНИРО.

Одним из новых видов рыботоров, который может быть получен из нестандартной и мелкой рыбы, является *тонкоизмельченная рыбная масса* (ТРМ), производимая по технологической схеме, разработанной сотрудниками ВНИИРО. Широкий ассортимент изделий из ТРМ дает возможность использования этого нового продукта в кулинарных цехах рыбоперерабатывающих предприятий и на предприятиях общественного питания.

Причины слабого использования рыбных отходов в пищевых целях неоднозначны. Тем не менее, есть ряд общих причин, определяющих в целом проблему нерационального использования пищевых рыбных отходов и направления их главным образом на выпуск кормовой и технической продукции: слабая организация производства и труда при сборе, хранении и транспортировке пищевых отходов; несовершенство структурных форм организации производственного процесса выпуска продукции; отсутствие системного подхода к планированию производства продукции из пищевых отходов. Для решения проблемы рационального использования пищевых отходов особенно большое значение имеют вопросы планирования, которое должно учитывать все особенности, присущие производству пищевой продукции из отходов.

Таким образом, для максимального использования вторичных продуктов переработки рыбы на пищевые цели требуется обоснование технических решений. Наиболее актуальным направлением в этой области является возможность переориентации части непищевых отходов на пищевые цели. Для этого требуется более тщательное исследование их функциональных и физико-химических свойств. Примером результатов таких исследований может служить

коллагеновая пищевая эмульсия из кожи прудовых рыб, разработанная сотрудниками Воронежской государственной технологической академии.

Учитывая высокую массовую долю кож прудовых рыб при разделке и общую тенденцию накопления ее при выпуске такой рыбной продукции, как филе и полуфабрикаты, главной задачей ставится вовлечение ее в основное производство, так как она представляет практически прямые потери.

Достаточно высокое содержание в коже рыб белка и жира говорит о высокой пищевой ценности данного вида отходов. Особенно привлекает внимание высокая массовая доля белков, общий дефицит и функциональность которых в пищевых рационах известны в мировых масштабах.

Функции белков, как технологические, так и биологические, зависят от аминокислотного состава, который, в свою очередь, определяет пищевую ценность, а также может служить средством идентификации и оценки качества различных белков.

Как видно из данных табл. 5.9, кожа прудовых рыб содержит в своем составе полный набор протеиногенных аминокислот.

Особое внимание обращает на себя высокая доля аспарагиновой и глутаминовой кислот в кожах карася, толстолобика и белого амура, которые, как известно, являются химическими предшественниками вкуса, и дополнительно — высокое содержание глицина и аланина, что свидетельствует о том, что кожа данного вида рыбы содержит в белковой фракции в качестве превалирующего компонента коллагеновые белки. Эти аминокислоты в соответствии с теорией пространственного строения коллагена являются его структурными признаками.

Аналогичные особенности аминокислотного состава можно проследить на примере всех исследованных кож прудовых рыб. Следовательно, кожа рыб перспективна для получения коллагеновых белков и разработки на их основе коллагеновых субстанций, приемлемых для использования на пищевые цели.

Показатели перевариваемости системой пищеварительных ферментов «пепсин-трипсин» (*in vitro*) позволяет оценить скорость ферментативного гидролиза опытных образцов кож прудовых рыб (рис. 5.1).

Таблица 5.9. Аминокислотный состав кожи прудовых рыб (в % к сухому веществу)

Наименование аминокислоты	Карась	Карп	Толстолобик	Белый амур
Аспарагиновая кислота	1,549	1,264	1,604	1,531
Треонин	0,695	0,569	0,903	0,762
Серин	0,753	0,632	0,881	0,745
Глутаминовая кислота	3,055	2,915	3,871	3,311
Пролин	1,11	0,941	0,983	1,05
Цистин	0,237	0,233	0,235	0,241
Глицин	0,909	0,794	1,116	1,133
Аланин	1,219	0,811	1,002	0,895
Валин	0,829	0,765	0,884	1,112
Метионин	0,363	0,303	0,300	0,381
Изолейцин	0,604	0,551	0,381	0,446
Лейцин	1,218	1,073	0,663	1,400
Тирозин	0,163	0,351	0,161	0,122
Фенилаланин	1,161	1,163	0,844	0,789
Гистидин	0,497	0,375	0,408	0,651
Лизин	1,106	1,161	1,164	0,921
Аргинин	0,945	0,949	0,945	0,911
Итого	16,788	15,223	16,661	16,764

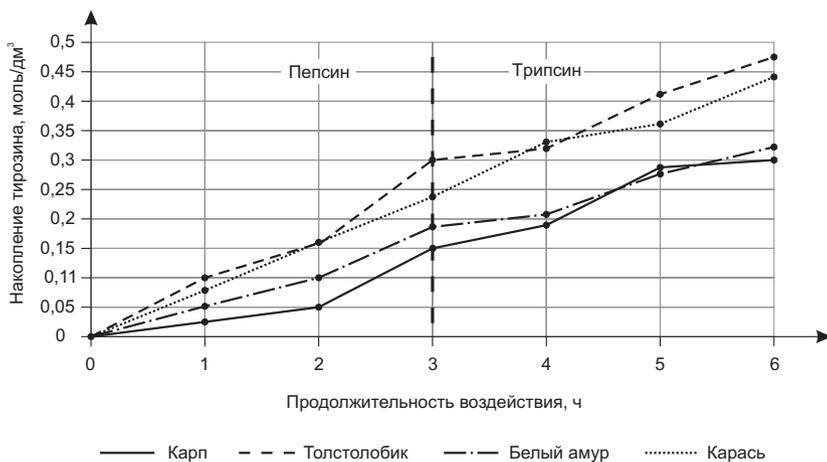


Рис. 5.1. Перевариваемость кож прудовых рыб

Перевариваемость опытных образцов кож прудовых рыб достаточно низкая. Это связано, прежде всего, с тем, что в коже исследуемых рыб содержится достаточное количество коллагена, который практически не подвергается действию пищеварительных ферментов желудочно-кишечного тракта человека. В связи с этим коллаген кож прудовых рыб можно отнести к пищевым волокнам. Известно, что кожа составляет 2–7 % общей массы рыб и по количеству основных пищевых веществ приближается к мышечной ткани соответствующих видов рыб. В коже содержится большое количество азотсодержащих веществ, в основном коллагена (85–90 % общего содержания азотистых веществ). В коже морских рыб содержание коллагена составляет 9,6–17,1 %, а эластина — 2,3–4,0 %, что соответствует 35–54,4 и 8,6–12,7 % в пересчете на сухое вещество, в связи с чем известно использование кожи некоторых рыб в качестве кожевенного сырья и сырья для получения технического рыбного клея.

В связи с этим целесообразным явилось определение содержания коллагена и в кожах прудовых рыб. Полученные результаты приведены в табл. 5.10.

Таблица 5.10. Содержание коллагена в коже прудовых рыб

Наименование рыбы	Содержание коллагена, %
Карась	16±1
Карп	16±1
Белый амур	21±1
Толстолобик	17±1

При обосновании рационального использования вторичных коллагенсодержащих продуктов разделки рыбы на пищевые цели установлено, что целесообразно использовать кожу прудовых рыб как источник сырья для получения коллагеновых пищевых эмульсий в технологии рыбных продуктов для дозированного введения в состав рыбного фарша взамен основного сырья для улучшения функциональных свойств и придания профилактического значения продуктам питания.

Для определения уровня стабильности коллагена кож прудовых рыб и установления характеристики изменений, происходящих в структуре коллагена в результате его обработок, была определена температура сваривания коллагена. Было установлено, что сваривание коллагена начинается приблизительно при 50 °С.

Кожу, снятую с соленой рыбы, перед измельчением на волчке не промывают, что позволяет сократить расход поваренной соли на приготовление раствора для экстрагирования глобулиновой белковой фракции.

Дополнительно балластные сопутствующие белки из кожи удаляют ферментативно.

Конечный продукт получают с использованием размягчителя, которым служит ферментный препарат протеолитического действия.

По истечении указанного времени набухшую кожу рыб промывают водой, закладывают в куттер и измельчают до температуры 40°C. Далее, в куттер вносят соевый белок, лед и куттеруют до консистенции сметаны.

Разработана модифицированная технологическая схема получения коллагеновой эмульсии. Технология позволяет использовать мало-востребованное в пищевых целях коллагенсодержащее сырье рыбной промышленности.

Выход коллагеновой эмульсии составил 195%. По внешнему виду она представляет собой сметанообразную массу серого цвета, с характерным рыбным запахом. Допускается наличие мелких вкраплений неразработанной рыбной кожи. Для получения более светлого оттенка эмульсии допускается предварительное отбеливание рыбной кожи посредством выдерживания в 3%-ном растворе перекиси водорода и последующем промывании проточной водой.

Согласно формуле сбалансированного питания, ежедневное потребление пищевых волокон должно быть не менее 25 г. В условиях специальных дней при заболеваниях организма дозировать их за счет рационов достаточно сложно. Для обеспечения научно-обоснованных норм потребления пищевых волокон и обеспечения нужного уровня функционально-технологических свойств, следует дозировать эмульсию в составе пищевых сред. Сравнительные данные оценки при введении в модельные рыбные фарши эмульсии (рис. 5.3, 5.4) показали, что 20% замены основного сырья на эмульсию целесообразно.

Выработка продуктов с последующим жарением на примере котлет доказали увеличение выхода и качества готового продукта.

Рекомендуемый диетологами усредненный суточный рацион питания взрослого человека включает 1285 г продуктов, содержащих в качестве ПВ растительную клетчатку и пектиновые вещества. Исходя из того, что массовая доля ПВ в этих продуктах не превышает 1%, суточная

потребность в ПВ удовлетворяется приблизительно на 50 % (12,15 г при обоснованной суточной норме 25 г). Восполнение недостатка ПВ возможно за счет целенаправленного дозированного применения соединительнотканых аналогов ПВ в виде концентрированных коллагенсодержащих добавок. Практически удобно и технологически целесообразно применять рыбные коллагеновые продукты в виде полуфабрикатов. Одновременно введение коллагеновых добавок в состав фаршевых рыбных изделий от 8 до 20 % обеспечивает содержание коллагена от 1,36 до 3,4 г коллагена в 100 г готового продукта, что дополнительно к употребляемым растительным ПВ на 10–30 % удовлетворяет физиологические нормы в пересчете на 100 г готового продукта.

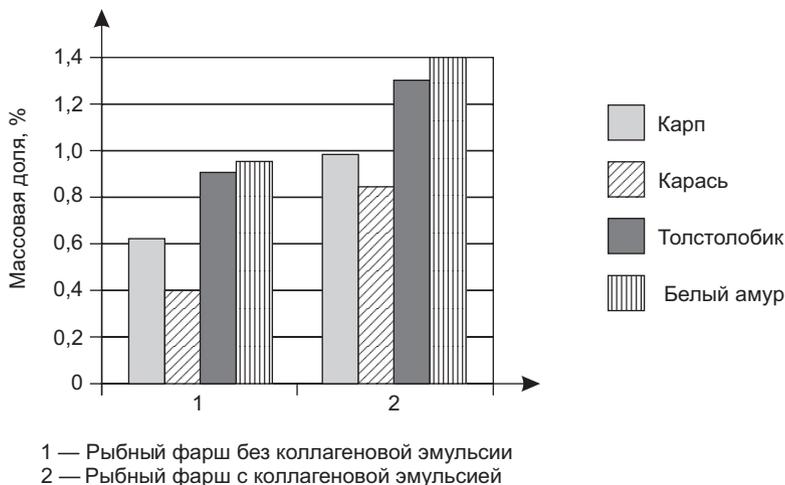


Рис. 5.3. Значения показателей ВСС рыбных фаршей

Для сравнения полученных результатов в качестве аналога использовался рыбный фарш без добавления коллагеновой эмульсии.

Очевидно, что все ФТС рыбных фаршей с добавлением пищевых коллагеновых эмульсий увеличиваются, что является основанием для разработки конкретных технологических решений с учетом современной концепции науки о питании для придания продуктам лечебно-профилактического эффекта.

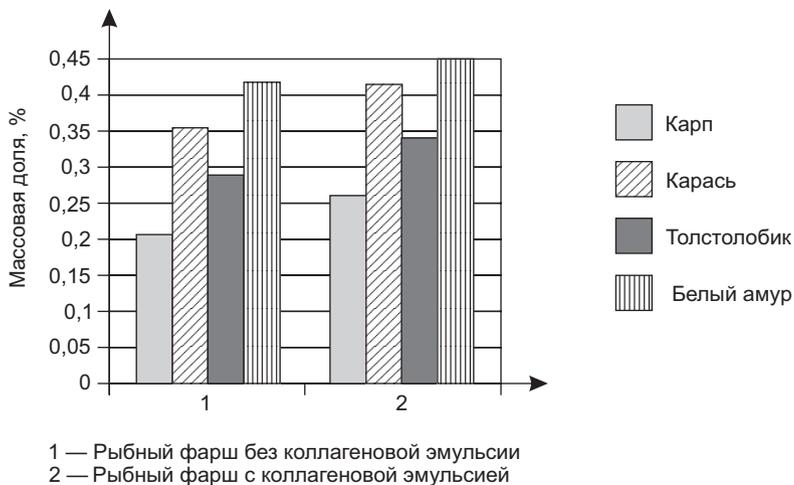


Рис. 5.4. Значения показателей ЖУС рыбных фаршей

В табл. 5.11 и 5.12 представлены рецептуры новых продуктов.

Таблица 5.11. Рецептúra рыбных котлет «Премиум»

Наименование сырья и материалов	Норма расхода, кг на 100 кг
Филе прудовой рыбы	53,6
Морковь	11,0
Хлеб пшеничный	8,7
Лук репчатый	6,7
Коллагеновая эмульсия	20,0
Итого:	100,0
Яйца	2,5
Молоко цельное	1,5
Соль	0,5
Перец черный молотый	0,05

За основу приготовления новых видов продукта с добавлением коллагеновой эмульсии были выбраны традиционные технологии производства рыбных котлет и паштетов.

Для изготовления рыбных котлет и паштета использовали свежие и охлажденные исследуемые прудовые рыбы. При этом исследовали возможность использования рыб с механическими повреждениями

при удалении поврежденных мест или отклонениями от стандартной разделки, но соответствующих по остальным показателям 1-му сорту. В качестве основного рыбного сырья использовали прудовую рыбу (карась, карп, толстолобик, белый амур).

Таблица 5.12. Рецептура рыбного паштета «Любительский»

Наименование сырья и материалов	Норма расхода, кг на 100 кг
Филе прудовой рыбы	55
Масло сливочное	10
Яйца	15
Коллагеновая эмульсия	20
Итого:	100
Соль	0,5
Перец черный молотый	0,5
Петрушка сухая	1

При производстве рыбных котлет и паштета применяли разработанные пищевые коллагеновые эмульсии, которые вводили взамен основного сырья (20 % к массе).

К преимуществам разработанных продуктов можно отнести повышенную влагоудерживающую и эмульгирующую способность, улучшение консистенции, сочности и товарного вида, снижение себестоимости, возможность реализации технологий по замкнутому циклу.

На основе анализа имеющихся литературных данных можно назвать следующие наиболее важные группы свойств для всех рыбных объектов: органолептические характеристики, показатели биологической ценности и приспособленности к хранению, а также характеристики безвредности. Состояние продуктов описывается сложным комплексом химических, биохимических, физико-химических и других характеристик, для объективного описания всей их совокупности необходимо одновременное и взаимосвязанное использование целого ряда характеристик и методов их определения, основанных на самых различных принципах.

Использование пищевых рыбных отходов на выпуск пищевой продукции сдерживает слабость технической базы, отсутствие оборудования, соответствующего своеобразным особенностям этого сырья. Для обработки пищевых отходов обычно применяется стандартное оборудование консервного, кулинарного и других производств, часто

не обеспечивающее обработку пищевых отходов. Совершенствование технической базы должно включать также создание единой холодильной цепи для пищевых отходов, механизацию погрузо-разгрузочных работ, совершенствование механизмов и орудий труда, увеличение доли механизации производственных процессов.

Рыбные жиры, витаминные препараты. Наибольшее количество рыбного жира получают непосредственно в районах лова. В основном это жир-сырец, являющийся исходным сырьем для получения жировой продукции (медицинской, ветеринарной и т. д.).

В качестве сырья для их получения используют отходы от разделки (например внутренности), а также целые объекты промысла.

Жир-сырец получают различными способами (тепловым, гидромеханическим, извлечением жира замораживанием и др.), в основе которых лежит принцип разрушения структуры жировой ткани и отделения жира от нее.

В основе *теплого* способа лежит процесс термической обработки жирового сырья, обеспечивающий расплавление жира и разрушение жировой ткани.

В основе *гидромеханического способа (импульсного)* лежит использование кавитационных явлений и механических импульсов, возникающих при быстром движении рабочего органа машины и обрабатываемого сырья в водной среде. Импульсным методом извлекают более 80% жира.

Извлечение жира замораживанием основано на разрушении структуры жировых клеток при замораживании. Для получения жира высокого качества жировое сырье замораживают при температуре $-30...-35^{\circ}\text{C}$ в течение 3,5–4 ч до конечной температуры не выше -20°C . При более высокой температуре (-15°C) полного разрушения жиросодержащих клеток не происходит, что уменьшает выход жира и ухудшает его качество.

Выход жира составляет 95% его содержания в жировом сырье. Жир характеризуется светло-желтым цветом и низким содержанием свободных жирных кислот. Продукты окисления в нем отсутствуют. Использование этого способа в рыбной промышленности очень перспективно.

Сырьем для технического жира являются бульоны, получаемые в рыбномучном производстве при прессовании проваренной рыбной массы и в процессе бланширования рыбы при выпуске консервов, а также жир, получаемый при прессовании сушеной рыбы.

В соответствии с технологической схемой бульон или подпрессовый жир собирают в приемную емкость или отстойник. Отделение белковых веществ из бульона осуществляют на супер-декантаторах

(центрифугах и грязевых сепараторах). Перед центрифугированием в бульон добавляют горячую воду (10–25 % объема бульона) для более полного отделения плотных веществ и обеспечения стабильной работы центрифуги. Процесс ведут при температуре бульона не ниже 80°C.

Полученный жир отправляют на очистку от белковых веществ. Сепарирование проводят при температуре 90–95°C. Перед обработкой добавляют пресную или морскую воду. Соотношение жира и воды при сепарировании поддерживают (в %): 90–92 : 10–8, добиваясь наиболее высокой степени очистки жира. Содержание жира в сточных водах не должно превышать 0,3 %.

Фасуют рыбные жиры в соответствии с требованиями нормативной документации на каждый вид жира, а затем маркируют.

Рыбные жиры хранят при температуре окружающей среды, исключая попадание прямых солнечных лучей, не более одного года с даты изготовления. Рыбные жиры транспортируют всеми видами транспорта согласно правилам перевозок скоропортящихся грузов.

В зависимости от качественных показателей жир, полученный при производстве кормовой муки и консервов, может соответствовать требованиям к техническому жиру для промышленной переработки, требованиям на жир-полуфабрикат для производства ветеринарного, технического или пищевого жира.

Медицинский рыбий жир известен как лечебный препарат, применяемый в педиатрии для нормализации липидного обмена, обмена витаминов А и D, а также в качестве лечебно-профилактического препарата, повышающего сопротивляемость детского организма к различным заболеваниям и отрицательным воздействиям внешней среды. Биологическая ценность медицинского рыбного жира обусловлена присутствием натуральных витаминов А и D на фоне уникально легко усвояемых физиологически активных высоконенасыщенных жирных кислот, что способствует нормальному развитию детского организма и ликвидации имеющихся отклонений от нормы. Медицинский рыбный жир, по мнению педиатров, особенно показан контингенту детей с пострадиационными метаболическими нарушениями для коррекции гиповитаминоза и липидного обмена. Наличие большого числа высоконенасыщенных физиологически активных жирных кислот линоленового типа позволяет широко использовать медицинский жир и для нормализации липидного обмена людей пожилого возраста, снижения уровня холестерина, профилактики и лечения атеросклероза, гипертонии и болезней, вызываемых

высокой свертываемостью крови. Доказано, что для этих целей рыбный жир значительно более эффективен, чем растительное масло.

Присутствие в медицинском рыбном жире существенных количеств хлорорганических пестицидов (ХОП) и его дефицит, остро ощущаемый в последние годы, определили необходимость изыскания новых видов сырья для получения медицинского рыбного жира, уточнения технологии его производства, а также разработки рационального способа очистки медицинского рыбного жира от ХОП.

Ветеринарный жир натуральный и с добавлением витаминов жира рыб предназначен для ветеринарных целей, а также подкормки сельскохозяйственных животных и птиц.

Для изготовления ветеринарного рыбного жира используют печень и внутренности рыб, ветеринарный и технический жир-полуфабрикат, а также жир, полученный способом мягкого щелочного гидролиза.

Технологическая схема производства ветеринарного жира дана на рис. 5.5.

Подготовка жиросодержащего сырья зависит от способа его консервирования (мороженое сырье размораживают до распадаения блоков; свежее, охлажденное и соленое — промывают и т. д.).

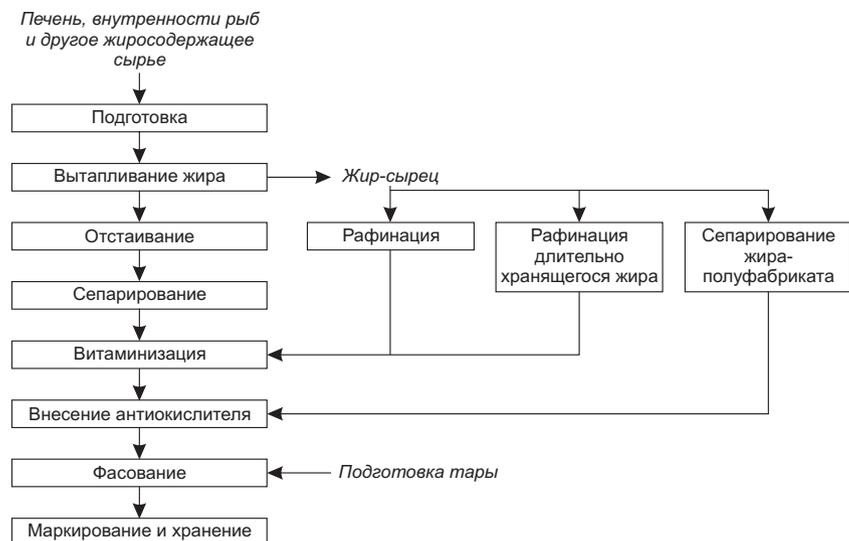


Рис. 5.5. Технологическая схема производства ветеринарного жира

Процесс вытапливания и отстаивания жира осуществляют аналогично технологии производства медицинского жира и сепарируют для отделения воды и гашеных белковых частиц. Сепарированный прозрачный жир сливают в емкости и охлаждают до 20–25°C и витаминизируют.

При использовании жира-полуфабриката в зависимости от его качественных показателей перед витаминизацией отделяют примеси путем сепарирования и рафинируют.

К жиру добавляют витамины А и D (жир для подкормки сельскохозяйственных животных и жир для подкормки птиц). Количество добавляемого препарата определяют расчетным путем, исходя из содержания витаминов в витаминизируемом жире.

В практике прудового рыбоводства известны также различные способы производства препарата «Витамин А в жире»: гидролитический, ферментативный, импульсный, замораживанием, экстракционный и др. Наиболее широко распространен гидролитический способ (рис. 5.6).

На производство препарата «Витамин А в жире» направляют свежие, охлажденные, мороженые, соленые и пастеризованные печень и внутренности рыб.

Гидролиз является основной операцией в технологическом процессе получения препарата «Витамин А в жире». Режим гидролиза определяют в основном количеством добавляемой воды, температурой процесса, количеством добавляемой щелочи и регулированием перемешивания массы. Необходимое количество щелочи для гидролиза зависит от плотности ткани печени, ее состояния и других факторов.

При недостатке щелочи гидролиз протекает медленно и неполно. Избыток щелочи (5–6 %) ускоряет гидролиз, но заметно уменьшает выход витамина А вследствие интенсификации процесса омыления жира, адсорбции витамина А образовавшимся мылом и повышения потерь при рафинации жировой фракции гидролизата. После окончания гидролиза нагревание и перемешивание прекращают и смесь отстаивают в течение 3–4 ч. Чем длительнее процесс отстаивания, тем меньше жира с витамином А остается в нижнем слое гидролизата.

После отстаивания сливают нижний слой гидролизата до появления жировой эмульсии, а жир направляют на последующую очистку с целью удаления мыла, щелочи, воды и белковых примесей сепарированием. Очищенный жир не должен иметь следов щелочи и мыла,

должен быть прозрачным. Очищенный прозрачный жир фасуют или при необходимости направляют на нормализацию. При получении непрозрачного сепарированного жира его направляют на вакуум-сушку.



Рис. 5.6. Технологическая схема производства препарата «Витамин А в жире» гидролитическим способом

В процессе сушки наряду с удалением воды происходит тепловая денатурация растворенных в жире белковых веществ, выделяющихся в нерастворимом виде и отделяющихся фильтрацией. Кроме того, обработка при 135°C позволяет достичь определенной стерильности продукта. После фильтрации жир направляют на нормализацию или фасование.

Нормализация заключается в смешивании мелких партий жира с различным содержанием витамина А с целью получения продукта со стандартным содержанием витамина А от 2000 до 5000 МЕ в 1 г.

После нормализации препарат «Витамин А в жире» охлаждают до температуры 40°C и фасуют в стеклянные бутылки или банки, маркируют и хранят в темном месте при температуре не выше 10°C не более одного года с даты изготовления. «Витамин А в жире» используют для витаминизации жиров и в качестве исходного сырья для получения концентрата витамина А.

Известно использование рыбного жира в качестве бактерицидной жидкости. Предлагаемая жидкость содержит более 90% воды; 0,5–0,9% хлорида натрия, 4–6% рыбного жира и продуктов его окисления. Жидкость обладает выраженными бактерицидными свойствами в отношении белых и золотистых стафилококков, синегнойной палочки, кишечной палочки, тифозных и паратифозных микробов, возбудителей холеры, чумы, псевдотуберкулеза, дизентерийной палочки и др. Используется бактерицидная жидкость в виде примочек, компрессов и орошений при затяжных гнойно-язвенных процессах и при лечении инфицированных ран.

Однако, анализируя литературные источники, можно предположить, что ассортимент медицинских препаратов из отходов от переработки рыбного сырья может быть значительно расширен. Так, из обезжиренной печени рыбы могут производиться препараты типа камполона, из печеночного жира может быть извлечена стеариновая фракция, предотвращающая развитие некоторых опухолевых заболеваний, из рыбьих голов — биологически активные вещества гормонального действия (окситоцин, кортикотропин и др.), из плазмы крови — биологически активные вещества природного генеза (кинины, адаптогены и др.), из желудка и кишечника — гликопротеин, задерживающий рост быстропролифилирующих тканей и клеток; из поджелудочной железы — инсулин, из гонад — прогестерон, тестостерон и др. Жир, получаемый из внутренностей прудовых рыб, содержит большое количество полиненасыщенных жирных кислот и может быть использован для приготовления препаратов эссенциальных жирных кислот, обладающих высокой биологической активностью.

Низкая эффективность использования вторичного сырья в традиционных технологиях связана с его видовым многообразием, специфичностью химического состава, необходимостью применения разно-

образных технологических приемов, направленных на изменение его органолептических характеристик и модификацию функционально-технологических свойств.

Технические продукты. Такие рыбные отходы, как чешуя, плавательные пузыри, кожа рыб, могут служить сырьем для приготовления ряда ценных технических продуктов. Особое внимание уделяется производству гуанина, рыбного клея и желатина. Для производства этих видов продукции используют также отходы переработки ракообразных, моллюсков и водорослей.

Особенный интерес представляет технология получения жемчужного пата из чешуи таких видов рыб, как сазан, карась, лещ, щука, судак и толстолобик.

Чешуя пелагических рыб содержит больше гуанина, чем чешуя донных рыб. Чешую собирают на местах лова или обработки и консервируют замораживанием или посолом. Последний способ несколько облегчает последующую обработку. Блестящий гуанин применяют при производстве лаков, для изготовления ювелирных поделок и имитации перламутровых поверхностей (бумаги, целлюлоида, кожи и пластических масс). В химико-фармацевтической промышленности используют гуанин не в кристаллическом, а в аморфном состоянии в виде солянокислого гуанина, применяемого для получения лекарственных препаратов — кофеина и гипоксантина.

Сырьем для получения рыбного клея и желатина являются плавательные пузыри, чешуя, плавники, хрящи, черепные и челюстные кости, кожа. Все эти отходы богаты коллагеном, который при тепловой обработке переходит в растворимый в воде глютин, являющийся частью клея.

Клейдающие вещества получают путем вываривания сырья. Для ускорения гидролиза (выварки) обеспечивается оптимальное значение рН, при этом коллаген набухает и его гидролиз происходит при более низкой температуре. В зависимости от назначения готового продукта, раствор коллагена в большей или меньшей степени очищается от нежелательных примесей (неколлагенового белка, продуктов ферментативного распада белка и т. п.), затем выпаривается под вакуумом до концентрации около 35 % или сушится под вакуумом.

Рыбный клей из отходов рыб (за исключением клея из плавательных пузырей) выпускают в жидком и твердом виде — плиточный клей. Эти два вида клея применяют в деревоотделочном производстве и строительстве.

При переработке пресноводных рыб большую долю отходов составляет чешуя рыб, которая является ценным коллагенсодержащим вторичным ресурсом. Сейчас чешуя рыб маловостребована и ее утилизация является серьезной проблемой для рыбообработывающих предприятий. Поэтому переработка чешуи рыб для получения ихтиожелатина представляет значительный научный и практический интерес, а также имеет важное экологическое значение. Чешуя исследованных видов рыб относится к типу костной чешуи и имеет схожее продольное многослойное строение, но существенно отличается по размерным характеристикам (рис. 5.7). Размер чешуи будет существенно влиять на скорость массообменных процессов, поэтому для достижения однородности сырья чешую необходимо дифференцировать на группы по характерному размеру: первая группа — крупная чешуя сазана и карася; вторая группа — средняя чешуя леща, красноперки и воблы; третья группа — мелкая чешуя щуки, судака и толстолобика.

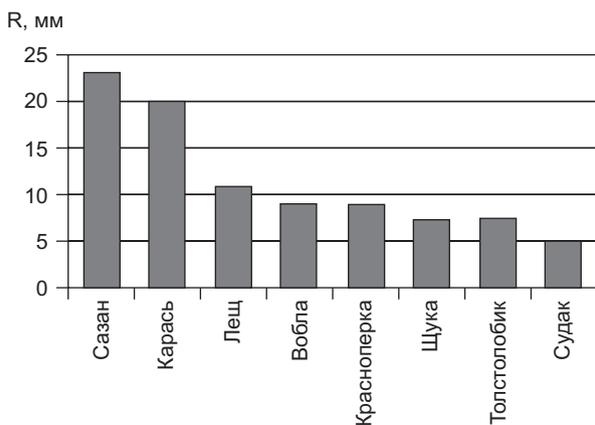


Рис. 5.7. Средний характерный размер (R) чешуи рыб Волго-Каспийского района

В отличие от химического состава, определенного в идеальных лабораторных условиях, чешуя после отделения от рыбы содержит около 20 % слизи. Так как белки слизи водорастворимы, а слабые растворы нейтральных солей способствует растворению белковых веществ (за счет предотвращения электростатического воздействия

боковых групп белка между собой) очистку чешуи от слизи проводили последовательным экстрагированием водой и солевыми растворами хлорида натрия.

Таблица 5.13. Химический состав чешуи некоторых рыб Волго-Каспийского района

Вид рыбы	Содержание (на сухой вес), %		
	минеральных веществ	коллагена	ихтиолепидина
Судак	55,7	36,3	3,4
Лещ	38,1	48,3	7,9
Карась	40,4	47,1	7,8
Сазан	31,1	56,5	6,1
Щука	43,3	46,8	5,2
Толстолобик	31,4	58,4	5,6
Вобла	39,1	51,2	7,6
Красноперка	40,1	50,6	7,2

Влияние условий очистки (гидро модуля, продолжительности и концентрации солевого раствора) показало, что очистка 5%-ным солевым раствором хлорида натрия при температуре 16–20°C, гидро модуле 1:4 и продолжительности 60 мин. с последующим промыванием водой в аналогичных условиях позволяет достичь степени извлечения сопутствующих веществ на уровне 70–80% от первоначального содержания. Полученные данные заложены в основу технологии заготовки и хранения чешуи рыб, состоящей из следующих основных этапов: сбор чешуи, очистка, промывка, стекание, охлаждение, замораживание, упаковывание. Готовым продуктом после заготовки чешуи является чешуя рыбная-полуфабрикат (Долганова Н. В., Якубова О. С.).

Для обоснования возможности использования чешуи рыбной-полуфабриката в пищевых целях проводили исследование показателей безопасности; в результате установлено, что содержание химических токсикантов и микробиологических показателей не превышает допустимого уровня, установленного для пищевого пресноводного рыбного сырья. На основании проведенных исследований получено санитарно-эпидемиологическое заключение № 30. АЦ.01.928. Т.001289.09.03, разрешающее использование чешуи рыбной-полуфабриката в пищевых целях.

Для повышения эффективности экстрагирования целевого компонента необходимо проводить подготовку сырья. В работах (Montero P. и Gomez-Guillen M. С.) показана целесообразность кислотного способа подготовки рыбного коллагенсодержащего сырья. Поэтому чешую рыб подготавливали кислотным способом с использованием соляной кислоты. В процессе кислотной обработки (мацерации) происходит изменение сырья в двух направлениях: первый заключается в частичном разрушении межмолекулярных связей, гидролизе и набухании коллагена; второй — в деминерализации чешуи. Исследование основных закономерностей первого направления мацерации (рис. 5.8) показало, что максимальная вязкость растворов ихтиожелатина наблюдается при рН3 вне зависимости от размерных групп чешуи.

Продолжительность мацерации зависит от размера чешуи рыб: для первой группы (крупной) она составляет — 26–28 ч; для второй (средней) — 18–20 ч; для третьей (мелкой) — 12–14 ч. Увеличение продолжительности процесса мацерации с возрастанием размера чешуи обуславливается уменьшением поверхности массообмена.

В результате исследования химического состава чешуи рыб установлено высокое содержание минеральных веществ, которые при получении ихтиожелатина являются балластными, их необходимо отделить от целевого компонента, поэтому вторая цель процесса мацерации заключалась в деминерализации сырья. Установлено, что степень деминерализации существенно различается в зависимости от массовой доли минеральных веществ в чешуе рыбы: для высокоминерализованной чешуи она составляет в среднем 32,6%; для среднеминерализованной — 20,7%; для низкоминерализованной — 6,4%.

По данным Долгановой Н. В., Якубовой О. С., наиболее интенсивно процесс деминерализации чешуи протекает в первые 60 мин, а затем замедляется; это свидетельствует об удалении сильноминерализованного поверхностного слоя чешуи. Оставшиеся минеральные вещества находятся в более глубоких слоях чешуи и не удаляются при этих режимах, а ужесточение режимов приведет к значительному гидролизу коллагена. Исследование химического состава чешуи рыб после деминерализации показало, что содержание минеральных и азотистых веществ в чешуе разных видов рыб стало практически одинаковое. Следовательно, после мацерации чешую разных групп можно объединить и обрабатывать совместно.

В целях выделения ихтиожелатина из подготовленного сырья необходимо провести дезагрегацию и сваривание коллагена, для этого проводили влаготепловое экстрагирование. При исследовании условий экстрагирования первой фракции ихтиожелатина приоритетными являются высокие реологические свойства, так как они обуславливают функциональные свойства пищевого и медицинского применения. Влияние условий экстрагирования (температуры и продолжительности) показало (рис. 5.9), что максимальная вязкость растворов ихтиожелатина первой фракции наблюдается при температуре 55–60°C и продолжительности 2–2,5 часа.

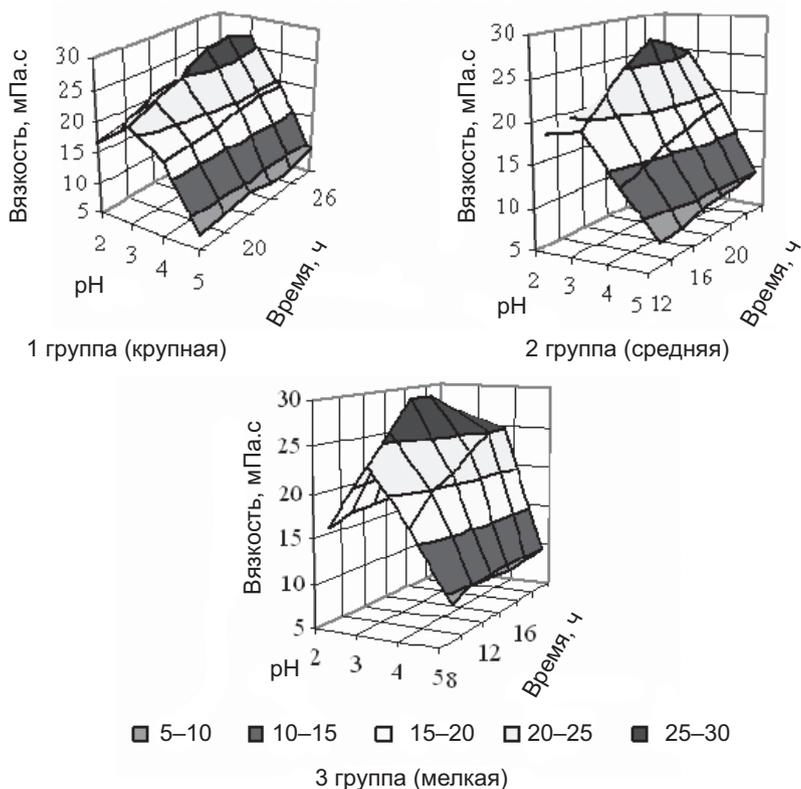


Рис. 5.8. Зависимость вязкости растворов ихтиожелатина из чешуи разных групп от pH и продолжительности процесса мацерации

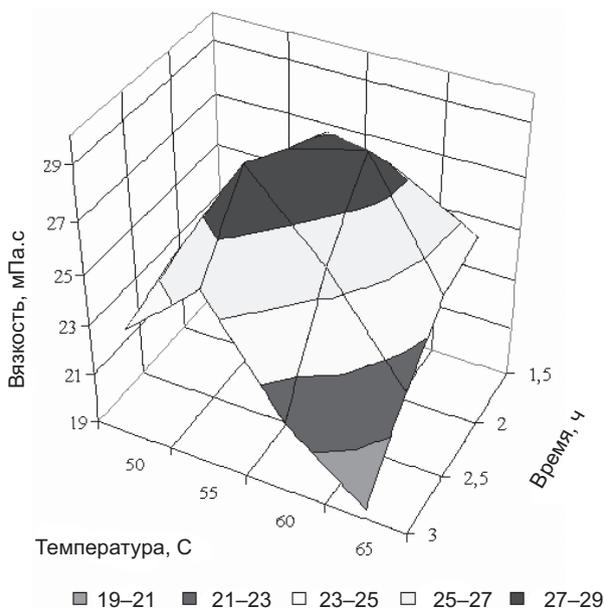


Рис. 5.9. Зависимость вязкости растворов ихтиожелатина первой фракции от температуры и продолжительности процесса экстрагирования

Полученные данные легли в основу разработки технологии получения ихтиожелатина из чешуи рыб (Долганова Н. В., Якубова О. С.), основные этапы которой показаны на рис. 5.10.

Для обоснования использования ихтиожелатина первой фракции в пищевых целях, в качестве аналога животному желатину, исследовали состав и свойства ихтиожелатина. Установлено, что показатели безопасности ихтиожелатина первой фракции не превышают допустимого уровня, установленного для пищевого желатина животного происхождения. Сравнительное исследование органолептических и физико-химических показателей выявило высокие значения показателей вязкости и прозрачности растворов ихтиожелатина. Установлено, что отличительной особенностью ихтиожелатина является пониженная температура плавления студня, которая обуславливается пониженным содержанием иминокислот (пролина и оксипролина) в коллагене рыбного происхождения. По остальным показателям ихтиожелатин соответствует желатину животного происхождения.

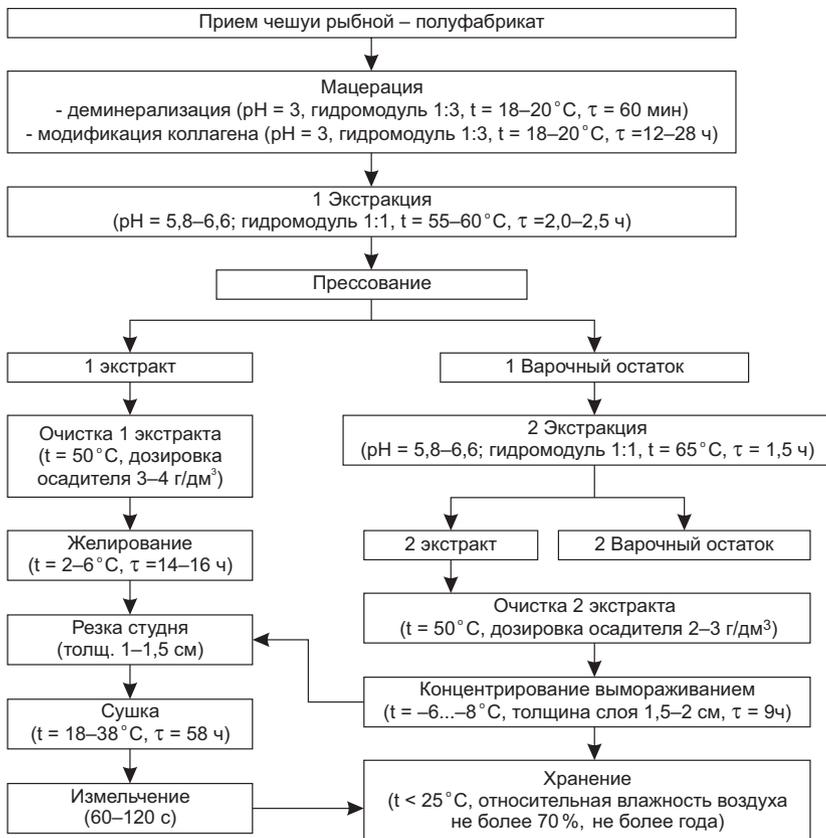


Рис. 5.10. Технологическая схема получения ихтиожелатина из чешуи рыб

Одним из перспективных путей использования желатина, является медицинское применение в технологии лекарственных форм в качестве капсул для лекарственных веществ. Капсулирование обеспечивает лекарственные препараты заданными свойствами по высвобождению действующего вещества.

Для обоснования возможности использования ихтиожелатина в медицинских целях проводили сравнительное исследование показателей безопасности ихтиожелатина с требованиями, предъявляемыми к желатину, используемому в качестве сырья для медицинской промышленности. В результате исследований установлено, что содержание токсических

элементов, пестицидов, радионуклидов, полихлорированных бифенилов, ДДТ и его метаболитов, а также микробиологических показателей после обработки при температуре 80°C в течении 20 мин не превышает предельно допустимого уровня, установленного для медицинского желатина. Следует отметить, что применяемая тепловая обработка не вызывает ухудшения реологических свойств ихтиожелатина.

Анализ органолептических и физико-химических свойств ихтиожелатина первой фракции показал, что ихтиожелатин соответствует требованиям, предъявляемым к медицинскому желатину животного происхождения по основным показателям.

Для подтверждения полученных данных, совместно с хорватской фирмой Razvitak DD Ludbrek-PC Lukaps, проводили производственные испытания медицинского ихтиожелатина для получения твердых капсул. Результаты испытаний показали, что медицинский ихтиожелатин обладает необходимыми функциональными свойствами и показателями безопасности для использования в качестве сырья для медицинской промышленности и конкретно для получения твердых капсул.

Для обоснования возможности использования ихтиожелатина в качестве альтернативы дефицитному рыбному клею из плавательных пузырей осетровых и крупных частичковых рыб, испытывали ихтиожелатин в технологии реставрации художественных произведений древнерусской темперной живописи. Для этого заменили рыбный клей в темпере (краске) на ихтиожелатин. Исследования проводили совместно с реставрационной мастерской «КОЧ» (г. Москва). Результаты исследований показали (табл. 5.14), что ихтиожелатин второй фракции является не только полноценным заменителем дефицитного рыбного клея из плавательных пузырей осетровых и крупных частичковых, но и имеет ряд преимуществ, что позволяет рекомендовать его при проведении реставрационных работ.

Таблица 5.14. Преимущества ихтиожелатина в технологии реставрационных работ по сравнению с рыбным клеем

№ п/п	Характеристика преимуществ
1	Ихтиожелатин быстрее набухает и лучше растворяется
2	Растворы ихтиожелатина более прозрачные
3	Покрытие после высыхания ровное, без посторонних включений
4	После высыхания на поверхности покрытия отсутствует вуаль (перламутровый оттенок)

Современная рыбная промышленность строится на основе комплексного использования сырья, которое не только дает стране большое количество добавочных и весьма ценных материалов, но и повышает экономические показатели производства, способствуя снижению его издержек и повышению рентабельности. Поэтому создание такой структуры производства для рыбной промышленности имеет первостепенное значение и требует безотлагательного решения.

Вместе с тем следует, однако, подчеркнуть важность пищевого направления в использовании рыбных ресурсов, как имеющего большое социально-экономическое значение более глубокого исследования вторичных продуктов и малоценных отходов на предмет получения нетрадиционных продуктов, добавок и специальных продуктов.

Контрольные вопросы

1. Дайте краткую характеристику вторичных продуктов разделки прудовой рыбы.
2. Какова роль коллагеновых рыбных белков в структуре питания.
3. Перечислите основные виды кормовой рыбной продукции. Дайте краткую характеристику существующих технологий.
4. Перечислите основные виды пищевой продукции, получаемой из отходов разделки прудовой рыбы.
5. В чем состоит особенность получения пищевой коллагеновой эмульсии? Назовите основные этапы технологического процесса.
6. Охарактеризуйте основные стадии технологического процесса получения рыбных жиров из вторичных продуктов переработки прудовой рыбы.
7. Дайте краткую характеристику чешуи прудовых рыб, как ценного коллагенсодержащего вторичного ресурса.
8. Перечислите основные этапы технологического процесса получения ихтиожелатина.
9. Каковы преимущества ихтиожелатина в технологии реставрационных работ по сравнению с рыбным клеем.
10. Назовите перспективные пути использования желатина в медицинской промышленности.

Глава 6. Технохимический контроль и методы исследования рыбы и рыбных продуктов

6.1. Виды контроля

На рыбоперерабатывающих предприятиях осуществляется контроль всех поступающих видов сырья и материалов. Различают входной контроль, приемочный сплошной и выборочный, одноступенчатый, многоступенчатый и т. д.

Поступающее на предприятие сырье подвергается входному контролю. При этом определяется его качество, сортность, влажность, засоренность и другие показатели. Затем последовательно осуществляется контроль по этапам и операциям всего технологического процесса.

Приемочный контроль — это проверка качества продукции, осуществляемая по окончании производственного процесса и при передаче продукции от поставщика к потребителю, либо по окончании отдельных этапов технологического процесса и при передаче полуфабриката одним производственным участком другому. Способы приемочного контроля выбирают в зависимости от показателей, приводимых в нормативно-технической документации (ГОСТ, ОСТ, РСТ, ТУ). Сплошной приемочный контроль, при котором подвергается анализу каждое изготовленное изделие, применяется только тогда, когда он не приводит к утрате потребительских свойств контролируемой продукции.

Чтобы правильно понять, что собой представляет проба продукции, подготовленная к проведению исследований, необходимо расшифровать термины «однородная партия продукции», «выборка», «исходный образец», «средний образец», «проба», «навеска» и др.

Однородная партия — определенное количество консервированных пищевых продуктов одного вида и сорта, в таре одного типа и размера, одной даты смены выработки, изготовленное одним предприятием, предназначенное к одновременной сдаче, приемке, осмотру и качественной оценке.

Выборка — это определенное количество пищевых продуктов, отбираемое за один прием каждой единицы упаковки ящика, клетки, бочки или штабеля неупакованной продукции, для составления исходного образца.

Исходным образцом называют совокупность отдельных выборок, отобранных от однородной партии.

Средний образец — это часть исходного образца, выделенная для проведения лабораторных испытаний.

Проба — это часть образца, подготовленная соответствующим образом для проведения лабораторных испытаний.

Навеской называется часть пробы, предназначенная для определения отдельных показателей качества пищевых продуктов.

При выборочном контроле процедура отбора образцов для испытаний зависит от того, какие показатели качества подвергаются проверке. Так, если хотят проверить безвредность продукта, то есть контролируют микробиологические показатели, наличие токсических элементов, ядохимикатов, консервантов и пр., пробы для исследования отбираются с таким расчетом, чтобы выявить именно те образцы, которые могут оказаться недоброкачественными. В этом случае выборка является преднамеренной, то есть организованной таким образом, чтобы была достигнута вероятность отбора дефектных образцов.

При контроле других показателей качества — массовой доли сухих веществ, жира, кислотности и т. д. — задача состоит в том, чтобы не допустить поступления к потребителю продукции, не отвечающей по качеству требованию стандарта. В соответствии с этим, к отбираемой выборке предъявляется определенное требование — она должна достаточно достоверно представлять партию продукции. Для однородной партии продукции выборка или проба тогда будет представлять партию, когда будет применен принцип случайного отбора образцов.

Входной контроль осуществляет лаборант на сырьевой площадке. Целью входного контроля является установление доли стандартных и нестандартных продуктов.

Качество живой рыбы характеризуется ее общим состоянием, упитанностью и размерами. Живая рыба должна быть здоровой, упитанной, с естественной блестящей окраской, без наружных повреждений и видимых признаков заболеваний.

Охлажденная рыба имеет температуру в толще мяса у позвоночника 1—5°C. Рыба хорошего качества должна иметь естественную окраску,

чистые кожные покровы без повреждений, жабры от темно-красного до розового цвета, покрытые тягучей прозрачной слизью, запах свежий, без порочащих примесей.

Мороженая рыба характеризуется температурой внутри мышц от -6 до -8°C и ниже. По качеству мороженую рыбу подразделяют на первый и второй сорта. Рыба первого сорта должна быть без каких-либо дефектов. Если она не соответствует требованиям первого сорта хотя бы по одному из признаков, но вполне доброкачественна, то ее относят ко второму сорту. Повторно размороженная рыба является продуктом пониженного качества. Свежесть рыбы может быть оценена по степени ее люминесценции: при сомнительной свежести появляется ярко-белое свечение с голубоватым оттенком, несвежая рыба дает коричневатое свечение с оранжевыми или красными пятнами.

Входному контролю подвергаются растительные масла, так как они — неотъемлемая часть рецептур многих рыбных продуктов. В зависимости от степени очистки растительные масла подразделяют на нерафинированные, гидратированные и рафинированные. К показателям, характеризующим видовые признаки и товарные качества их (свежесть, примеси других масел), относят запах, вкус, цвет, прозрачность, отстой, плотность, коэффициент преломления, кислотное и йодное числа, число омыления, наличие неомыляемых веществ.

Подсолнечное масло рафинированное имеет слабо выраженный вкус, запах, а дезодорированное вовсе лишено запаха и вкуса. Оно прозрачное, не содержит отстоя, так как в нем нет фосфатидов. Кислотное число — не более $0,4$ мг КОН. Гидратированное масло имеет более интенсивную, чем рафинированное, окраску, делится на первый и второй сорта. В масле первого сорта нормируется количество фосфатидов ($0,05\%$), и кислотное число составляет не более $1,5$ мг КОН. В масле второго сорта может содержаться до 1% фосфатидов, и кислотное число достигает $2,25$ мг КОН. Отстой определяют весовым и объемным методами, цвет — в проходящем или отраженном свете в стакане диаметром 5 см при 20°C , слой продукта при этом должен быть не менее 5 см. Вкус устанавливают опробованием при 20°C , а запах — после растирания на ладонях.

Поваренная соль контролируется по комплексу показателей, перечисленных ниже. Пищевая соль должна иметь определенный для каждого сорта размер зерен, а также влажность. Химический состав всех видов пищевой соли должен быть одинаковым, причем количество

примесей в пересчете на сухое вещество не должно превышать 2,5%. Допустимы следующие количества солей (массовая доля, %):

Магниевоы соли (в пересчете на оксид магния)	0,18
Известковые соли (в пересчете на оксид кальция)	0,78
Калийные соли (в пересчете на оксид калия)	0,11
Сульфаты (в пересчете на серный ангидрид)	1,00
В том числе сульфат натрия	0,50
Хлорнокислые, бромистые и йодистые, а также органические соединения	Следы

В соли не должно содержаться и следов соединений введенных металлов, а также нитратов и нитритов. Реакция растворов соли на лакмус должна быть нейтральной, т. е. рН7.

Контроль готовой продукции и микробиология рыбы и рыбных продуктов. Одной из обязанностей лаборатории предприятия является контроль качества готовой продукции по комплексу физико-химических, микробиологических и органолептических показателей. В зависимости от вида выпускаемой продукции перечень контролируемых показателей различен и оговорен соответствующим стандартами.

Микробиологические исследования проводятся с целью обнаружения в таре с консервированным продуктом возбудителей пищевых отравлений и инфекционных заболеваний, а также вызывающих различные виды порчи.

Микробиология свежей рыбы. Температура тела рыбы существенно зависит от окружающей среды. Поэтому и микрофлора кожи рыб зависит от воды, в которой они обитают. Например, в теплых водах значительная ее доля приходится на мезофильные микробы (различные виды бацилл, коринебактерий и микрококков), в умеренных и холодных регионах — напротив, преобладают психрофильные микробы. Установлено, что в речной и морской воде количество психрофилов находится в пределах от 10^2 до 10^4 на 1 см^3 . Они составляют значительную часть всей микрофлоры.

Поскольку традиционные рыбные банки для нашего рыболовства находятся в умеренной и холодной зонах Земли, то здесь преобладают психрофильные микробы. Однако в последнее время наши рыболовецкие суда все больше начинают ловить рыбу в южных морях. В любом районе моря микрофлора морской воды определяется различными факторами — так, за счет сильного размножения планктона,

вследствие его антибиотического действия, количество микроорганизмов в воде может уменьшаться; колебания температуры в зависимости от времени тогда также влияют на качественный и количественный состав микрофлоры.

Летом количество мезофильных микроорганизмов во всей микрофлоре существенно возрастает. Зимой, напротив, преобладают те виды бактерий, которые могут размножаться при 0°C.

Болезнетворные для человека микробы могут находиться, прежде всего, во внутренних водных бассейнах и в прибрежных морских водах. Причиной тому часто является сброс неочищенных сточных вод в реки и моря. Таким образом, в воду, наряду с бактериями группы кишечных палочек и энтерококками, могут попадать также и сальмонеллы, и шигеллы. Продолжительность их жизнеспособности в морской воде, однако, ограничена.

Микрофлора свежельвленной рыбы. Мышечный сок и мышечная ткань свежельвленной рыбы считаются стерильными, хотя некоторые исследователи и выявляли наличие бактерий в мышечной ткани свежих рыб. Значительные количества бактерий были обнаружены в покровной слизистой оболочке, на наружных жабрах и в желудочно-кишечном тракте. Количество бактерий, находящихся на 1 см² поверхности рыбы, может составлять от 10³ до 10⁶. Аналогичное количественное содержание бактерий выявляют и на наружных жабрах рыб.

Хотя микрофлора рыб и находится в прямой взаимосвязи с микрофлорой окружающей ее воды, существуют различия в содержании отдельных бактерий у различных видов рыб одного и того же района лова. Не все виды микроорганизмов, обитающих в воде, выявляются в одинаковой степени у видов рыб, встречающихся в соответствующем районе.

Бактерии, принадлежащие к роду *Pseudomonas*, были представлены следующими видами:

<i>Pseudomonas pelliculosa</i>	До 40–50 %
<i>Pseudomonas geniculata</i>	До 20–30 %
<i>Pseudomonas parconacea</i>	До 10–20 %
<i>Pseudomonas higrificiens</i>	До 10–20 %
<i>Pseudomonas schuykilliensis</i>	До 10–20 %
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	До 10–20 %

Свежельвленная рыба содержит больше всего бактерий семейства *Chromobacteriaceae*. Они составляют 60 % всей микрофлоры, 35–40 %

бактерий этого семейства относится к роду *Alcaligenes*, 30 % составляют виды *Achromobacter*, *Liguelfaciens* или *Achr. raqamare aquamarines*. Остальная часть микробов этого семейства относится к *Achr acidum*, *Achr. curydiouse*, *Achr. delmarvae* или *Achr. del catulus*.

Бактерии рода *Achromobacter* по мере хранения рыбы постепенно умирают хотя отдельные виды бактерий этого рода принимают участие в гнилостном разложении рыбы.

Менее 10 % естественной поверхностной микрофлоры приходится на следующие роды бактерий: *Flavobacteri* (*Fl. deciducorum*, *Fl. solare*), *Micrococcus* (*M. cai didus*), *Vibrio*, *Corynebacterium*, *Bacillus*.

Поскольку внутренние воды часто загрязняются сточными водами, пресноводные водные рыбы могут являться носителями патогенных для человека бактерий. Особую роль при этом играют сальмонеллы и энтеротоксигенные штаммы стафилококков.

После того как рыба попадает на борт судна, она поступает на хранение в бункеры, склады, ящики из дерева или пластических материалов. В дальнейшем может следовать немедленное замораживание ее или переработка на борту.

Гнилостная микрофлора рыбы, которая наряду с ферментативными процессами вызывает основную часть процессов разложения, развивается очень быстро при температуре 15–25°C. При температурах выше 37°C интенсивность ее размножения стабилизируется, или оно полностью подавляется.

Микрофлора, вызывающая разложение рыбы, состоит из протеолитически активных микробов, принадлежащих к естественной микрофлоре рыбы, а также из микробов, поступивших вместе с добываемой рыбой. При этом важно учитывать обсемененность микроорганизмами складского помещения судна и рыбных ящиков, а также используемого льда.

Для транспортировки рыбы наряду с пластмассовыми ящиками сегодня еще используют деревянные, которые вследствие своей высокой пористости лишь с трудом поддаются дезинфицированию — после одно-двукратного использования они бывают обильно обсеменены микроорганизмами (10^7 – 10^8 микробов на 1 см²), главным образом бактериями рода *Corynebacterium*, а также бактериями родов *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Micrococcus pseudomonas*. В сильно загрязненных деревянных ящиках, кроме того, обнаруживают *Escherichia coli* и фекальные стрептококки, а в увлажненных ящиках часто присутствуют

плесневые грибы. Уменьшение обсемененности микробами достигается путем первоначальной промывки и последующей дезинфекции жидким троспаином и сырым хлорамином.

В последнее время используют, в основном, пластмассовые ящики. Они лучше поддаются очистке и дезинфекции. На их поверхности не образуется стабильная микрофлора. Чистые поверхности внутренних стенок ящиков позволяют на 30 % увеличить длительность сохранения качества выловленной рыбы.

Разложение рыбы может протекать в результате разложения белка, жира и углеводов под влиянием собственных ферментов (автолиз). Особенно заметно это проявляется у рыб, у которых в результате обильной пищи в кишечнике образуются пищеварительные ферменты. Отсюда они проникают в окружающую ткань и медленно там растворяются. Процесс стимулируется протеиназой, присутствующей в каждой клетке. При повышении температуры активность ферментов возрастает. Таким образом, при температуре порядка 40°C, когда гнилостная микрофлора не развивается, основной формой порчи является ферментативное разложение. Благодаря действию собственных ферментов разлагающаяся рыба имеет мягкую рассыпчатую консистенцию, без неприятных запахов и отклонений от вкусовых стандартов.

При нормальных температурных условиях на автолиз накладывается также процесс бактериального разложения. Автолиз способствует проникновению микробов из пищевода или из кожи и жабер в мышечную ткань. Наиболее протеолитически активные бактерии родов *Pseudomonas* и *Achromobacter* интенсивно размножаются во время процесса разложения. Они вытесняют бактерии других родов. Бактериальное обсеменение мяса рыбы происходит в результате проникновения бактерий с поверхности через чешуйчатые органы жабер, через систему кровеносных сосудов или через стенки кишечника и брюшную полость в мускулатуру. Поэтому заселение микробами мускулатуры начинается сразу же после смерти. Если рыба убита, микроорганизмы попадают в мясо через разрезы.

Протеолитические ферменты, образуемые бактериями рода *Pseudomonas* могут диффундировать в мышцы и, таким образом, изменять вкус и запах проникновения микробов непосредственно в мясо.

При разложении белка в мышцах образуется целый ряд веществ, таких как моноэтиламин, сероводород, индол, муравьиная, щавелевая, масляная кислоты и т. д.

Большое значение для случаев неспецифических отравлений рыбой имеют рыбные яды, которые образуются при использовании рыбы, подвергнувшейся бактериальному разложению.

Микрофлора рыбного фарша. При измельчении однородная рыбная масса перемешивается с микрофлорой, населяющей наружную поверхность. При этом речь может идти обо всех родах микроорганизмов. Фарш, изготовленный из рыбы, характеризуется высоким содержанием микробов. Количество микробов увеличивается за счет тепла, образующегося в ходе рабочего процесса.

Вследствие сильного измельчения и высокого влагосодержания фарш является хорошей питательной средой для бактерий. Поэтому во время переработки рыбу следует постоянно охлаждать и после завершения обработки сразу же замораживать. В исключительных случаях для уменьшения содержания микрофлоры фарш перед замораживанием варят.

Производство и хранение рыбного фарша осуществляется таким образом, чтобы были гарантированы следующие микробиологические показатели: сальмонеллы и шигеллы — не обнаруживаются в 25 г; коагулазоположительные стафилококки и клостридии, восстанавливающие сульфит — не обнаруживаются в 1 г.

Микрофлора и порча пастеризованных пресервов. Как правило, споры родов *Clostridium* и *Bacillus*, а также некоторые теплоустойчивые кокки, лактобациллы, дрожжи и плесневые грибы могут выдержать пастеризацию. Содержание микробов в пастеризованных изделиях составляет 10^4 в 1 г. Подавление размножения микробов достигается посредством специальных мероприятий, например добавлением 0,9% уксусной кислоты.

Не образующие спор микробы, вызывающие пищевые отравления, как правило, уничтожаются при пастеризации. Этот процесс можно ускорить, добавляя уксусную кислоту, так как в сильнокислой среде уже сравнительно низкие температуры часто вызывают гибель микробов. Большое значение для производства продуктов играет термостойкость *Cl. botulinum*.

Содержание уксуса в пресервах должно быть на верхней границе, которая еще способна гарантировать хороший вкус. Кроме того, перед приемкой таких продуктов должны быть проведены испытания на продолжительность сохранения качества и способность подавления развития термостойких, образующих токсины, бактерий для

того, чтобы установить продолжительность сохранения качества и сроки хранения.

Порча вызывается микробами, сохранившими жизнеспособность в процессе пастеризации или попавшими в результате вторичного обсеменения содержимого — как следствия негерметичности консервной банки. В этом случае происходит брожение, которое придает продукту кислый или кисло-загнивающий привкус. Внешне у подобных пресервов наблюдается бомбаж. Порчу вызывают лактобациллы, а также аэробные и анаэробные спорообразующие бактерии.

Холодные маринады, деликатесный рыбный маринад. Холодный маринад и деликатесный рыбный маринад представляют собой продукты из свежей, замороженной и соленой обработанной рыбы, кусков рыбы или других продуктов моря, которые с помощью уксусно-солевой ванны или с помощью других методов, например связанных с применением солей и уксусно-солевых растворов, в течение короткого времени приобретают стойкость к хранению.

У свежей рыбы отделяют голову, потрошат и удаляют кости. Уксусно-солевая ванна, в которой рыбу, филе или рыбный гуляш выдерживают в течение некоторого времени, придает продукту желаемые свойства и установленную стойкость при хранении.

Влияние уксусно-солевой ванны на микрофлору рыбы. Уксусно-солевая ванна содержит 6 % уксуса и 13 % поваренной соли (рН 2,8). Соотношение между уксусно-солевым раствором ванны и рыбой составляет 1 : 2 (закрытый сосуд) или 1 : 1 (открытый сосуд). Завершение созревания обнаруживается по помутнению мяса рыбы.

Содержание микробов в исходном продукте при обработке в уксусно-солевом растворе уменьшается в 10–1000 раз. Погибают в уксусно-солевой ванне грамотрицательные психрофильные микробы. Сальмонеллы и *Staph. aureus* также не сохраняют жизнеспособность в уксусно-солевой ванне. Они уничтожаются в уксуснокислом растворе при рН 4,0 в течение 24 ч.

Уксусно-солевой раствор только задерживает размножение лактобацилл. Кроме того, бактериальные споры способны выживать в уксусно-солевой ванне.

Способность кислоты тормозить размножение бактерий основана скорее на величине рН, а не на специфических характеристиках соответствующей кислоты. Для практических целей уксусная кислота обладает наиболее высокой эффективностью. Она тормозит раз-

множение лактобацилл при концентрации 2,26 %, что соответствует рН 3,82. Преимущество ее заключается в том, что при концентрации 2 % она быстро проникает в мышечную ткань.

Большое значение для стойкости при хранении конечных продуктов имеет качество сырья. Чем интенсивнее протекает процесс разложения белка перед обработкой в уксусно-солевой ванне, тем интенсивнее возобновляется жизнедеятельность бактерий после ванны. После разрушения стенок клетки содержащиеся в рыбе протеолитические ферменты могут хорошо функционировать, подготавливая для бактерий хорошую питательную среду. Эта ферментативная активность в уксусно-солевой бане полностью не прекращается, протеолитические ферменты мышечной ткани рыбы начинают расщеплять белок до аминокислот еще при рН 3. Такая низкая величина рН мышечной ткани в уксусно-солевой ванне не устанавливается. Далее этот процесс разложения белка представляет собой важный факт процесса созревания. Если ему помешать, вкус маринада ухудшается.

Микрофлора холодного маринада. Куски рыбы, поступающие из уксусно-солевой ванны вместе с добавками овощей и приправ (рольмопс), упаковывают в стеклянные или покрытые лаком алюминиевые банки, добавляя мягкую заливочную жидкость.

Заливочные смеси содержат следующие количества: поваренной соли для маринованных изделий максимально 3,5 %, а для изделий домашнего консервирования максимально 6 %; уксусной кислоты максимально 2 %. Так как возрастающее содержание уксуса отрицательно влияет на вкус маринада (однозначное подтверждение кислотности), следует тщательно выбирать ее концентрацию, необходимую для обеспечения стойкости при хранении. Содержание уксуса должно быть ниже 1,5 %.

Вместе с пряностями (перец, горчичное семя) в маринад попадает большое количество бактериальных спор (10^7 в 1 г), особенно рода *Vaccillus* и спор плесневых грибов. При этом низкий рН способствует их сохранению. К лактобациллам способным выдерживать обработку в уксусно-солевой ванне, добавляются микроорганизмы, попадающие с овощами.

Большое количество лактобацилл и дрожжей попадает из бочковых огурцов, муки, поэтому в качестве дополнительного компонента рекомендуется использовать стерилизованные консервы. В производстве маринадов приходится сталкиваться с микроорганизмами, устойчивыми

к кислой среде. Для свежеприготовленного маринада следует стремиться к следующим стандартным количествам микробов (в 1 г):

Лактобациллы, максимально	10 ⁴
Дрожжи, максимально	200
Плесневые грибы, максимально	50
Бактерии группы кишечных палочек, максимально	10

Основными возбудителями порчи маринада являются гетероферментативные лактобациллы видов *Lactobacillus buchneri* и *Lb. brevis*. Так как углеводы могут разлагаться до диоксида углерода, маринад следует приправлять не сахаром, а подслащенными веществами. Однако доказано экспериментально, что эти микроорганизмы способны разлагать ряд аминокислот — глутаминовую кислоту, лизин, тирозин, гистидин, аргинин. Наряду с двуокислом углерода, в качестве конечных продуктов обнаруживаются также амины, способные смещать рН маринада в щелочную область.

Стойкость при хранении холодного маринада в первую очередь зависит от состояния сырой рыбы. При температуре менее 20°C она составляет около недели. Очень низкие температуры (–2°C) делают возможным увеличить продолжительность сохранения качества от 2–3 недель до нескольких месяцев.

Микрофлора деликатесного рыбного маринада. Деликатесный рыбный маринад состоит из мяса рыбы, обработанного в уксусно-солевой ванне. Очень часто филе рыб помещают в майонез (эмульсия из желтка, пищевого масла, соли, сахара, уксуса, приправ, пищевого желатина, муки и крахмальных изделий). Острый соус представляет собой майонез с добавкой ароматических трав.

Соусы или крем, а также мясо рыбы, должны в соответствии со стандартом максимально содержать поваренной соли — 3,5%, уксусной кислоты — 2% (в летние месяцы содержание поваренной соли и уксусной кислоты в деликатесном маринаде должно быть несколько выше). При этом следует поддерживать соответствующие вкусовые характеристики.

В майонезе чаще всего содержатся лактобациллы, дрожжи, аэробные спорообразующие бактерии и педиококки. Аэробные спорообразующие бактерии (следствие низких величин рН) не развиваются. Хотя майонез непосредственно после приготовления содержит лишь небольшое количество лактобацилл, их количественное содержание

возрастает при хранении. Они играют основную роль в порче деликатесного маринада. Так как майонез изготавливают из яиц или яичных продуктов, основная опасность заключается в обсеменении сальмонеллами. Уксус при его содержании 0,4–0,7 % позволяет уничтожить сальмонеллы при температуре хранения 15°C (в пределах нескольких суток).

Микрофлора вареной рыбы и возможности удлинения сохраняемости рыбы. В соответствии со стандартом, мясо рыбы содержит до 2,5 % поваренной соли и 0,5–1,5 % уксуса. Предварительно обработанную рыбу помещают в пластмассовый сосуд и заливают его желеобразным заливочным раствором. После застывания заливочного раствора сосуд покрывают прозрачным листочком.

В кислой среде прорастания спор бактерий не происходит. Тем не менее, рыба (и в особенности желе), могут быть обсеменены микробами вторично. В этом случае основную роль играют наиболее широко распространенные лактобациллы. Кокки, плесневые грибы и дрожжи также могут вызывать порчу продукта. В рыбном студне в массе испорченного продукта могут находиться колонии упомянутых возбудителей порчи.

Чаще всего порча начинается с образования колоний плесневых грибов, которые медленно распространяются по всей поверхности. На этой стадии нельзя заметить каких-нибудь отклонений во вкусовых свойствах. Вареный маринад можно рассматривать как негодный в пищу, так как в этом состоянии его нельзя обрабатывать. Изменения вкусовых свойств происходят в результате роста бактерий, обнаруживающегося на последующих стадиях. Поступающий в продажу вареный маринад часто содержит менее 1 % уксуса, поэтому возможно размножение анаэробных спорообразующих бактерий. Когда обсеменяется мясо рыбы и овощные компоненты спорами *Cl. botulinum*, последние могут прорасти, в результате чего этим микроорганизмом обсеменяются пищевые продукты. Для того чтобы устранить эту опасность, следует стремиться к достижению возможно большей концентрации уксуса. При содержании в готовых продуктах 1% уксуса размножение микроорганизмов подавляется.

Для увеличения стойкости к этим продуктам можно добавлять консервирующие средства. Поскольку применять метенамин не разрешается, можно использовать только бензойную кислоту, эфиры *n*-оксибензойной кислоты и сорбиновую кислоту. Сорбиновая кислота

способствует значительному увеличению продолжительности хранения вареного маринада, так как она способна подавлять рост грибов.

Микрофлора рыбы мокрого посола. Исходная микрофлора рыбы во время посола претерпевает значительные изменения. В первую очередь рыба имеет контакт с оборудованием переработки рыбы и руками человека. Соль также может содержать микроорганизмы. Наиболее часто встречающиеся в соли микробы были перечислены выше. Особое значение для микрофлоры соленой рыбы имеет способ посола.

Во время хранения рыба теряет воду и поглощает соль, при этом изменяются как рыба, так и рассол. В течение первых 10–15 сут. увеличивается количественное содержание бактерий в рассоле. В последующее время наблюдается уменьшение количества микробов в рассоле, в результате чего после 2–3 мес. остается более 10 % исходного содержания микроорганизмов. Во время дальнейшего хранения содержание микробов в рассоле остается постоянным (микробных клеток в 1 см²). В мясе рыбы крепкого посола количество микробов сразу же уменьшается. Поэтому мышечная ткань в течение нескольких месяцев остается стерильной. Тем не менее, некоторым исследователям удалось обнаружить в пробах мяса галофильные бактерии. При хранении слабосоленой рыбы при высокой температуре содержание бактерий быстро возрастает и может достигать от 10⁶ до 3 · 10⁸ микробных клеток на 1 см² поверхности рыбы или 2 · 10⁵ микробных клеток в 1 г. Основную массу микрофлоры составляют микробы (40–90 %). Кроме того, встречаются различные грамотрицательные палочки.

Микрофлора рассола состоит, главным образом, из галотолерантных и галофильных микроорганизмов, таких как галофильные дрожжи, спорообразующие бактерии, плесени и грамотрицательные палочки.

Психрофильные бактерии родов *Pseudomonas* и *Achromobacter* либо отсутствуют, либо присутствуют в очень малом количестве. В рассолах были обнаружены отдельные виды рода *Corynebacterium*. Как при мягком, так и при среднем посоле из-за низкого содержания соли может быстро развиваться гнилостная микрофлора (аэробные и спорообразующие бактерии). Поэтому эти продукты следует направлять на охлажденное хранение.

Во время хранения соленая рыба приобретает специфический вкус. Это явление называется процессом созревания. Созревание соленой сельди достигается, в первую очередь, в результате действия ферментов. Наряду с ферментами мышечной ткани имеются пищеварительные ферменты рыбы, которые способствуют формированию типично-

го вкуса соленой рыбы. Ряд авторов придерживается того мнения, что в процессе созревания рыбы, особенно среднего посола, играет роль жизнедеятельность бактерий. Специфические вкусовые вещества образуются в рассоле и затем диффундируют в мясо рыбы.

Микрофлора рыбы сухого посола. При посоле с последующей сушкой рыбы в бочке 90 % микрофлоры составляют микрококки. Остальные 10 % — бактерии родов *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Sarcina*, *Pseudomonas*. При сильном сухом посоле большая часть микрофлоры рыбы состоит из микрококков. Такой же состав микрофлоры имеет рыба, разделанная на клипфиск — на 1 см² поверхности которой содержится от $6,5 \cdot 10^3$ до $3,2 \cdot 10^2$ галофильных микробов.

Микрофлора соленых продуктов в масле. В соответствии с различным содержанием соли микрофлора отдельных масляных пресервов различна. Копчение изделий из рыбы приводит к уменьшению количества микробов. У масляных пресервов рН > 5,0.

Содержание галофильных микробов у соленой рыбы, используемой для приготовления консервов, не должно превышать $2 \cdot 10^4$ микробных клеток в 1 г. Для готовых изделий максимальное содержание микробов должно быть $4 \cdot 10^4$ в 1 г. Тем не менее, начальное количественное содержание микробов в масляных пресервах значительно выше этой величины.

Возбудители гниения рыбы (роды *Pseudomonas* и *Achromobacter*) не развиваются при концентрации поваренной соли более 6 %. Тем не менее, они могут длительное время сохраняться при высоких концентрациях поваренной соли. Таким образом, можно обнаружить их присутствие и в масляных пресервах.

Микрофлора копченых рыбных продуктов и их порча. В мясе рыбы горячего копчения после выдерживания при высоких температурах сохраняется небольшое количество микробов. Часто продукты оказываются недостаточно прокопченными, например, если температура в печи слишком низка или время тепловой обработки недостаточно. В этом случае большое количество мезофильных и психрофильных микробов могут сохранить жизнеспособность в процессе обработки.

После обработки дымом, при дальнейшей обработке, например, в процессе упаковки, транспортировки и т. д., рыба может быть обсеменена различными микроорганизмами. Достаточно полно прокопченные рыбные продукты при длительном или неправильно организованном хранении (теплые помещения) подвергаются порче «сухое

гниение». Рыба приобретает матовый оттенок, и мышечная ткань ее становится рыхлой. При этом можно установить наличие гнилой плесени. Вызывают эту порчу микрококки и аэробные спорообразующие бактерии, которые сохранили жизнеспособность во время процесса копчения, а также дрожжи и сарцины.

Наиболее часто встречающейся причиной порчи продуктов горячего и холодного копчения является более или менее интенсивное размножение плесневых грибов на поверхности рыбы, развитию которых способствует хранение во влажной среде и упаковка еще не остывшего продукта. Обсеменение рыбы холодного копчения спорами плесневых грибов происходит из древесных стружек, так как они поступают из различных производств и могут содержать значительное количество спор плесневых грибов.

Как правило, в толще рыбных изделий холодного копчения содержится мало микроорганизмов. Тем не менее, общее количество микробов в них несколько выше, чем у продуктов горячего копчения. Высокое содержание соли в мясе рыбы гарантирует, однако, сравнительно продолжительное сохранение качества.

6.2. Методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции

Качество сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов, тары, консервирующих веществ, пряностей, готовой продукции определяется органолептическим, физическим, химическим и микробиологическим методами.

Органолептический (сенсорный) метод. Органолептический метод широко используется при оценке качества рыбного сырья. В основе этого метода лежит восприятие органов чувств (обоняние, осязание, вкус, зрение и слух). Метод позволяет определять такие органолептические показатели качества сырья и продукции, как внешний вид, цвет, консистенция, вкус и запах. Недостатками органолептического метода являются его субъективность и невозможность быстрой оценки качественных показателей некоторых продуктов. Например, при установлении запаха мороженой рыбы необходимо проводить предварительное оттаивание рыбы от температуры $-20...-35^{\circ}\text{C}$ до температуры 20°C , что приводит к потере экспресности. Кроме того, метод не позволяет выявлять ранние гнилостные изменения в продукции.

До тех пор, пока в 1 г мяса рыбы или на 1 см² его поверхности не накопится от 10 до 100 млн микробных клеток, установить порчу мяса рыбы этим методом невозможно.

Для получения количественных и сравнимых показателей качества при данной методе используют балльную оценку, то есть выражают тот или иной показатель в определенных (условно установленных) числовых значениях. Измерение показателей, определяемых органолептическим методом и выражаемых в баллах при помощи шкал балльных оценок (3, 5, 10, 12, 25, 50, 100 и 125), называется органомерией.

Воспроизводимость и точность определения того или иного показателя зависит от индивидуальных особенностей дегустатора, степени его тренированности и состояния органов зрения, слуха, обоняния и вкуса. Высота порога восприятия (запаха, цвета, содержания соли и др.) зависит от наследственности, возраста, образа жизни человека, вида потребляемой им пищи, частоты употребления алкоголя или курения, состояния здоровья, моральной обстановки, в которой проходит дегустация, удобство в работе, ее ритмичности и налаженности, от умения сосредотачиваться на своих ощущениях.

Для более правильного установления всех оттенков запаха, вкуса, консистенции и других показателей дегустацию лучше всего проводить в теплое время года при температуре наружного воздуха, а в холодное — при комнатной температуре и в хороших санитарных условиях. Не должно быть сквозняков, ветра, резких и неприятных шумов. Но это не значит, что необходимо утеплять все образцы товаров, отобранные на холодильнике или зимой на открытом складе. Многие образцы проверяют и на холоде, а в дегустационной камере определяют качество лишь нескольких образцов, отобранных по выбору (для самоконтроля). Однако иногда затрачивается много времени (сутки и более) на отбор образцов, медленное отепление (размораживание их), например, от температуры -25 до $+20^{\circ}\text{C}$.

Дегустации и товароведческие экспертизы лучше проводить в дневную смену, а особенно ответственные — в первой половине дня. Хорошо, когда дегустации предшествует легкий завтрак, из которого исключена острая еда. Необходимо отличать товароведческую экспертизу, предусматривающую определение целого комплекса показателей, и застольную дегустацию. Дегустация — лишь одна (и не всегда обязательная) часть экспертизы.

При любой товароведческой экспертизе и дегустации должна быть применена стройная система исследования продукта (последовательность

в ассортименте, метод расположения образцов, очередность действий при осмотре). Если, например, работа проводится у штабеля крупных товарных партий, необходимо, чтобы контрольные бочки или ящики были выставлены в строгом порядке по прямой линии с оставлением определенных промежутков между ними и отдельными рядами. При этом маркировку обращают в одну, удобную для обозрения сторону. Необходимо вести всю работу, в том числе и подготовку к экспертизе или дегустации, так, чтобы исключить элементы случайности, небрежности, непродуманности и бессистемности.

Определение внешнего вида рыбы. К показателям внешнего вида относятся количество и состояние слизи, состояние чешуи, эпидермиса кожи, цвет жабр, цвет глаз и их расположение по отношению к уровню орбит, а также степень деформации тела рыбы (количество и характер помятостей), количество, характер и размеры механических повреждений тканей и др.

Определение состояния поверхности. У живой и абсолютно свежей снулой рыбы, хранившейся не более 2 ч после изъятия из воды, поверхность покрыта тонким слоем прозрачной тягучей слизи, выделяемой железистыми клетками дермы.

Не всегда также липкость и обилие слизи на рыбе служат признаком ее недоброкачества, поэтому о качестве рыбы следует судить не по наличию или отсутствию слизи, а по ее доброкачеству. При хранении рыбы консистенция и цвет слизи изменяются. Она мутнеет, становится менее липкой. В ней появляются комочки, образующиеся вследствие разрушения кожи (эпидермиса, дермы) микроорганизмами и в результате ферментативных процессов. В зависимости от качества рыбы слизь может быть прозрачной (у свежей рыбы), мутной или грязной (у несвежей). Состояние слизи влияет на окраску поверхности рыбы (постепенно бледнеет, затем становится тусклой). Окраску тела рыбы выражают терминами: блестящая, потускневшая и тусклая.

Изменяется и запах слизи (переходит в кисловатый, а затем в гнилостный). Запах определяют после растирания слизи между пальцами. Он может быть рыбным (свойственным данному виду рыбы), кислым, затхлым и гнилостным. По цвету и запаху слизи сразу браковать рыбу нельзя, так как после тщательной мойки рыбы в проточной воде слизь смывается, запах исчезает, и рыба может оказаться вполне доброкачественной.

Определение состояния жабр. Обилие крови и слизи в жабрах создает хорошие условия для жизнедеятельности микроорганизмов, поэтому в жабрах раньше, чем в каком-либо другом органе или части тела

рыбы, проявляются признаки ее порчи. Процесс порчи тканей жабр и находящейся в них слизи протекает быстро. При этом изменяются окраска лепестков жабр (от ярко-красной до светло-розовой и грязно-серой) и их запах.

Вместо характерного для свежей рыбы рыбного запаха, появляется затхлый, кисловатый или гнилостный. Для правильного определения всех оттенков запаха, а следовательно, и качества рыбы, жабры вырезают ножницами, опускают в кипящую воду и определяют запах образующихся паров.

Определение целостности частей и органов тела рыбы. Под целостью рыбы понимают отсутствие внешних механических повреждений кожи, мяса или каких-либо других частей или органов ее тела (жаберные крышки, плавники и др.). Целость рыбы может быть нарушена в момент лова рыбы, выборки ее из орудий лова, а также в момент перегрузки и транспортировки.

Определение состояния чешуйчатого покрова. Состояние чешуйчатого покрова характеризуется количеством чешуи, плотностью ее прилегания и прочностью удерживания на коже. Чешуя может быть неповрежденной или сбитой в местах обьячеивания (но не более 10 % от общей площади чешуйчатого покрова рыбы). Сбитость чешуи выражают в процентах от общей площади чешуйчатого покрова рыбы. При оценке качества некоторых видов рыб (сельдь, кефаль и др.) сбитость чешуи не учитывают.

Определение состояния кожного покрова. К повреждениям относят: багряны (ранения, причиненные багром или темляком); сбитость чешуи (снастные ранения от обьячеивания сетью); разрыв кожи и ткани (ранения, причиненные крючками самоловной снасти, разными приспособлениями и машинами при добыче и транспортировке рыбы); кровоподтеки (ранения, возникающие вследствие ушиба или кровоизлияния).

Одновременно следует устанавливать вид раны, ее размер, изменение цвета ткани в месте ранения, наличие нагноения в ране и т. д. При отсутствии гноя в ране и патологических изменений ткани ранения классифицируются как свежие (доброкачественные), при наличии гноя — как несвежие (недоброкачественные).

Кровоподтеки — розовые или красные пятна — могут возникнуть вследствие ушибов или разрывов кровеносных сосудов, связанных с посмертным перераспределением крови. Следует четко отличать кровоподтеки от багрово-красной окраски поверхности (лещ, сазан).

Определение состояния глаз. Состояние глаз характеризуется степенью прозрачности роговицы и положением глазного яблока относительно уровня его орбиты. Оно хорошо коррелируется со свежестью рыбы. В зависимости от степени свежести рыбы роговица может быть светлой, потускневшей или мутной, а глазное яблоко — выпуклым, запавшим (не ниже уровня орбиты) или ввалившимся (ниже уровня орбиты).

У живой и только что уснувшей рыбы глаза выпуклые, прозрачные. С ухудшением качества рыбы прозрачность роговицы уменьшается, глазное яблоко опускается. У задержанной рыбы глаза потускневшие, запавшие (не ниже уровня орбит), а у испорченной — тусклые, ввалившиеся (ниже уровня орбит).

Определение состояния брюшка и анального отверстия. В результате разложения содержимого кишечника образуются газы, которые вздувают желудок и кишечник. Объем брюшка при этом увеличивается, и могут быть разрывы брюшных стенок. Состояние брюшка определяют терминами: нормальное, вздутое и лопнувшее (лопанец). Лопанцем называют рыбу, стенки брюшка у которой разорваны вследствие размягчения и разрушения мышечной ткани брюшка ферментами и микроорганизмами. Методика определения количества лопанца в партии рыбы описана ниже.

У свежей рыбы анальное отверстие запавшее, бледно-розовое, а у испорченной — выпяченное, серо-розового, грязно-зеленого или грязно-красного цвета.

Определение вида и количества гельминтов. Любые органы и части тела рыб (чешуя, кожа, желудочно-кишечный тракт, печень, икра, мышечная ткань, сердце и др.) могут служить местом обитания того или иного паразита (гельминта). Вид гельминта определяют с целью установления степени опасности для здоровья человека самого гельминта, личинок и продуктов его жизнедеятельности: Одновременно определяют степень истощения рыбы и снижения вследствие этого ее питательных и товарных качеств.

При решении вопроса о возможности использования в пищу рыбы или продукта, зараженного паразитами, необходимо проявлять предельную строгость непримиримость. Если паразиты не опасны для здоровья человека, но ухудшают товарный вид рыбы, их необходимо удалить из нее путем потрошения или отделения частей и органов тела, зараженных паразитами. В сомнительных случаях должны проводиться микробиологические исследования.

Определение консистенции мяса рыбы. Консистенция должна определяться путем надавливания пальцами руки на среднюю, наиболее мясистую часть спинки рыбы или сжатия рыбы со стороны боков между большим и указательным пальцами рук. О консистенции судят по ощущению, возникающему в пальцах, и степени устранения вмятин (ямок), образующихся при надавливании пальцам. Консистенцию определяют терминами: плотная, ослабевшая и слабая.

У мяса плотной консистенции следы (ямочки) от надавливания не образуются или, появляясь, мгновенно исчезают, при ослабевшей консистенции следы сдавливания исчезают медленно, а при слабой не исчезают.

Определение цвета мяса. Под цветом подразумевают окраску мяса на срезе, сделанном перпендикулярно направлению мышечных волокон (поперечный срез). Обычно срез делают за грудными плавниками перпендикулярно позвоночнику, разрезая спинные мышцы (соматическую мускулатуру). Цвет мяса может быть нормальным (блестящий, свойственный данному виду рыбы), потускневшим (с порозовением или без порозовения у позвоночника), тускло-серым (с покраснением или без покраснения у позвоночника). Потускнение или порозовение (покраснение) мяса в сочетании с неприятным запахом характерно для рыбы, находящейся в стадии порчи.

Определение запаха мяса и внутренностей. Перед проведением анализа рыбу следует тщательно промыть в воде, освобождая от слизи и посторонних загрязнений, и дать стечь воде. Запах мелкой рыбы необходимо определять сразу же после сильного сжатия в руке нескольких образцов. Для определения запаха мяса не крупной малоценной рыбы нужно провести поперечный разрез ее тела.

Запах мяса крупной рыбы должен определяться с помощью ножа-пырка и деревянной шпильки. Нож или шпильку следует вводить вблизи анального отверстия со стороны брюшка рыбы по направлению к позвоночнику, около которого проходит большое число кровеносных сосудов. Вынув нож из рыбы, необходимо быстро определять приобретенный им посторонний запах (при определении запаха охлажденной рыбы нож следует подогреть).

Особенно тщательно необходимо определять запах в местах ранений или повреждений. Шпильку следует повернуть вокруг оси несколько раз или несколько раз ввести в прокол, вынуть из него и понюхать; запах внутренностей следует определять с помощью шпильки: ввести ее в брюшную полость через анальное отверстие, несколько раз повернуть

вокруг оси, вынуть и определить запах. При определении запаха путем обонятельных восприятий необходимо вначале установить требуемое расстояние между носом и исследуемым объектом и втягивать воздух извне только носовой полостью в обонятельную полость носа. Если запах выражен несильно, то следует энергично в течение 0,5 мин втягивать воздух и затем на такой же примерно срок задерживать дыхание. В этот момент (в период задержки) необходимо прислушиваться к характеру запаха, оценивая всю его гамму, затем выдыхать воздух, подготавливая, таким образом, орган обоняния для испытания следующих проб.

Доброкачественная рыба имеет чистый рыбный запах, свойственный данному виду рыбы. Наличие неприятного постороннего запаха указывает на ее порчу.

Совместное определение вкуса и запаха мяса рыбы. Рыба должна быть разделана (проба на варку) как при обычной кулинарной обработке, вырезанные куски помещены в кипящую воду и отварены в течение 10–20 мин в кастрюле, закрытой крышкой. В процессе варки следует определять запах. Проба отваренной рыбы на вкус и запах может дать сведения о степени ее свежести (качества).

Определение дефектов свежей рыбы. В производственных условиях при определении качества рыбы органолептическим методом применяют такие термины, как сырость, затяжка, загар, окись и др.

Сырость — слабый специфический запах слизи, покрывающей жабры и поверхность тела рыбы. Слизь с таким запахом имеет белесовато-серый цвет, иногда с розовым оттенком.

Загар — потемнение окраски отдельных частей и органов тела рыбы. Обнаруживается обычно в местах скопления крови (у позвоночника, в жабрах, во внутренностях, на поверхности тела рыбы и в других местах). В местах, пораженных загаром, мясо имеет красноватый или темный цвет, жаберные крышки краснеют, глаза мутнеют (иногда впадают), слизь приобретает буроватый или розоватый цвет.

Затяжка — специфический запах, появление которого свидетельствует о начальной порче белков. Появляется вначале в местах травм. Затяжка сопровождается изменением окраски мяса (от легкого покраснения до темно-бурой краски).

Окись — неприятный кисловатый запах, образующийся в результате разложения белков. Вначале появляется во внутренностях, а затем в мясе. При этом дефекте мясо становится дряблым, жабры обесцвеченными и покрытыми слизью, глаза запавшими, мутно-серого или красноватого цвета.

Вздутость брюшка — дефект, возникающий вследствие изменения условий (параметров) окружающей рыбу среды (например, давления в период подъема рыбы с большой глубины, в этом случае он не характеризует качество рыбы), а также появления во внутренней полости газов, образующихся в результате порчи (гниения) внутренних органов рыбы. В последнем случае возможность использования рыбы для выработки пищевой или технической продукции зависит от результатов определения физических и химических показателей.

Краснощечка — это дефект, образующийся при разрыве жаберных лепесточков вследствие переполнения их кровью (кровоизлияние в жабры). При этом часто жаберные крышки окрашиваются в розовый цвет. Краснощечка — результат несоблюдения правил транспортировки живой рыбы в прорезях, садках и сетных мешках (плотная посадка, большая скорость транспортировки и т. д.). Некоторые экземпляры рыб при этом получают механические повреждения и теряют товарный вид.

Кровоизлияние может быть и на поверхности тела рыбы, причем оно может сопровождаться возникновением воспалительных очагов, которые нередко переходят в язвы размером до пятикопеечных монет. Такая рыба имеет непривлекательный, вид и не может быть реализована через торговую сеть. При отсутствии воспалительных очагов рыбу можно использовать для производства пищевой продукции (охлажденной, мороженой, соленой, консервов и др.).

В сомнительных и арбитражных случаях необходимо проводить определение физических и химических показателей, характеризующих качество рыбы.

Физические и химические методы. Это наиболее объективные и прогрессивные методы, предусматривающие использование в процессе контроля различных измерительных приборов (спектрофотометр, фотоэлектроколориметр, вискозиметр и др.). Методы эти широко применяются как для контроля режимов технологических процессов, так и для определения состава и качества сырья, полуфабрикатов, консервирующих веществ вспомогательных материалов и готовой продукции.

При контроле режимов технологических процессов данными методами можно определять температуру среды (воздух, масло, растворы солей и др.), скорость ее движения, относительную влажность воздуха и газовоздушной среды, плотность среды (масло, раствор соли и пр.) и т. д. Методы позволяют определять в исследуемых образцах сырья, вспомогательных материалах, консервирующих веществах и готовых

продуктах содержание жира, воды, хлористого натрия, тяжелых металлов, а также цвет, размер, массу исследуемого объекта, температуру плавления, температуру застывания жира и другие показатели.

Преимущества физических методов — быстрота проведения определенности анализа и точность результатов; они позволяют достаточно быстро определять не только массу исследуемого объекта, его размеры, но и реакцию (рН) мяса, ее водоудерживающую способность, электропроводность, реологические и другие свойства.

Определение размера и массы рыбы. По размеру или массе большинство видов рыб подразделяются согласно стандарту на три группы: крупную, среднюю и мелкую. Пищевая ценность крупных особей одного и того же семейства (вида) выше, чем мелких.

Минимальный размер (или масса) отдельных видов рыб, допускаемых к вылову, устанавливается по отдельным районам промысла правилами рыболовства, утверждаемыми министерством рыбного хозяйства.

В промышленности и торговле размер рыбы определяют в соответствии с существующими правилами рыболовства и действующими стандартами. Промысловая длина рыбы должна измеряться по прямой линии от начала (вершины) рыла до начала средних лучей хвостового плавника. При определении длины рыбу следует уложить на ровную поверхность (стол, скамья). Для измерения использовать линейку с ценой деления 10 мм. В случае использования стальной рулетки необходимо натягивать ленту, не допуская ее изгиба по овалу брюшка. Схема измерения рыбы дана на рис. 1.15.

Массу рыбы необходимо определять поштучным взвешиванием всех экземпляров, входящих в отобранную пробу.

Определение реакции среды (рН). Потенциометрический метод определения рН основан на измерении электродвижущей силы электрода, погруженного в испытуемый раствор. Ее величина зависит от концентрации водородных ионов. Навеску фарша 20 г, взвешенную с погрешностью не более 0,01 г, следует поместить в стаканчик или фарфоровую чашку и без потерь перенести, смывая горячей дистиллированной водой через воронку, в мерную колбу емкостью 250 мл. В колбу долить дистиллированную воду с температурой 80°C (до $\frac{3}{4}$ ее объема). Содержимое колбы хорошо встряхнуть и оставить стоять на 30 мин, время от времени встряхивая. Затем содержимое колбы охладить до комнатной температуры, долить дистиллированной водой до метки и, закрыв пробкой, хорошо перемешать. Жидкость профильтровать через сухой

складчатый фильтр или вату в сухой стакан. В сосуд проверенного прибора налить исследуемый раствор, поместить в него концы электродов, включить прибор и снять показания по шкале рН-метра. Измерение рН следует проводить 2–3 раза, каждый раз вынимая электроды из раствора, и при измерении вновь погружая их в раствор.

Значение рН должно быть выражено как среднее арифметическое этих определений, расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 0,1 единицы.

Определение водоудерживающей способности (ВУС) мяса (фарша) рыбы. Метод основан на выделении воды из навески исследуемого материала путем ее прессования и определении количества оставшейся воды в навеске весовым способом или по площади «влажного» пятна.

Определение водоудерживающей способности весовым методом (метод Грау и Хамма). Мясо или фарш, размороженные до температуры 3–4°C (0,2–0,3 кг), следует пропустить через мясорубку с решеткой, имеющей отверстия диаметром 3 мм, не допуская потери сока. После тщательного перемешивания часть полученной массы поместить в бюксу с притертой крышкой. Навеску фарша массой 0,3 г (взвешенную с погрешностью не более 0,01 г) поместить на предварительно взвешенный полиэтиленовый кружок и перенести последний на кружок фильтровальной бумаги, положенный на стеклянную или плексиглазовую пластинку (круг) так, чтобы навеска фарша лежала на фильтровальной бумаге. Сверху полиэтиленовый кружок закрыть стеклянной или плексигласовой пластинкой (кругом), на которую поставить груз (гирю) массой 1 кг. Продолжительности прессования 10 мин. После прессования массу следует освободить от фильтровальной бумаги и полиэтиленового кружка, поместить в предварительно тарированную бюксу, взвесить на тех же весах и направить на высушивание при температуре 100–105°C (арбитражный метод).

Для получения сугубо ориентировочных данных водоудерживающая способность $W_{\text{ВУС}}$ рассчитывается сразу после прессования навески по формуле:

$$W_{\text{ВУС}} = \frac{100 - (m - m_2) \cdot 100}{m},$$

где m — масса навески до прессования, г; m_2 — масса навески после прессования, г.

Определение водоудерживающей способности по площади влажного пятна (для продуктов, содержащих не более 30% жира и не более

90% воды). Процесс прессования следует, проводить, также при использовании весового метода, используя фильтры средней плотности, предварительно выдержанные 3 сут. в эксикаторе над насыщенным раствором хлорида калия. Подготовленные фильтры хранить в полиэтиленовом пакете в холодильнике. По окончании прессования фильтр необходимо освободить от навески, очертить карандашом контур пятна вокруг прессованного мяса и контур общего пятна — по границе распространения воды. Площадь пятен S следует определить планиметром или по среднему диаметру круга D , измеренному метрической линейкой с точностью до 1,0 мм и рассчитать по формуле:

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}.$$

Площадь влажного пятна найти по разности между площадью общего пятна и площадью пятна, образуемого спрессованной массой.

Одновременно нужно проводить определение содержания воды в исследуемом продукте высушиванием при 100–105°C (арбитражным методом).

Определение водоудерживающей способности мяса рыбы объемным методом (метод центрифугирования). Метод основан на выделении из навески исследуемого продукта воды путем центрифугирования и определении количества оставшейся в ней воды весовым способом.

Химическими методами часто определяют содержание в исследуемом объекте воды, жира, азота (общего, белкового, небелкового), хлорида натрия и многих других веществ. Недостаток методов — длительность анализа.

Выбор метода зависит от природы исследуемого материала, цели исследования, сложности и степени точности метода, а также продолжительности анализа.

Метод определения содержания воды высушиванием пробы при температуре 100–105°C (арбитражный метод). Метод применяется при определении содержания воды в рыбе, а также вырабатываемых из нее пищевых, кормовых и технических продуктах, кроме жира. Навеску анализируемой пробы около 2 г (для паюсной икры 3–4 г), взвешенную с погрешностью не более 0,001 г, следует поместить в чистую, высушенную и тарированную бюксу, снабженную в случае необходимости стеклянной палочкой с оплавленными концами, при помощи которой навеска материала распределяется в бюксе ровным тонким слоем. В случае использования высушенной навески для последующего определения содержания жира мас-

са анализируемой пробы может быть увеличена до 5 г. Бюкса должна быть закрыта притертой крышкой и взвешена на аналитических весах. Высушивание навески до постоянной массы следует проводить в сушильном шкафу при температуре 100–105°C.

В течение первых 2 ч навеску рыбы (за исключением сушеной рыбы, вяленой и холодного копчения) или другого продукта с содержанием жира до 20 % рекомендуется сушить при температуре 60–80°C. Если жирность исследуемого образца более 20 %, то первые 2 ч высушивание необходимо проводить при температуре 60–65°C. Постоянство массы считается достигнутым, если разница между двумя взвешиваниями не превышает 0,001 г. Перед каждым взвешиванием бюкса с пробой должна быть закрыта крышкой и охлаждена до комнатной температуры (около 30 мин) в эксикаторе. При исследовании рыбы и других продуктов, способных при высушивании спекаться в плотную массу, в бюксу предварительно необходимо вносить 5–6 г кварцевого песка, чистого и прокаленного, и навеску материала тщательно перемешивать с песком.

Содержание воды x (в %) рассчитывается по формуле:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m_2 - m}$$

где m_2 — масса бюксы с навеской пробы исследуемого материала и песком до высушивания, г; m_1 — масса бюксы с навеской пробы исследуемого материала и песком после высушивания, г; m — масса бюксы с песком, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 %. После нескольких высушиваний может произойти увеличение массы исследуемой пробы. В этом случае дальнейшее высушивание следует прекратить и за окончательную массу принять меньшую массу, полученную в результате предыдущего взвешивания.

Ускоренные методы. Высушивание проб исследуемых материалов при определении содержания в них воды можно проводить и при повышенных температурах (120–180°C), но нагревание должно осуществляться строго определенное время, устанавливаемое обычно экспериментальным путем для каждого материала (продукта).

Стандартный метод применяется при анализе соленой, вяленой, сушеной и копченой (холодный способ) продукции из рыбы. Навеска исследуемого материала массой около 2 г должна быть взвешена в бюксе (с погрешностью не более 0,001 г) и подсушена в течение 30 мин

при температуре 60–80°C. После этого пробу необходимо окончательно высушить в течение 1 ч при $(130 \pm 2)^\circ\text{C}$. По истечении указанного времени бюксу следует вынуть из сушилки, охладить в эксикаторе до комнатной температуры (примерно 1–2 ч), а затем взвесить. Содержание воды рассчитывается общепринятым методом (см. арбитражный метод). Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5%.

Нестандартный метод: навеску исследуемого материала, отвешенную в предварительно тарированные металлические бюксы с погрешностью не более 0,01 г, поместить в гнезда вращающегося столика сушильного шкафа, свободные гнезда следует закрыть пустыми бюксами. Бюксы с навесками должны быть открыты. При высушивании вязких материалов их необходимо смешивать с кварцевым песком. По окончании высушивания бюксы следует вынуть из сушильной камеры и поставить на шкаф, а затем поместить в эксикатор для охлаждения. Продолжительность высушивания в сушильном шкафу, при $(130 \pm 2)^\circ\text{C}$ примерно вдвое меньше, чем в обычном сушильном шкафу. Содержание воды рассчитывается общепринятым методом (см. арбитражный метод). Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5%.

Методы определения содержания жиров (липидов) физико-химическими методами. При количественном определении липидов в исследуемом объекте предусматривается извлечение из него глицеридов и сопутствующих им веществ (пигментов, витаминов, свободных жирных кислот, фосфатидов и др.).

Существующие методы определения содержания жира в различных видах сырья и продуктов можно условно подразделить на две группы — одноступенчатые и двухступенчатые.

Одноступенчатые методы, основанные на использовании ультразвука, ядерно-магнитного резонанса, фотометрии и инфракрасных лучей, позволяют проводить количественное определение жира непосредственно в исследуемом объекте. Однако для этого требуется сложное и дорогостоящее оборудование, а применение некоторых из них (например, метод ядерно-магнитного резонанса) рекомендуется в случае невозможности использования какого-либо другого метода для установления количества определяемого вещества в объекте.

Большинство физико-химических методов (экстракционно-весовые, рефрактометрические и др.), применяемых для количественного определения жира, относятся ко второй группе. Характерной особен-

ностью их является двухступенчатость — извлечение жира из объекта и количественное определение его. Для извлечения жира используются различные органические растворители — бензин, петролейный эфир, серный эфир, ацетон, хлороформ, монобром, моноклорнафталин, трикрезилортофосфат и др. Следует иметь в виду, что гидрофобные растворители (петролейный эфир, бензин и др.) извлекают вместе с глицеридами несколько меньше сопутствующих им веществ. Причем выделение их происходит селективно. Более быстро извлекаются глицериды, и медленнее — фосфатиды, свободные жирные кислоты и продукты окисления. В связи с этим, при применении гидрофобного растворителя процесс извлечения жира проходит длительно (2–3 сут.). Для ускорения и более полного выделения глицеридов и сопутствующих им веществ из анализируемого объекта рекомендуется использовать гидрофильные растворители (метиловый, этиловый эфиры и др.) или смесь гидрофобных и гидрофильных растворителей (бинарные растворители).

Некоторые наиболее часто применяемые методы определения содержания жира в рыбе, нерыбных объектах промысла и вырабатываемых из них продуктах рассматриваются ниже.

Метод определения содержания жира по Сокслету (арбитражный метод). Определение содержания жира проводится путем взвешивания его после экстракции из сухой навески в аппарате Сокслета.

Навеску средней пробы исследуемого продукта около 5–10 г, взвешенную с погрешностью не более 0,001 г, следует поместить в фарфоровую ступку. Туда же добавить двойное-тройное по массе количество безводного серноокислого (или фосфорноокислого) натрия и смесь хорошо растереть пестиком. Обезвоженный продукт количественно перенести в пакет или патрон из фильтровальной бумаги и поместить в эксикатор аппарата Сокслета. Ступку протереть ватой, смоченной серным эфиром, которую затем присоединить к сухой навеске. К экстрактору присоединить предварительно высушенную при 105°C и взвешенную колбу и налить эфир с таким расчетом, чтобы количество его в 1,5 раза превышало объем экстрактора. Экстрактор с помощью пришлифованной пробки соединить с холодильником. До начала нагревания через холодильник начать пропускать воду и затем слабо нагреть колбу на водяной бане. Экстрагирование жира проводить в течение 10–12 ч. Интенсивность нагревания должна быть такой, чтобы в течение 1 ч было не менее 5–6 и не более 8–10 сливаний эфира.

Полноту выделения жира из навески анализируемого объекта следует проверять следующим образом. На чистое, обезжиренное стекло нанести каплю мисцеллы (растворителя). При полном выделении жира на стекле после испарения растворителя не должно появляться жирное пятно.

При перерыве в работе для ускорения экстракции жира необходимо оставить эфир в экстракции в таком количестве, чтобы патрон с навеской был погружен в него. После окончания экстрагирования жира эфир из колбы отогнать, а затем высушить колбу с жиром в сушильном шкафу при температуре 50–60°C (30 мин). Процесс лучше проводить в атмосфере углекислоты. Количество жира x (в %) рассчитывается по формуле:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m_2 - m},$$

где m_2 — масса колбы с жиром после высушивания, г; m_1 — масса пустой колбы, г; m — масса навески исследуемого материала, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,3 %.

Метод определения содержания жира по обезжиренному остатку (стандартный метод). Количество жира в продукте определяется по уменьшению массы сухой навески продукта после экстракции растворителем.

Навеску исследуемого объекта в количестве 2–5 г, взвешенную с погрешностью 0,001 г, следует высушить в сушильном шкафу при температуре 100–105°C и перенести в пакет из фильтровальной бумаги размером 8 × 9 см. Стенки бюксы протереть небольшим количеством ваты, смоченной в эфире. Вату вместе с навеской поместить в пакет из фильтровальной бумаги. Пакет с навеской вложить во второй пакет размером 9 × 10 см так, чтобы линии загиба пакетов не совпали, и перевязать их ниткой. Наружный пакет пронумеровать простым графитовым карандашом, поместить в ту же бюксу, в которой ранее высушивалась навеска, и поставить в сушильный шкаф. Высушить до постоянной массы при температуре 100–105°C. Можно сушить навеску непосредственно в пакете. Высушенный пакет с навеской должен быть помещен в экстрактор аппарата Сокслета. В один аппарат можно помещать несколько пакетов при условии, что все они полностью погружены в эфир и хорошо омываются им. Продолжительность экстрагирования 10–12 ч. Окончание процесса устанавливается следующим

образом. Каплю раствора (мисцеллы), вытекающего из экстрактора аппарата, следует нанести на часовое стекло. При полном извлечении жира из навески на стекле после испарения растворителя не должно быть жирного пятна. Пакеты с обезжиренной навеской перенести в ту же бюксу и выдержать в вытяжном шкафу 20–30 мин для удаления эфира, а затем высушить в шкафу при температуре 100–105°C до постоянной массы. Длительность процесса от 1 до 3 ч. Содержание жира x (в %) рассчитывается по формуле:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m_2 - m}$$

где m_2 — масса высушенных бюксы, пакета и навески продукта до экстракции, г; m_1 — масса высушенных бюксы, пакета и навески продукта после экстракции жира.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 %.

Определение содержания общего азота (арбитражный метод). По этому методу общий азот должен быть определен в виде аммиака (NH_3) после разрушения азотсодержащего вещества (продукта) горячей концентрированной H_2SO_4 . Образовавшийся при разложении сульфат аммония $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ следует разрушить концентрированной щелочью, и полученный NH_3 отогнать с паром в титрованный 0,1 н. раствор H_2SO_4 . Определение закончить обычным ацидометрическим титрованием. Навеску исследуемого продукта (мука в количестве 0,2–0,5 г, фарш — 0,5–1,0 г), отвешенную с погрешностью не более 0,0001 г, следует поместить в трубочку из фильтровальной бумаги или станиоля, закрытую с одной стороны. Диаметр ее должен быть несколько меньше диаметра горла колбы, в которой будет проводиться мокрое сжигание. Около 5 г тузлука (в зависимости от содержания в нем азота) осторожно влить в колбу на 100 см³, не касаясь стенок горла последней. Затем к навеске добавить несколько мелких кристаллов медного купороса (0,2–0,3 г) и прилить 10 см³ H_2SO_4 плотностью 1,84 г/см³. Колбу с содержимым осторожно нагреть в вытяжном шкафу, не допуская разбрызгивания жидкости.

Когда содержимое колбы делается однородным, нагревание прекратить, дать остыть массе, прибавить 0,5 г серноокислого калия и снова нагревать до тех пор, пока жидкость в колбе не станет прозрачной, зеленовато-голубого цвета без бурого оттенка. Внутренние стенки колбы должны быть совершенно чистыми. Это достигается осторожным

взбалтыванием содержимого колбы до смывания со стенок темных обугленных частиц муки.

По окончании сжигания содержимое колбы охладить и перенести в отгонную колбу на 500–750 см³. Колбу для сжигания необходимо тщательно сполоснуть, проверяя полноту смывания путем прибавления 1–2 капель раствора метилового красного. Для перенесения сожженной навески требуется 200–250 см³ дистиллированной воды. Приемником служит коническая колба на 250–300 см³, в которую предварительно должно быть налито 25–30 см³ 0,1 н. раствора H₂SO₄. Конец трубки холодильника должен быть погружен в раствор H₂SO₄.

В отгонную колбу осторожно, по стенкам, избегая смешивания жидкостей, следует прилить 50–70 см³ 33%-ного раствора NaOH. В колбу бросить кусочек лакмусовой бумаги и быстро закрыть пробкой, соединенной каплеуловителем с холодильником. Осторожно перемешивая содержимое колбы, сразу же начинать ее нагревание. Реакция жидкости в колбе должна быть резко щелочной. После того как жидкость в колбе бурно закипит, приемник опустить с таким расчетом, чтобы конец трубки холодильника находился на некотором расстоянии от поверхности жидкости. В таком положении продолжать отгонку до тех пор, пока из колбы не отгонится не менее $\frac{2}{3}$ содержащейся в ней жидкости. Кроме того, конец отгонки определяют проверкой реакции дистиллята по лакмусовой бумаге. Если отгонка закончена, то капля дистиллята не должна вызывать посинения лакмусовой бумаги. В конце отгонки при кипении массы появляются характерные толчки, свидетельствующие о прекращении отгонки. По окончании отгонки конец трубки холодильника смыть водой в приемную колбу и содержащийся в приемнике избыток H₂SO₄ оттитровать 0,1 н. раствором едкой щелочи в присутствии метилового красного или двойного индикатора метилового красного — метилового синего.

Параллельно в тех же условиях, но без навески исследуемого вещества, провести контрольный опыт.

Содержание общего азота x (в %) вычисляется по формуле:

$$x = \frac{(v - v_1) \cdot k \cdot 0.0014 \cdot 100}{m},$$

где v — объем 0,1 н. раствора едкой щелочи, пошедший на титрование H₂SO₄ в контрольном опыте, см³; v_1 — объем 0,1 н. раствора едкой щелочи, пошедший на титрование избытка H₂SO₄ в рабочем опыте, см³; k — коэффициент пересчета на точно 0,1 н. раствор щелочи;

0,0014 — количество азота, эквивалентное 1 см^3 0,1 н. раствора едкой щелочи; m — масса навески исследуемого продукта, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,3 %.

Количество белковых веществ определяется путем умножения азота на коэффициент, соответствующий данному продукту (например, для сырья, содержащего белки мышечных и нервной тканей — протамины, гистоны, альбумины, глобулины — 6,25; белки опорно-трофических и эпителиальных тканей — протеиноиды, альбуминоиды, склепропротеины — 5,71).

Полумикрометод определения содержания общего азота (стандартный метод). Минерализацию навески следует проводить так же, как по арбитражному методу, массу навески увеличивают до 0,5 г, так как в дальнейшем проводится разведение.

Колориметрический метод определения содержания общего азота (нестандартный метод). Метод основан на способности NH_3 давать интенсивное ярко-желтое окрашивание с реактивом Несслера.

Определение содержания белкового и небелкового азота. Исследуемый материал должен быть смешан с водой. К смеси следует добавить реактив, осаждающий белок. Выпавший осадок белка отфильтровать и определить содержание азота в осадке и в фильтрате. Азот осадка соответствует белковому азоту, а азот фильтрата — небелковому. Если известно содержание общего азота в исследуемом материале, можно ограничиться определением азота только в осадке или в фильтрате и по разности между общим азотом в исследуемом материале и азотом в осадке или в фильтрате вычислить количество белкового азота.

Метод определения содержания белкового азота основан на способности белковых веществ образовывать с гидратом окиси меди $\text{Cu}(\text{OH})_2$ соединения, не растворимые даже в горячей воде. Количество азота в полученном осадке определяется арбитражным или другим стандартным методом.

Для определения содержания азота истинных белков (белковый азот) следует отвесить 0,5–1,0 г (с погрешностью не более 0,01 г) тонко растертого в ступке исследуемого материала и поместить его в термостойкий химический стакан на 100–150 мл. Добавить 50 см^3 дистиллированной воды и нагреть до кипения. К нагретой массе (смеси) прилить 25 см^3 раствора медного купороса ($60 \text{ г CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ растворить в 1000 см^3 дистиллированной воды) и при постоянном помешивании

прилить 25 см³ раствора NaOH (12,5 г NaOH растворить в 1000 см³ дистиллированной воды).

После отстаивания смеси жидкость осторожно слить декантацией через бумажный фильтр, а осадок в стакане промыть несколько раз горячей дистиллированной водой, сливая промывные воды через тот же фильтр. Промывание вести до тех пор, пока фильтрат не перестанет давать реакцию на H₂SO₄ (проба с хлористым барием). Промытый осадок количественно перенести на фильтр, просушить и вместе с фильтром сжечь в колбе для сжигания. Все дальнейшие операции, начиная со сжигания пробы, выполнять так же, как и при определении общего азота арбитражным или другим стандартным методом с использованием в процессе минерализации катализаторов.

Параллельно провести контрольный опыт в тех же соотношениях, но без навески, что позволит установить содержание азота в фильтре и в реактивах. Результаты контрольного опыта учесть при расчете содержания общего азота в исследуемом материале. Содержание истинных белков определить путем умножения полученного количества азота на коэффициент 6,25.

При определении белкового азота в мясе жирных рыб собранный на фильтре осадок после высушивания следует промыть петролевым эфиром и снова подсушить. Удаление жира облегчает последующее сжигание осадка с фильтром.

Метод достаточно хорош, но не безупречен, так как Cu(OH)₂ осаждает частично пептоны. Кроме того, целый ряд аминокислот дает труднорастворимые медные соли, которые, попадая в белковый осадок, трудно вымываются, что способствует завышению результатов определения. При наличии в исследуемом материале лецитинов, азот последних также присоединяется к белковому азоту.

Определение содержания гликогена в мясе рыбы и нерыбных объектах промысла. Гликоген — животный крахмал (C₆H₁₀O₅)_N — полисахарид разветвленной структуры. Средний молекулярный вес 10⁵–10⁷. Состоит из остатков глюкозы в форме α-D-глюкопиранозы. Гликоген содержится в органах животных, в том числе рыб, и представляет собой резервное вещество. Легко расщепляется с образованием глюкозы, а при гидролизе — с образованием молочной кислоты. Наиболее богаты гликогеном печень (до 20 % на сырую массу) и мышцы (около 4 % на сырую массу), очень богато им мясо беспозвоночных и моллюсков, например, в мясе мидий и устриц его содержится от 6 до 30 % (на сухое вещество).

Метод определения содержания гликогена основан на его выделении из материала путем обработки последнего 30%-ным раствором щелочи с последующим гидролизом раствором HCl для перевода в глюкозу.

Навеску исследуемого материала массой 2–4 г, взвешенную с погрешностью не более 0,0001 г, следует поместить в центрифужную пробирку, в которую предварительно налить 4–8 см³ 30 %-ного раствора КОН. Пробирку неплотно прикрыть стеклянной пробкой и поместить (для гидролиза материала) в кипящую водяную баню на 3 ч. Через каждые 5–10 мин пробирку встряхивать. По окончании гидролиза (масса стала однородной) в пробирку добавить (при перемешивании ее содержимого стеклянной палочкой) 10 см³ 90 %-ного спирта и снова поместить ее в водяную баню. Когда содержимое пробирки начнет кипеть, нагревание прекратить. После охлаждения уплотнить выпавший осадок гликогена центрифугированием и слить жидкость, образовавшуюся над осадком. При выпадении окрашенного осадка подвергнуть его вторичной обработке 30 %-ным раствором КОН (при нагревании) и осаждению спиртом, как описано выше. Выделенный осадок гликогена промыть непосредственно в центрифужной пробирке сначала 96 %-ным спиртом, а затем эфиром. После центрифугирования осторожно слить с осадка спирт и эфир и на небольшое время поместить пробирку на водяную баню для испарения остатка растворителей.

К осадку гликогена в пробирке следует добавить 6 мл горячей дистиллированной воды, а затем нейтрализовать смесь по лакмусу, добавляя к ней сначала 2–3 капли концентрированной HCl, а затем 2,2 %-ный ее раствор. После нейтрализации в пробирку внести 20 см³ 2,2 %-ного раствора HCl, прикрыть ее стеклянной пробкой и поместить на 3 ч в кипящую водяную баню для гидролиза гликогена (превращения его в глюкозу). По окончании нагревания содержимое пробирки количественно перенести, смывая дистиллированной водой, в мерную колбу на 50 см³, нейтрализовать по лакмусу раствором КОН и довести объем содержимого, добавляя дистиллированную воду, до метки. После тщательного перемешивания содержимое колбы отфильтровать. 5 см³ фильтрата внести в обычную пробирку размером 25 × 200 мм и добавить 5 см³ окислительного реагента (см. ниже), смывая им со стенок пробирки капли исследуемого раствора. Если исследуемый раствор содержит очень большое количество гликогена, взять меньше фильтрата (2–3 см³), но обязательно прибавить к нему такое количество дистиллированной воды, чтобы объем исследуемой жидкости в пробирке

составлял 5 см³. Хорошо перемешав содержимое пробирки, поместить ее на 20 мин в сильно кипящую баню, а затем быстро охладить водопроводной водой под краном. В охлажденную пробирку осторожно (без перемешивания) по стенке внести 1 см³ 2,5 %-ного раствора KI, а затем быстро добавить 3 см³ 1 н. раствора H₂SO₄ при энергичном перемешивании смеси (встряхивание пробирки) и закрыть пробирку пробкой. Через 3 мин оттитровать выделившийся йод 0,01 н. раствором тиосульфата натрия (гипосульфита) в присутствии крахмала. Параллельно провести контрольный опыт.

Содержание гликогена x (в %) вычисляется по формуле:

$$x = \frac{(v - v_1) \cdot k \cdot 0,25 \cdot 50 \cdot 100}{m \cdot v_2 \cdot 1000},$$

где v — объем 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование в контрольном опыте, см³; v_1 — объем 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, пошедший на титрование в рабочем опыте, см³; v_2 — объем фильтрата, взятый для обработки окислительным реагентом, см³; k — коэффициент пересчета на точно 0,01 н. раствор тиосульфата натрия; 0,25 — количество (C₆H₁₀O₅)_N, эквивалентное 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг; 50 — объем всей жидкости в мерной колбе, полученный после гидролиза осадка (C₆H₁₀O₅)_N, см³; m — масса навески исследуемого материала, г; 1000 — пересчет миллиграммов в граммы.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,5 %.

Определение содержания золы. Метод основан на полном сжигании органических веществ, удалении продуктов их сгорания и определении оставшейся минеральной составной части (золы) исследуемого материала.

Навеску массой 3–5 г, взвешенную с погрешностью не более 0,0001 г, следует поместить в предварительно прокаленный до постоянной массы платиновый или фарфоровый тигель и озолить, предварительно обуглив. Если исследуемое вещество влажное, тигель с навеской поместить в сушильный шкаф для подсушивания навески. При анализе сухого рыбного белка брать навеску массой 1–1,5 г.

Для обугливания тигель с исследуемой навеской необходимо нагреть на слабом огне (на песочной бане или асбестовой сетке нагревательного прибора), избегая вспучивания и разбрызгивания содержимого тигля, а затем на более сильном огне до прекращения выделения газов, не давая

веществу воспламеняться. Окончательное озоление навески проводить в муфельной печи при температуре 300–400°C, повышая ее к концу процесса озоления до 500°C (начало темно-бурого каления). Если при озолении частицы угля исчезают очень медленно, тигель охладить, содержимое смочить горячей дистиллированной водой или 3 %-ным раствором перекиси водорода. Затем осторожно выпарить воду, не доводя ее до кипения во избежание потерь золы при разбрызгивании. После выпаривания золу подсушить и прокалить до исчезновения частиц угля. Смачивание и прокаливание продолжать до тех пор, пока частицы угля не исчезнут.

При значительном содержании солей в сжигаемом веществе (соленые продукты) последнее нужно сначала осторожно обуглить, прибавить примерно 10 см³ горячей дистиллированной воды и нагреть на кипящей водяной бане 15–20 мин. Затем отфильтровать через беззольный фильтр в колбу или стакан и промыть уголь и фильтр небольшим количеством кипящей воды. Фильтр с обугленными частицами перенести обратно в тигель и полностью озолить. К остатку прибавить фильтрат, выпарить досуха на водяной бане, высушить в сушильном шкафу, слабо прокалить и взвесить. Полученная после сжигания зола должна быть однородной, белой или слегка окрашенной и не должна содержать частично несгоревшего угля.

По окончании озоления тигель охладить в эксикаторе и взвесить. Прокаливание повторить до получения постоянной массы тигля с золой.

Содержание золы x (в %) рассчитывается по формуле:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m},$$

где m_2 — масса тигля с золой, г; m_1 — масса пустого тигля, г; m — масса исследуемого вещества, г.

Расхождение между параллельными определениями не должно превышать 0,05 %.

Микробиологический метод. Применяется для установления степени обсеменения сырья, полуфабрикатов, вспомогательных материалов, консервирующих веществ и готовой продукции микроорганизмами и определения их вида (штамма). Результаты микробиологических исследований позволяют предупредить выпуск недоброкачественной продукции, потребление которой может вызвать пищевые отравления. Метод широко используется для оценки санитарного и бактериологического состояния производственных помещений, оборудования, инвентаря, а также личной гигиены рабочих.

Подготовка проб к исследованию. Среднюю пробу следует отбирать в соответствии с требованиями стандартов (ГОСТ 7631-85, ГОСТ 20438-75 и др.) и доставлять в лабораторию вместе с актом; пробу принимать строго по акту. При несоответствии доставленной пробы данным, указанным в акте, нарушении упаковки или печати (пломбы) пробу нельзя принимать на анализ.

Органолептическую оценку качества рыбы, продуктов из рыбы следует проводить в соответствии с требованиями, изложенными в нормативной документации (ГОСТ 7631-85, ГОСТ 20438-75 и др.).

Рыба (свежая, охлажденная, мороженая, соленая, маринованая, вяленая, сушеная и копченая). При подготовке пробы необходимо следить за тщательностью очистки рыбы от механических загрязнений, целых и крупнодробленых пряностей и чешуи. Обмывать рыбу не разрешается. Размораживать мороженую рыбу следует до температуры 0...–1 °С только на воздухе при температуре не выше 18–20 °С в плотно закрытой банке или в банке, закрытой влажным материалом (во избежание подсыхания).

Необходимо контролировать также правильность разделки рыбы в зависимости от ее видового состава и массы. Среднюю пробу мелкой рыбы массой 0,1 кг и менее следует измельчать целиком, без разделки.

Средняя проба рыбы массой от 0,1 до 1,0 кг должна быть составлена из филе. При разделке рыбы необходимо контролировать полноту и правильность удаления головы, плавников, внутренностей, включая половые продукты (икра, молоки), позвоночника и, по возможности, всех ребер и кожи.

При приготовлении пробы из свежей, охлажденной и мороженой рыбы должна быть удалена только чешуя, а кожа оставлена (за исключением рыб с плотной кожей сом и др.). Если для приготовления пробы использовалась рыба (филе) с кожей, то это должно быть указано в результатах анализов.

Среднюю пробу в виде кусков, отобранную от крупной рыбы (массой более 1 кг), после обесшкуривания и удаления костей следует измельчать. Отобранная для приготовления рыба (мелкая неразделанная, куски крупной рыбы) должна быть пропущена дважды через ручную мясорубку или один раз через электрическую, полученный фарш тщательно перемешан, квартован и часть его (100–200 г) перенесена в широкогорлую банку, из которой материал берется на исследование.

Перед взятием необходимого количества пробы измельченная масса должна быть тщательно перемешана, а также проверены чистота и герметичность банки, в которую помещается подготовленная для исследования проба.

Кулинарные изделия, пряная и маринованная рыба. Среднюю пробу, доставленную в лабораторию, необходимо направлять на исследование не позднее, чем через 30 мин, хранить ее в случае необходимости при температуре около 0°C; замороженную пробу предварительно размораживать при комнатной температуре в плотно закрытой банке.

После определения физических показателей (масса нетто, масса составных частей) и органолептической оценки проба должна быть освобождена от несъедобных частей (кости, целые и крупнодробленые пряности и др.), плотная часть ее пропущена через мясорубку, смешана с жидкой фракцией (при ее наличии) и растерта в ступке до однородной массы.

Отобранную пробу кулинарного изделия или полуфабриката, приготовленного из измельченного сырья (фарш, паста и др.), перед исследованием нужно разрезать на кусочки (в случае необходимости), тщательно перемешивать и растирать в ступке до однородной массы.

Контрольные вопросы

1. Приведите перечень видов технохимического контроля рыбы и рыбных продуктов.
2. Как осуществляется контроль готовой продукции и микробиология рыбы и рыбных продуктов.
3. Назовите особенности микрофлоры рыбы сухого посола.
4. Перечислите основные методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.
5. Дайте понятие органолептическому (сенсорному) методу контроля качества.
6. Перечислите основные физические и химические методы контроля качества.
7. Перечислите основные микробиологические методы контроля качества.

Приложение 1. Балльная оценка качественных показателей прудов (озер)

Признаки рыбоводно-качественных характеристик пруда (озера)	Балльная оценка признака			
	очень хороший	хороший	удовлетворительный	плохой
Происхождение водоема и его водное питание:				
пруд запрудный, спускной, водное питание — реки, ручьи	4	—	—	—
пруд копано-запрудный, спускной водное питание — ручьи; весенние и дождевые стоки	—	3	—	—
естественная заниженная поверхность земли, неспускной, водное питание — весенние и дождевые стоки	—	—	2	—
пруд копанный, неспускной, водное питание — весенние, дождевые и грунтовые стоки	—	—	—	1
Характер берега и прилегающей части площади водосбора:				
берега ровные, полого спускающиеся в пруд; площадь водосбора занята сельскохозяйственными культурами	4	—	—	—
берега высокие, без следов эрозии; прилегающая площадь водосбора занята сельскохозяйственными культурами	—	3	—	—
берега пологие, местами возвышенные; со следами эрозии; площадь водосбора занята древесными насаждениями, лесом	—	—	2	—
берега высокие или низкие; со следами эрозии; площадь водосбора торфянисто-болотная	—	—	—	1
Почвы площади водосбора:				
типичные черноземы	4	—	—	—
выщелочные черноземы и почвы, переходные к чернозему	—	3	—	—
суглинистые и супесчаные	—	—	2	—
торфянисто-болотные	—	—	—	1

Признаки рыбоводно-качественных характеристик пруда (озера)	Балльная оценка признака			
	очень хороший	хороший	удовлетворительный	плохой
Средняя глубина пруда (озера): колеблется в пределах 1,0–1,65 м	4	–	–	–
колеблется в пределах 1,8–2,25 м	–	3	–	–
колеблется в пределах 2,6–3,0 м	–	–	2	–
средняя глубина свыше 3 м	–	–	–	1
Качество (химизм) воды: жесткость воды до 5°; pH ≥ 7	4	–	–	–
жесткость воды 6–10°; pH 6,8	–	3	–	–
жесткость воды 11–15°; pH 6,0–6,5	–	–	2	–
жесткость воды свыше 16°; pH менее 6	–	–	–	1
Характер иловых отложений: ил гиттия, толщина слоя до 20 см	4	–	–	–
ил землистый (гиттия + смывы почв с водосбора)	–	3	–	–
ил глинистый, суглинистый и супесчаный	–	–	2	–
ил водорослевый (торфянистый)	–	–	–	1
Высшая водная растительность: формация мягкой подводной растительности (тысячелистник, роголистник, элодея, гречиха зеленоводная и некоторые виды рдеста)	4	–	–	–
формация надводной жесткой растительности (тростник, камыш, рогоз)	–	3	–	–
формация водных растений с плавающими листьями (водная лилия, кувшинка, плавающие виды рдеста)	–	–	2	–
формация болотно– водной растительности и хвоща	–	–	–	1
Средняя температура воды за вегетационный период: свыше 20°C	4	–	–	–
18,5–20°C	–	3	–	–
15–18,4°C	–	–	2	–
11,6–14,9°C	–	–	–	1
Итого:	32	24	16	8

Приложение 2. Определение систематических признаков и возраста рыб

Определение основных систематических признаков рыб

Плавники рыб. Они состоят из костных лучей с натянутой на них перепонкой. Лучи бывают неветвистые и ветвистые (рис. П2.1). Общий вид рыбы и количество лучей плавника служат важным видовым признаком (рис. П2.2).

Плавники принято обозначать первой буквой латинского алфавита: спинной плавник обозначают буквой *D* — *dorsalis* (дорзалис); хвостовой плавник буквой *C* — *caudalis* (каудалис); грудной *P* — *pectoralis* (пекторалис); брюшной *V* — *ventralis* (вентралис); анальный *A* — *analis* (аналис) (рис. П2.3).

Плавники бывают непарные — хвостовой, спинной, анальный и парные — грудные и брюшные.

Количество, вид плавников и число лучей в нем принято обозначать формулами, состоящими из цифр и букв. Буквы обозначают плавник. Неветвистые лучи обозначают римскими, а ветвистые — арабскими цифрами. Расшифровываются формулы так. Например, дана формула *DIII9*. Буквой *D* обозначают спинной плавник, римская цифра означает, что лучей простых неветвистых в плавнике три, арабская *9* — что ветвистых лучей девять. В таком случае запятой римские и арабские цифры не разделяются.

Если у рыбы два спинных плавника, то лучи первого плавника обозначаются римскими цифрами, если они жесткие, а второго — неветвистые (простые) — римскими, ветвистые — арабскими.

Если спинные плавники резко разобщены (у тресковых), то цифры разделяются запятой.

Например, дана формула *DXIII,III13*. Это означает, что в первом спинном плавнике 13 простых лучей, во втором 3 простых и 13 ветвистых. Для налима, у которого оба спинных плавника с мягкими лучами, число лучей обозначается по формуле *IDII-15, IID68-82*.

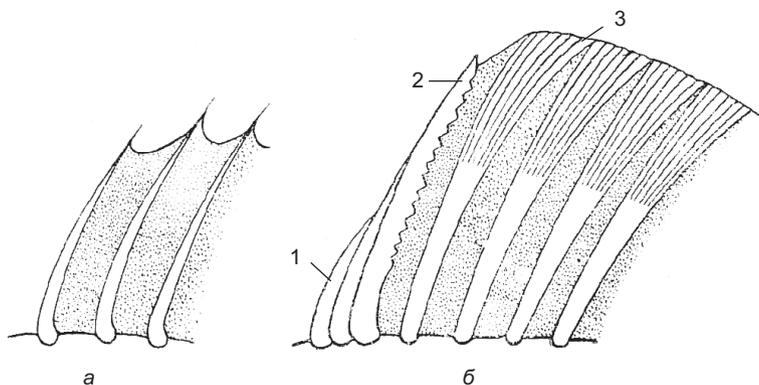


Рис. П2.1. Типы плавниковых лучей: а — колючие, б — мягкие; 1 — неветвистые, 2 — зазубренные, 3 — ветвистые

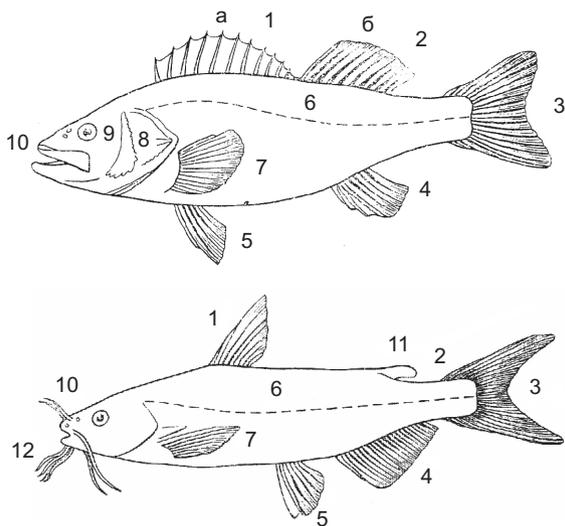


Рис. П2.2. Схема внешнего строения рыбы: 1 — спинной плавник (а — колючая часть; б — мягкая часть); 2 — хвостовой стебель; 3 — хвостовой плавник; 4 — анальный плавник; 5 — брюшной плавник; 6 — боковая линия; 7 — грудной плавник; 8 — жаберная крышка; 9 — предкрышка; 10 — ноздри; 11 — жировой плавник; 12 — усики

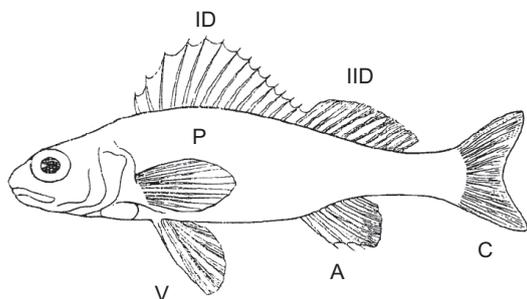


Рис. П2.3. Плавники рыб: ID — первый спинной; IID — второй спинной, С — хвостовой; А — анальный; V — брюшной; P — грудной

У наваги 3 спинных плавника.

Формула лучей: ID13, IID18-20, IID18-19.

По такому же принципу определяются лучи в анальном плавнике. Например, карась золотой имеет III-IV14-21; АII-III6-8.

Приведенные выше названия плавников остаются неизменными, несмотря на многообразие их форм и размещение на теле рыбы. Например, брюшной плавник находится на горле рыбы, но называется брюшным. У некоторых рыб хвостовой плавник представляет собой длинный жгут, непохожий на плавник. У лососевых рыб вблизи хвостового плавника имеется вырост (являющийся систематическим признаком лососевых рыб), называемый плавником.

Боковая линия. Следующий систематический признак — боковая линия. Она располагается обычно на середине обеих сторон туловища рыбы, по горизонтали от головы до хвостового плавника; может быть полной и неполной (то есть не доходить до хвостового плавника) или продолжаться на хвостовом плавнике; у одних рыб ее совсем нет, у других бывает несколько.

Боковая линия представляет собой ряд чешуй, в которых находится особый канал (трубочка), сообщающийся с внешней средой и наполненный слизью. Внутри него лежат почкообразные группы чувствительных клеток, отростки которых проникают в слизь; разветвляющиеся в канале окончания особого нерва воспринимают движение водной струи и позволяют рыбе распознавать силу и направление течения водной струи, чувствовать близость подводных предметов и дви-

жущихся тел. Боковая линия обозначается формулой, имеющей примерно такой вид:

$$44 \frac{4-8}{3-4} 46.$$

Целые числа, левое и правое, обозначают числа чешуй с канальцами на левом и правом боку рыбы. Левое число обозначает наименьшее, а правое наибольшее число чешуй, свойственное данной видовой группе. Цифра в числителе формулы указывает число чешуй над боковой линией (4–8), а в знаменателе — ниже боковой линии (3–4). Для многих видов рыб боковая линия является важным систематическим признаком.

Глоточные зубы. Эти зубы являются важным систематическим признаком карповых рыб. Они располагаются на пятой (последней) жаберной дуге. При определении их типа необходимо нижнечелюстную кость с зубами извлечь через наружное жаберное отверстие (рис. П2.4). Для этого ножом отделяют верхний край плечевой кости, прилегающий снаружи к заднему краю жаберного отверстия, и вынимают ее целиком. Это и есть пятая жаберная дуга с глоточными зубами.

Глоточные зубы бывают трех видов: однорядные, двухрядные, трехрядные (рис. П2.5).

Каждый тип обозначается цифровыми формулами, где цифры означают число зубов.

Между цифрами ставят горизонтальную черту, которая отделяет правую сторону формулы (левая сторона глотки) от левой (правая сторона глотки). Если зубы расположены в несколько рядов, то ближе к черте пишут цифру, обозначающую число зубов на внешнем (нижнем) краю кости, а затем, отделив точкой, число зубов в других рядах. Например, дана формула 5–6. Это означает, что у исследуемой рыбы (плотвы) с левой стороны 6 глоточных зубов, а с правой — 5. Формула 3.5–5.3 означает, что у рыбы двухрядные зубы: на левой стороне в одном ряду 3, а в другом 5 зубов, с правой в одном 5, в другом 3 зуба (красноперка).

Формула трехрядного типа зубов (у сазана) соответственно 1.1.3–3.1.1. При исследованиях в период смены зубов старые зубы во внимание не принимают.

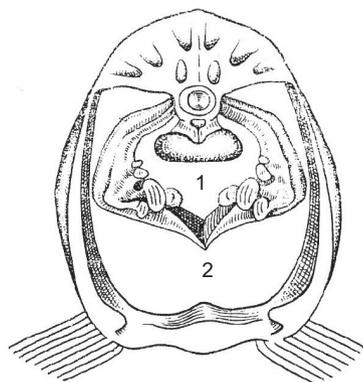


Рис. П2.4. Глоточный аппарат у карповых рыб: 1 — жерновок; 2 — глоточные кости

Определение возраста рыб

Возраст рыбы надо знать, чтобы определить темп ее роста и выяснить, достаточно ли в рыбоводном хозяйстве используется природная кормовая база, нет ли необходимости увеличить количество дополнительно вносимых в водоем кормов и т. п. Эти наблюдения помогают в организации рационального рыбоводного хозяйства.

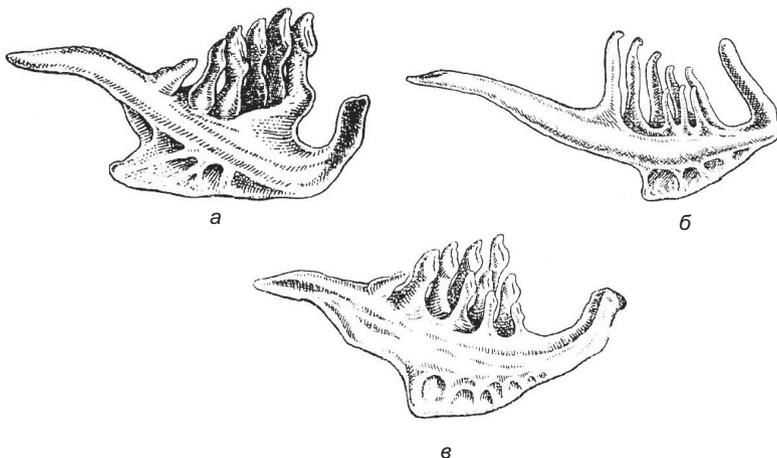


Рис. П2.5. Типы глоточных зубов у карповых рыб: а — однорядные; б — двухрядные; в — трехрядные

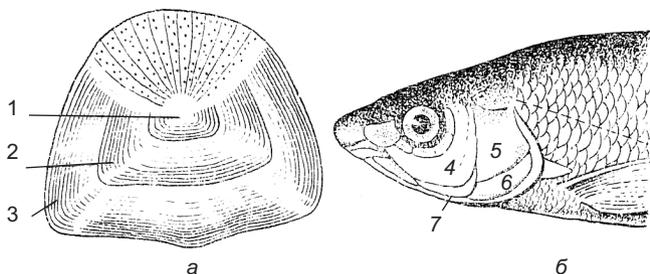


Рис. П2.6. Определение возраста рыб:

а — по чешуе; б — по костям жаберной крышки; 1, 2, 3 — годовые кольца;
4 — предкрышечная кость; 5 — крышечная кость; 6 — подкрышечная кость;
7 — междукрышечная кость

Определение возраста по чешуе (рис. П2.6). При этом методе прежде всего надо записать название исследуемой рыбы, ее размеры и вес. Измерять надо, во-первых, длину всей рыбы, во-вторых, длину тела до конца хвостовой выемки, в-третьих, длину тела без хвостового плавника и, наконец, длину туловища или тушки без головы (рис. П2.7).

Чешую (5–7 пластинок) следует брать с бока рыбы, на половине ее длины, вблизи от так называемой боковой линии (например, в месте, обозначенном на рис. П2.7 пунктирными овалами). У рыб, не имеющих боковой линии, чешуйки берут с середины бока.

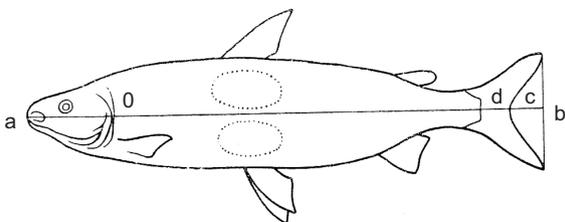


Рис. П2.7. Схема промеров рыбы: ab — вся длина рыбы; ac — длина тела до конца средних лучей хвостового плавника, или до конца хвостовой выемки; ad — длина тела до конца чешуйного покрова (длина без хвостового плавника); 0d — длина тела от жаберной щели до конца чешуйного покрова (длина туловища)

Взятые чешуйки промывают в разведенном нашатырном спирте или в простой воде, смывая слизь мягкой щеточкой или потирая их между пальцами. Затем чешуйки помещают под увеличительное стекло или микроскоп.

При увеличении в 20 и более раз на чешуйке отчетливо видно, что ее поверхность изборозжена параллельными рядами слегка изгибающихся по краям тонких черточек (склеритов), образующих почти замкнутые кольца различной ширины. Кольца создают на чешуйках светлые и темные места или круги. Считается что часть чешуи с широкими (светлыми) склеритами вырастает летом, а узкие (темные) склериты растут в более холодное время — осенью и зимой.

На рис. П2.6, *а*, показана чешуя трехлетнего карпа, на которой отчетливо видны склериты. В каждом готовом кольце ясно видны оба круга. По ним и определяют возраст рыбы.

Счет годам ведут от центра чешуи. Полный год (весенние пробы) обозначают цифрой 1, 2, 3 и т. д., а неполный (рыба, выловленная осенью) 1+, 2+, 3+ и т. д.

Определение возраста по костям. Возраст рыб, не имеющих чешуи (сом), или боковой линии (сельдь), определяют по костям.

Возраст рыбы можно определить по четырем костям жаберной крышки: предкрышечной, крышечной, подкрышечной и межкрышечной, а также челюстным костям (рис. П2.6, *б*), окаймляющим рот, костями так называемого плечевого пояса, отделяющего жаберную щель от туловища, и плоскими костями черепа.

При этом методе кости жаберных крышек вырывают и опускают на 3–5 мин в кипящую воду для отделения мышц, иногда их дополнительно промывают в разведенном спирте или бензине; протерев щеточкой, кости высушивают. На обработанных таким образом костях рельефно выступает слоистость. По ней, как и по чешуе, определяют возраст рыбы.

Приложение 3. Определение экстерьерных показателей прудовых рыб

Экстерьером называют внешние формы тела животных.

Внешние формы тела тесно связаны с внутренним физиологическим состоянием организма, поэтому по экстерьеру оценивают конституционные, продуктивные и племенные качества рыб. Оценка экстерьера проводится: путем внешнего осмотра; по промерам.

При внешнем осмотре оценивают всю рыбу: характер чешуйчатого покрова (наличие смещения рядов чешуй), характер боковой линии и др.

Оценка по промерам более точно характеризует телосложение. С помощью измерительных инструментов производят измерения (длины тела до конца чешуйного покрова, длины головы, наибольшей высоты тела немного впереди начала спинного плавника, в этом же месте измеряют толщину тела и обхват) (рис. ПЗ.1).

На основе взятых промеров вычисляют индексы (показатели интерьера): высокоспинность, широкоспинность, индекс обхвата и др.

По индексам делают заключение об особенностях данного производителя (табл. ПЗ.1).

Формулы для вычисления экстерьера производителей карпа

Индекс обхвата (по Киселеву):

Длина рыбы : длина обхвата = l/O или $O \times 100/l$, %,

где l — длина целой рыбы без хвостового плавника, см; O — длина обхвата рыбы в самой высокой и толстой ее части, см; 100 — перевод в проценты.

Индекс высокоспинности (прогонистости):

Длина рыбы : наибольшая высота тела = l/H ,

где H — наибольшая высота рыбы, см.

Индекс широкоспинности (толщины):

Наибольшая толщина тела : длина рыбы = $B \times 100/l$, %,

где B — наибольшая толщина рыбы, см.

Коэффициент упитанности (мясистой):

Масса рыбы : длина рыбы = $M \times 100/l^3$,

где M — масса рыбы, г.

Коэффициент большеголовости:

Длина головы : длина тела = $n \times 100/l$,

где n — длина головы рыбы, см.

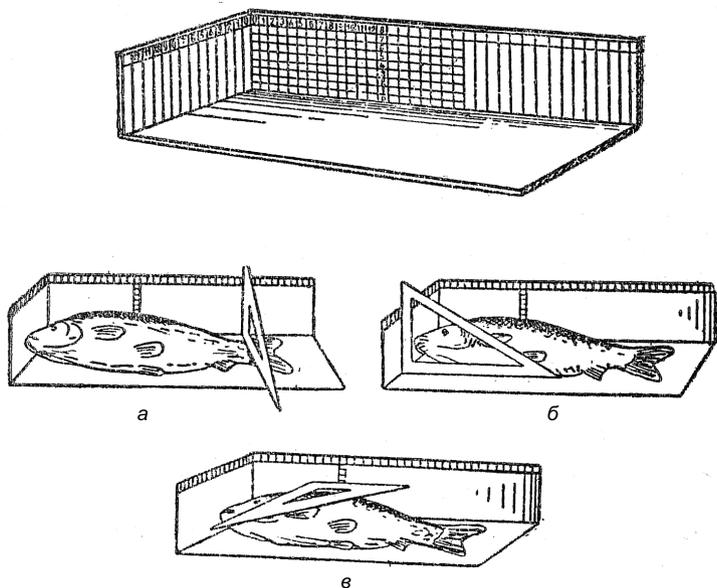


Рис. ПЗ.1. Измерительная доска: а — измерение длины тела рыбы; б — измерение высоты тела; в — измерение толщины тела.

Порода рыбы	Пол	Коэффициент упитанности	Индекс высоты тела H/h	Индекс толщины тела $(B*100)/l$	Индекс обхвата $O/l, \%$
Беспородные карпы (смешанного происхождения) обычных стад	Самки	2,8–3,4	2,6–2,9	18–23	85–95
	Самцы	2,6–3,1	2,7–3,0	17–20	80–90
Украинские рамчатые и чешуйчатые карпы	Самки	3,1–3,6	2,2–2,7	—	—
	Самцы	3,0–3,5	2,3–2,8	—	—
Северные (ропшинские) карпы	Самки	2,7–2,9	2,8–3,0	18–20	—
	Самцы	2,5–2,7	3,0–3,2	17–19	—
Гибридные группы с наличием наследственности сазана	Самки	2,4–2,9	2,8–3,4	16–20	80–85
	Самцы	2,2–2,7	3,0–3,6	15–18	75–80
Амурский сазан	Самки	2,3–2,7	3,1–3,5	16–18	78–80
	Самцы	2,2–2,5	3,3–3,6	15–17	74–78

Показатель	Норма							
	общая	для зон						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Плотность посадки подращенных личинок и мальков при естественном нересте, тыс. шт./га:								
карпа	50–65	50	55	60	60	65	65	65
белого толстолобика	30–50	—	—	—	30	35	50	50
пестрого толстолобика	25–50	—	—	25	20	15	10	5
гибрида толстолобиков	20–40	20	30	40	—	—	—	—
белого амура	5	5	5	5	5	5	5	5
Выход сеголетков от посадки подращенных личинок, %:								
растительноядных карпа	30–35	30	32	32	33	34	35	35
Подращенных личинок и мальков нерестовых прудов, %:	25–30	25	25	25	30	30	30	30
карпа	65	65	65	65	65	65	65	65
растительноядных	50–65	50	60	60	60	65	65	65
Средняя масса сеголетков, г:								
карпа	25–30	25	25	25	27	27	30	30
белого толстолобика	20–30	—	—	—	20	25	25	30
пестрого толстолобика	20–30	—	—	20	20	20	25	30
гибрида толстолобиков (пестрый х белый)	16–20	16	17	20	—	—	—	—
белого амура	15–30	15	20	20	25	30	30	30

Приложение 5. Нормы гранулированного комбикорма по рецепту 110–1 для сеголетков карпа

Период кормления	Средняя масса рыбы, г	Норма корма, % от массы рыбы при температуре воды, °С																
		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26*
Начальный (первые 1–1,5 декады; биомасса зоопланктона 10–20 мг/л и более)	1	—	—	—	—	—	—	2,6	3,1	3,8	4,4	5,0	5,7	6,4	7,2	8,4	8,1	10,1
	2	—	—	—	—	—	—	2,4	2,8	3,4	3,9	4,5	5,1	5,7	6,5	7,3	8,1	9,0
	3	—	—	—	—	—	—	2,2	2,6	3,2	3,7	4,2	5,8	5,4	6,1	6,8	7,6	8,4
	5	—	—	—	—	—	—	2,0	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,5	6,2	7,0	7,8
Основной (биомасса зоопланктона 10 мг/л и менее)	5	—	—	2,4	2,9	3,3	3,7	4,2	4,7	5,5	6,1	6,7	7,4	8,0	8,7	9,5	10,2	11,0
	7	—	—	2,3	2,6	3,1	3,5	4,0	4,5	5,3	6,4	6,4	6,9	7,6	8,3	9,0	9,8	10,5
	10	—	—	2,3	2,5	2,9	3,3	3,7	4,2	4,9	6,1	6,1	6,6	7,3	7,9	8,6	9,4	10,1
	15	—	—	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	4,0	4,7	5,7	5,7	6,3	6,8	7,5	8,1	8,9	9,6
	20	—	—	2,1	2,4	2,8	3,1	3,4	3,9	4,5	5,5	5,5	6,1	6,6	7,2	7,8	8,5	9,1
	25	—	—	2,1	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,4	5,3	5,3	5,8	6,4	6,9	7,6	8,3	8,9
30 и более			2,1	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,3	5,2	5,2	5,7	6,3	6,8	7,4	8,0	8,7	
Конечный (сентябрь–октябрь)	10	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	3,2	3,5	4,0	—	—	—	—	—	—
	15	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	3,1	3,4	3,7	—	—	—	—	—	—
	20	1,0	1,1	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,4	2,9	3,2	3,5	—	—	—	—	—	—
	25	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,8	3,1	3,4	—	—	—	—	—	—
	30	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,0	3,3	—	—	—	—	—	—
	35	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,4	2,8	3,1	—	—	—	—	—	—

* При температуре выше 26–28°С кормление следует ограничивать по поедаемости.

Приложение 6. Рыбоводно-биологические нормы содержания в зимовальных прудах

Показатель	Норма							
	общая	для зон						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды при раздельном содержании, тыс. шт./га:								
карпа	500–800	500	550	600	650	700	750	800
растительноядных рыб	450–550	450	450	450	450	500	550	550
Выход годовиков из зимовальных прудов от посадки сеголетков, %:								
карпа	70–85	70	75	75	80	80	85	85
растительноядных рыб	70–85	70	75	75	80	80	85	85
Выход годовиков из приспособленных водоемов от посадки сеголетков, %:								
карпа	60–75	60	65	65	70	70	75	75
растительноядных рыб	60–75	60	65	65	70	70	75	75
Уменьшение массы сеголетков за зимовку, %	10–12	12	12	12	12	11	10	10
Плотность посадки двухлетков в зимовальные пруды, тыс. шт./га:								
карпа	110–120	120	110	—	—	—	—	—
растительноядных рыб	130–160	160	130	—	—	—	—	—
Выход двухгодовиков из зимовальных прудов, %:								
карпа	90	90	90	—	—	—	—	—
растительноядных рыб	80	80	80	—	—	—	—	—
Уменьшение массы двухлетков за период зимовки, %	До 10	До 10	До 10	—	—	—	—	—

Приложение 7. Рыбоводно-биологические нормы при совместном выращивании товарных двухлетков карпа и растительноядных рыб

Показатель	Норма							
	общая	для зон						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Выход продукции из одамбованных нагульных прудов площадью 100–150 га: Всего, кг/га	800–2500	800	1000	1450	1900	2150	2350	2500
В том числе:								
карпа	800–1400	800	1000	1200	1300	1350	1400	1400
белого толстолобика	300–600	—	—	—	300	450	560	690
гибрида толстолобика	200	—	—	200	—	—	—	—
белого амура	50–100	—	—	50	50	50	90	110
Плотность посадки годовиков на нагул при выходе 75% шт./га: Всего	3100–4000	3100	3600	4000	4000	3900	3800	3800
В том числе:								
белого толстолобика	1150–1050	—	—	—	1150	1050	1050	1050
пестрого толстолобика	800–600	—	—	800	800	800	700	600
гибрида толстолобика	800	—	—	800	—	—	—	—
белого амура	200–150	—	—	200	170	150	150	150
Выход двухлетков карпа и растительноядных рыб от посадки годовиков, %: в одамбированных прудах, площадью, га:		Для всех зон						
до 50	85							
от 51 до 100	80							
от 101 до 150	75							
свыше 150;	65							
в русловых прудах площадью, га:								
до 50	80							
от 51 до 100	75							
от 101 до 150	70							
свыше 150;	65							

продолжение ⇨

Показатель	Норма							
	общая	для зон						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Средняя масса товарных двухлетков, г:								
карпа	350–500	350	370	400	430	460	500	500
белого толстолобика	350–900	—	—	—	350	600	750	900
пестрого толстолобика	350–700	—	—	350	400	500	600	700
гибрида толстолобика	350	—	—	350	—	—	—	—
белого амура	350–1000	—	—	350	400	500	800	1000
Количество дней нормированного кормления	90–140	90	95	105	115	125	130	140

Рекомендуемая литература

1. *Андрусенко П. И.* Технология рыбных продуктов [Текст] / П. И. Андрусенко // М.: Агропромиздат, 1989. — 131 с.
2. *Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А.* Методы исследования мяса и мясных продуктов. — М.: КолосС, 2004. — 571 с.: ил. — (Учебники и учебное пособие для студентов высш. учеб. заведений).
3. *Антипова Л. В.* Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст]: Учеб. пособие для вузов / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов // М.: Колос, 2001. — 570 с.
4. *Антипова Л. В.* Биохимия мяса и мясных продуктов [Текст]: учеб. пособие для вузов / Л. В. Антипова, Н. А. Жеребцов // Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. — 184 с.
5. *Антипова Л. В.* Прикладная биотехнология. УИРС для специальности 270900. Учеб. пособие [Текст] / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. И. Жаринов // Воронеж, гос. технол. акад. — Воронеж, 2000. — 332 с.
6. *Баль В. В.* Технология рыбных продуктов: Учеб. пособие для сред. спец. учебн. заведений, 1980.
7. *Борисочкина Л. И.* Производство рыбных кулинарных изделий: Технология и оборудование [Текст] / Л. И. Борисочкина, А. В. Гудович // М.: Агропромиздат, 1989. — 311 с.
8. *Быков В. П.* Технология рыбных продуктов. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 318 с.
9. *Голубев В. Н.* Обработка рыбы и морепродуктов: Учеб. для нач. проф. образования [Текст] / Голубев В. Н., Назаренко Т. Н., Цибулько Е. И., М.: ИРПО; изд. центр «Академия», 2001. — 192 с.
10. *Голубев В. Н.* Справочник технолога по обработке рыбы и морепродуктов [Текст] / Голубев В. Н., Кутина О. И. СПб.: ГИОРД, 2003. — 408 с.
11. *Гольдин М. В., Рыжков А. А., Слабко Т. И.* Сборник рецептур рыбных изделий и консервов. — СПб.: Гидрометиздат. — 1998. — 206 с.

12. *Григорьев А. А., Касьянов Г. И.* Введение в технологию отрасли (Технология рыбы и рыбных продуктов). — Краснодар: КубГТУ, 2006. — 153 с.
13. *Касьянов Г. И.* Технология переработки рыбы и морепродуктов: Учебное пособие [Текст] / Касьянов Г. И., Иванов Е. Е., Одинцов А. Б., Студенцова Н. А., Шлак М. В., Ростов-на-Дону: Март, 2001. — 416 с.
14. *Сафронов Т. М.* Сырье и материалы рыбной промышленности [Текст] / Сафронов Т. М. М.: Агропромиздат, 1991. — 191 с.
15. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы [Текст] // Т. 4. М.: Колос, 1990. — 264 с.
16. Сборник технологических инструкций по применению животных белков СКАНПРО [Текст] // Фирма Данэкспорт, Москва, 2004. — 18 с.
17. Сборник технологической инструкции по обработке рыбы. Т. 2 [Текст]. М.: Колос, 1992. — 590 с.
18. *Скурихин И. М.* Все о пище с точки зрения химика [Текст] / И. М. Скурихин // М.: Высшая школа, 1991. — 288 с.
19. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб [Текст] // М.: Изд-во ВНИРО, 1998. — 224 с.
20. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам рыб внутренних водоемов [Текст] / Под ред. В. П. Быкова. — М.: Изд-во ВНИРО, 1999. — 207 с.
21. Технология рыбных продуктов: Сборник научных трудов. — М.: Изд-во ВНИРО, 1997. — 332 с.
22. Технология рыбы и рыбных продуктов: Учебник для вузов [Текст] / Баранов В. В., Бражная И. Э., Гроховский В. А. и др.; Под ред. А. М. Ершова. — СПб.: ГИОРД, 2006. — 944 с.
23. *Шаззо Р. И., Касьянов Г. И.* Функциональные продукты питания. — М.: Колос, 2000. — 248 с.
24. *Шалак М. В.* Технология переработки рыбной продукции [Текст] / Шалак М. В., Шашков М. С., Сидоренко Р. П. // М.: Дизайн ПРО, 1998. — 240 с.

Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова, О. А. Василенко,
М. М. Данылиев, С. М. Сулейманов, С. В. Шабунин

Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах

Учебное пособие

Директор издательства
Руководитель направления
Выпускающий редактор
Художник
Литературный редактор
Корректоры
Верстка

*В. Фасульян
Т. Казачкова
М. Жданова
М. Соколинская
Е. Дудина
В. Макосий, Е. Думова
М. Кесслер*

Подписано в печать 05.12.10. Формат 60x90/16. Усл. п. л. 29,5. Тираж 700. Заказ
ООО «Издательство "ГИОРД"»,
192148, Санкт-Петербург, а/я 8. Тел.: (812) 449-92-20
Отпечатано с готовых диапозитивов в типографии
ООО «ИПК БИОНТ»
199026, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 86.