

Т. М. Владимцева

ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Учебное пособие



Электронное издание

Красноярск 2022

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

Т. М. Владимцева

ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции и 36.03.02 – Зоотехния

Электронное издание

Красноярск 2022

ББК 47.2я73

В 57

Рецензенты:

*А. И. Голубков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заведующий Красноярской лабораторией ВНИИплем
ОАО «Красноярскагропем»*

*В. А. Заделёнов, доктор биологических наук, профессор, старший
научный сотрудник Красноярского филиала ФГБНУ «ВНИРО»
(«НИИЭРВ»)*

В 57 **Владимцева, Т. М.**
Основы рыбоводства [Электронный ресурс]: учебное пособие /
Т.М. Владимирцева; Красноярский государственный аграрный универ-
ситет. – Красноярск, 2022. – 162 с.

Содержит краткую историю развития рыбоводства, подробно рассмотре-
ны производственные процессы в рыбоводных хозяйствах, дана оценка естест-
венной рыбопродуктивности водоемов, информация об отборе производителей,
проведению нереста, перевозке и хранению свежей и уснувшей рыбы.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения по на-
правлениям подготовки 36.03.02 – Зоотехния по дисциплине «Рыбоводст-
во»; 35.03.07 – Технология производства и переработки сельскохозяйственной
продукции.

ББК 47.2я73

© Владимирцева Т.М., 2022

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный
аграрный университет», 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Раздел 1 КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РЫБОВОДСТВА.....	7
Контрольные вопросы.....	18
Контрольные тесты.....	19
Раздел 2 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ В СВЯЗИ С ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ.....	21
Тема 1 Теория экологических групп рыб и ее значение для рыбоводства... ..	23
Тема 2 Классификация рыб по отношению к субстрату, на который они откладывают икру.....	25
Тема 3 Нарушение гаметогенеза и полового цикла в связи с изменением условий размножения.....	28
Контрольные вопросы.....	30
Контрольные тесты.....	30
Раздел 3 ЕСТЕСТВЕННАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ФАКТОРЫ.....	34
Контрольные вопросы.....	37
Контрольные тесты.....	37
Раздел 4 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ	41
Тема 4 Системы прудовых хозяйств.....	41
Тема 5 Понятие об оборотах в прудовом хозяйстве. Проведение нереста... ..	46
Тема 6 Выращивание рыбы в прудах.....	58
Контрольные вопросы.....	59
Контрольные тесты.....	59
Раздел 5 ФИЗИКО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ РЫБ... ..	66
Тема 7 Общий химический состав естественной пищи рыб.....	66
Тема 8 Химический состав искусственных кормов рыб.....	69
Контрольные вопросы.....	70
Контрольные тесты.....	70
Раздел 6 ПЕРЕВОЗКА И ХРАНЕНИЕ СВЕЖЕЙ И УСНУВШЕЙ РЫБЫ-СЫРЦА	73
Тема 9 Потери при перевозках и хранении живой рыбы.....	81
Контрольные вопросы.....	82
Контрольные тесты.....	83
Раздел 7 КЛАССИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ РЫБЫ.....	88
Тема 10 Общая характеристика отдельных свойств рыбы и рыбных продуктов.....	88
Тема 11 Физические свойства рыб.....	89
Тема 12 Характеристика тканей тела рыбы.....	97

Тема 13	Химический состав рыбы.....	103
Тема 14	Строение и химический состав отдельных частей тела рыбы...	114
Тема 15	Посмертные изменения и способы сохранения качества рыбы...	133
Тема 16	Способы сохранения качества рыбы.....	139
	Контрольные вопросы.....	141
	Контрольные тесты.....	142
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		155
ГЛОССАРИЙ.....		156
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....		160

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие включает информацию о производстве рыбы, производственных процессах, происходящих в рыбном хозяйстве, отборе производителей, проведение нереста, перевозке и хранению живой и уснувшей рыбы-сырца, характеристике рыбного сырья. Рассмотрены основные направления сохранения рыбы.

Дисциплина «Технология производства и переработки рыбы и рыбных продуктов» формирует у обучающихся углубленные навыки в области организации технологического процесса производства и переработки рыбы и рыбной продукции, необходимые для принятия решений в сфере их последующей профессиональной деятельности.

Основное содержание учебного пособия включает:

- краткую историю рыбоводства;
- биологические особенности рыб в связи с их воспроизводством;
- характеристику естественной рыбопродуктивности водоемов и определяющих ее факторов;
- характеристику производственных процессов в рыбоводном хозяйстве;
- физиолого-биохимические основы кормления рыб;
- характеристику перевозки и хранения свежей и уснувшей рыбы сырца;
- классификацию свойств рыбных продуктов.

Важное место в учебном пособии отводится самостоятельной работе – контрольным вопросам и тестам. Учебное пособие предназначено для теоретических и лабораторных занятий по дисциплинам «Рыбоводство», «Технология первичной переработки продуктов животноводства», «Технология переработки рыбных продуктов», «Технология пищевых полуфабрикатов», «Технология производства и переработки рыбы и рыбных продуктов». В основу разработки учебного пособия положены требования действующего стандарта и учебной программы.

Пособие посвящено изучению научных основ производства рыбы и рыбного сырья. В работе изложен теоретический материал по рыбоводству, который разбит на 7 глав, где приведены данные по биологии прудовых рыб, их технико-биологической характеристике,

устройству отдельных категорий прудов, типам, системам, формам, оборотам прудовых хозяйств, физиолого-биохимическим основам кормления рыб, способам перевозки и хранения свежей и уснувшей рыбы-сырца, а также классификации свойств рыбы.

Данной работе предшествуют учебные пособия, освещающие разные вопросы производства промысловой рыбы и технология ее переработки: «Технология рыбы и рыбных продуктов», «Технология рыбы и рыбных продуктов», «Методы определения качества рыбной продукции», «Технология производства и переработки рыбы и рыбных продуктов» и др. В них описаны технологии получения соленых, копченых, вяленых рыбных продуктов, консервов и пресервов, переработка икры, новых пищевых продуктов из гидробионтов, методы исследования качества полученной рыбной продукции.

Для более глубокого освоения материала студенты должны заниматься по учебникам и учебным пособиям по рыбоводству, а также прорабатывать научные статьи в журналах «Рыбоводство и рыболовство», «Рыбное хозяйство», «Вопросы ихтиологии», «Аквариумные рыбы». Список основной и дополнительной литературы включает 19 источников.

РАЗДЕЛ 1

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РЫБОВОДСТВА

История рыбоводства насчитывает не одну сотню лет. О родине этого рода деятельности известно очень мало, историки не могут прийти к единому мнению на этот счет. Среди древнейших находок, свидетельствующих о данной деятельности человека, можно назвать такие орудия лова, как сети, удочки, гарпуны и др. Древний энциклопедист Гай Плиний Старший (27–29 гг. н. э.) сообщает, что некий Сергиус первым в Риме придумал рыбоводные пруды (рис. 1),

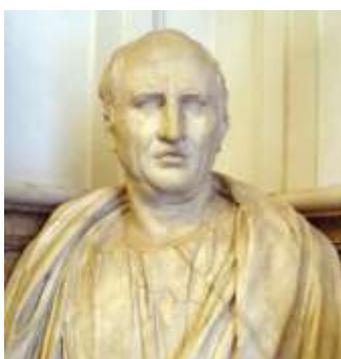


Рисунок 1 – Луций Сергий Катилина

А Луциниус Мурена в Риме (рис. 2) содержал морских рыб в рыбных садках.

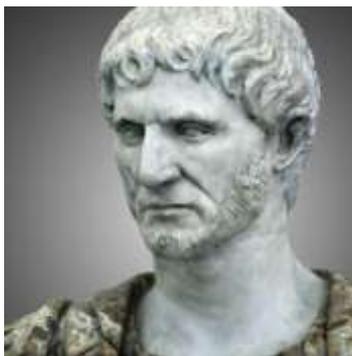


Рисунок 2 – Луций Лициний Варрон Мурена

Современники Цицерона (106–43 гг. до н. э.), богатые римляне, имели собственные пруды и занимались разведением карпа в низовьях Дуная. Теодор Великий – король восточных готтов, резиденция которого была в Равенне, получал оттуда карпа к своему столу (рис. 3).



Рисунок 3 – Теодорих Великий

Король Карл Великий (рис. 4) в 812 г. повелел в своих владениях следующее: «Каждый управитель на наших земельных угодьях должен содержать рыбные пруды и там, где они есть, он должен их умножить, если это возможно, а там, где прудов нет, их нужно создавать», но наиболее интенсивно занимались рыбозаводством монастыри.



Рисунок 4 – Король Карл Великий

В дневниках арабского путешественника Хаана, побывавшего на Руси в XII в., приводятся сведения о посещении русских земель вдоль Борисфена (Днепра), где он наблюдал не только речной лов рыбы, но и разведение рыб местным населением. По его словам, рыб разводили с большим эффектом, чем это делали на Востоке, в Греции и Египте. Хаан рассказывает также историю, приключившуюся с одним из русичей.

Этот человек попал в плен к половцам, досаждавшим своими набегами южным русским землям, и был затем продан в рабство на Востоке. Там он сумел отличиться: научил хозяев делать пруды с неразрушающимися берегами и разводить в них ценную рыбу. В благодарность хозяева отпустили его домой (рис. 5).



Рисунок 5 – Арабский путешественник Хаан

К XII в. относится и сообщение итальянского путешественника Канебаро. Он побывал в районе реки Истры под Москвой, хотя сама Москва в то время еще только основывалась. Путешественник описывает рыбоводный пруд, сделанный местными жителями для разведения сомов: «Большая круглая яма, в которую были проведены деревянные трубы, скрытые под землей. По этим трубам из Истры подавалась вода». Канебаро сообщает также, что сомов из этого хозяйства передавали в другие места для дальнейшего разведения.

С XIV по XVI столетия в Европе закладывают основы прудового рыбоводства, а выработанные в то время правила рыбоводства частично применяют и в настоящее время. Так, карпов выращивают отдельно по возрастным классам; закладывают нерестовые и нагульные пруды; для зимовки используют зимовальные пруды; кормление рыб проводят по графику; изучают болезни рыб и разрабатывают методы борьбы с ними.

Развитие прудового рыбоводства стало настолько популярным и всеобщим, что в Германии король Рудольф II (1576–1612 гг.) на заседании рейхстага повелел, чтобы без разрешения официальных властей закладка прудов была запрещена (рис. 6).



Рисунок 6 – Рудольф II

В конце XVIII в. после конфискации монастырей Наполеоном пруды попали в неопытные руки. Из-за низких цен на рыбу прудовое хозяйство стало быстро приходить в упадок, при этом из прудов сделали луга. Вновь прудовое рыбоводство стало интенсивно развиваться в странах Европы в XX столетии.

А история русского рыбоводства берет начало с древнейших времен. При археологических раскопках в Новгородской области, на Украине и других районах были найдены остатки прудовых сооружений. В период походов князя Киевской Руси Игоря в Константинополь русы (рис. 7), как писал византийский летописец Косма Каппадийский, строили пруды лучше греков, «крепче и весьма хорошо для рыбы».



Рисунок 7 – Князь Игорь Святославич

В летописях остались и имена первых рыбоводов: братья Боривой и Добрыня, называвшиеся Смелятичами из Новгорода, Валиобор из Киева (рис. 8), которых посылали учиться на два года разведению рыб в Германию, где они охотно делились своим опытом с местными рыбоводами.



Рисунок 8 – Валиобор из Киева

В середине XV столетия на Руси выращивали стерлядь, карасей, а в многочисленных монастырях – карпов и стерлядь. Сохранились записи о плотности посадки рыбы: «Пруд Каменский шириной в полверсты и длиной столько же имел по одной рыбе на два аршина». Наступило время Ивана Грозного (середина XVI в.). Как отмечают разные источники, он уделял большое внимание прудам и рыбе. В его времена пруды стали средством награждения приближенных. За особые заслуги перед царем ими были одарены и многие опричники, включая знаменитого Малюту Скуратова. Царь Иван IV много занимался и организацией прудового хозяйства. Например, приглашал из-за рубежа специалистов для улучшения рыбоводного дела, сам руководил хозяйствами, требовал точного исполнения его инструкций, строго наказывая за отступления от них. Когда рыбовод по фамилии Стрельцов запустил в один из прудов «не ту рыбу», которую хотел вселить царь, ему отрубили три пальца на руке, но вскоре выяснилось, что прав был Стрельцов (рис. 9).



Рисунок 9 – Рыбовод Стрельцов

Этот Стрельцов был, по-видимому, большим знатоком своего дела, поэтому его назначили главным рыбоводом. Ответственно относясь к работе, Стрельцов вел записи, какую рыбу в какой пруд сажать для нереста «дабы приплод отличнейший иметь, новейший и лучший». Рыбу на племя «нужно выращивать в особой сажалке» и «телом и здоровьем крепких». Это первые известные нам сведения о проводимой селекции рыб. Попав снова в милость к царю, он был удостоен чести возглавлять государевы пруды и добился увеличения товарной рыбы втрое, за что был впоследствии щедро вознагражден. Другой знаток рыборазведения того времени – ученик Стрельцова по прозвищу Годлатый занимался прудами, принадлежащими многим опричникам, в том числе и М. Скуратову.

Из приведенных данных видно, что в XVI в. рыбоводство на Руси было важной отраслью хозяйства и пруды как ценное имущест-

во вносились в инвентарные книги. Надо полагать, что в те времена на Руси существовала и торговля живой рыбой, в том числе для рыбоводных целей, возможно, и на экспорт. К этому времени относится памятник испанской литературы – новелла «Роза и Шмель», где рыба из русских прудов упоминается как атрибут богатого сказочного дворца (рис. 10).



Рисунок 10 – Новелла «Роза и Шмель»

С 1598 по 1605 г. в стране царствует Борис Годунов. Современники Годунова говорили, что никто другой не увлекался прудами так сильно, как он (рис. 11). По его приказу организуется множество новых прудов, составляются их переписи, измерения, карты, делаются попытки повышения их рыбопродуктивности. В XVII в. Россия считалась в Европе страной с наиболее развитым прудовым хозяйством.



Рисунок 11 – Борис Годунов

Разнообразные гидротехнические сооружения, пруды и водоемы существовали как для нужд царского двора, так и в хозяйстве монастырей. В то время до половины всей территории России числилось за церковью. Монастырские землевладение и рыбоводство име-

ли большое значение для экономики. Известны, например, рыбоводные прудовые хозяйства во владениях Троице-Сергиевской и Киево-Печерской лавры, Соловецкого и Воскресенского монастырей и в других местах. Причины развития рыбоводства в монастырях те же, что и в других странах – церковные запреты на мясную пищу.

К концу времени правления Бориса Годунова относится сообщение французского инженера по имени Лериш. В своих записках он высоко оценивает рыбоводные успехи москвитян, считая, что они не хуже, чем у признанных тогда мастеров этого дела в Голландии. Царь Алексей Михайлович (1629–1676), отец Петра I, тоже благоволил к рыборазведению (рис. 12).



Рисунок 12 – Царь Алексей Михайлович

Известно, что у него на службе состоял в роли придворного рыбовода некий Гришка Соловей. Он знал, как устранять запахи в воде, где выращивались сомы, и возглавил ведение царских прудов, откуда, благодаря его усердию, стали вылавливать рыбы вдвое больше, чем раньше.

Занимались рыборазведением в то время и запорожские казаки на Украине, где создали многочисленные спускные пруды.

В этот период произошло еще одно немаловажное событие. Царю в качестве диковинного дара привезли из-за границы золотых рыбок. Заморский подарок пришелся ему по сердцу. Рыбок поселили во дворце в вазах и подолгу ими любовались. Однако, как говорят, их совсем не кормили, и они вскоре погибли.

С вниманием отнесся к рыбоводству Петр I. Вся история XVIII в. прошла под знаменем его реформ и нововведений, коснувшихся разных сфер жизни России. Затронули они и рыбные промыслы. Рыбовод Нардов (рис. 13), служивший Петру I, применял аэрацию, приво-

дя в движение лопасти «мешалки», установленные в пруду от мельниц, а также сделал приспособление для скашивания подводной растительности.



Рисунок 13 – Рыбовод Нардов

Другой придворный рыбовод – Фалалеев – демонстрировал перед царем Петром I волокни для легкой и полной очистки прудов от коряг.

Широко известны принятые новые законы Петра I, призванные обеспечить сохранность рыбных богатств в озерах, реках и прудах. Для этой цели был разработан специальный «Табель запрещений и взысканий». Многие его меры преследовали цель организовать эффективное товарное рыборазведение в стране. Для этого царь приглашал специалистов-иностранцев, находил и выдвигал на ответственную службу способных соотечественников простого звания. Петр I повелел переписать все пруды в стране и определить численность обитавших там рыб, а также приказал составить исторический свод по рыбоводству в России. Работы эти не были закончены, ибо страна переживала бурное время. Но все-таки удалось установить, что на Руси с древнейших времен и во время царствования Петра I разводили не менее 49 видов рыб, включая карпа и форель. После смерти Петра I в 1725 г. интерес к рыбоводству в России слабеет. Однако оно все еще дает значительную часть столовой рыбы как для аристократии, так и для людей низшего сословия.

Первая карта прудов Московской области была составлена в 1630 г. На ней было представлено не только их местоположение, но виды рыб и их рыбопродуктивность.

Велика роль русских ученых того времени, глубоко изучавших проблемы разведения и переселения рыб. Дальнейшее развитие

рыбоводства на Руси связано с именами Степана Андреевича Крашенинникова (рис. 14), Ивана Ивановича Лепехина, Петра Сергеевича Палласа. Академик С.А. Крашенинников – замечательный русский ученый, современник и друг Михаила Ломоносова, автор «Описания земли Камчатки». Он много и плодотворно работал над усовершенствованием рыбоводных прудов, занимался опытами по пересадке морских рыб в пресноводные бассейны.



Рисунок 14 – С. А. Крашенинников

Ученик С. А. Крашенинникова И. И. Лепехин (рис. 15) в 1790 г. провел оригинальные опыты по изучению патологии рыб, для чего создал систему небольших экспериментальных прудов, искусственно вызывал заболевания рыб, чтобы проследить ход болезни и проверить разные меры борьбы с ней, изучал влияние различной растительности, искусственного освещения, воздуха и дыма, состава ила, тепла от костров на берегу в зимнее время на состояние рыб. Впервые применил в качестве профилактики заболеваний настоек черемухи, содержащий фитонциды.



Рисунок 15 – И. И. Лепехин

Впервые на прудах он применил аэрационные установки, дополнительно освещая их, этим пытался удлинить световой день, а при выращивании рыб активно вселял хищников, т. е. использовал поликультуру. И. И. Лепехину принадлежит подробное описание рыбных промыслов на Волге, рыболовства и зверобойных промыслов в Белом море и на Новой Земле, на реках Волга, Обь и Северная Двина. Большой вклад в дело развития рыбоводства внес П. С. Паллас (рис. 16).



Рисунок 16 – Петр Сергеевич Паллас

Он был крупнейшим ученым-зоологом того времени и, кроме орнитологии, изучал ихтиологию.

В 1768–1773 гг. П. С. Паллас провел исследования на Волге, Урале, Тереке, Иртыше, Оби, Енисее, некоторых притоках Амура. Результатом этой работы были сведения о рыболовстве и описания некоторых видов рыб. Он проводил опыты по инкубации икры карпов и выращивал особи крупных размеров. В 1793–1794 гг. Так же П. С. Паллас проводил работы по описанию 94 видов рыб бассейнов Черного и Каспийского морей, по результатам которых опубликован труд «Российско-Азиатская зоогеография».

Возродить общественный интерес к рыбоводству в какой-то мере пытался А. Т. Болотов (1738–1833 гг.) – русский писатель, естествоиспытатель и агроном. В 1780 г. он начинает издавать новый журнал «Экономический магазин», где публикует целую серию статей, посвященных разным аспектам ведения сельского хозяйства, включая и разведение рыб в прудах. Его по праву считают основоположником рыбоводства в России (рис. 17).

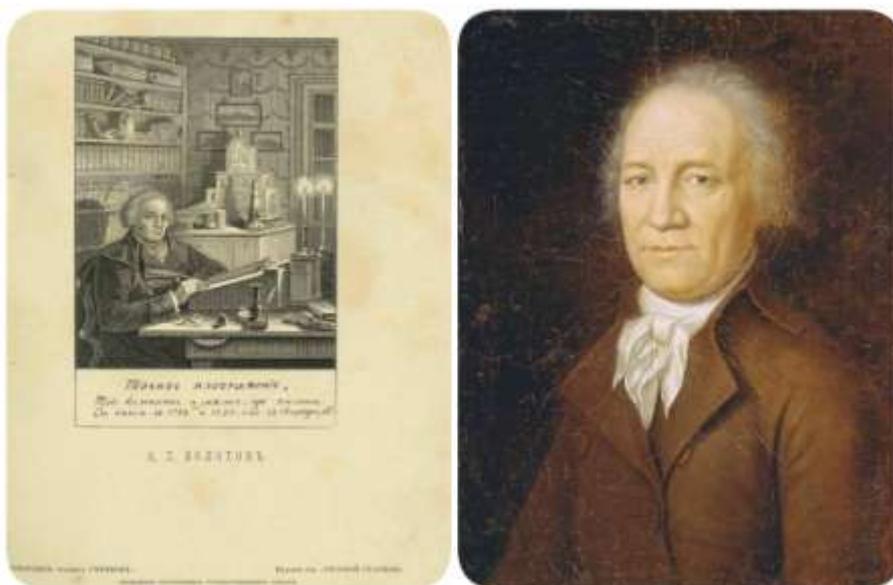


Рисунок 17 – А. Т. Болотов

Работая в области сельского хозяйства, А. Т. Болотов впервые установил зависимость рыбопродуктивности от качества грунтов и воды. Ему принадлежат идеи кормления рыб искусственными кормами, засева прудов культурными растениями, которые явились основополагающими в прудовом рыбоводстве.

Однако именно в XIX столетии больших успехов достигла русская рыбоводная наука. В этот период истории в России плодотворно работают такие известные ученые, как К. М. Бэр, П. И. Малышев, В. П. Врасский и др. В 1830 г. академик К. Бэр начал свои опыты по искусственному оплодотворению икры рыб, а через 4 года они успешно завершились – ему удалось инкубировать икру густеры. Проблемой искусственного оплодотворения у рыб занимался и «крестьянин господ Демидовых» П. И. Малышев. По его проекту в 1857 г. был построен рыбоводный завод в районе Нижнего Тагила с тремя проточными бассейнами для выдерживания различных рыб, главным образом налима, и прудом для подращивания искусственно выведенной молоди.

С 1853 г. в этом направлении начинается плодотворная деятельность В. П. Врасского (рис. 18). Будучи владельцем большого имения Никольское в районе Валдайской возвышенности, где речки и озера изобиловали рыбой, ученый заинтересовался возможностью искусственного разведения рыб.



Рисунок 18 – В. П. Врасский

Он провел многочисленные опыты и добился искусственного оплодотворения икры 15 видов рыб, включая форель, налима, плотву, щуку, ерша, уклею, снетка и др. В. П. Врасскому принадлежит и заслуга создания первого в России рыбоводного завода. По его проекту была построена под одной крышей система бассейнов объемом до 7 м³ воды: каждый с регулируемой подачей воды из большого пруда. Вначале туда запустили десяток привезенных из Петербурга ладожских озерных лососей. Затем последовали опыты с получением от них икры и ее оплодотворением, а также открытие «сухого» способа осеменения икры, совершившее впоследствии подлинный переворот в рыбоводстве. Никольский рыбоводный завод быстро приобрел известность. Здесь начали разводить форель, лососей, сига, стерлядь и других рыб. Мощность завода постепенно была доведена до 8 миллионов икринок разных видов рыб в год. В его бассейнах среди прочих содержались также и 49 китайских золотых рыбок, а значит, разводили там рыб не только для хозяйственного рыбоводства.

Таким образом, работы этих ученых послужили более эффективному развитию и современного рыбоводства.

Контрольные вопросы

1. Какие древнейшие находки свидетельствуют о рыбоводстве как о древнем промысле человека?
2. Когда была создана первая карта прудов Московской области?
3. Какие работы А. Т. Болотова явились основополагающими в прудовом рыбоводстве?

4. Какого ученого считают основоположником прудового рыбоводства в России?

5. Кто проводил опыты по инкубации икры карпов и выращивании особей крупных размеров?

6. Кому принадлежит подробное описание рыбных промыслов на Волге, рыболовства и зверобойных промыслов в Белом море и на Новой Земле?

7. Какой ученый при выращивании рыб вселял хищников, т. е. использовал поликультуру?

8. Кто впервые применил на прудах аэрационные установки с дополнительным освещением для удлинения светового дня?

9. Кто сделал первую сводку о рыбоводстве в России? Что в ней указывалось?

10. На период чьего царствования приходится расцвет прудового рыбоводства в России?

Контрольные тесты

1. Находками, характеризующими рыбоводство как древний промысел человека, являются:

- а) посуда;
- б) гарпуны;
- в) молотки.

2. Первая карта прудов Московской области была создана:

- а) в 1630 г.;
- б) 1730;
- в) 1830.

3. Академик К. М. Бэр начал свои опыты по искусственному оплодотворению икры рыб в ... году:

- а) 1530;
- б) 1630;
- в) 1830.

4. Основоположником прудового рыбоводства в России считается:

- а) А. Т. Болотов;
- б) Петр I;
- в) К. М. Бэр.

5. Ученый, проводивший опыты по инкубации икры карпов:

- а) П. С. Паллас;
- б) С. А. Крашенинников;
- в) Борис Годунов.

6. Первым в Риме придумал рыбоводные пруды:

- а) Гай Плиний Старший;
- б) Сергиус;
- в) Юлий Цезарь.

7. Впервые наиболее подробно описал рыбные промыслы на Волге, в Белом море:

- а) А. Т. Болотов;
- б) И. И. Лепехин;
- в) П. С. Паллас.

8. Впервые применил поликультуру в прудовом рыбоводстве:

- а) И. И. Лепехин;
- б) В. П. Врасский;
- в) П. И. Малышев.

9. Заслуга создания первого в России рыбоводного завода принадлежит:

- а) В. П. Врасскому;
- б) А. Т. Болотову;
- в) К. М. Бэру.

10. Впервые применил в качестве профилактики заболеваний рыб настоей черемухи:

- а) И. И. Лепехин;
- б) А. Т. Болотов;
- в) И. И. Лепехин.

РАЗДЕЛ 2

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ В СВЯЗИ С ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВОМ

Всех рыб, относящихся к отряду рыб, на основании их сходства и родства разделяют на несколько видов. Промысловые рыбы делятся на костистых, хряще-костных и хрящевых. Костистые рыбы имеют полностью окостеневший внутренний скелет и составляют основную часть мирового промысла (рис. 19).



Рисунок 19 – Костистые рыбы (кижуч)

У хряще-костных рыб внутренний скелет почти полностью состоит из хряща, голова построена в основном из костей, к ним относят рыб семейства осетровых.

Скелет и черепная коробка хрящевых рыб построены из хряща, представителями этих рыб являются все виды акул и скаты (рис. 20).



Рисунок 20 – Большая белая акула

В зависимости от места обитания и образа жизни рыбы делятся на следующие группы: океанические и морские, пресноводные, проходные, полупроходные и солоноватоводные. Океанические и морские рыбы постоянно живут и размножаются в морской воде. Их подразделяют на пелагических, живущих в водной толще, начиная от

самого верхнего слоя (сельдевые, тунцовые, анчоусовые и др.), и донных, живущих у самого дна (тресковые, морской окунь) (рис. 21).



Рисунок 21 – Морские рыбы (треска)

Рыб, обитающих на большой глубине, свыше 500–700 м, обычно называют глубоководными. На видовой состав фауны и численность отдельных видов рыб влияет температура воды в морях и океанах, которые в зависимости от температуры делят на следующие зоны: тропические воды (плюс 20–28 °С), холодные воды северные и южные (0 – плюс 5 °С), умеренные воды северные и южные (плюс 5–20 °С.

Теплые воды характеризуются многообразием видов рыб и сравнительно небольшой их численностью, что объясняется наличием небогатой кормовой базы.

Холодные воды заселены сравнительно небольшим количеством видов рыб, которые при благоприятных условиях в определенные сезоны года и хорошей кормовой базе достигают огромной численности. Рыбы, обитающие в холодных водах, достигают больших размеров, чем те, что обитают в теплых водах.

Пресноводные рыбы постоянно живут и размножаются в пресной воде (реках, озерах, прудах, водохранилищах). К ним принадлежат в основном рыбы семейства карповых, окуневых, сомовых, щуковых и некоторые представители лососевых (форель, ленок, речные и озерные сиги), осетровых (стерлядь) и тресковых (налим) (рис. 22).



Рисунок 22 – Налим (семейство тресковых)

Проходные рыбы обитают в море, а для нереста переходят в реки или наоборот. К ним относят осетровых и лососевых рыб, а также отдельные виды других семейств, например сельдевых (каспийская сельдь, сельдь-черноспинка), карповых (кутум, усач, шемая, рыбец), угревых (речной угорь) (рис. 23).



Рисунок 23 – Усач (семейство карповых)

Полупроходные и солоноватоводные рыбы обитают в определенных участках морей перед устьями рек и во внутренних солоноватых озерах. Полупроходные рыбы иногда для нереста заходят недалеко в реки. В основном к ним относятся рыбы семейства карповых, а также окуневых, сомовых, щуковых, некоторые виды бычков. Для практического освоения процесса получения ихтиомассы различных видов рыб на начальном этапе самым важным является знание особенностей процесса размножения: сроков нереста, температуры, скорости течения, химических характеристик воды, особенностей нерестовых субстратов и т. п.

Тема 1. Теория экологических групп рыб и ее значение для рыбоводства

С. Г. Крыжановский (1891–1961) (рис. 24), создатель теории экологических групп рыб, считал в 1949 г., что «приспособления рыб к условиям размножения и развития отражают не только существенные экологические моменты эмбрионального периода, но и существенные моменты всех остальных периодов жизни. Они накладывают печать на биологию взрослых рыб, определяют характер миграций, возможно переселения и пределы распространения рыб».



Рисунок 24 – С. Г. Крыжановский

В эмбриональный период жизни рыб ведущее значение имеют такие факторы, как наличие врагов и кислородный режим. Из остальных факторов С. Г. Крыжановский выделяет сезон кладки икры, т. е. прежде всего температурный фактор, поскольку температура в значительной мере определяет характер течения обменных процессов. Способы размножения, места и сезон кладки икры предопределяют условия дыхания, течения обменных процессов и особенности защиты икры от врагов и тем самым в значительной степени определяют природу приспособлений развития. Пониманию открытых закономерностей помогает распределение рыб по экологическим группам.

В предложенных С. Г. Крыжановским названиях этих групп содержатся указания на места кладки икры, потому что они предопределяют природу приспособлений развития и специфику экологических групп. Среди рыб нашей пресноводной ихтиофауны по богатству экологических отношений на первом месте стоят карповые (шесть экологических групп, включая индифферентных), за ними следуют сомовые и вьюновые (по две экологические группы). Остальные семейства в экологическом отношении однообразны, образующие их виды связаны непосредственным родством (например, осетровые, лососевые).

Так, С. Г. Крыжановский отметил существенные различия пресноводных и морских групп. Типично пресноводные группы ихтиофауны, за исключением группы живородящих рыб, не имеют аналогов среди морской ихтиофауны и отражают своеобразие условий обитания пресноводных видов. Эти условия особенно благоприятны для рыб, не охраняющих икру, т. е. для литофильных, псаммофильных, фитофильных, индифферентных и для прячущих икру в грунт.

Тема 2. Классификация рыб по отношению к субстрату, на который они откладывают икру

Рыб, которым для нереста не нужен субстрат, называют пелагофилами. Икра морских пелагофилов набухает (обводняется желток) перед выметом еще в утробе матери (рис. 25, а, б).



а



б

*Рисунок 25 – Икра:
а – икра набухает; б – обводняется желток*

Икринки минтая после овуляции увеличиваются в объеме в несколько десятков раз и становятся плавучими в морской воде, имеющей удельный вес 1,02 кг/л. Икринки многих пелагофильных рыб, например, барабули, имеют в желтке жировые капли, увеличивающие их плавучесть, также плавучая икра бывает у некоторых рыб, нерестующих в пресной воде, но ее удельный вес всегда несколько больше, чем у пресной воды (1 г/мл), поэтому плавучую икру пресноводные рыбы выметывают на течении.

Проходные рыбы – сельди (черноспинка, волжская, дунайская сельди) поднимаются из моря в реки и нерестуют в толще речной воды (рис. 26).



Рисунок 26 – Плавучая икра в толще воды

Икра поддерживается в толще воды в результате турбулентности водного потока. Также происходит нерест растительноядных рыб «амурского комплекса» – толстолобиков и амуров. У таких рыб икра после вымета в воду сильно увеличивается в размере в результате набухания перивителлинового пространства. Благодаря этому она тонет медленно – «парашютирует» и при наличии течения и турбулентности находится в толще воды. Откладывающие икру на плавающие предметы сарганообразные рыбы (сарганы, полурылы, летучие рыбы), хоть и обитают в пелагиали, для нереста находят плавающие водоросли и всякие случайные предметы, к которым приклеивается их икра клейкими нитями.

Фитофилы – рыбы, откладывающие клейкую икру на живые или отмершие растения, защищая ее тем самым от попадания на илистый грунт в условия недостатка кислорода. К таким рыбам относят: сазана, леща, щуку, окуня, морских губанов, тропических рыб (скалярии) (рис. 27).



Рисунок 27 – Икра окуня на водных растениях

Литофилы откладывают икру на каменистый или песчаный грунт (рис. 28).



Рисунок 28 – Икра на каменистом грунте

Это многие лососевые – сиги, ленки, голецы, а также голяны из семейства карповых (рис. 29).



Рисунок 29 – Нерест чавычи

Крупные проходные лососи закапывают икру в каменистый грунт в местах с быстрым течением (горбуша, кижуч) или на выходах грунтовых вод (нерка, кета) (рис. 30).



Рисунок 30 – Нерест нерки

Псаммофилы (любители песка) нерестятся на песчаных участках, их икра развивается в мокром песке (мойва) (рис. 31).



Рисунок 31 – Нерест мойвы

Остракофилами (любители ракушек) называют горчаков, они откладывают икру под створки живых моллюсков (рис. 32).



Рисунок 32 – Горчак, откладывающий икру в полость двустворчатой ракушки

Приспособление рыб к точно определенным условиям размножения и развития вызывает необходимость нерестовых миграций и определяет их основные черты. Поэтому нерестовые миграции отражают как специфику экологических групп рыб, так и особенности населенных ими водоемов.

Теория экологических групп рыб имеет большое значение для рыбоводства, поскольку разработка биотехники заводского рыборазведения невозможна без детального знания специфики развития рыб, обусловленной взаимоотношениями развивающегося организма со средой. При этом следует учитывать, что условия развития специфичны не только для различных видов рыб, относящихся к разным экологическим группам, но и для одного вида на разных этапах онтогенеза.

Тема 3. Нарушение гаметогенеза и полового цикла в связи с изменением условий размножения

При отсутствии условий, необходимых для нереста рыб, ооциты в теле самок дегенерируют. Чаще всего это явление связано с гидростроительством. Производители проходных рыб скапливаются перед плотинами, где нет условий для нереста. Под дегенерацией понимают все, что происходит с ооцитами – гибель, затем резорбция (рассасывание). Сначала погибает ядро, исчезает как морфологическая структура. Затем желточные зерна сливаются, образуется однородная масса. В несколько раз увеличивается высота фолликуляр-

ных клеток, и они начинают фагоцитировать, т. е. приобретают прямо противоположную функцию – резорбируют икру и переправляют питательные вещества в кровь. Раньше этот процесс рассматривали как патологический, но теперь – как адаптивный (рис. 33).



Рисунок 33 – Дегенерация икринок

Физиологические функции яичника восстанавливаются, но теряется сезон размножения. Может быть потерян и второй сезон (особенно в северных районах, где процесс восстановления длится долго). Яйцеклетки могут дегенерировать не только на IV стадии зрелости, но и на ранних стадиях своего развития. Например, это происходит при преждевременном созревании, когда начинается трофоплазматический рост, а запасов питательных веществ в организме рыбы оказывается недостаточно. Происходит также регуляция плодовитости в сторону уменьшения созревающих клеток и в период протоплазматического роста (рис. 34).

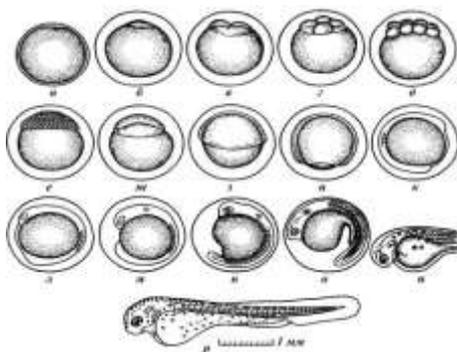


Рисунок 34 – Фазы зрелости яйцеклеток рыб

Изменения условий миграции, зимовки и размножения, происходящие в результате гидростроительства, приводят к нарушению, выработавшейся в течение длительного времени, принадлежности популяций рыб к условиям данной части ареала. Учитывая наруше-

ние хода естественного воспроизводства, нельзя рассчитывать на высокую адаптационную пластичность рыб, поэтому ходом процесса реакции популяций рыб на меняющиеся условия миграции и размножения нужно управлять. Для направленного формирования популяций рыб необходимо расширять искусственное воспроизводство, используя при этом производителей всех форм [5].

Контрольные вопросы

1. Классификация промысловых рыб по строению скелета.
2. Особенности образа жизни проходных рыб.
3. Каких рыб называют глубоководными?
4. На какие группы в зависимости от места обитания и образа жизни делят рыб?
5. Особенности строения хряще-костных рыб.
6. Как называют рыб, которым для нереста не нужен субстрат? Их особенности.
7. Изменения икры морских пелагофилов перед выметом.
8. Создатель теории экологических групп рыб.
9. Особенности изменения икры проходных и растительноядных рыб в период нереста.
10. Как нарушается гаметогенез и половой цикл в связи с изменением условий размножения рыб?

Контрольные тесты

1. К фитофилам относят:
 - а) сазана;
 - б) сига;
 - в) кету.

2. К литофилам относят:
 - а) гольца;
 - б) щуку;
 - в) окуня.

3. Бентические рыбы живут:
 - а) в придонной зоне водоема;
 - б) толще воды;
 - в) прибрежной зоне.

4. К семейству осетровых относят:

- а) карася;
- б) нерку;
- в) стерлядь.

5. К подсемейству сиговых относят:

- а) ряпушку;
- б) амура;
- в) линя.

6. Проходные рыбы, живущие в пресной воде, нерестятся в... воде:

- а) пресной;
- б) солоноватой;
- в) соленой.

7. Карась относится:

- а) к морским рыбам;
- б) полупроходным;
- в) пресноводным.

8. Пелагические рыбы живут:

- а) в водной толще;
- б) у самого дна;
- в) в прибрежной зоне.

9. К пелагическим рыбам относят:

- а) тресковых;
- б) сельдевых;
- в) морского окуня.

10. Донные рыбы живут:

- а) в водной толще;
- б) прибрежной зоне;
- в) у самого дна.

11. К донным рыбам относят:

- а) тресковых;
- б) анчоусовых;
- в) тунцовых.

12. Глубоководные рыбы обитают на глубине более (м):

- а) 500–700;
- б) 350–400;
- в) 280–300.

13. Тропические воды имеют температуру (°С):

- а) +38–40;
- б) +20–28;
- в) +303–5.

14. Северные холодные воды имеют температуру (°С):

- а) 0 – плюс 5;
- б) –1;
- в) –3.

15. Рыбы, обитающие в холодных водах, достигают ... размеров:

- а) средних;
- б) маленьких;
- в) больших.

16. Создатель теории экологических групп рыб:

- а) А. Т. Болотов;
- б) С. Г. Крыжановский;
- в) И. И. Лепехин.

17. Количество экологических групп среди карповых рыб пресноводной ихтиофауны:

- а) две;
- б) четыре;
- в) шесть.

18. Рыб, которым для нереста не нужен субстрат, называют:

- а) пелагофилами;
- б) псаммофилами;
- в) литофилами.

19. Рыб, которые откладывают икру на плавающие предметы, называют:

- а) сарганообразными;
- б) фитофилами;
- в) пелагофилами.

20. Рыб, откладывающих клейкую икру на растения, называют:

- а) псаммофилами;
- б) фитофилами;
- в) остракофилами.

21. Рыб, откладывающих икру на каменистый или песчаный грунт, называют:

- а) остракофилами;
- б) сарганообразными;
- в) литофилами.

22. При отсутствии условий, необходимых для нереста рыб, ооциты в теле самок:

- а) созревают;
- б) размножаются;
- в) дегенерируют.

23. Рыб, откладывающих икру в мантийную полость моллюсков, называют:

- а) пелагофилами;
- б) остракофилами;
- в) литофилами.

24. Остракофилами (любителями ракушек) является рыба:

- а) горчак;
- б) пиранья;
- в) лещ.

25. К псаммофилам, икра которых развивается в мокром песке, относят:

- а) окуня;
- б) бычков;
- в) мойву.

26. У растительноядных рыб (амур) икра после вымета в воду:

- а) уменьшается в размере;
- б) увеличивается;
- в) размер не изменяется.

27. Дегенерация ооцитов:

- а) размножение клеток;
- б) утолщение клеток;
- в) гибель клеток.

РАЗДЕЛ 3

ЕСТЕСТВЕННАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ЕЕ ФАКТОРЫ

Основы биологической продуктивности водоемов разрабатываются уже более ста лет как в рамках гидробиологической науки, так и с позиций биологических основ выращивания рыб в водоемах. Одной из важнейших основ рыбоводства является кормовая база водоемов, ведь необходимые для нормального роста и развития питательные вещества – белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины – рыбы получают из естественной пищи и дополнительно вносимых кормов. Усвояемость рыбой животной пищи составляет 84–99 %, растительной – 80–90 %, детрита – 10–15 %. В отличие от птиц и млекопитающих энергетические потребности рыб не велики. Для прироста 1 кг массы рыбы в ее пище должно содержаться от 4000–5000 ккал энергии. Природную кормовую базу составляет совокупность животных и растительных организмов, обитающих в толще воды и на дне.

Рыбопродуктивность водоема (пруда), которая формируется только за счет живых организмов, находящихся в нем, называется естественной. Естественная рыбопродуктивность зависит от видового разнообразия и численности этих организмов (естественных кормов), а также типа питания рыб, обитающих в водоеме.

К живым организмам, населяющим водоем, относят бактерии, фитопланктон, высшие растения, зоопланктон и зообентос, рыбу. Все они связаны друг с другом и степень развития одного зависит от степени развития другого.

Среди позвоночных животных рыбы имеют самый широкий спектр питания. Схематично пищевая цепь в природном водоеме выглядит примерно так: бактерии + детрит → фитопланктон + перифитон + высшие водные растения → зоопланктон + зообентос + аллохтонный материал (падающий на поверхность воды) → рыба (рис. 35).

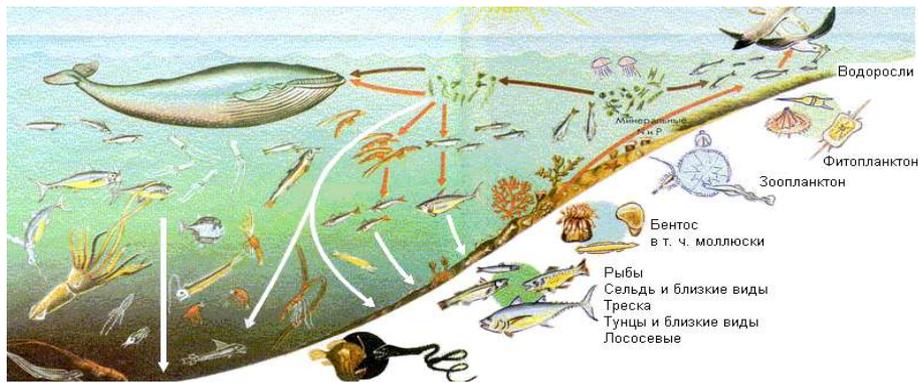


Рисунок 35 – Пищевая цепь в природном водоеме

Естественная пища рыб делится:

1. На растительную:

– фитопланктон (рис. 36) (белый толстолобик);



Рисунок 36 – Одноклеточные водоросли

– макрофиты (рис. 37) (белый амур).



Рисунок 37 – Погруженные водоросли

2. Животную:

– зоопланктон (рис. 38) (пелядь, пестрый толстолобик, веслонос);



Рисунок 38 – Планктон

– зообентос (рис. 39, а, б) (каarp, карась, осетры).



а



б

Рисунок 39 – Зообентос: а – артемия, б – трубочник

Общей рыбопродуктивностью называют суммарный прирост рыбы с единицы площади пруда при установленной индивидуальной массе, получаемой за один вегетационный период за счет использования естественной пищи и дополнительно задаваемых кормов (рис. 40).



Рисунок 40 – Взвешивание рыбы

Рыбопродуктивность прудов и естественных водоемов выражается обычно в кг/га или ц/га. Для рыбы под биологической продукцией обычно понимают прирост массы, а под продуктивностью – прирост за единицу времени (г/шт. в сутки, кг/шт. за год и др.).

Контрольные вопросы

1. Как определяют общую рыбопродуктивность водоема?
2. Факторы, определяющие естественную рыбопродуктивность водоема.
3. Что является основой биологической продуктивности водоема?
4. Насколько усваивается рыбой животная, растительная пища и детрит?
5. Каковы энергетические потребности рыб?
6. Основной спектр питания рыб.
7. Как выглядит пищевая цепь рыб в природном водоеме?
8. Классификация естественной пищи рыб.

Контрольные тесты

1. Усвояемость рыбой животной пищи составляет (%):
 - а) 84–99;
 - б) 75–80;
 - в) 69–72.
2. Усвояемость рыбой растительной пищи составляет (%):
 - а) 55–60;
 - б) 65–70;
 - в) 80–90.
3. Усвояемость рыбой детрита составляет (%):
 - а) 10–15;
 - б) 6–8;
 - в) 20–25.
4. Для прироста 1 кг массы рыбы в ее пище должно содержаться энергии (ккал):
 - а) 3000–3800;
 - б) 4000–5000;
 - в) 10000–15000 .

5. Рыбопродуктивность пруда, которая формируется только за счет живых организмов, находящихся в нем, называется:

- а) естественной;
- б) натуральной;
- в) приобетенной.

6. Естественная растительная пища рыб:

- а) зообентос;
- б) макрофиты;
- в) зоопланктон.

7. Естественная животная пища рыб:

- а) фитопланктон;
- б) зоопланктон;
- в) макрофиты.

8. Суммарный прирост рыбы с единицы площади пруда при установленной индивидуальной массе, за один вегетационный период называется рыбопродуктивностью:

- а) общей;
- б) относительной;
- в) абсолютной.

9. Первичная продукция водоема:

- а) креветки;
- б) дафнии;
- в) фитопланктон.

10. Конечная промысловая продукция:

- а) улов с 1 га водоема;
- б) со всей площади водоема;
- в) с половины водоема.

11. Промежуточная продукция водоема:

- а) бактерии;
- б) циклопы;
- в) зоопланктон.

12. Донная пища рыб:

- а) фитопланктон;
- б) зоопланктон;
- в) бентос.

13. Область водоемов, заселенная донными организмами:

- а) элитораль;
- б) бенталь;
- в) абиссаль.

14. Совокупность организмов, населяющих толщу воды континентальных и морских водоемов:

- а) планктон;
- б) нектон;
- в) плейстон.

15. Для этих рыб основной питания является фитопланктон:

- а) белый толстолобик;
- б) карась;
- в) карп.

16. Для этих рыб основной питания является зоопланктон:

- а) белый амур;
- б) пелядь;
- в) белый толстолобик.

17. Для этих рыб основной питания является зообентос:

- а) карась;
- б) веслонос;
- в) осетры.

18. Для этих рыб основной питания являются макрофиты:

- а) карп;
- б) белый амур;
- в) белый толстолобик.

19. К живым организмам, населяющим водоем, относят:

- а) кости;
- б) высшие растения;
- в) кожа.

20. На естественную рыбопродуктивность влияет:

- а) тип питания рыб, обитающих в водоеме;
- б) типы кормушек;
- в) количество обслуживающего персонала.

21. Рыбопродуктивность водоема определяют по формуле:

- а) $P_B = W \times T$;
- б) $P_B = W_B - W_0 / \Pi$;
- в) $P_B = W_0 - W_B / \Pi$.

РАЗДЕЛ 4

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЫБОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Производственные процессы в рыбоводном хозяйстве являются прямым отражением учета биологических особенностей выращиваемых в нем рыб. Так, используемая плотность посадки рыб будет определять как их конечную массу при отсутствии кормления, так и возможную смертность (норма отхода за период выращивания). Обоснованность таких производственных процессов, как отдельное выращивание разновозрастных рыб одного вида, кормление пищей разного биохимического и размерного состава и другие технологические особенности определяются биологическими свойствами рыб.

Необходимость введения кормления также связана с плотностью посадки и задачей получения заданной конечной массы выращиваемых объектов.

Использование поликультуры и смешанной посадки рыб зависит от продукционных особенностей водоема и его термического режима. Знание основ производственных процессов в рыбоводном хозяйстве помогает правильно организовать данный процесс, рационально использовать ростовые потенциалы выращиваемых объектов, наиболее эффективно применять с позиций затрат труда.

Тема 4. Системы прудовых хозяйств

Прудовое рыбоводство как традиционная форма ведения рыбного хозяйства – один из источников поступления товарной продукции в виде живой и парной рыбы.

Увеличение производства рыбы может быть достигнуто за счет дальнейшей интенсификации прудового рыбоводства на действующих площадях (рис. 41).

В зависимости от рыбоводно-технических и организационно-экономических особенностей, а также от производственных задач различают следующие основные системы ведения прудовых рыбоводных хозяйств:

1. Полносистемные прудовые хозяйства.
2. Неполносистемные прудовые хозяйства – рыбопитомники.
3. Неполносистемные нагульные прудовые хозяйства.

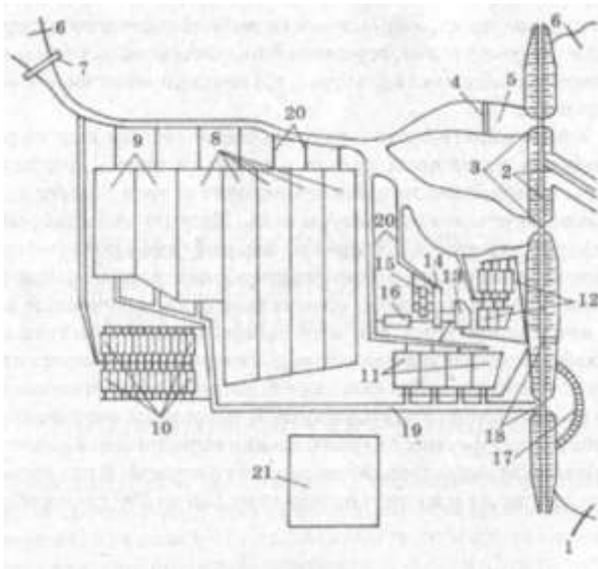


Рисунок 41 – Прудовое хозяйство

Полносистемные рыбоводные хозяйства занимаются разведением и выращиванием рыбы от икринки до получения товарной продукции, т. е. товарного (столового) веса. В них имеется рыбопитомник – участок, где получают посадочный материал от производителей, и нагульный участок для выращивания товарной рыбы. Товарной продукцией этих хозяйств могут быть также оплодотворенная икра, посадочный материал (сеголетки или годовики) и производители. В полносистемном прудовом хозяйстве выращивают собственный рыбопосадочный материал, который после зимовки используют для зарыбления нагульных прудов. Разводят и выращивают рыбу в полносистемном прудовом хозяйстве в специальных прудах.

Для выращивания ремонтного молодняка и содержания стада производителей служат маточные пруды. Заболевшую, а также вновь завезенную в хозяйство рыбу отсаживают в карантинные пруды. Живую рыбу после вылова из нагульных прудов помещают для временного хранения в живорыбные садки. При излишке рыбопосадочного материала полносистемные рыбоводные хозяйства продают его другим рыбхозам, имеющим нагульные прудовые площади.

В полносистемном прудовом хозяйстве рыбоводные пруды обычно располагают в определенном порядке (рис. 42).



- 1 – головной пруд;
- 2 – плотина;
- 3 – водозборные сооружения;
- 4 – решетка;
- 5 – рыбоуловитель;
- 6 – нагульный пруд;
- 7 – верховина;
- 8 –выростные пруды;
- 9 – летнее-маточные пруды;
- 10 – нерестовые пруды;
- 11 – зимовальные пруды для сеголеток;
- 12 – зимние маточные пруды;
- 13 – пруд, снабжающий инкубационный цех;
- 14 – инкубационный цех;
- 15 – пруды для выдерживания производителей с подогревом воды;
- 16 – пруд мальковый;
- 17 – щебеночный фильтр;
- 18 – водозаборные сооружения;
- 19 – водоподающий канал;
- 20 – водосбросные каналы;
- 21 – хозяйственный центр

Рисунок 42 – Схема полносистемного тепловодного рыбного хозяйства

Головной пруд предназначен для накопления воды с последующей подачей ее в систему производственных прудов рыбного хозяйства (рис. 43).



Рисунок 43 – Головной пруд

Ниже головного пруда, непосредственно за плотиной, устраивают зимовальные пруды, которые в зимнее время снабжаются водой из головного пруда.

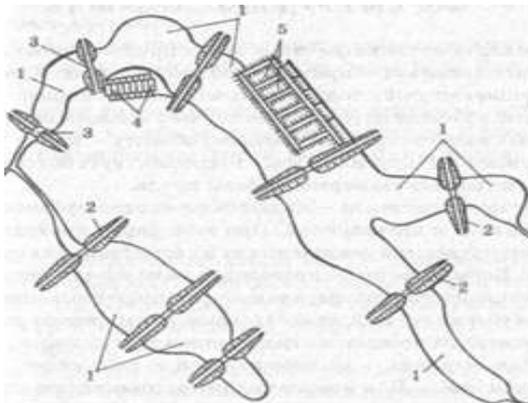
За зимовалами, поблизости от них, строят нерестовые пруды, а затем выростные. Нагульные пруды могут быть расположены в разных местах, в зависимости от местонахождения площадок, удобных для их устройства. Иногда нагульные пруды (все или часть их) располагаются на значительном расстоянии от питомной части

хозяйства. Карантинные пруды устраивают в нижней части прудового хозяйства, чтобы сбрасываемая из них вода не попадала в основные рыбоводные пруды. Наибольшая водная площадь (до 90–95 %) в полносистемных прудовых хозяйствах занята нагульными прудами (рис. 44).



Рисунок 44 – Нагульный пруд

Неполносистемные прудовые хозяйства бывают двух типов: рыбопитомники и нагульные хозяйства или рыбоводные фермы. Нагульные хозяйства организуют при наличии одного или нескольких прудов, озер, лиманов, участков рек, которые пригодны для выращивания только товарной рыбы (рис. 45).



- 1 – выростные пруды;
- 2 – плотина;
- 3 – водосбросные сооружения;
- 4 – нерестовые пруды;
- 5 – зимовальные пруды

Рисунок 45 – Схема неполносистемного тепловодного рыбного хозяйства

Основной продукцией нагульного хозяйства является товарная рыба, поэтому технологический цикл производственного процесса определяется выращиванием карпа и других рыб в возрасте от годовика до двухлетка (рис. 46).



Рисунок 46 – Карп двухлетний (товарная рыба)

В рыбоводстве основными производственными процессами являются организация и проведение нереста производителей, а затем выращивание сеголетков рыб. Осенью сеголетков вылавливают из выростных прудов и пересаживают на зимовку в специальные зимовальные пруды. Весной перезимовавших сеголетков, которых называют годовиками, вылавливают из зимовальных прудов и продают другим рыбоводным хозяйствам для посадки в нагульные пруды.

В рыбоводстве создаются пруды следующих категорий: нерестовые, выростные, зимовальные, маточные, карантинные. Нагульные пруды в рыбоводствах, как правило, отсутствуют, а если и существуют, то площадь их невелика. Основная часть водной площади (до 85–90 %) занята выростными прудами. Расположение прудов рыбоводства должно подчиняться определенному порядку. Непосредственно за головным прудом расположены зимовальные пруды, рядом с ними – нерестовые, маточные и далее выростные. Общая площадь прудов в рыбоводстве обычно значительно меньше, чем в полносистемном прудовом хозяйстве. В нагульном прудовом хозяйстве годовиков карпа выращивают до товарного веса. Рыбопосадочный материал (годовиков) для этой цели такие хозяйства получают из ближайших рыбоводств или полносистемных рыбхозов. При однолетнем обороте в нагульные пруды сажают не годовиков, а мальков карпа для выращивания из них к концу лета товарных сеголетков весом по 300–350 г.

Рыбоводства в плановом порядке обеспечивают рыбопосадочным материалом неполносистемные нагульные хозяйства (рис. 47).



Рисунок 47 – Рыбопитомник

Рыбопитомники и нагульные прудовые хозяйства выполняют вместе единый взаимосвязанный производственный процесс, конечная цель которого – получение товарной (столовой) рыбы. В организационном же отношении эти хозяйства могут быть совершенно самостоятельными, находиться в различном административном подчинении и располагаться в отдаленных друг от друга районах

Тема 5. Понятие об оборотах в прудовом хозяйстве. Проведение нереста

Под оборотом в рыбоводстве подразумевается отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до стандартной по весу товарной массы. Прудовое хозяйство с однолетним оборотом выращивает из оплодотворенной икринки в течение одного лета, т. е. за 5–6 месяцев (считая с мая по октябрь), товарного карпа или его гибрида, а иногда сазана штучным весом 300–350 г. Рыб этого возраста (5–6 месяцев) называют сеголетками, а если они пригодны для реализации в качестве пищевого продукта их называют товарными сеголетками.

В северных районах и средней полосе России сейчас перешли на трехлетний оборот, когда товарную продукцию получают только к концу третьего лета (в течение 28–30 мес.). В этом случае перезимовавших годовиков пересаживают не в нагульные пруды, а в выростные второго порядка, где их выращивают до 200–300 г, после чего снова пересаживают в зимовальные пруды (рис. 48).



Рисунок 48 – Зимовальный пруд

Из маточного стада отбирают лучших особей в возрасте от 4–5 до 8–10 лет, отличающихся хорошим телосложением (экстерьером), высоко- или широкоспинных, с небольшой головой, здоровых, хорошо упитанных, без каких-либо признаков заболевания или травмирования. Производителей с прогонистой формой тела, большой головой, а также признаками заболевания или травмирования выбраковывают. При сортировке отобранных производителей необходимо уметь различать самцов и самок по их внешнему виду: самцы многих видов в период нереста меняют окраску, имеют довольно твердое, не выпуклое брюшко (оно меньше, чем у самок), половое отверстие втянутое узкое, представляет бледноокрашенную щель, на голове жаберных крышек карпов, сазана, леща и теле плотвы и других появляется брачный наряд в виде мелких бугорков, отчего кожа становится шероховатой на ощупь (рис. 49).



Рисунок 49 – Бугорки на голове и жаберных крышках сазана

У производителей – самок, в связи с развитием яичников самки, брюшко вздутое, так как яичники со зрелой икрой заполняют всю полость тела. Половое отверстие большое, припухает и краснеет (рис. 50).



Рисунок 50 – Справа на рисунке самец, слева самка

При надавливании на брюшко у зрелой самки выделяются икринки (рис. 51).



Рисунок 51 – Выделение икринок

У самцов половые продукты к этому времени часто бывают текучими, при легком надавливании на брюшко выделяются молоки (сперма) белого цвета (рис. 52).



Рисунок 52 – При надавливании на брюшко выделяются молоки

Если половые различия выражены неясно, и пол определить трудно, то производителей бракуют. Визуальную оценку племенных рыб при бонитировке дополняют индивидуальными измерениями, по которым рассчитывают соответствующие индексы:

а) широкоспинности $I_{ш} = \frac{Ш}{D_1} * 100;$

б) высокоспинности $I_{в} = \frac{D_1}{В};$
(прогонистости)

в) длинноголовости $I_{г} = \frac{D_г}{D_1} * 100;$

г) заглазничного $I_з = \frac{D_з}{D_г} * 100,$

промежутка

где Ш – наибольшая толщина тела, см;

D_1 – длина тела без хвостового плавника, см;

$D_г$ – длина головы, см;

$D_з$ – расстояние от середины глаза до наиболее удаленной точки жаберной крышки, см;

В – наибольшая высота тела, см.

Все самки первого класса подлежат индивидуальным измерениям. В остальных случаях берут среднюю пробу численностью не менее 30 особей. Измеряют массу тела (Р), длину (L), наибольшую высоту (Н), наибольшую толщину тела (В) и наибольший обхват (О). Размерные показатели определяют на специальной мерной доске с помощью бонитировочного угольника (рис. 53).

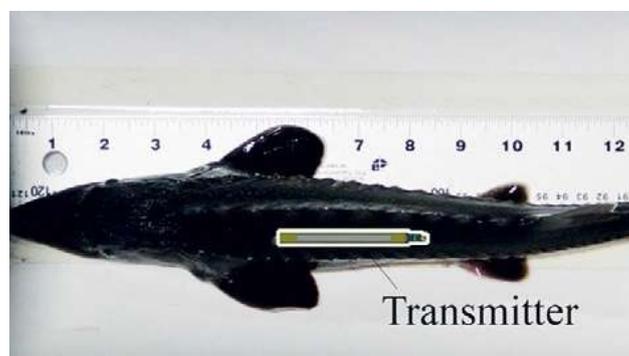


Рисунок 53 – Индивидуальные измерения рыб

Обхват измеряют мерной лентой. По данным взвешивания и измерений рассчитывают показатели экстерьера рыб: коэффициент упитанности K_u , относительную высоту тела L/H , относительную ширину B/L (%), относительный обхват тела карпа O/L (%) (рис. 54).



Рисунок 54 – Измерение обхвата мерной лентой

Экстерьер рыб зависит от породных особенностей, возраста и условий нагула. Для оценки племенных рыб важны не столько абсолютные значения показателей экстерьера, сколько их значения по сравнению с предшествующим годом. Например, снижение коэффициента упитанности может привести к ухудшению результатов предстоящей нерестовой кампании. Увеличение коэффициента изменчивости признаков также свидетельствует об ухудшении состояния племенного стада.

Для некоторых видов рыб разработаны шкалы бонитировки по комплексу признаков (возраст, коэффициент упитанности, плодовитость самок (выход личинок 4–7-дневных) и самцов (качество спермы)). Глазомерная оценка: голова (мопсовидность, остромордость не допускается), спина (искривление позвоночника не допускается), брюхо и боковая линия, чешуйчатый покров, хвостовой стебель).

По этой шкале производителей, набравших 91–100 баллов, относят к классу элиты; имеющих суммарную оценку 81–90 – к первому классу и 61–80 баллов – ко второму. Производители, набравшие менее 61 балла, выбраковываются. В племенное ядро отбирают самцов не ниже первого класса, самок не ниже «элита».

Очень важный показатель воспроизводительной способности – плодовитость. Различают абсолютную и относительную плодовитость. Общее число икринок в яичнике самки – это ее абсолютная

плодовитость. Число икринок, приходящееся на 1 кг массы тела самки – ее относительная плодовитость. На практике используют показатель рабочей плодовитости (абсолютной и относительной), который выражает общее количество качественной икры, полученной от самки в нерестовый период. Во время нереста самка карпа выметывает около 85 % от всей икры, примерно столько же получают икры при гипофизарном инъектировании.

После отбора и разделения производителей на самцов и самок их временно рассаживают в разные пруды, где содержат до наступления устойчивой теплой погоды. Раздельное содержание самцов и самок рыб необходимо для того, чтобы не допустить преждевременного «дикого» нереста, который при совместном содержании производителей может произойти стихийно при наступлении благоприятных температурных условий. Производителей рыб (карпа и других видов) перед посадкой в нерестовые пруды выдерживают в течение 5 минут в антипаразитарных ваннах, наполненных 5 %-м раствором поваренной соли (рис. 55).



Рисунок 55 – Солевые ванны

Проведение производителей через солевые ванны освобождает рыбу от жаберных и кожных паразитов и исключает возможность переноса паразитов на мальков, выращиваемых на первых стадиях своего развития в нерестовых прудах. После солевых ванн производителей в течение 2–3 часов выдерживают в садках-ящиках с проточной водой и затем высаживают в нерестовые пруды.

В прудовых хозяйствах производителей на нерест обычно сажают гнездами. Гнездо состоит из одной самки и двух самцов. Кроме гнездового, в прудовом рыбоводстве возможен и парный

нерест (одна самка и один самец), практикуется он главным образом в селекционно-племенных целях.

Иногда проводят групповой нерест, когда в один пруд сажают несколько гнезд или пар производителей. Нерест может проводиться фронтально и в растянутые сроки. При фронтальном в один день наполняют водой все нерестовые пруды, в которые и сажают производителей.

При растянутом нересте наполняют водой примерно третью часть нерестовых прудов и в них высаживают производителей, спустя 2–3 дня заливают еще несколько прудов и сажают в них следующую партию производителей, наконец, еще через 2–3 дня заполняют водой остальные нерестовики, в которые пускают оставшихся производителей.

Массовый нерест рыб, когда в одном водоеме находится стадо производителей разного возраста с неизвестным половым составом, называется «диким» (рис. 56).



Рисунок 56 – Массовый нерест рыб

В практике прудовых хозяйств на такой нерест сажают в отдельные пруды только лишних производителей, которые не были использованы в нерестовой компании: мальков, полученных при таком нересте, обычно не используют. Производителей сажают на нерест лишь после устойчивого прогревания воды до плюс 17 °С и выше, пуская осторожно. Нельзя бросать, мять и вообще травмировать рыбу. Нерест обычно начинается на вечерней заре в день посадки производителей или на утренней заре следующего дня. Во время нереста вблизи пруда нельзя шуметь, допускать движения транспорта. При нересте производители быстро плавают, со всплесками появляются у поверхности воды. В это время самка

выметывает икру, которая немедленно оплодотворяется молоками самцов (рис. 57)



Рисунок 57 – Нерест карпа

Оплодотворенная икра сразу становится клейкой и прилипает к свежей мягкой растительности, после чего начинается развитие зародышей. При благоприятных условиях нерест протекает равномерно и заканчивается через 5–8 часов. Обычно до стадии личинок развивается лишь около 30 %, а до стадии мальков – около 10 % выметанной икры (рис. 58).



Рисунок 58 – Оплодотворенная икра карпа

Чаще всего от одной самки карпа или сазана выживает и может быть выловлено из нерестового пруда 70–100 тыс. мальков. При дальнейшем выращивании мальков отход их может составить еще 20–30 %. Следовательно, от одного гнезда производителей осенью получают 50–80 тыс. сеголетков. По окончании нереста необходимо повысить уровень воды в нерестовиках на 15–20 см, чтобы предотвратить выметанную рыбой икру от обсыхания при возможном поднятии помятых перед заливом пруда стеблей растений с оплодотворенной икрой. В первые же сутки после нереста произво-

дителей рыб вылавливают из нерестовых прудов. В противном случае отнерестившиеся производители могут истребить собственных мальков.

Для проверки результатов нереста – определения процента оплодотворения икры и ее отхода – проводят обследование густоты размещения икры на растительности и берут пробу (вместе с ветками растений, в каждой пробе должно быть несколько сот икринок). Икринки просматривают под лупой или микроскопом, с развивающимися зародышами они светлые и прозрачные, а с погибшими – становятся мутными и беловатыми.

Подсчитывают количество и определяют соотношение прозрачных (нормальных) и мутных, беловатых (погибших) икринок. Процент оплодотворения и отхода определяют в нескольких пробах, а затем находят средние величины (рис. 59).



Рисунок 59 – Оплодотворенные (прозрачные) и неоплодотворенные (мутные) икринки

При благоприятных метеорологических условиях, когда температура воды в нерестовиках держится на уровне плюс 18–20 °С, оплодотворенные икринки развиваются в течение 3–6 суток (рис. 60).

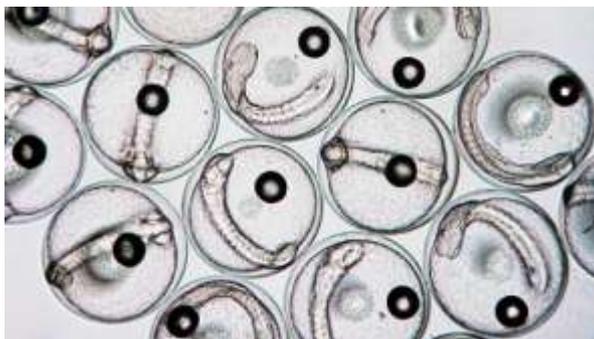


Рисунок 60 – Зародыши в икринках 3–6 суток

Небольшое похолодание растягивает развитие до 10–12 дней. В случае резкого снижения температуры воды (ниже плюс 10 °С) развитие икры обычно приостанавливается и зародыши начинают гибнуть. Личинки, только что выклюнувшиеся из икры, имеют длину около 5–6 мм, первые дни они питаются за счет желточного мешка (рис. 61).



Рисунок 61 – Выклюнувшиеся личинки

В это время личинки еще слабы, они подвешены на стебельках водных растений нерестового субстрата и не могут плавать. Уже в возрасте 5–6 дней мальки карпа или сазана начинают активно плавать и подыскивать себе пищу: коловраток, инфузорий, низших ракообразных (рис. 62).



Рисунок 62 – Инфузория

Тогда же или на 1–2 дня позднее мальков пересаживают в выростные пруды. Оставлять их на более длительный срок в нерестовых прудах нецелесообразно, потому что в них развивается много врагов рыб, которые вызывают большой отход мальков. Кроме того, подросшим малькам в нерестовых прудах не хватает естественной пищи. Поэтому при задержке здесь мальков более чем на 5–7 дней их рекомендуется подкармливать. Лучше всего давать малькам живой корм – дафнии, которых специально выращивают в особых прудиках или ямах (рис. 63).



Рисунок 63 – Дафния

Наряду с живой пищей для кормления мальков можно использовать специальные корма. Мальков надо как можно быстрее доставить к выростным прудам, сосчитать и выпустить, причем посадку мальков надо рассредоточить по всей прибрежной зоне этих прудов. Считать мальков можно тремя способами: глазомерным, поштучным и объемным

Глазомерный счет. При таком счете мальков зачерпывают мерным сосудом, например, небольшим тазиком, миской, марлевой ложкой и т. д. и просчитывают. Это делают несколько раз, стараясь, чтобы густота мальков в сосуде была более или менее постоянной.

Определив среднее количество мальков в тазике, миске или марлевой ложке, переходят к их вылову, общее число тазиков, мисок или ложек с мальками при этом умножают на их среднее количество в данном мерном сосуде и таким образом определяют общее число пересаженных мальков (рис. 64).



Рисунок 64 – Глазомерный счет

Поштучный счет. Для точного определения (при опытной или селекционно-племенной работе) количества мальков их считают поштучно. Для этого обычно используют марлевую ложку (рис. 65).



Рисунок 65 – Поштучный счет

Взяв ложкой мальков, их пересчитывают и записывают результат. Таким способом отсчитывают то количество мальков, которое требуется для опытного выращивания или племенной работы.

Объемный счет. В период спуска водоема всю скатывающуюся молодь рыб улавливают и взвешивают. Через каждые 1–4 ч (в зависимости от интенсивности ската молоди и смены ее видового состава) берут контрольную пробу – 0,2–0,5 кг в зависимости от индивидуальной массы молоди. Контрольную пробу молоди разбирают по видовому составу. Затем в ней поштучно подсчитывают количество молоди по каждому виду рыб и определяют процентное соотношение видов рыбы в пробе (рис. 66).



Рисунок 66 – Объемный счет молоди

Зная количество молоди по каждому виду рыб во взвешенной контрольной пробе и имея сведения по общей массе скатившейся мо-

лоди из водоема за 1–4 ч, производят пересчет на количество выпущенной молоди за данное время и полученный результат записывают в журнал нарастающим итогом.

Тема 6. Выращивание рыбы в прудах

Высокая скорость роста рыбы обеспечивается большим количеством пищи, что в экстенсивном хозяйстве достигается посадкой меньшего количества рыб на единицу водной площади. Однако чем выше индивидуальная масса карпа, тем ниже их суммарная масса с единицы водной площади, так как при сравнительно более плотной посадке они полнее используют естественные пищевые ресурсы пруда.

Увеличение плотности посадки рыб до определенного уровня способствует повышению естественной рыбопродуктивности. Однако более высокая плотность обуславливает снижение как индивидуальной массы карпов, так и суммарного привеса рыбы.

Расчет нормальной посадки карпа в нагульные пруды проводят по формуле

$$A = (П \times S \times 100) / ((m_k - m_n) P),$$

где A – количество рыб, необходимое для посадки в пруд, шт.;

$П$ – естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

S – площадь пруда, га;

m_k – индивидуальная масса карпа к осени, кг;

m_n – индивидуальная масса карпа перед посадкой, кг;

P – выход карпа, % к посадке.

Расчет нормальной посадки мальков карпа в выростные пруды проводят по формуле

$$A = (П \times S \times 100) / (m_k \times P),$$

где A – количество рыб, необходимое для посадки в пруд, шт.;

$П$ – естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

S – площадь пруда, га;

m_k – индивидуальная масса карпа к осени, кг;

m_n – индивидуальная масса карпа перед посадкой, кг;

P – выход карпа, % к посадке.

Так как масса личинок, высаживаемых на выращивание в выростные пруды, очень мала (15–30 мг), то этой величиной при расчетах можно пренебречь. Для повышения продуктивности прудов и увеличения выхода рыбной продукции с единицы водной площади внедряются методы интенсификации рыбоводства и, в первую очередь, удобрение прудов, кормление рыбы, использование поликультуры. При этих формах интенсификации рост общей рыбопродуктивности достигается не за счет получения больших индивидуальных масс, а за счет увеличения плотности посадки, т. е. за счет повышения количества рыб, сажаемых на единицу площади пруда.

Общая рыбопродуктивность отличается от естественной тем, что вторая характеризуется приростом общей массы рыбы за счет потребления живых кормов (в основном зоопланктона и зообентоса), а первая представляет собой совокупность естественной рыбопродуктивности и рыбопродукции, полученной за счет потребления задаваемых в пруд комбикормов и живых кормов, развивающихся при внесении удобрений.

Контрольные вопросы

1. Основные производственные процессы в рыбоводном хозяйстве.
2. Особенности выращивания рыбы в прудах рыбоводных хозяйств.
3. Понятие об оборотах в прудовом хозяйстве.
4. Требования к проведению нереста в полносистемных рыбоводных хозяйствах.
5. Характеристика систем прудовых хозяйств.
6. Особенности полносистемных прудовых хозяйств.
7. Устройство неполносистемных прудовых хозяйств рыбопитомников.
8. Условия проведения отбора и подбора производителей рыб.
9. Устройство неполносистемных нагульных прудовых хозяйств.
10. Отличия абсолютной и относительной плодовитости рыб.

Контрольные тесты

1. Головные пруды предназначены:
 - а) для накопления воды;
 - б) размножения рыбы;
 - в) выращивания сеголеток.

2. Нагульный пруд предназначен:
- а) для подращивания личинок;
 - б) выращивания товарной рыбы;
 - в) содержания больной рыбы.
3. В холодноводном хозяйстве объектом разведения является:
- а) карась;
 - б) ряпушка;
 - в) судак.
4. В рыбоводном хозяйстве головные и согревательные пруды относят:
- а) к водоснабжающим;
 - б) зимовальным;
 - в) производственным.
5. Названия прудов для временного содержания, завозимых в рыбоводное хозяйство, ремонтного молодняка и производителей:
- а) производственные;
 - б) нагульные;
 - в) карантинные.
6. Полносистемное прудовое хозяйство занимается выращиванием:
- а) только товарной рыбы;
 - б) от икры до товарной рыбы;
 - в) личинок, мальков, сеголеток.
7. Вид прудов к которому относят пруды-садки:
- а) водоснабжающие;
 - б) производственные;
 - в) подсобные.
8. Названия прудов для содержания ремонтного молодняка и производителей:
- а) маточные;
 - б) нагульные;
 - в) карантинные.
9. Размножение рыб, применяемое в племенном хозяйстве:
- а) гнездовое;
 - б) парное;
 - в) искусственное.

10. Оплодотворение у большинства рыб:

- а) наружное;
- б) внутреннее;
- в) вегетативное.

11. Количество икры, полученное от одной самки при проведении искусственного осеменения, называется:

- а) относительная плодовитость;
- б) рабочая плодовитость;
- в) индивидуальная плодовитость.

12. Пол рыб определяют:

- а) в любом периоде развития рыбы;
- б) мальковый период;
- в) период нереста.

13. Такие пруды заливаются водой только на 3–5 суток, остальное время они стоят высушенные:

- а) нерестовые;
- б) выростные;
- в) карантинные.

14. Производителей сажают на нерест лишь после устойчивого прогревания воды до (°C):

- а) + 14;
- б) + 17;
- в) + 20.

15. Личинки, только что выклюнувшиеся из икры, имеют длину около (мм):

- а) 1–2;
- б) 2–3;
- в) 5–6.

16. Личинки, только что выклюнувшиеся из икры, первые дни они питаются:

- а) одноклеточными водорослями;
- б) за счет желточного мешка;
- в) одноклеточными бактериями.

17. В полносистемных прудовых хозяйствах водная площадь занята нагульными прудами (%):

- а) до 90–95;
- б) 80–85;
- в) 70–75.

18. Обычно до стадии личинок от выметанной икры развивается лишь (%):

- а) около 30;
- б) 25;
- в) 15.

19. Обычно до стадии мальков от выметанной икры развивается лишь (%):

- а) около 8;
- б) 10;
- в) 15.

20. Икринки, с развивающимися зародышами:

- а) прозрачные;
- б) мутные;
- в) беловатые.

21. В рыбоводстве отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до стандартной по весу товарной массы, называется:

- а) круговорот;
- б) оборот;
- в) изворот.

22. При гнездовом нересте используют:

- а) одну самку и одного самца;
- б) несколько пар производителей;
- в) одну самку и двух самцов.

23. В селекционно-племенных целях используют при нересте:

- а) несколько пар производителей;
- б) одну самку и одного самца;
- в) одну самку и двух самцов.

24. Самцы многих видов в период нереста:

- а) половое отверстие припухает и краснеет;
- б) половое отверстие втянутое узкое;
- в) брюшко вздутое.

25. Самки в период нереста:

- а) твердое, не выпуклое брюшко;
- б) половое отверстие – бледно окрашенная щель;
- в) мягкое вздутое брюшко.

26. Общее число икринок в яичнике самки это:

- а) относительная плодовитость;
- б) рабочая плодовитость;
- в) абсолютная плодовитость.

27. Число икринок, приходящееся на 1 кг массы тела самки, называется плодовитость:

- а) абсолютная;
- б) относительная;
- в) рабочая.

28. Производителей карпа перед посадкой в нерестовые пруды выдерживают в антипаразитарных ваннах в течение (минут):

- а) 5;
- б) 15;
- в) 30.

29. Перед посадкой производителей в нерестовые пруды используют антипаразитарные ванны содежащие:

- а) 5 %-й раствор перманганата калия;
- б) поваренной соли;
- в) медного купороса.

30. Массовый нерест рыб разного возраста с неизвестным половым составом называется:

- а) дикий;
- б) тихий;
- в) плановый.

31. Рыбоводные хозяйства, занимающиеся выращиванием только товарной рыбы называются:

- а) полносистемные;
- б) неполносистемные;
- в) рыбопитомники.

32. При бонитировке производителей рыб рассчитывают соответствующие индексы:

- а) широкохвостости;
- б) длинноголовости;
- в) широкоспинности.

33. По шкале бонитировки производителей рыб относят к классу «Элита», имеющему суммарную оценку (баллов):

- а) 61–80;
- б) 81–90;
- в) 91–100.

34. По шкале бонитировки производителей рыб выбраковывают, если они имеют суммарную оценку (баллов):

- а) 81–90;
- б) 61–80;
- в) менее 61.

35. По шкале бонитировки производителей рыб относят к первому классу, имеющему суммарную оценку (баллов):

- а) 61–80;
- б) 81–90;
- в) 91–100.

36. В племенное ядро отбирают самцов не ниже:

- а) первого класса;
- б) класса «Элита»;
- в) второго класса.

37. В племенное ядро отбирают самок не ниже:

- а) класса «Элита»;
- б) первого класса;
- в) второго класса.

38. Форма ведения прудового хозяйства, осуществляемая за счет уплотненных посадок рыб, для кормления рыбы применяют искусственные корма:

- а) интенсивная;
- б) полуинтенсивная;
- в) экстенсивная.

39. Карантинные пруды устраивают в прудовом хозяйстве в ... части:

- а) нижней;
- б) средней;
- в) начальной.

40. Расчет нормальной посадки мальков карпа в выростные пруды проводят по формуле:

- а) $a = (П \times S \times 200) / (m \times n)$;
- б) $a = (П \times S \times 100) / (m \times P)$;
- в) $a = (П \times S \times m) / (m \times 100)$.

РАЗДЕЛ 5

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ РЫБ

Для нормального роста и развития рыбы необходимо определенное количество и соотношение основных питательных веществ. Протеин (с набором незаменимых аминокислот), жир, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие биологически активные вещества должны находиться в составе корма в соответствии с потребностью рыб. Причем потребность рыб меняется в зависимости от возраста, размера, температуры воды и других факторов внешней среды.

Корм для рыб представляет собой смесь нескольких компонентов питания и называется кормосмесью. В составе кормосмеси используют рыбную муку, говяжью селезенку, печень, шроты масличных культур, отходы мясо-молочного производства, продукты микробиологического синтеза, зерно и отходы зернообработки, муку из морских ракообразных, моллюсков, водорослей, фосфатиды, растительное масло, витамины, антибиотики и микроэлементы. Кормосмеси готовят в гранулированном и пастообразном виде.

Тема 7. Общий химический состав естественной пищи рыб

Натуральная пища рыб содержит большое количество белка, и это основная биохимическая особенность их питания в природе. Значение белка в питании рыб, как и любого организма, очень велико. Количество белка в сухом веществе беспозвоночных и рыб в зависимости от их вида, условий кормления, абиотических факторов, по данным И. Н. Остроумовой (2012) [11], колеблется в пределах 54–70 %. Исключение составляют лишь моллюски и гаммариды, у которых значительная часть сухого вещества представлена элементами раковины, панциря и жестких покровных тканей, количество белка у них составляет 42–50 % сухого вещества. Для гидробионтов характерно высокое содержание воды в теле, составляющее у беспозвоночных 80–90 %, исключение составляют лишь олигохеты. Согласно данным С. В. Пономарева и Е. Н. Пономаревой (2003) [12], они содержат 30,5 % сырого протеина при чрезвычайно высоком уровне жира – 35,6 % (рис. 67).



Рисунок 67 – Класс олигохеты (малоцетинковые)

Высокой концентрацией белка (в среднем 40–60 % сухого вещества) характеризуются и одноклеточные и колониальные микроводоросли, служащие пищей водным беспозвоночным, а также используемые и в питании некоторыми растительноядными видами рыб, в частности, белым толстолобиком. Определенную роль играют в начальном питании мелких личинок пресноводных и морских рыб, наряду с коловратками, микроводоросли и простейшие – инфузории, также характеризующиеся высоким уровнем белка. В сухом веществе одноклеточных водорослей меньший уровень протеина отмечается у диатомовых из-за наличия панциря (рис. 68).



Рисунок 68 – Диатомовые водоросли

Зольность их достигает 40 % и более. Но в органическом веществе этих микроводорослей содержание белка превышает 60 % сухого вещества. Белок водорослей по аминокислотному составу уступает белку водных беспозвоночных и позвоночных животных. Сравнительно высоким уровнем белка отличаются и некоторые водные растения, например, ряска (19 %), но доступность его понижена из-за большого количества трудноперевариваемой клетчатки, свойственной макрофитам (рис. 69).



Рисунок 69 – Ряска

Определенное количество белка животного, растительного, бактериального происхождения содержит детрит, состоящий из отмерших водных организмов. Его химический состав существенно меняется в зависимости от происхождения и степени разложения. Несмотря на известную пищевую ценность водных микро- и макрофитов, детрита, служащих для некоторых видов рыб основной пищей, большинство видов питается преимущественно животными организмами, белок которых отличается полноценным аминокислотным составом и высокой доступностью.

Отмечаются значительные колебания уровня жира у водных организмов (от 6 до 32 %) и углеводов (от 2 до 27 %), в том числе связанные с использованием различных методов извлечения липидов. В последнее время предлагается вводить в состав разрабатываемых для рыб искусственных кормов очень высокое количество жира – 20–30 % и более к массе сухого корма, что существенно повышает усвояемость питательных веществ.

При содержании липидов 26–32 % уровень углеводов у беспозвоночных обычно не превышает 2–4 %. Низкое количество углеводов является важнейшей особенностью биохимического состава естественных кормов рыб. Большие колебания зольных веществ у гидробионтов (от 3 до 44 %) связаны с наличием у ряда беспозвоночных раковины, панциря и жестких покровных тканей.

Тема 8. Химический состав искусственных кормов рыб

С физиологической точки зрения кормление рыб искусственными кормами должно обеспечить необходимое соответствие количества, качества и свойства пищи с требованиями и потенциальными возможностями роста рыб. На современном уровне развития физиологии кормления животных под сбалансированным рационом понимают такой набор кормовых средств, при котором все потребности организма удовлетворяются без избытков каких-либо питательных веществ. Сбалансированные рационы должны обеспечивать высокий темп роста рыб при небольших затратах корма, хорошую устойчивость организма при низкой смертности, способствовать нормальному формированию воспроизводительной системы, получению продукции высокого качества, быть экономичными и т. д. Поэтому для создания сбалансированных рационов необходимо выполнение широкого круга физиолого-биохимических исследований, направленных, с одной стороны, на изучение потребностей организма рыбы в питательных веществах, а с другой – на изучение питательной ценности кормовых средств, характеризующей их способность удовлетворять потребности организма. Особое внимание в последний период уделяется аминокислотному питанию.

Это связано с тем, что биологическая ценность белковой части корма определяется не столько абсолютным содержанием белка в рационе, сколько соотношением незаменимых и заменимых аминокислот, а также степенью их доступности организму животных (рис. 70).



Рисунок 70 – Искусственный корм

Обязательно наличие в пище рыб 10 аминокислот (аргинин, гистидин, лизин, валин, метионин, триптофан, фенилаланин, лейцин, изолейцин и треонин). Для определения количественной потребности в незаменимых аминокислотах содержание каждой из них увеличивается в линейной последовательности. Известно, что оптимальный рост обеспечивает следующее количество и соотношение незаменимых аминокислот в диете при общем содержании белка в рационе 40 % (в % к белку): аргинин – 6,0, гистидин – 1,8, лизин – 5,0, валин – 3,2 метионин – 4,0, триптофан – 0,5, фенилаланин – 5,1, лейцин – 3,9, изолейцин – 2,2.

Для тепловодных рыб определение количественных потребностей в незаменимых аминокислотах методически более сложно. Потребность двухлетних карпов в незаменимых аминокислотах при общем содержании белка в рационе 20 % составила (в % к белку): аргинин – 6,0, гистидин – 2,5, лизин – 7,5, валин – 4,0 метионин – 2,5, фенилаланин – 7,0, лейцин – 7,0, изолейцин – 3,5. При использовании данных о потребностях в незаменимых аминокислотах следует помнить, что они дают представление лишь о средних величинах и являются ориентировочными. Их можно применять для периода активного роста рыб.

Контрольные вопросы

1. Особенности химического состава искусственных кормов рыб.
2. Химический состав естественной пищи рыб.
3. Физиологические основы кормления рыб.
4. Биохимические основы кормления рыб.
5. Определение количественных потребностей в незаменимых аминокислотах для тепловодных рыб.
6. Какие показатели учитывают при составлении рациона для рыб?
7. Необходимые незаменимые аминокислоты в рационе рыб.

Контрольные тесты

1. Олигохеты содержат жира (%):
 - а) 35,6;
 - б) 40,0;
 - в) 42,3.

2. Кормосмеси готовят в виде:

- а) пастообразном;
- б) мучном;
- в) кристаллическом.

3. Рыбы, подсаживаемые для совместного выращивания к основному объекту, называются:

- а) добавочные;
- б) основные;
- в) племенные.

4. Совместное выращивание нескольких видов рыб, отличающихся спектром питания:

- а) хищники;
- б) растительноядные;
- в) поликультура.

5. Виды рыб, рекомендуемые для совместного содержания с карпом:

- а) белый амур;
- б) лосось;
- в) пелядь.

6. Количество белка в сухом веществе рыб в зависимости от абиотических факторов (%):

- а) 35–50;
- б) 54–70;
- в) 60–80.

7. В органическом веществе микроводорослей содержание белка превышает (% сухого вещества):

- а) 8;
- б) 20;
- в) 60.

8. Для гидробионтов содержание воды в теле составляет (%):

- а) 55–60;
- б) 65–70;
- в) 80–90.

9. Обязательное содержание в пище рыб аминокислот в количестве (шт.):

- а) 10;
- б) 15;
- в) 20.

10. Обязательно наличие в рационе рыб этой аминокислоты:

- а) глицин;
- б) триптофан;
- в) цистеин.

11. Соотношение незаменимых аминокислот в корме рыб при общем содержании белка в рационе 40 % (в % к белку) *триптофан*: *фенилаланин*:

- а) 3,9:2,2;
- б) 6:1,8;
- в) 0,5:5,1.

12. Количество белка у моллюсков составляет (%) сухого вещества:

- а) 38–40;
- б) 42–50;
- в) 55–60.

13. Содержание белка в ряске (%):

- а) 19;
- б) 20;
- в) 22.

14. Олигохеты содержат сырого протеина (%):

- а) 10,5;
- б) 20,0;
- в) 30,5.

15. При содержании липидов 26–32 % уровень углеводов у беспозвоночных не превышает (%):

- а) 2–4;
- б) 8–10;
- в) 11–15.

РАЗДЕЛ 6

ПЕРЕВОЗКА И ХРАНЕНИЕ ЖИВОЙ И УСНУВШЕЙ РЫБЫ-СЫРЦА

Перевозка живой рыбы – явление достаточно редкое. Рыба требует специфических условий хранения. Ее желательно перевозить в прохладную погоду, чтобы обезопасить от сильного нагревания воды, иначе рыба может погибнуть. Обязательным условием является то, что при перевозке живой рыбы водный температурный режим должен быть ниже плюс 15 °С. Для реализации в живом виде используют наиболее устойчивые виды пресноводных и полупроходных рыб, добываемых в реках, озерах, прибрежных морских районах, искусственно созданных водоемах, а также выращиваемых в прудовых хозяйствах. Наиболее ценными для торговли живой рыбой являются карповые (каarp, сазан, лещ, жерех, язь, карась, плотва и др.), возможна заготовка в живом виде осетровых (осетр, шип, севрюга, стерлядь) и рыб других видов (сом, щука, форель). Морские рыбы менее живучи, требуют особых условий и плохо переносят длительные перевозки, поэтому торговля морской живой рыбой не получила широкого распространения.

При перевозке рыбы необходимо учитывать температуру воды, так как при повышении температуры воды растворимость кислорода в ней уменьшается, но в то же время возрастают подвижность рыбы и количество потребляемого ею кислорода, что требует увеличения количества воды. Повышение температуры стимулирует развитие в воде гнилостных бактерий, разлагающих выделяемую рыбами слизь и экскременты и потребляющих при этом растворенный в воде кислород. Лучше содержать рыбу в воде с пониженной температурой, однако не все рыбы хорошо переносят охлаждение. Наиболее благоприятная температура воды для содержания холодолюбивых рыб летом плюс 6–8 °С, а весной и осенью плюс 3–5 °С; для теплолюбивых рыб соответственно плюс 10–12 °С и плюс 5–0 °С. Зимой все рыбы довольно хорошо переносят содержание в воде температурой плюс 1–2 °С. В процессе хранения рыбы содержание кислорода в окружающей рыбу воде непрерывно уменьшается в результате потребления кислорода рыбами. Если расход кислорода на дыхание рыбы не компенсируется поступлением его в воду извне, то через некоторое время вода становится непригодной для содержания рыбы, и последняя засыпает.

В связи с этим при хранении и перевозках живой рыбы следует не только заботиться о понижении температуры воды в сосудах с рыбой, но и принимать меры к обогащению ее кислородом.

При длительных перевозках охлаждение воды до требуемой температуры происходит благодаря льду. Для этого применяют емкость с отверстиями, в которую укладывается лед. Для перевозки рыбы на длинные расстояния используют технику специального назначения, оборудованную термоконтейнерами, в которых есть принудительная система аэрации воды, что позволяет живым особям не ощущать дефицита кислорода и успешно пережить перевозку. Кроме этого, термоконтейнеры позволяют поддерживать необходимую температуру воды, вне зависимости от погодных условий (рис. 71).



Рисунок 71 – Кузов спецмашины для перевозки живой рыбы

Емкость для перевозки рыбы должна быть чистой. Стерильность в данных условиях не является обязательной, так как рыба неприхотлива к чистоте. Перед тем как загружать рыбу необходимо убрать все загрязнения со стенок и осадок со дна. При погружении такой емкости в воду тает лед, вода охлаждается и обогащается кислородом (рис. 72).



Рисунок 72 – Автотранспорт для перевозки живой рыбы

Вода для перевозки рыбы должна быть пресной, а не хлорированной, так как даже небольшое количество свободного хлора (0,2–0,3 мг/л) нарушает механизм дыхания рыбы и может вызвать паралич

дыхания, поэтому при использовании хлорированной воды ее следует предварительно освободить от хлора (дехлорировать). Нельзя использовать мутную воду. При нарушении этих условий рыба может погибнуть еще во время перевозки.

Запрещается перекладывать в емкость для транспортировки поврежденную рыбу. Подготовку рыбы для транспортировки необходимо начинать заблаговременно. Перевозимую рыбу сначала откладывают в отдельные садки, а затем обследуют на присутствие болезней и ранок. Рыбу, предрасположенную к заболеваниям и повреждениям, перевозят в отдельной емкости. Емкость желательно заполнять на 70–75 % от общего объема водой и заливать в емкость именно ту воду, в которой рыбу разводили. После перегрузки в емкость для транспортировки рыбы выжидают несколько минут, чтобы рыба успокоилась и привыкла к новой среде (рис. 73).



Рисунок 73 – Емкость для транспортировки рыбы

Специалисты рекомендуют не кормить живность в течение суток до процедуры перевозки, чтобы избежать при длительном транспортировании ее отравления собственными испражнениями.

При увеличении температуры воды, ее охлаждают колотым льдом или доливают воду из аналогичного водоема. Если нужно сменить воду, ее заменяют частично. Нельзя допускать резких перепадов температур в воде, где перевозится рыба. Важно обогащать воду кислородом. Повышение содержания кислорода в воде выполняют перемешиванием длинной тонкой тростью.

Допускается кратковременная транспортировка живой рыбы без наличия воды в емкости. Такую операцию можно осуществить только при условии длительностью не более чем на 3–4 часа. Запрещается совершать остановки и задержки в пути. Двигаться нужно предельно

быстро, чтобы сохранить живучесть рыбы. Сразу по прибытии рыбу помещают в прохладную воду.

Кроме особенных условий подготовки живности к транспортировке, имеются и требования к транспорту, который будет задействован для ее перемещения (рис. 74).



Рисунок 74 – Машина для перевозки живой рыбы

Живую рыбу с мест ее заготовки доставляют в места потребления водным и железнодорожным транспортом, а также автомашинами и самолетами. Способ перевозки зависит от расстояния между местами заготовки и потребления рыбы и наличия между ними удобных водных магистралей, железных и шоссейных дорог.

Машина для перевозки живой рыбы должна пройти полное обследование на техническую исправность, чтобы в процессе следования вероятность ее поломки была сведена к минимуму. Транспортное средство для перевозки должно укомплектовываться системами аэрации или оксигенации, одна из которых активируется после непосредственной загрузки товара в резервуар. Выбор необходимой системы подачи кислорода осуществляется в зависимости от видовой принадлежности продукции. После настройки всех систем транспорт отправляется по маршруту. Транспортировать рыбную продукцию в живом виде рекомендуется в ночное время суток или ранним утром. В процессе следования специалист должен следить за качественными показателями подачи воздуха в емкости с живой продукцией, а также контролировать температурные показатели воды, большие колебания которых могут стать критическими для живности. Перегрузка рыбы в «новое место жительства» должна осуществляться с особой осторожностью во избежание её травматизма, а первые несколько дней после перевозки, в период адаптации, за состоянием особей должен наблюдать квалифицированный рыбовод.

Во время транспортировки непрерывно следят за состоянием рыбы, удаляют погибшую, проверяют температуру и содержание кислорода в воде (не менее 3 мг/л). В течение суток в зависимости от состояния рыбы осуществляют от 1 до 3 водообменов, причем температура поступающей воды должна быть ниже температуры воды в отсеках не более, чем на плюс 3–4 °С. Более длительные (не менее 12 ч) перевозки живой рыбы осуществляют в живорыбных изотермических самоходных судах. В трюме такого судна одновременно можно перевозить до 300 ц живой рыбы (рис. 75).



Рисунок 75 – Живорыбные суда

При установлении норм посадки учитывают, что пелагические виды рыб распределяются по всей толще воды, а донные – только у дна, и вносят необходимые поправки.

Перевозка в железнодорожных вагонах. Основную массу товарной живой рыбы в настоящее время перевозят по железной дороге в живорыбных вагонах, имеющих баки-садки для содержания рыбы в воде. Вагон типа В–20 имеет два бака (объемом 13 и 17 м³) для размещения 4–8 т живой рыбы и 24 м³ воды, аэрационную систему для обогащения воды воздухом при разбрызгивании через многочисленные форсунки. Воду охлаждают льдом или обогревают теплым воздухом, в вагоне имеются автономная электростанция, приточно-вытяжная вентиляция, бункер со льдом для сохранения погибшей рыбы, для удобства выгрузки рыбы баки снабжены подъемным ложным дном (рис. 76).

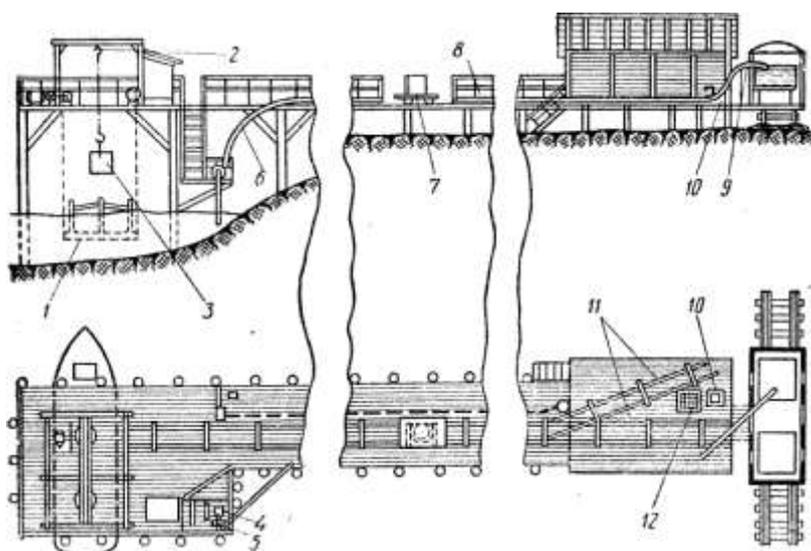


Рисунок 76 – Устройство вагона для перевозки живой рыбы:

1 – входной тамбур в вагоне системы отопления; 2 – соответственно большой и малый рыбные баки; 3 – центробежные насосы; 4 – трубы с воздушными форсунками; 5 – бункер для льда; 6 – служебные помещения; 7 – коммуникационные переходы

Во время перевозки вода в баках сильно загрязняется слизью, экскрементами, на окисление которых расходуется содержащийся в воде кислород. Степень обогащения воды кислородом снижается по мере загрязнения воды, после аэрации чистой воды содержание кислорода в ней возрастает в 8–10 раз, а при аэрации загрязненной – не более чем в 2–2,5 раза. Свежий воздух, кислородом которого насыщается вода, непрерывно подается в вагон вентилятором. Летом по мере необходимости воду в цистернах охлаждают путем добавления чистого льда (при повышении температуры воды на плюс 1 °С добавляют 15 кг чистого льда на каждый 1 м³ воды в чане). Установлено, что температура воды должна быть не выше плюс 10 °С, а продолжительность перевозок должна быть не более 6 суток зимой и 4 суток летом при условии охлаждения воды льдом. Для живорыбных вагонов этого типа норма загрузки изменяется в зависимости от вида рыбы и температуры воды.

Перевозка на автомашинах. От живорыбных судов и вагонов рыба должна быть без задержки и живой доставлена к местам торговли. Для этого используют живорыбные автоцистерны, а при отсутствии последних – подготовленные автомашины. На шасси живорыбной автомашины установлена стальная цистерна с устройством для непрерывного обогащения воды кислородом, что осуществляется

продуванием через нее воздуха, нагнетаемого компрессором, приводимым в действие от мотора автомашины (рис. 77).

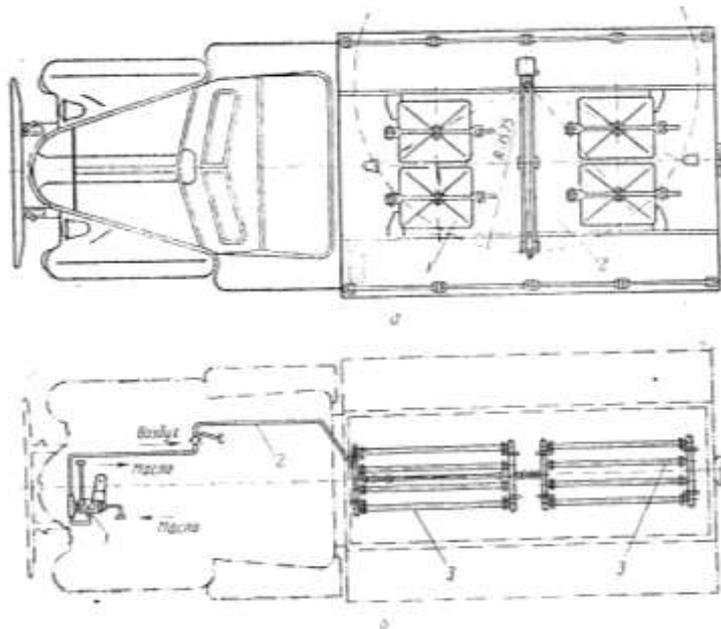


Рисунок 77 – Автомашина для перевозки живой рыбы:

а – вид сверху: 1 – люк; 2 – устройство механизированной погрузки и выгрузки живой рыбы; б – устройство аэрационной системы: 1 – воздушный компрессор; 2 – воздухопровод; 3 – резиновые перфорированные шланги, распыляющие воздух

Воздух поступает в воду через перфорированные шланги, расположенные по дну цистерны. Цистерна имеет термоизоляцию, зимой вода в цистерне подогревается отходящими от мотора машины газами, а летом охлаждается мелкодробленым льдом. Оптимальная температура воды в осенне-зимний период – плюс 2–5 °С, а в весенне-летний – плюс 8–12 °С. Емкость цистерны – 3 м³, в нее можно загружать для длительной перевозки (до 15 ч) от 0,35 до 1,4 т живой рыбы в зависимости от ее вида и температуры воды. Машина оборудована механическим приспособлением для погрузки и выгрузки рыбы. При длительных перевозках (до 15 ч) воду в цистерне заменяют через 3–5 ч, следя за тем, чтобы перепад между температурами воды в цистерне и свежей не превышал плюс 2–3 °С при 12–17-часовой и плюс 3–4 °С при 5–10-часовой перевозке.

Перевозку живой рыбы на самолетах осуществляют при необходимости доставки на особенно большие расстояния производителей. Для этого в грузовом самолете устанавливают на специальном каркасе брезентовые чаны, перед погрузкой рыбы воду в чане охлаждают льдом с соблюдением общих правил.

Новые способы перевозки. Описанные выше способы предусматривают перевозку живой рыбы в воде, причем перевозится гораздо большее количество воды, чем рыбы, что весьма усложняет и удорожает перевозку. В поисках более рациональных и дешевых способов доставки живой рыбы без воды к настоящему времени определились три возможных направления:

- перевозка живой рыбы в охлажденном состоянии без воды (состояние анабиоза);
- во влажной воздушной среде, исключающей подсыхание кожного покрова рыбы;
- рыбы в оглушенном состоянии (электронаркоз).

При этих условиях удастся сохранить рыбу в хорошем состоянии в течение 20–27 суток. Все эти способы основаны на замедлении жизненных процессов и в частности, процесса дыхания при определенных условиях.

Такие варианты применяют исключительно под контролем специалиста, в ситуациях, когда временной промежуток следования не превышает четырех часов (рис. 78).



Рисунок 78 – Спецмашина для перевозки живой рыбы

Требования к качеству рыбы-сырца. На обрабатывающем предприятии требуется быстрое определение состояния и качества поступившего сырца и выбор наиболее целесообразного направления его обработки. В случае необходимости по установленным правилам отбирают среднюю пробу для лабораторных анализов. Порядок осмотра партии рыбы, отбора образцов для лабораторного исследования, методы определения качества рыбы-сырца установлены в соответствующих ТУ и ГОСТах. Прибывшая на предприятие живая рыба, рыба-сырец безупречного качества пригодна для приготовления всех видов пищевых продуктов.

Когда живую рыбу длительно собирают на нескольких тонях, в прорези наряду с живой рыбой может находиться снулая рыба, плавающая на поверхности воды или залегающая на дно. Таковую партию рыбы при приеме сортируют на живую и уснувшую. Живую рыбу принимают и учитывают отдельно по видам. Крупные экземпляры ценных видов рыбы принимают и учитывают по числу экземпляров и общей массе. Массу рыбы определяют путем взвешивания с последующим вычетом массы тары и воды. Партии снулой рыбы одного вида сортируют по видам, размерам и качеству. По размерам сортируют только те виды рыбы, которые перечислены в действующем ГОСТе.

Тема 9. Потери при перевозках и хранении живой рыбы

Потери находятся в прямой зависимости от температурных условий и продолжительности перевозки, а также от вида рыбы. В производственных условиях потери массы легализируют нормами, в результате механических воздействий на рыбу в тканях появляются кровоизлияния, ткани деформируются, внутренности могут быть раздавлены. Кровоизлияния могут иметь разный характер в зависимости от вида рыб: у леща, воблы, сазана, кефали и ряда других видов это багрово-красная поверхность, у камбалы – пятна и т. п. Характер этих пороков нормализуется техническими условиями. При любых условиях механические деформации ухудшают качество и ослабляют устойчивость сырца в хранении, в тканях накапливаются продукты распада белков, образующиеся в результате проявления в посмертный период биохимической активности ферментов и жизнедеятельности микроорганизмов. Следовательно, при любых условиях охлаждения с увеличением продолжительности транспортировки качество рыбы-сырца неуклонно и необратимо ухудшается вплоть до полной ее порчи. В связи с этим доставка рыбы с мест лова на обрабатывающие предприятия должна осуществляться как можно быстрее.

Потери при перевозке и хранении живой рыбы вызываются тем, что часть рыбы погибает (засыпает), а остальная теряет в массе вследствие истощения. Количество гибнущей рыбы и потеря в массе зависят от длительности и условий хранения. Зимой потеря массы минимальная, а летом, когда температура бывает высокой, достигает наибольшей величины. Например, карп во время месячного хранения в воде температурой около 0 °С теряет в среднем за сутки 0,04 % ис-

ходной массы, при температуре плюс 8–10 °С – 0,11 %, а при кратковременном пребывании в воде температурой плюс 15–20 °С – 1,9 %. У щуки при содержании в садке в летнее время убыль в массе составляет 0,25–0,5 % в сутки. Большие потери в массе рыбы при хранении в теплое время года объясняются тем, что с повышением температуры воды возрастает подвижность рыбы и соответственно увеличивается затрата энергетических веществ на жизнедеятельность организма.

Практически при любых видах перевозок живой рыбы отход ее зависит от продолжительности и периода перевозок, от вида рыбы и нормы посадок. Например, при железнодорожных перевозках продолжительностью до 3 суток нормы отхода изменяются в зависимости от вида рыбы и времени года в пределах от 10 до 22 % от исходной массы.

Наибольшую потерю живой массы имеют сиги, форель (5,0–5,5 %), судак и стерлядь (3,5 %), а наименьшую – лещ, судак (0,9–1,8 %), карп, карась, сом (1,2–1,8 %). Как правило, больше рыбы гибнет в начальный период хранения. Например, при хранении живой рыбы в садках в течение нескольких месяцев на 1-й месяц приходится около 45 % и на 2-й – 30 % от общей нормы отходов и потерь за весь период хранения.

Контрольные вопросы

1. Основные требования к качеству рыбы-сырца.
2. Новые способы перевозки живой рыбы.
3. Особенности требований к перевозке живой рыбы на самолетах.
4. Особенности требований к транспортировке живой рыбы на автомашинах.
5. Особенности требований к перевозке живой рыбы в железнодорожных вагонах.
6. Потери при перевозках и хранении живой рыбы.
7. Правила перевозки и хранения живой и уснувшей рыбы-сырца.
8. Характеристика техники, используемой для перевозки рыбы на большие расстояния.
9. Санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к технике для перевозки рыбы на большие расстояния.

Контрольные тесты

1. Температура воды при перевозке рыб зимой:

- а) +1–2;
- б) +3–5;
- в) +6–8.

2. Наиболее пригодная тара для перевозки живой рыбы:

- а) металлическая;
- б) деревянная;
- в) резиновая.

3. При транспортировке на 1 кг рыбы приходится воды (л):

- а) 5–8;
- б) 10–12;
- в) 2–4.

4. В одном садке с другими видами рыб не содержат:

- а) щуку;
- б) сельдь;
- в. леща.

5. Благоприятная температура воды для содержания холодолюбивых рыб летом (°C):

- а) + 4;
- б) + 6–8;
- в) + 10–14.

6. Благоприятная температура воды для содержания теплолюбивых рыб летом (°C):

- а) + 25;
- б) + 6–8;
- в) + 10–12.

7. Одновременно в садках можно хранить живой рыбы (т):

- а) до 100–200;
- б) до 50–60;
- в) до 500–800.

8. Наименьшая снулость (гибель) рыбы наблюдается при плотности ее посадки:

- а) 1:3;
- б) 1:5;
- в) 1:4.

9. При выпуске рыбы из емкости в водоем разница температуры воды в таре и водоеме не должна превышать (°C):

- а) 3–4;
- б) 1,5–2;
- в) 5–6.

10. Продолжительность перевозки рыбы без воды (часов):

- а) 10–12;
- б) 6–9;
- в) 1–4.

11. При железнодорожных перевозках нормы отхода в зависимости от времени года изменяются в пределах (от исходной массы):

- а) 5–7 %;
- б) 10–22 %;
- в) 30–35 %.

12. При перевозке живой рыбы используют воду:

- а) мутную;
- б) с запахом;
- в) чистую нехлорированную.

13. При перевозке живой рыбы температура воды должна быть ниже (°C):

- а) + 10;
- б) + 15;
- в) + 22.

14. Требуют особых условий при длительных перевозках:

- а) морские рыбы;
- б) речные;
- в) зерные.

15. Большие потери в массе рыбы при транспортировании в теплое время года связаны:

- а) с усилением испарения влаги;
- б) снижением подвижности рыбы;
- в) усилением подвижности рыбы.

16. Нарушает механизм дыхания рыбы содержание в воде свободного хлора (мг/л):

- а) 0,00–0,001;
- б) 0,001–0,0015;
- в) 0,2–0,3.

17. Вода для перевозки рыбы не должна содержать:

- а) азот;
- б) хлор;
- в) кислород.

18. Повышение температуры воды при перевозке рыбы стимулирует развитие:

- а) детрита;
- б) гнилостных бактерий;
- в) фитопланктона.

19. Опасность развития гнилостных бактерий в воде во время транспортировки рыб – это снижение:

- а) углекислоты;
- б) водорода;
- в) кислорода.

20. При повышении температуры воды растворимость кислорода в ней:

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) не изменяется.

21. Запрещается перекладывать в емкость для транспортировки рыбы:

- а) качественную;
- б) активную;
- в) поврежденную.

22. Рекомендуется не кормить рыбу до процедуры перевозки:

- а) в течение суток;
- б) двух суток;
- в) десяти часов.

23. При перевозке рыб содержание кислорода в воде не менее (мг/л):

- а) 1;
- б) 2;
- в) 3.

24. Транспортировать рыбную продукцию в живом виде рекомендуется:

- а) ночью;
- б) днем;
- в) вечером.

25. Железнодорожный вагон типа В-20 имеет баки для размещения живой рыбы (т):

- а) 1–2;
- б) 4–8;
- в) 10–15.

26. При длительных перевозках рыб автотранспортом (до 15 ч) воду в цистерне заменяют:

- а) через 1–2 часа;
- б) 3–5;
- в) 8–10.

27. При повышении температуры воды на плюс 1 °С в цистерны для охлаждения добавляют на каждый 1 м³ воды в чане лед в количестве (кг):

- а) 5;
- б) 15;
- в) 25.

28. Перевозка живой рыбы в охлажденном состоянии без воды (анабиоз) сохраняет рыбу в течение ... суток:

- а) 20–27;
- б) 35–40;
- в) 45–50.

29. В зависимости от вида рыбы для длительной перевозки (до 15 ч) в цистерну емкостью 3 м³ загружают ... т живой рыбы:

- а) 0,35–1,4;
- б) 1,45–2,0;
- в) 2,5–3,4.

30. Больше рыбы во время перевозки гибнет:

- а) в конечный период хранения;
- б) середине хранения;
- в) начальный период.

31. Потеря массы рыб при перевозке минимальная:

- а) летом;
- б) зимой;
- в) осенью.

32. Наибольшую потерю живой массы имеют при транспортировке:

- а) форель;
- б) сом;
- в) судак.

33. Наименьшую потерю живой массы имеют при транспортировке:

- а) сиг;
- б) стерлядь;
- в) лещ.

34. После аэрации чистой воды содержание кислорода в ней возрастает:

- а) в 2–4 раза;
- б) 8–10 раз;
- в) 12–17 раз.

РАЗДЕЛ 7

КЛАССИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ РЫБЫ

Рыба и морепродукты служат богатым источником белков, жиров, минеральных веществ, содержат такие важные элементы, как кальций, магний, калий, фосфор, железо и т. д. Рыба и морепродукты, как правило, употребляются в переработанном виде: в консервах, либо подвергаются тепловой обработке сушению, копчению и т. д.

Тема 10. Общая характеристика отдельных свойств рыбы

Для правильного ведения работы в рыбоперерабатывающей промышленности необходимо опираться на характеристики отдельных свойств рыб.

Свойство – это (в данном случае) объективная особенность продукции, которая проявляется при ее производстве и потреблении. Для характеристики одного или нескольких свойств продукции используют *показатели качества*.

С одной стороны, все свойства и характеризующие их показатели качества можно классифицировать:

- на показатели, характеризующие возможность использования продукции по назначению, показатели сохраняемости (срок хранения, срок годности и срок реализации);
- направленные на обеспечение безопасности продукции для жизни и здоровья потребителей,
- эргономические, эстетические, экологические и технологические.

С другой стороны, показатели качества бывают единичными (если они характеризуют одно свойство продукции) и комплексными (если они характеризуют несколько свойств).

Срок хранения – период, в течение которого при соблюдении условий хранения в продукте не изменяются потребительские свойства, указанные в нормативной документации.

Срок годности – период, по истечении которого продукция становится негодной для использования по назначению.

Срок реализации – период, в течение которого продукт может продаваться потребителю. При этом учитывается, что какое-то разумное время продукт будет еще храниться в холодильнике.

Качество – это совокупность свойств, обуславливающих способность продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии со своим назначением.

Из-за индивидуального состава и многокомпонентности продуктов необходимо приспособлять стандартные методы анализа к особенностям состава и физико-химической структуре продукта, при этом необходимо учитывать физическое состояние определяемого вещества и сопутствующих ему компонентов. При исследовании свойств рыбы и рыбных продуктов используют качественные и количественные методы измерений. При идентификации веществ выбор метода зависит от их свойств, количества и цели исследования.

Тема 11. Физические свойства рыб

В практике рыбообработки необходимо знать физические свойства рыбы как сырья. Принято различать следующие основные *формы тела* рыб:

– торпедообразные – это рыбы, у которых тело в форме веретена или торпеды – спереди сильно утолщено, сзади – утоньшено, с боков слегка приплюснуто (многие промысловые рыбы, осетровые, тунцовые, сельдевые) (рис. 79);



Рисунок 79 – Семга

– стреловидные – тело удлиненное, примерно равной высоты по всей длине, спинной и анальный плавники отодвинуты далеко назад к хвостовому плавнику (щука, акула-сарга, сабля-рыба и другие, в основном рыбы-хищники, имеющие высокую скорость передвижения) (рис. 80);



Рисунок 80 – Сабля-рыба

– змеевидные – тело очень длинное, круглое или слегка сжато с боков (угри, миноги, вьюны) (рис. 81);



Рисунок 81 – Тихоокеанская минога

– плоская форма – тело рыб сильно сжато с боков или сверху (лещ, камбала) (рис. 82);



Рисунок 82 – Камбала

– неопределенная форма – в основном присуща рыбам, вылавливаемым в тропических водах (солнечник, горбылевые, бычок) (рис. 83).



Рисунок 83 – Горбыль рыба

Удельная поверхность рыб – это отношение площади поверхности рыбы к ее объему или массе. Измеряется в $\text{м}^2/\text{кг}$, или $\text{см}^2/\text{г}$, или $\text{см}^2/\text{см}^3$. Чем крупнее рыба, тем меньше ее удельная поверхность. Большое значение удельной поверхности – благоприятный фактор для многих процессов обработки рыбы (нагрева, охлаждения, посола и т. д.).

Плотность рыбы – это отношение ее массы к объему (как правило, больше плотности воды), для большинства рыб она находится в пределах $1020\text{--}1070 \text{ кг/м}^3$, имеет свойство изменяться с изменением температуры тела рыбы. Плотность живой рыбы или уснувшей с неопавшим плавательным пузырем составляет около 1000 кг/м^3 , т. е. близка к плотности воды. Плотность пресной воды при температуре плюс $4 \text{ }^\circ\text{C}$ – 1000 кг/м^3 , морской при температуре плюс $15 \text{ }^\circ\text{C}$ – $1020\text{--}1030 \text{ кг/м}^3$. Это позволяет транспортировать рыбу-сырец на заводах в потоке воды по гидрожелобам. Плотность потрошеной рыбы и отдельных частей ее тела больше, чем плотность воды, и поэтому в воде она тонет. Плотность потрошеной рыбы и мяса рыб колеблется от 1050 до 1080 кг/м^3 . При замораживании вследствие увеличения объема рыбы за счет образования льда плотность ее заметно уменьшается. Так, плотность неразделанного сазана при температуре плюс $15 \text{ }^\circ\text{C}$ составляет 987 кг/м^3 , а при плюс $8 \text{ }^\circ\text{C}$ – 922 кг/м^3 .

Объемная, или насыпная, масса представляет массу рыбы (в кг или т), вмещающуюся в единицу объема (м^3). Знать данный показатель необходимо при расчетах емкостей для посола и хранения рыбы, определения площадей цехов приема и аккумуляирования сырья на заводах, расчетах транспортных средств и тары для упаковки. Насыпная масса зависит от вида рыбы, формы ее тела, размера, физиологического и посмертного состояния и т. д.

Живая рыба заполняет емкость плотнее, чем снулая, и имеет большую массу. Насыпная масса рыбы в стадии посмертного окоченения или замороженной меньше, чем рыбы после разрешения окоченения или до наступления посмертного окоченения. Насыпная мас-

са атлантической сельди снулой 0,85–0,91 т/м³, сардины – 0,85 т/м³, скумбрии – 0,96 т/м³, ставриды – 0,81 т/м³, живого серебристого хека – 0,928 т/м³, частично окоченевшего – 0,853 т/м³, живой воблы – 0,810 т/м³, снулой – 0,790 т/м³, мороженой – 0,440 т/м³.

Центр тяжести у рыб находится в передней части тела, т. е. ближе к голове, поэтому при свободном падении и перемещении по наклонной плоскости она располагается всегда головой вперед по направлению движения.

Угол естественного откоса. Насыпанная на горизонтальную поверхность рыба образует конус, поверхность которого имеет определенный угол наклона к поверхности, называемый углом естественного откоса. Величина угла естественного откоса зависит от вида и состояния рыбы. Так, угол естественного откоса у снулого судака 34°, салаки – 21°, леща – 11°, горбуши – 16°, кильки каспийской анчоусовидной – 30°, хамсы – 40°. У живого сазана угол естественного откоса составляет 24°, а у снулого 34°, у мороженого – 51°.

Угол скольжения – это угол наклона, при котором положенная на плоскость рыба начинает скользить вниз под действием силы тяжести, преодолевая силу трения. Тангенс угла скольжения называется коэффициентом трения. Величина этих показателей зависит от вида рыбы, ее размера и состояния, а также от материала, из которого сделана плоскость, и состояния поверхности последней. У крупной рыбы угол скольжения и коэффициент трения меньше, чем у мелкой рыбы того же вида; у живой и совершенно свежей снулой рыбы – меньше, чем у задержанной. По смоченной водой или тузлуком поверхности рыба скользит лучше, чем по сухой. Угол скольжения и коэффициент трения скумбрии по белой жести соответственно составляет 10,5° и 0,186°, по оцинкованному железу – 16° и 0,286°, по резине – 63° и 1,971°. Угол скольжения по наклонной поверхности сардинеллы, ставриды, морского карася, политых водой, на 5–10° меньше, чем рыбы, не политой водой.

Тепловые свойства. При холодильной и тепловой обработке рыбы (охлаждение, замораживание, размораживание, варка, сушка, обжаривание, стерилизация) необходимо знать теплофизические показатели рыбы, характеризующие такие ее свойства, как теплоемкость и теплопроводность, температуропроводность, температура замерзания, теплосодержание рыбы.

Теплоемкость рыбы – это количество тепла, которое необходимо подвести к рыбе (или отвести), чтобы изменить температуру еди-

ницы ее массы на 1 °С. Единицы измерения: кДж/(кг·К), кДж/(кг·°С), ккал/(кг·°С). Теплоемкость рыбы зависит от ее химического состава и может быть рассчитана по следующей формуле

$$C_0 = C_{В-В} + C_{Ж-Ж} + C_{Б-Б} + C_3,$$

где C_0 – теплоемкость свежей рыбы;

$C_{В-В}$ – теплоемкость воды;

$C_{Ж-Ж}$ – теплоемкость жира;

$C_{Б-Б}$ – теплоемкость белка;

C_3 – теплоемкость золы;

$В, Ж, Б, З$ – долевое содержание соответственно воды, жира, белка и золы (минеральных веществ).

Теплоемкость жирных рыб (угорь, жирная сельдь) равна 0,70–0,75 ккал/(кг,°С), тощих рыб (треска, пикша, судак) – 0,80–0,85, а теплоемкость мороженных рыб значительно меньше – 0,38–0,43 ккал/(кг,°С). Это объясняется тем, что теплоемкость льда в два раза ниже теплоемкости воды. В температурном интервале от 0–(+30–40 °С) теплоемкость рыбы практически не изменяется, так как в этом интервале не изменяются теплоемкости отдельных ее компонентов.

Теплопроводность – это способность рыбы проводить тепло при нагревании ее или при охлаждении; она характеризуется коэффициентом теплопроводности, который зависит не только от химического состава рыбы, но и от структурных свойств ее тканей.

Для практических расчетов коэффициент теплопроводности рыбы рассчитывают, как для двухкомпонентной системы, не учитывая влияние особенностей структуры по формуле

$$\lambda_0 = \lambda_{В} В + \lambda_{\text{сух. в-в}} (1-В),$$

где λ_0 – теплопроводность свежей рыбы, Вт/(м К);

$\lambda_{В}$ – теплопроводность воды, Вт/(м К);

$\lambda_{\text{сух. в-в}}$ – теплопроводность сухих веществ, Вт/(м К);

$В$ – содержание воды в рыбе, доли единицы.

Коэффициент теплопроводности для свежих рыб составляет около 0,5, а для мороженных – 1,6 Вт/(м², К). В интервале температур 0–+40 °С коэффициент теплопроводности рыбы изменяется незначи-

тельно, однако при замораживании его значение резко возрастает. Теплопроводность мороженой рыбы почти в 4 раза больше, чем свежей.

Температуропроводность – это скорость изменения температуры в центре охлажденной или нагреваемой рыбы. Определяется температуропроводность, $\text{м}^2/\text{с}$, и характеризуется коэффициентом температуропроводности, который вычисляют по формуле

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

где λ – коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{м} \times \text{К})$;

C – удельная теплоемкость, $\text{Дж}/(\text{кг} \times \text{К})$;

ρ – плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Из формулы следует, что температуропроводность прямо пропорциональна теплопроводности и обратно пропорциональна теплоемкости. Зависит она от химического состава, при температуре 0 – $+40$ °С изменяется незначительно. Теплоемкость, теплопроводность и температуропроводность учитывают при обработке рыбы, связанной с теплообменом (охлаждение, замораживание).

Адгезия. Способность рыбы прилипать к поверхности механизмов или 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 ее переработке. Для устранения адгезии механизмы, соприкасающиеся с рыбой, покрывают фторопластом.

Температура замерзания рыбы (криоскопическая) – это температура, при которой содержащаяся в ее тканях вода начинает превращаться в лед. Зависит она от концентрации растворенных в тканевом соке веществ. Морские рыбы имеют температуру замерзания от минус 2 до 2,5 °С, а пресноводные рыбы от минус 1,4 до 1,6 °С.

Электрические свойства. Разработка новых способов обработки рыбы (электрокопчение, проварка с помощью токов высокой частоты, электроразмораживание с помощью токов высокой частоты) требует знания ее электрических свойств. Наиболее изученным является электросопротивление тканей рыбы (это показатель, обратный электропроводности), в значительной степени зависящее от вида, химического состава рыбы, частоты тока и температуры, строения и физиологического состояния. Мышечная ткань живой и недавно уснувшей рыбы, а также ткани рыбы в состоянии посмертного окоченения име-

ют очень высокое удельное электросопротивление (порядка 15–25 Ом при частоте тока 50 Гц и температуре плюс 15 °С), но при разрешении окоченения и последующих посмертных изменениях рыбы оно сильно понижается (достигает 4–5 Ом и менее).

Электросопротивление значительно снижается по мере протекания посмертных изменений в рыбе. Электросопротивление зависит также от частоты подаваемого тока и температуры. При увеличении частоты тока, пропускаемого через тело рыбы, а также при повышении температуры рыбы до наступления свертывания белков электросопротивление понижается. Кроме того, ткани свежей рыбы имеют более высокое электросопротивление, чем ткани, подвергнутые замораживанию и размораживанию.

Оптические свойства. Из оптических свойств рыб наиболее изучена люминесценция – свечение тканей рыбы при ультрафиолетовом облучении. Люминесценция свежей рыбы связана с развитием бактерий, содержащих специфические белки.

Мышечная ткань рыбы обладает большой оптической плотностью. Отражательная, пропускательная и поглощательная способности мышечной ткани рыбы значительно зависят от толщины слоя образца, его микроструктуры, плотности и влагосодержания, а также от условий облучения. Зависимость между коэффициентами поглощения, отражения и пропускания описывается уравнением

$$A + R + T = 1,$$

где A – коэффициент поглощения;
 R – коэффициент отражения;
 T – коэффициент пропускания.

Консистенция мяса рыбы – это важный показатель качества рыбы, который определяется совокупностью ее физико-механических свойств (упругость, эластичность, вязкость и прочность). Данные свойства обусловлены степенью развития отдельных структурных элементов, составляющих мышечную ткань рыбы, и силами сцепления между ними. Они зависят также от химического состава мяса рыбы: содержания в нем жира и соотношения между количеством воды и белковых веществ.

При хранении свежей рыбы существенно изменяется структура мышечной ткани, в связи с чем значительно меняются структурно-механические показатели. При посмертном окоченении уплотняются

мышечные волокна, в результате чего упругость и прочность мяса рыбы увеличиваются и оно становится более твердым на ощупь. Автолиз и порча рыбы сопровождаются разрыхлением мышечной ткани, а затем и разрушением ее, вследствие чего упругость и прочность мышечной ткани сильно понижаются, на ощупь мясо становится все более мягким, дряблым и мажущимся. В промышленной и торговой практике консистенцию мяса рыбы оценивают обычно органолептическим методом: по осязательным ощущениям, получаемым при ощупывании тела рыбы и растирании ее мяса между пальцами.

Массовый состав рыбы. Под массовым составом рыбы понимают соотношение массы отдельных частей ее тела и органов, выраженное в процентах от массы целой рыбы. Отдельные органы и части тела рыбы отличаются по химическому составу и строению. Для того чтобы полностью и рационально использовать все части тела рыбы, которые не равноценны по химическому составу и строению, необходимо знать массовый состав рыбы. Для характеристики рыбы как пищевого сырья достаточно знать содержание в ее теле съедобных частей, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Массовый состав рыбы

Рыба	Относительная масса различных частей рыбы, % массы целой рыбы						
	Мясо	Головы	Гонады	Печень	Кости, плавники	Кожа, чешуя	Внутренности
Горбуша	50,0	15,0	4,5	2,0	13,0	–	15,0
Камбала	50,0	17,5	–	1,5	15,3	3,8	12,1
Карась морской	47,1	27,8	1,4	–	15,1	1,4	5,7
Минтай	49,5	21,5	6,3	4,5	7,8	–	9,6
Окунь	46,0	29,5	–	3,0	10,7	3,0	7,7
Пикша	50,6	19,3	–	5,8	9,4	3,5	8,8
Сайра	60,0	12,0	–	–	13,6	1,2	13,0
Сельдь	48,1	13,0	8,0	2,3	9,2	4,0	5,2
Скумбрия	57,4	18,2	–	–	9,5	–	13,9
Треска	52,2	20,3	–	5,0	8,8	3,5	8,1
Тунец	56,3	26,9	–	–	5,8	3,6	1,0

Но для организации рациональной комплексной переработки рыбы необходимо знание ее массового состава, показывающего количество частей тела и органов, которые могут иметь значение как сырье для получения пищевых, кормовых и других продуктов. При

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

Тема 12. Характеристика тканей тела рыбы

Организм рыбы, как и других животных, можно рассматривать как совокупность специализированных клеток. В построении органов тела рыбы участвуют четыре группы тканей: мышечная, соединительная, эпителиальная, нервная. Несколько органов, совместно выполняющих определенную функцию, складываются в систему 13 органов, например, пищеварительную, опорную. Мышечная ткань является основной составляющей съедобной части рыбы – ее мяса (рис. 84).



Рисунок 84 – Мышцы рыбы – сегментированные ленты вдоль тела

Основой мышечной ткани является поперечнополосатое мышечное волокно, содержащее оболочку – сарколемму, некоторое количество протоплазмы – саркоплазмы и нитевидные образования – миофибриллы (рис. 85).

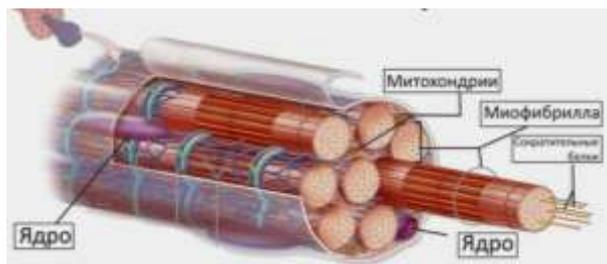


Рисунок 85 – Строение мышечного волокна

Кроме миофибрилл, в волокне имеется большое количество ядер. У трески массой около 4 кг ширина мышечного волокна колеблется от 0,1 до 0,325 мм, а длина – 8,25–14 мм. Миофибриллы находятся внутри волокна и располагаются в нем продольными рядами параллельно длине волокна. Каждая миофибрилла по своей длине под микроскопом на некоторых участках имеет темную полосу, а на других – светлую. При построении мышечного волокна миофибриллы располагаются так, что темные участки совпадают с темными, а светлые со светлыми, придавая всему мышечному волокну поперечную полосатость (рис. 86).



Рисунок 86 – Поперечнополосатая мышечная ткань

Соединительная ткань образует опорный каркас и наружные покровы всех органов. Общими свойствами всех соединительных тканей является происхождение из мезенхимы, а также выполнение опорных функций и структурное сходство.

Это ткань живого организма, не отвечающая непосредственно за работу какого-либо органа или системы органов, но играющая вспомогательную роль во всех органах, составляя 60–90 % от их массы. Выполняет структурообразующую, защитную и трофическую функции. Соединительная ткань в организме рыбы бывает нескольких видов, которые подразделяют на группы в зависимости от их строения. В построении любой соединительной ткани принимают участие клетки, волокна и некоторое аморфное вещество, находящееся в желеобразном состоянии и не имеющее клеток и волокон.

Различают следующие разновидности соединительной ткани:

- жировая – с преобладанием клеток (рис. 87);
- рыхлая соединительная – с примерно одинаковым содержанием клеток и аморфного вещества, участвующая в построении мышц;
- кости, сухожилия, связки – с преобладанием волокон;
- слизистая ткань – с преобладанием аморфного вещества.

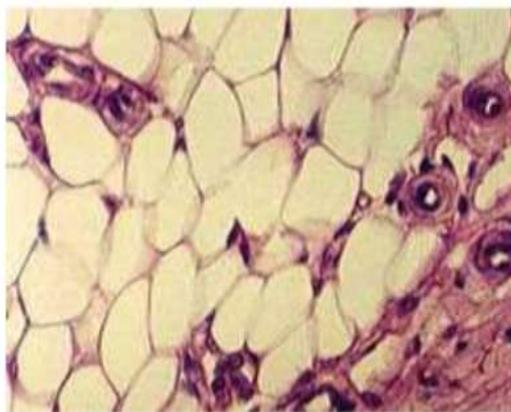


Рисунок 87 – Жировая соединительная ткань

Волокна соединительной ткани подразделяются на два типа: коллагеновые и эластиновые (по названию белков, из которых они построены – соответственно коллаген и эластин), которые различаются не только по форме и строению, но и по свойствам. Волокна хорошо представлены в костной соединительной ткани, хрящах, сухожилиях. В мускулатуре рыб имеются коллагеновые волокна, наличие эластиновых волокон не доказано. Коллагеновые волокна имеют вид длинных тяжей различной толщины.

Каждое волокно в свою очередь состоит из тончайших ниточек, называемых коллагеновыми фибриллами, или волоконцами. Коллагеновые волокна ветвятся и становятся более тонкими или более толстыми. Из волокон образуется сеть, связывающая те или иные органы (рис. 88).

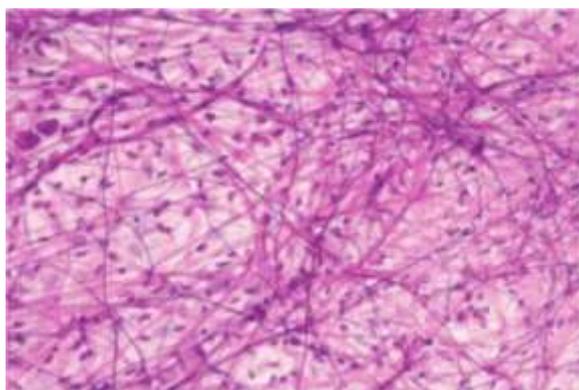


Рисунок 88 – Соединительная ткань

Коллагеновые волокна интенсивно набухают в уксусной кислоте, увеличиваясь в объеме и несколько изменяя свою структуру. При мариновании рыбы масса волокон увеличивается. В пресной воде при

повышении температуры коллагеновые волокна разрушаются. При этом коллаген переходит в глютин – вещество, составляющее основу клея. При специальной обработке коллагеновые волокна становятся более прочными, теряют способность к набуханию, на этом основано производство кожи из шкуры рыб

Жировые клетки имеют оболочку, протоплазму и ядро, в них откладывается жир, который в жировой клетке представлен целым рядом микроскопических капелек. Скопление жировых клеток обуславливает образование жировой ткани. По расположению в теле рыб различают следующие жиры:

- подкожный;
- бурой (темной) мускулатуры;
- спинной;
- брюшной;
- внутримышечный;
- прикостный и внутренних органов.

Подкожный жир находится непосредственно под кожей. Жир бурой мускулатуры находится в бурых мышцах, расположенных по бокам тела рыбы, вдоль боковой линии. Спинной и брюшной жир откладывается под кожей спинки и брюшка рыбы. Внутримышечный жир размещается в глубине мяса, в соединительнотканых перегородках, отделяющих слои мышечных волокон (рис. 89).



Рисунок 89 – Расположение внутримышечного жира

Прикостный жир находится рядом с костными образованиями, непосредственно с ними соприкасаясь, главным образом вдоль позвоночника. Жир внутренних органов откладывается в жировой ткани и органах внутренней полости рыбы (в печени, головном мозге, половых органах) или вокруг этих органов, густо их обволакивая (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение жира в различных частях и тканях тела некоторых рыб, %

Вид	Мышцы и кожа	Голова и плавники	Печень	Икра	Молоки
Колючая акула	8,6–11,8	–	36,0–72,0	–	–
Скат	0,7–1,5	–	32,0–68,0	–	–
Карповые	1,6–23,0	3,5–27,0	6,7–29,0	1,8–10,0	8,8–15,3
Щуковые	0,7–1,8	1,0–4,6	4,0–14,0	1,7–3,7	3,0–4,5
Налим	0,3–1,3	–	3,0–6,7	1,6–2,6	0,8–1,0
Осетровые	6,2–17,2	6,5–15,	6,5–20,0	9,2–12,0	4,0–10,3
Скумбрия	6,5–21,0	06,9–15,3	4,0–18,0	–	10,4–14,8
Треска, минтай	0,2–0,8	0,7–4,6	24,0–72,4	0,2–2,5	0,6–1,1

У рыб разных видов в одних и тех же частях тела жировая ткань распределяется неодинаково, неравномерно она распределяется и в разных частях тела рыбы одного и того же вида (рис. 90).

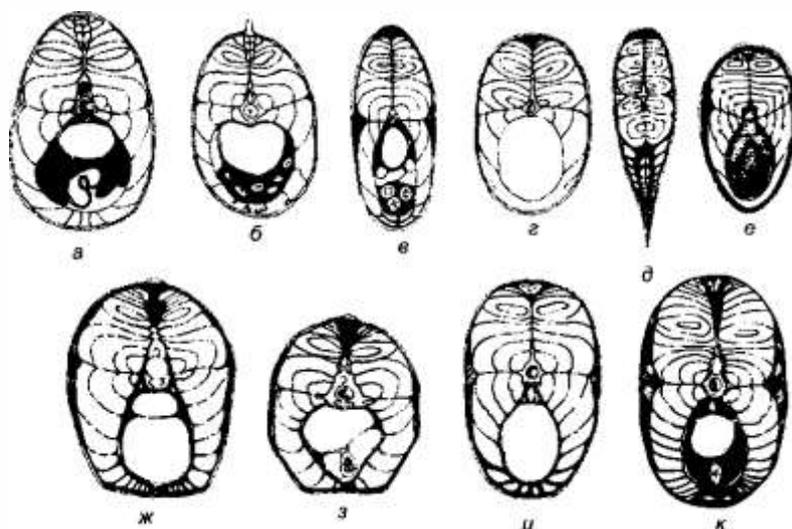


Рисунок 90 – Топографическое расположение жира на поперечном разрезе тела некоторых видов рыб (по данным академиком Г. Ф. Бромлея):
 а – треска; б – судак; в – вобля; г – лещ; д – сом; е – волжской сельди;
 ж – осетра; з – севрюги; и – семги; к – белорыбицы

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

мы клеток, обращенная наружу, является резко уплотненной. Этими уплотненными частями клетки плотно прилегают одна к другой, образуя плотный барьер от проникновения различных посторонних тел. Протоплазма близлежащих клеток соединяется между собой перемычками, что обуславливает стягивание и плотное расположение клеток.

Пространство между клетками может изменяться увеличиваться или уменьшаться, при этом регулируется течение процесса обмена тела рыбы с окружающей средой. Эпителиальная ткань представляет собой полупроницаемую пленку, в ней нет кровеносных и лимфатических сосудов (рис. 91).

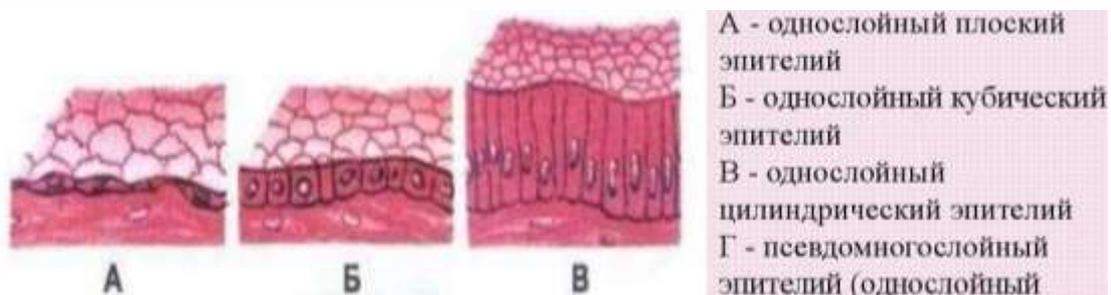


Рисунок 91 – Эпителиальная ткань рыб

Под эпителиальной тканью непосредственно находится пленка из соединительной ткани, с помощью которой эпителиальная ткань связывается с нижележащими мускулами или другими органами.

Нервная ткань состоит из специальных нервных клеток, расположенных в головном и спинном мозгу, с бесчисленными нервными волосками, соединяющимися как с поверхностью тела рыбы, так и со всеми тканями и органами рыбы (рис. 92).



Рисунок 92 – Нервная ткань рыб

Благодаря этому все реакции живой рыбы, отвечающие как на внешние, так и на внутренние раздражения, являются строго урегулированными.

Тема 13. Химический состав рыбы

Различают элементный и молекулярный химический состав рыбы. Элементный химический состав показывает содержание отдельных химических элементов в теле рыбы. К настоящему времени в теле рыбы найдено около 60 химических элементов. Элементы, которые встречаются в рыбе в сравнительно больших количествах (до 0,01 %), принято называть макроэлементами (кислород, водород, углерод, азот, кальций, фосфор, сера и др.), элементы, содержащиеся в сравнительно малом количестве (менее 0,01 %) – микроэлементами. Молекулярный химический состав показывает содержание в рыбе 14 отдельных химических соединений и их количественное соотношение. Знание молекулярного химического состава рыбы необходимо для оценки ее пищевых достоинств и выбора наиболее рациональных способов ее использования и переработки.

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

Белки – наиболее важные в биологическом отношении и наиболее сложные по химической структуре органические вещества, входящие в состав живых организмов, в том числе и рыбы. Белки составляют основу тканей, участвующих в построении органов тела рыбы. Белки – это высокомолекулярные азотсодержащие вещества, находящиеся в клетках преимущественно в коллоидном состоянии. Это физико-химическое состояние белковых веществ характеризуется неустойчивостью, зависимостью от изменений условий среды.

Различные физические (нагревание, ультразвук, высокое давление, ультрафиолетовое и ионизирующее излучение и т. д.) и химические (некоторые органические и неорганические вещества) факторы могут вызывать денатурацию белка, т. е. нарушение в строении молекулы, сопровождающееся изменением ряда свойств: растворимости в воде и растворе солей и др. После прибавления различных солей белки из раствора могут осаждаться. Это выделение белка из раствора называется высаливанием. В отличие от денатурации высаливание не

сопровождается глубокими изменениями в структуре белковой молекулы и потерей способности белка вновь растворяться в воде после удаления из раствора соли. С высаливанием белков мяса рыбы приходится сталкиваться, когда рыбу консервируют посолом. По элементному составу белки характеризуются наличием наряду с углеродом, кислородом и водородом еще азота и серы, а также часто фосфора.

Содержание азота составляет от 15 до 17,6 % (в среднем 16 %). Общее содержание белка в рыбе определяют умножением содержания азота, устанавливаемого химическим путем, на коэффициент 6,25, поскольку $100:16 = 6,25$. Белки построены из аминокислот (в разных белках обнаружено 25 аминокислот), среди них различают заменимые аминокислоты, которые могут синтезироваться в организме, и незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются в организме и должны поступать с пищей. Белки, содержащие все незаменимые аминокислоты, называют полноценными. Наличием полноценных белков определяются ценность и незаменимость животной пищи, в том числе рыбы, в отличие от растительной. Неполюценные белки не содержат некоторых незаменимых аминокислот или содержат их в ничтожных количествах.

Небелковые азотистые вещества представляют продукты обмена белков и низкомолекулярные вещества, содержащие азот и выполняющие определенные физиологические функции. Они легко извлекаются (экстрагируются) при обработке мышц водой и потому их часто называют экстрактивными азотистыми веществами. О суммарном содержании всех небелковых азотистых веществ в тканях рыбы судят обычно по количеству заключенного в них азота (небелковый азот) и по количественному отношению ко всему азоту ткани. Вследствие относительно небольшого содержания небелковые азотистые вещества мало влияют на пищевую ценность рыбы. Тем не менее они имеют большое значение, поскольку некоторые из них придают рыбе специфический вкус и запах и влияют на выделение пищеварительных соков, возбуждая аппетит и способствуя лучшему усвоению пищи. Кроме того, небелковые азотистые вещества в большей степени, чем белки, подвержены действию микробов, и потому от их содержания зависит скорость процесса порчи рыбы при хранении.

К небелковым азотистым веществам относят следующие соединения: аммиак и триметиламин, аминокислоты, мочевины, гистамин и др. Аммиак и триметиламин находятся в мышцах свежей рыбы в

очень малых количествах и образуются главным образом после смерти рыбы при воздействии на нее микробов. Они накапливаются в испорченной рыбе и придают ей неприятный запах. Для пресноводных рыб характерным является аммиак, а для морских – триметиламин. По количеству триметиламина, образующегося при хранении рыбы, можно косвенно судить о качестве некоторых видов рыб, например трески (рис. 93).



Рисунок 93 – Треска

Аминокислоты в свободном состоянии находятся в мышцах рыб в небольшом количестве. Содержание азота свободных аминокислот у совершенно свежих рыб обычно не превышает 1 % от общего количества азота в мышцах. Содержание мочевины весьма значительно в мышцах акул и скатов (2 %), у других промысловых рыб обычно ничтожно (от 0,5 до 15 мг%). Азот мочевины у акул и скатов составляет примерно половину всего небелкового азота мышц. Мочевина придает мясу этих рыб горько-кислый вкус, а при ее распаде образуется аммиак, отчего мясо акул и скатов может иметь сильный аммиачный запах. При обработке акул и скатов мясо их освобождают от мочевины.

Гистамин – вещество, которое образуется в тканях некоторых видов рыб при хранении и обладает токсическими свойствами. Этим объясняются случаи отравления недоброкачественным мясом сардины, скумбрии, тунцов, в мясе которых может образоваться гистамин в значительных количествах (рис. 94).



Рисунок 94 – Скумбрия

Жиры и жироподобные вещества (липоиды) находятся в организме рыб либо в форме протоплазматического жира, т. е. жира, являющегося структурным компонентом протоплазмы клетки, либо в форме так называемого резервного или запасного жира, откладывающегося в жировой ткани. Физиологическая роль этих двух видов жира неодинакова.

Протоплазматический жир, являясь составной частью клетки, содержится в органах и тканях в постоянных количествах и имеет определенный состав. В протоплазме клеток жиры и липоиды находятся не столько в виде отдельных включений (капелек жира), сколько в виде сложных нестойких соединений с белками – липопротеидов.

Благодаря высокой калорийности они особенно ценны при расходовании организмом больших количеств энергии. Жиры представляют собой смесь большого числа разнообразных глицеридов, в составе которых найдено больше 25 высокомолекулярных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот с различной длиной углеродной цепи.

К липоидам относят все жироподобные вещества, встречающиеся в организме животных и растений и независимо от их химического строения растворимые в эфире, хлороформе, ацетоне, бензоле, сероуглероде, горячем спирте и некоторых других растворителях. Липоиды обычно извлекаются вместе с жирами из высушенных (обезвоженных) тканей при обработке последними соответствующими органическими растворителями.

В группе липоидов различают фосфатиды, стерины и пр. Широко распространены в природе фосфатиды – жироподобные вещества, содержащие фосфорную кислоту. Фосфатиды входят в состав почти всех тканей и клеток. Значительное количество их найдено в нервной ткани, мозге. Среди имеющихся в природе нескольких групп фосфалипоидов широко распространены лецитины (рис. 95).



Рисунок 95 – Формула лецитина

Составной частью каждого жира являются так называемые неомыляемые вещества, не реагирующие с едкими щелочами, нерастворимые в воде, но растворимые в эфире. В жирах рыб и морских млекопитающих содержится значительно больше неомыляемых веществ, чем в других жирах. Содержание указанных веществ в них достигает иногда нескольких десятков процентов (например, спермацетовый жир) (рис. 96).



Рисунок 96 – Спермацетовый жир

Выделяемые из тканей рыбы жировые вещества, называемые обычно сырым жиром, представляют собой смесь веществ, характеризующихся одним общим физическим свойством – нерастворимостью в воде и растворимостью в органических растворителях (эфире, хлороформе и пр.). Основную массу жировых веществ представляют собственно жиры – триглицериды жирных кислот (нейтральный жир). Благодаря многочисленности и большому разнообразию жирных кислот, входящих в состав жиров рыб, последние имеют гораздо более сложный состав, чем жиры наземных животных.

Важная отличительная особенность жиров рыбы – преобладание в их составе ненасыщенных жирных кислот и наличие среди них высококонепредельных, которые в жирах наземных животных отсутствуют.

Присутствующие в жирах рыб в значительных количествах линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты являются очень важными, физиологически необходимыми веществами (рис. 97).



Рисунок 97 – Арахидоновая кислота

Жиры морских рыб по сравнению с жирами пресноводных содержат значительно больше высоконепредельных жирных кислот. Наиболее ненасыщенными являются жиры сельдевых рыб, содержащие наибольшее количество высоконепредельных кислот. Жиры рыб в отличие от жиров наземных животных при комнатной температуре имеют жидкую консистенцию благодаря наличию в их составе большого количества ненасыщенных кислот. При нагревании до температуры плюс 200 °С и выше жиры рыб разлагаются с выделением акролеина и других неприятно пахнущих продуктов распада. При хранении рыбы находящийся в ней жир постепенно гидролизуется с образованием глицерина и свободных высокомолекулярных кислот под действием тканевых ферментов. Благодаря высокой ненасыщенности жиры рыб легко окисляются, что имеет очень большое значение при обработке и хранении рыбы, при этом образуются перекиси, альдегиды, кетоны, оксикислоты и низкомолекулярные жирные кислоты, причем некоторые из этих продуктов обладают токсичностью. В тканях рыбы присутствуют вещества, играющие роль природных антиокислителей, предохраняющие жиры от быстрого окисления. К таким антиокислителям относят растворимые в жирах витамины группы Е (токоферолы).

Ферменты – белковые вещества, биологическая функция которых состоит в ускорении течения химических реакций в организме. Благодаря действию ферментов белки, жиры и углеводы, которые могут храниться без заметных изменений при температуре плюс 37 °С, попадая в организм, быстро подвергаются гидролитическому расще-

плению с образованием более простых веществ, из которых в свою очередь синтезируются вещества, свойственные данному организму.

В мышечной ткани рыб обнаружено более 50 ферментов, катализирующих превращения азотистых и других органических веществ. Большой комплекс ферментов находится также во внутренних органах: печени и поджелудочной железе, желудке, кишечнике, почках и половых железах. Активность ферментов различных видов рыб в разные сезоны года неодинакова. При температурах, близких к 0 °С и ниже, активность ферментов сильно понижается, при температурах выше плюс 60–70 °С ферменты соответственно своей белковой природе денатурируют и утрачивают свою активность. Протекающие в живом организме при участии ферментов реакции идут постоянно в двух направлениях: с одной стороны, по пути распада веществ, поступающих в организм, а с другой стороны, образования из этих продуктов распада новых, нужных организму веществ. После смерти организма ферментативные процессы приобретают одностороннюю направленность и сводятся к распаду веществ. Процессы распада веществ, из которых построены ткани рыбы, при участии ферментов, называемых автолитическими процессами, имеют большое значение в качественном посмертном изменении рыбы.

Витамины – группа органических веществ различной химической структуры, синтезирующихся, как правило, в растениях и входящих в состав тканей животных обычно в малых количествах. Организм рыб нуждается в поступлении витаминов с пищей. При отсутствии витаминов наступают глубокие нарушения в процессах обмена веществ, ведущие к тяжелым заболеваниям, заканчивающимся гибелью организма. Эти заболевания носят название авитаминозов. Чрезмерное введение некоторых витаминов в организм также вредно и может приводить к различным заболеваниям. Витамины делят на две группы: растворимые в воде и растворимые в жирах. В число водорастворимых витаминов, обнаруженных в рыбе, входят витамины В₁, В₂, В₆, В₁₂, фолиевая кислота, витамины Н, РР, инозит и пантотеновая кислота, а также витамин С. К жирорастворимым витаминам относят витамины А, D₃ и Е.

Содержание витамина А в организме рыб во много раз больше, чем в организме других животных, поэтому рыба является важнейшим природным источником получения этого витамина (рис. 98).

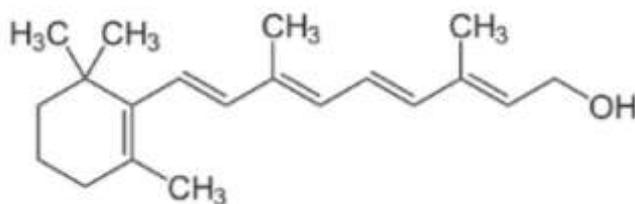


Рисунок 98 – Витамин А

В теле рыбы витамины распределены неравномерно, причем во внутренних органах их содержится гораздо больше, чем в мышцах. В особенности это относится к жирорастворимым витаминам, которые находятся в мясе далеко не всех рыб. В отличие от ферментов водорастворимые витамины (группы В) довольно устойчивы к действию физических и химических факторов и при обычных в практике способах обработки рыбы большей частью сохраняются. При варке рыбы значительная часть находящихся в ней водорастворимых витаминов переходит в бульон, что предопределяет важность пищевого и кормового использования рыбных бульонов. Витамин А устойчив к действию повышенной температуры при отсутствии в среде кислорода, но в его присутствии быстро разрушается.

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

Основная масса фосфора и кальция в теле рыбы содержится в костях в виде фосфорнокислого кальция, образуя их твердый остов. В составе костей также находится большая часть магния. Свободной фосфорной кислоты в мясе рыбы очень небольшое количество, она накапливается главным образом после смерти рыбы как продукт распада фосфорсодержащих органических веществ. Общее количество фосфора (органического и неорганического) в мясе рыб составляет в среднем 0,2–0,25 %. Натрий, калий, кальций, магний, хлор в виде рас-

творимых солей входят в состав протоплазмы (саркоплазмы) мышечных клеток, межклеточной жидкости, крови, плазмы, частично калий и кальций связаны с белками. Сера входит в состав белков, количество ее в мясе разных рыб колеблется от 0,13 до 0,26 %.

Большое физиологическое значение имеют микроэлементы, входящие в состав ряда важных органических соединений. Железо содержится в гемоглобине крови, миоглобине и некоторых ферментах, марганец, молибден, цинк, медь – в ряде тканевых ферментов. Кобальт является составной частью важнейшего антианемического витамина В₁₂. Йод в основном присутствует в органических соединениях, а также в виде солей, растворенных в тканевых жидкостях. В небольших количествах в мясе рыб найден мышьяк и кремний. Содержание солей в мясе морских рыб больше, чем в мясе пресноводных. Важным различием между морскими и пресноводными рыбами является практически полное отсутствие в мясе пресноводных йода и брома.

Минеральные вещества относят к обязательным компонентам пищи, и отсутствие их приводит к гибели организма. Они активно участвуют в жизнедеятельности, в нормализации функций важнейших систем. Одной из важнейших функций минеральных веществ является поддержание в организме необходимого кислотно-щелочного равновесия. Входя в состав белковых фракций, минеральные вещества сообщают им свойства живой протоплазмы. Минеральные соли участвуют в функции эндокринных и ферментных систем, неопределима их роль в нормализации водного обмена.

Углеводы в тканях рыбы содержатся в сравнительно малом количестве. В мышцах и печени находится в основном углевод гликоген – важнейший энергетический материал мышц (рис. 99).

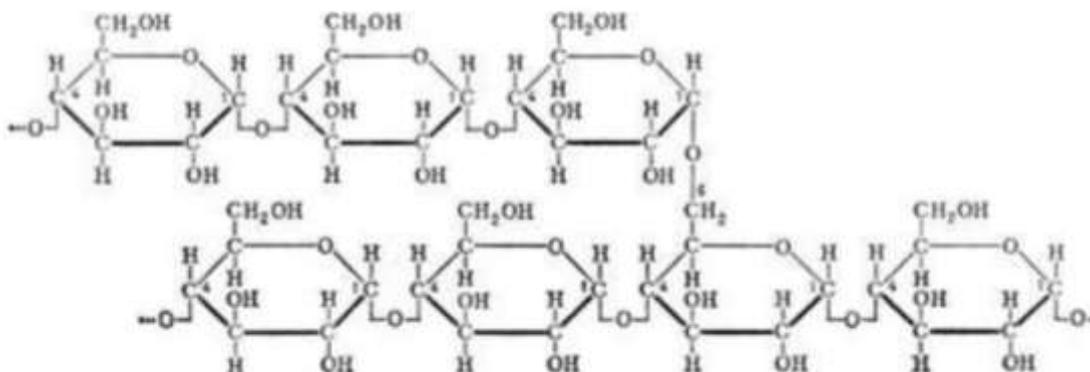


Рисунок 99 – Формула гликогена

В живом организме при мышечной работе гликоген расходуется, а во время отдыха накапливается. В процессе мышечной работы он подвергается распаду с образованием молочной кислоты, поэтому в свежих мышцах наряду с гликогеном обычно присутствует и молочная кислота. Содержание гликогена в мышцах рыбы, как и в мышцах других животных, зависит от упитанности и физиологического состояния организма, так в мышцах истощенной и утомленной рыбы гликогена содержится меньше, а молочной кислоты больше, чем в мышцах упитанной рыбы в спокойном состоянии. После смерти рыбы находящийся в ее мышцах гликоген быстро распадается с образованием молочной кислоты, так же как при работе мышц у живого организма. В мясе различных рыб обнаружено от 0,05 % до 0,85 % гликогена и от 0,005 до 0,43 % молочной кислоты. Ввиду очень небольшого содержания углеводов при определении пищевой ценности рыбы их обычно не учитывают.

Вода, заключенная в тканях рыбы, не является питательным веществом, но она прочно связана с молекулами гидрофильных веществ. Вместе с водой плотные вещества образуют ткани рыбы. В мясе рыбы различают связанную и свободную воду. В отличие от обычной свободной воды связанная не является растворителем, замерзает при температуре значительно ниже 0 °С, для испарения ее требуется значительно больше тепла. Свободная вода в тканях рыбы удерживается структурной сеткой, образуемой азотистыми веществами. Свободная вода является растворителем для входящих в состав мяса рыбы небелковых азотистых веществ и минеральных солей, а также некоторых растворимых белков. Характер связи воды с основными веществами, входящими в состав рыбы, оказывает большое влияние на ее вкус и консистенцию. В случае ослабления связи части влаги с белковыми веществами тканей мясо в значительной степени теряет свои первоначальные свойства (упругость), изменяется и его консистенция.

Химический состав одного и того же вида рыбы не остается постоянным, а меняется в зависимости от возраста, пола, места ее обитания и времени (сезона) лова. При повышении возраста рыбы, а следовательно, и увеличении ее размера наблюдается нарастание количества жира и уменьшение содержания воды в ней. Например, в судаке массой 12,1 г найдено 1,0 % жира (к целой рыбе), массой 200 г – 2,1 %, массой 1955 г – 5,3 %. В пределах немногих возрастных групп взрослых особей рыбы, составляющих основную массу промысловых

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

Различия в химическом составе, связанные с местом обитания рыб, обусловлены неодинаковостью кормовой базы в разных водоемах. В водоемах с повышенной кормностью рыбы растут и нагуливаются быстрее, чем в водоемах с пониженной кормностью, и в одинаковом возрасте имеют большие размеры и упитанность. Так, химический состав мяса леща из уловов в Азовском море (жира 4,9–12,2 %, белка 14,7–18,2 %) отличается от химического состава леща из уловов в Каспийском море, более бедном кормовыми организмами (жира 0,9–8,8 %, белка 16,3–22,1 %).

Изменения химического состава в зависимости от времени (сезона) лова бывают весьма значительными, что надо учитывать при оценке сырья и определении способов его использования.

Химический состав мяса половозрелой рыбы на протяжении года подвергается закономерным изменениям, обусловленным различным образом жизни и физиологическим состоянием рыбы в разные периоды времени. Годичный цикл рыбы можно разделить на два основных периода, резко отличающихся по характеру происходящих в них изменений химического состава рыбы:

- период, связанный с процессом воспроизводства, включающий время созревания гонад, преднерестовых миграций и нереста,
- период интенсивного питания и нагула рыбы после нереста до наступления следующего периода развития гонад.

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

Тема 14. Строение и химический состав отдельных частей тела рыбы

Мясо является наиболее важной в пищевом отношении составной частью тела рыбы, оно служит сырьем для приготовления пищевой продукции (филе, балычные изделия и др.). Мясо рыбы – это мышцы вместе с заключенными в них мелкими костями, связками, жировой тканью, кровеносными сосудами. Мясо обычно составляет около 50 % от массы рыбы с колебаниями от 35 % у макруруса, до 69 % у амурской кеты. Мышцы подразделяют на белые и бурые (рис. 100).



Рисунок 100 – Амурская кета

Основная масса мышц – белые, бурые располагаются обычно вдоль боковой линии и составляют менее 10 % от общей массы мускулатуры рыб. Бурые мышцы отличаются от белых повышенным содержанием миоглобина – белка, придающего им темную окраску. При общем весьма незначительном содержании миоглобина в мышцах количество его в бурых мышцах составляет 1–3 %. В мускулатуру рыб включаются три группы поперечнополосатых мышц: мышцы туловища, мышцы головы и мышцы плавников. Основную массу мышц составляет расположенная по обе стороны от позвоночника туловищная мускулатура, состоящая из четырех продольных мышц: двух спинных и двух брюшных, разделяющихся продольными септами – перегородками плотной соединительной ткани (рис. 101).

Поперек они разделены на ряд участков – миомеров, разделенных между собой так же тонкими перегородками – септами. Миомеры – это тонкие полоски ткани, напоминающие конусы, которые входят друг в друга и обращены к голове. Они состоят из расположенных параллельно мышечных волокон, покрытых соединительной тканью – эндомиозием. Длина мышечного волокна различна, самые длинные волокна находятся в центральной части мышцы. Концы

мышечных волокон, заостряясь, превращаются в сухожилия и соединяются с костным скелетом (рис. 102).



Рисунок 101 – Расположение мышц рыб

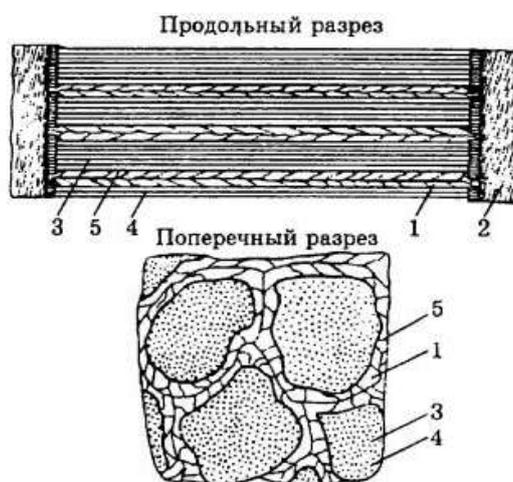


Рисунок 102 – Схема строения мышц рыб:

1 – эндомизий; 2 – септа; 3 – саркоплазма; 4 – миофибрилла; 5 – сарколемма

Мышечную ткань рыбы можно рассматривать как сплошную коллоидную систему, состоящую из трех основных образований: септ, мышечных волокон и эндомизия. Септы состоят в основном из коллагена и эластина. Количество миотомов (септов) соответствует числу позвонков. Миотомы состоят из продольно расположенных мышечных волокон, покрытых рыхлой соединительной тканью, называемой перемизием

Мышцы головы и плавников состоят из таких же мышечных волокон, как и туловищные, но не разделенных на сегменты.

Концы мышечных волокон прикрепляются к септам, которые в свою очередь соединяются со скелетом. Основу мышц составляет поперечнополосатое мышечное волокно, состоящее из миофибрилл, саркоплазмы и сарколеммы. В соответствии с функцией, выполняемой этими структурными элементами мышечного волокна, в состав их входят различные виды белков.

В количественном отношении основные белковые фракции распределяются следующим образом на долю:

- белков миофибрилл приходится 60–70 %;
- саркоплазмы – 20-30 %;
- белков соединительной ткани (сарколеммы, септ и перемизия) – около 3 % (лишь у акул содержание этих белков составляет около 10 %). В мышцах костистых рыб содержится значительное количество небелковых азотистых веществ.

У большинства видов рыб их количество составляет 10–15 % от общего содержания азотистых веществ в мышцах. Однако у хрящевых рыб (акул, скатов) эта величина достигает 35–50 %, в основном за счет мочевины.

Химический состав мяса разных видов рыб сильно колеблется. Особенно большие колебания наблюдаются в содержании жира. В зависимости от жирности мясо рыбы подразделяют на три категории: тощая – с содержанием жира до 4 %, средней жирности – от 4 до 5 % жира и жирная – с содержанием жира в мясе более 5 %. Среди последних иногда выделяют еще группу особо жирных рыб с мясом жирностью более 15 %. Химический состав мяса некоторых видов рыб приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав мяса некоторых видов рыб, %

Вид	Вода	Жир	Белок	Минеральные вещества
Лещ	75,0	4,4	19,2	1,0
Треска	80,4	0,2	17,0	1,2
Сазан	77,1	4,7	16,9	1,4
Сельдь	74,7	5,6	18,0	2,1
Судак	80,1	0,5	18,0	1,4
Минтай	82,2	0,7	16,3	1,3
Скумбрия	67,3	8,4	23,1	1,2
Осетр	71,8	10,9	16,3	1,0
Ставрида	71,3	4,6	22,5	1,3
Окунь морской	73,6	6,6	17,8	1,5

Содержание азотистых веществ в мясе рыб сравнительно постоянно, у большинства рыб оно составляет в среднем 16–20 %, но иногда бывает и больше, например, у тунцов – 22–26 %.

Гонады – это икра и молоки. Икра – один из самых питательных продуктов, она имеет большую пищевую ценность. По калорийности икра превосходит мясо, молоко и другие продукты.

Рыбная икра содержит большое количество ценных питательных веществ: жиры, витамины и минералы, белок, который легко усваивается организмом. В 100 г красной икры содержится 270 калорий. Для сравнения, такое же количество мяса средней жирности дает всего 120 калорий. В 100 г молока всего 70 калорий. Влажность свежей икры 53–66 %, соленой – 12–38 %.

В особенности ценится икра осетровых и лососевых рыб, обладающая очень высокими питательными и вкусовыми качествами. В икре лососевых содержание влаги может меняться от 49,7 до 68 %; липидов – от 10,4 до 18 %; белка – от 26,1 до 36,1 %; минеральных веществ – от 0,7 до 2,4 %. Содержание белка и жира зависит от стадии зрелости икры и изменяется в довольно широком диапазоне.

Гонады расположены в брюшной полости по обе стороны от позвоночника. Размеры и масса ястыков различны у разных видов рыб. Ястыки могут составлять значительную часть тела рыбы. По мере развития ястыков относительная массы икры увеличивается, а соединительной ткани и жира – уменьшается. Средняя масса ястыка, например, у кеты составляет 28,5 %, от веса самки, у кижуча – 20 %, у нерки – 15 % (рис. 103).

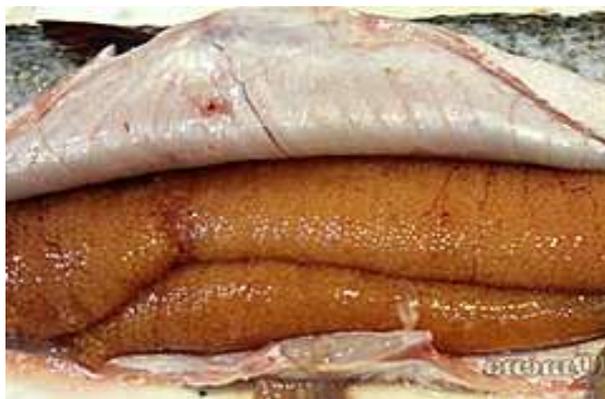


Рисунок 103 – Зрелые яичники (ястыки рыб)

Цвет лососевой икры обусловлен присутствием трех каротиноидных пигментов – ксантофилла, астаксантина, лютеина. Цвет и ин-

тенсивность окраски икринок специфичны для каждого вида рыбы и зависят также от степени зрелости икры. У тихоокеанских лососей наиболее высокое содержание астаксантина обнаружено в икре нерки, имеющей яркую красно-оранжевую с малиновым оттенком окраску, а минимальное – в икре горбуши, для которой характерен светло-оранжевый цвет. У разных видов рыб икра различается по форме, размерам, строению, окраске, химическому составу и пищевой ценности.

Икра щуки желтая, карповых – от желтой до розовой, лососевых – от оранжевой до красной, осетровых – от серебристо-серой до черной и т. д.

Яичники снаружи покрыты оболочкой (эпителием), под которой находятся половые клетки – икринки, погруженные в соединительную ткань, содержащую иногда значительные отложения жира.

При отделении икры от ястыков протираанием (пробивкой) их через сетку (грохотку) эпителий и соединительная ткань образуют так называемые пробойки (рис. 104).



Рисунок 104 – Отделение икры от ястыков через грохотку

По прочности зерно делят на крепкое, ослабевшее и слабое. Прочность или упругость оболочки икринки определяется сопротивлением на разрыв при раздавливании. Показатели «свежесть» икры и «упругость» оболочек зерна тесно связаны друг с другом и поэтому рассматриваются вместе. Свежая икра имеет крепкую оболочку, а незрелая или так называемая жировая икра из ястыков с большим содержанием жира – слабую. Такую икру практически нельзя пробить через грохотку, и к ней должны применяться другие способы обработки.

Икринки лососевых рыб имеют почти правильную шаровидную форму. Размер зависит от видовой принадлежности рыб. Наиболее крупной является икра лососевых рыб. Диаметр икринок кеты и чавычи в среднем составляет 5–7 мм, горбуши – 4–4,5 мм, нерки и кижуча – 3–4 мм. Размеры икринок имеют большой диапазон и изменяются в зависимости от возраста и размера рыбы, стадии зрелости, сезона и района вылова.

Икринка тихоокеанских лососей состоит из оболочки, которая имеет два слоя. Внутри оболочки содержится полужидкая масса (желточное вещество). По своей природе желточная масса – это коллоидная система, составные части которой – вода, белок, жир и минеральные вещества – находятся либо в форме растворов (золей), либо в форме эмульсии. Коллоидные системы придают желточной массе характерные физические свойства – вязкость и упругость. Жир в виде довольно крупных капель сосредоточен главным образом вблизи оболочки.

Ядро – маленький зародышевый пузырек, расположенный ближе к поверхности икринки – слегка нарушает правильность ее шаровидной формы (рис. 105).

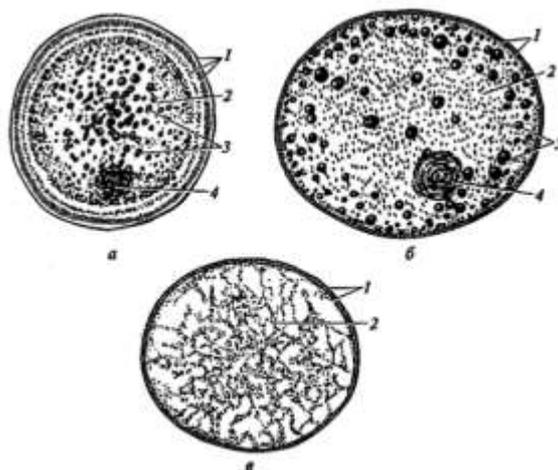


Рисунок 105 – Строение икры рыб:

а – осетровых; б, в – лососевых; частиковых рыб: 1 – оболочка; 2 – желточная масса; 3 – жировые капли; 4 – зародышевое ядро (глазок)

В икре содержится много белка – около 30 %, он почти полностью усваивается организмом, что является редкостью для продукта животного происхождения. Белки икры являются полноценными, в основном относятся к типу альбуминов (2–4 %) и глобулинов (11–37 %)

и содержат полный спектр заменимых и незаменимых аминокислот. Сложные белки представлены в основном таким специфическим белком, как ихтулин (10–25 %), в состав входят также гликопротеиды и липопротеиды.

Красная икра не содержит углеводов и вредных жиров. Для икры характерно резкое колебание количества жира, что связано с процессом созревания икринок. Массовая доля липидов тем больше, чем меньше степень созревания икринок. В среднем в красной икре содержится до 12 % жира. В жире икры имеется большое количество «хорошего» холестерина – от 1,5 до 14 %, лецитина – от 1,0 до 43 %. Икорный жир имеет довольно высокое йодное число – 204–240. В икре содержатся также полиненасыщенные жирные омега-3-кислоты. Красная икра богата микроэлементами (до 2 %).

По химическому составу икра разных видов неодинакова. Химический состав икры зависит от стадии зрелости гонад, а также от сезона вылова рыбы. По сравнению с мясом рыбы в икре содержится гораздо больше азотистых веществ и меньше воды. Средний химический состав икры-сырца некоторых видов рыб приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав икры-сырца, г

Вид икры	Белки	Жиры	Углеводы	Калорийность, ккал, 100 г
Икра кеты зернистая	31,6	13,7	0	250
Икра минтая пробойная	28,3	1,8	0	127
Икра осетровая зернистая	28,3	9,6	0	201
Икра белужья зернистая	26,8	13,8	0,8	235
Икра севрюжья зернистая	28,2	11,7	0,7	221
Икра горбуши зернистая	30,6	11,5	1	230

Количество азотистых веществ в икре составляет в среднем 26–28 %, а в отдельных случаях достигает 32–35 %. У некоторых рыб, в частности осетровых и лососевых, в икре содержится также очень большое количество жира – до 17–18 %. По мере созревания икры количество жира в ней уменьшается, а содержание воды увеличива-

ется. В состав азотистых веществ икры входят в основном полноценные в пищевом отношении белки. Содержание небелковых азотистых веществ в свежей икре очень невелико и обычно не превышает 2–3 % общего количества всех азотистых веществ. Из водорастворимых витаминов в икре содержатся витамины В₁₂, В₁, В₂, В₆, никотиновая кислота, фолиевая кислота, витамин С. В икре некоторых рыб содержатся витамины А, D, Е. А среди зольных элементов преобладающее значение имеет фосфор, входящий в состав органических соединений икры.

Молоки представляют собой половые органы самцов, развитие которых в теле рыбы протекает аналогично развитию икры. Их уникальность состоит в отсутствии углеводов. В зрелом состоянии они представляют собой двухлопастное, подвешенное на брыжейке образование, значительно меньшее по объему, чем яичники самок. Масса молок у самцов в период промысла не превышает 3–4 %, но бывает и большей (8–12 % у сельдей и лососей). При этом их масса обычно составляет 3–5 %, но у некоторых рыб может достигать 10–12 % массы целой рыбы. Масса гонад рыбы представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Масса гонад, % от массы целой рыбы

Вид рыб	Самка	Самец
Белый толстолобик	10–15	0,4–0,5
Карп	10–25	2–9
Радужная форель	10–15	5–8
Теска	До 30	До 30

Семенники состоят из эпителия, внутри которого имеются многочисленные, наполненные жидкостью семенные пузырьки. На периферии их размещаются семенные тельца или сперматозоиды. По пищевым достоинствам молоки значительно уступают икре. Средний химический состав молок некоторых видов рыб приведен в таблице 6.

В отличие от икры молоки более обводнены (содержание воды 60–80 %) и содержат гораздо меньше азотистых веществ (12–18 %), причем последние представлены в основном малоценными в пищевом отношении белками.

Таблица 6 – Химический состав молок лососевых, тресковых и сельдевых видов рыб, %

Наименование	Вода	Липиды	Белок	Минеральные вещества
Горбуша	81,0–81,6	0,3–1,6	13,4–16,6	1,4–2,6
Кета	77,0–83,4	0,5–2,6	19,0–21,0	1,6–2,9
Нерка	79,9–80,9	1,4–2,0	12,1–20,1	1,1–2,7
Треска	79,7–81,0	0,3–1,2	12,5–16,3	1,2–2,4
Сельдь	73,1–82,6	1,5–4,8	13,7–16,8	1,1–3,8

Содержание жира в молоках колеблется от 1–2 до 16–18 %. По мере созревания в молоках количество жира уменьшается, а азотистых веществ увеличивается. В молоках ряда рыб найдены витамины В₁₂, В₁, В₂, В₆, РР, С. В молоках осетровых рыб найден витамин А, но в молоках многих других рыб (лососевых, камбаловых, тресковых), он не обнаружен.

Зрелые молоки имеют молочно-белый цвет (отсюда название). Объем молок составляет, например, у гигантской акулы 18 л, осетра – 0,5 л, лосося – 2–4 см³, карпа – 1–3 см³, у щуки – около 1 см³. В 1 см³ молок осетра содержится сперматозоидов 2–3 млрд, окуня – 35 млрд, карпа – 28 млрд, щуки – 14 млрд. В молоках сперматозоиды неподвижны.

Печень различных рыб разнообразна по величине и форме. По внешним очертаниям печень часто повторяет форму тела рыбы. Наиболее длинная она у угрей и наиболее широкая у скатов. Наиболее крупную печень имеют акулы (28–29 %), тресковые рыбы (до 14 %), скаты (8–9 %). У большинства рыб печень является двухлопастным органом, у других она состоит из одной лопасти (миноги, некоторые лососи) или из трех лопастей (скумбрия). Цвет печени разных рыб колеблется от почти белого (треска) до черного (севрюга) (рис. 106).

В среднем масса печени разных рыб составляет от 0,6 до 6,8 % от массы тела. В состав печени многих рыб наряду с относительно малым количеством азотистых веществ входит большое количество жира.

У тощих тресковых рыб (содержание жира в мясе около 0,5 %) в печени содержится максимальное количество жира (до 60–70 %) и она является основным местом сосредоточения жира и организме.

У рыб со значительным содержанием жира в мышцах (сельдь, лососевые, осетровые, сом) или большими отложениями жировой ткани во внутренностях (судак, лещ) содержание жира в печени небольшое.



а



б

*Рисунок 106 – Печень:
а – акулы катран; б – налим*

Наиболее важная особенность химического состава печени рыб – наличие большого количества витаминов А и D. Особенно богата витамином А печень морских рыб – тресковых, акул, скатов, морского окуня. Содержание витамина А в печени рыб колеблется от 4 мг% у леща до 180 мг% у хвостокола (скат). В печени трески содержится 8–44 мг% витамина А. Содержание витамина D в печени разных рыб колеблется от 60 до 360 мг%, но у некоторых горбылей из тропических вод достигает 700–1900 мг%. В печени в значительных количествах содержатся водорастворимые витамины В₁₂, В₁, В₂, фолиевая кислота, РР, пантотеновая кислота, а также витамин С (от 3 до 118 мг%). В состав печени входит также гликоген (около 1 %, в отдельных случаях до 3,5 %) и молочная кислота (от 0,2–0,3 %). Из минеральных веществ в печени в наибольшем количестве содержатся хлор (около 1 %), фосфор, йод. Большим содержанием йода отличается печень трески (от 0,4 до 0,8 мг%). При тепловой обработке печени йод, входящий в состав органических соединений, отщепляется, поэтому в консервах из тресковой печени иногда ощущается запах и привкус йода. В печени обнаружены также сера, мышьяк, бром.

Относительная масса костей и хрящей составляет 5–12 %, масса плавников – 1,5–1,4 %, кожи – 2–8 % и чешуи – 1,5 % массы тела (масса жучек у осетровых рыб составляет в среднем 2 %). Кости в теле рыбы (за исключением костей головы) составляют около 10 % (рис. 107).

В костях содержится значительное количество жира (иногда в костях его больше, чем в мясе) и довольно много белков, состоящих в основном из оссеина, близкого к коллагену клейдающего вещества, которое в отличие от коллагена чешуи довольно трудно переходит в

глютин. Этот белок является неполноценным, так как в нем не содержатся многие незаменимые аминокислоты (триптан). До 75 % азота костей входит в состав клейдающего вещества.

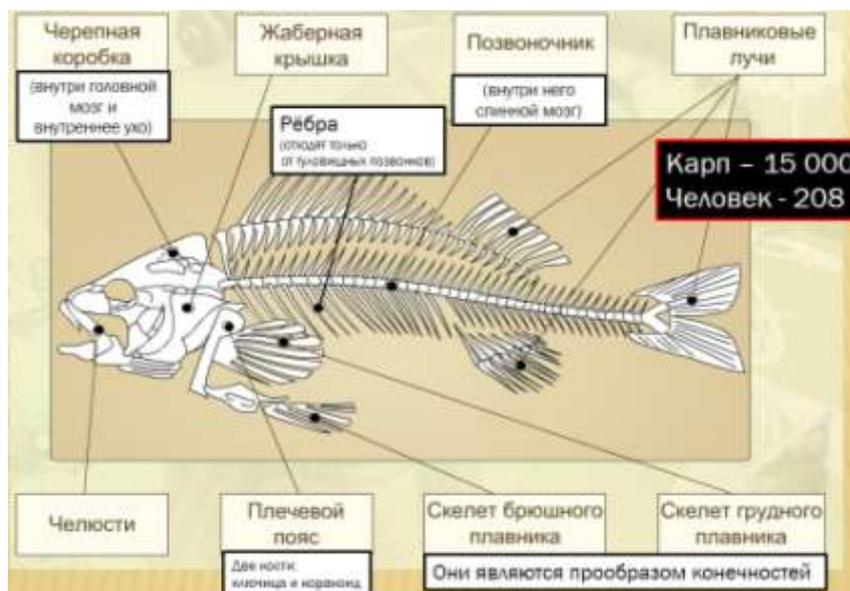


Рисунок 107 – Скелет карпа

В костях много минеральных веществ – золы, из них около 80 % составляет фосфорнокислый кальций, около 7 % углекислый кальций и в небольших количествах обнаружены другие соли – CaF_2 (фторид кальция), CaC_2O_4 (смешанная соль соляной и хлорноватистой кислот), NaCl (хлорид натрия), MgHPO_4 (ортофосфат магния).

Кости рыб построены из особых костных пластинок, которые могут располагаться по-разному, образуя ту или иную форму. Отдельные костные пластинки построены из очень тонких волокон – фибрилл типа коллагеновых волокон, расположенных правильными рядами. Отдельные пластинки имеют несколько рядов этих волокон. Волокна в двух смежных рядах находятся во взаимно перпендикулярном положении, что обуславливает прочность кости. Между волокнами находятся минеральные вещества, которые не проникают в волокна. Вследствие указанного строения кости твердые, прочные и достаточно упругие (рис. 108).

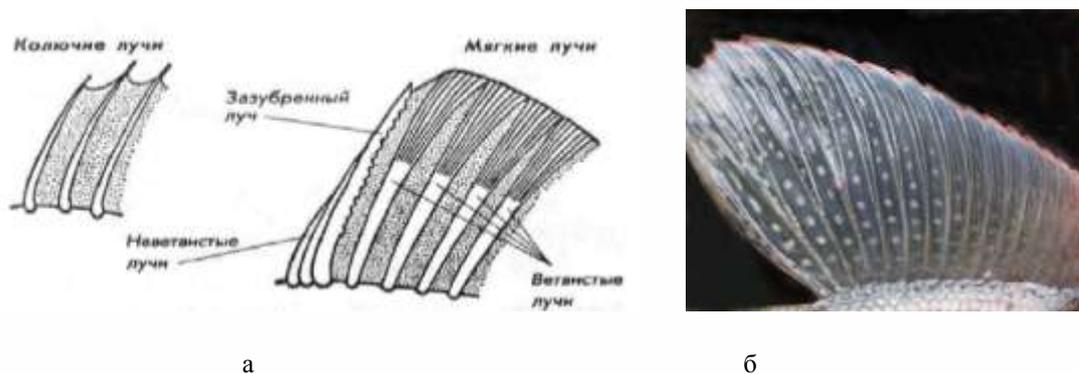
Под действием высокой температуры (выше плюс 250–300 °С органическая часть (оссеин) разрушается, удаляется, однако форма кости сохраняется, а прочность резко понижается, и при надавливании кость рассыпается в порошок, состоящий из минеральных веществ. Кости являются сырьем, пригодным для производства клея и кормовой муки. Полученная из костей кормовая мука отличается по-

вышенным содержанием минеральных веществ, что особенно важно при использовании ее для корма птиц, нуждающихся в большом количестве минеральных веществ.



Рисунок 108 – Скелет речного окуня

Плавники в весовом отношении составляют незначительную часть тела рыбы – от 1,5 до 4,0 %. По химическому составу они близки к костям. Белковые вещества плавников представлены преимущественно коллагеном или оссеином (рис. 109).



*Рисунок 109 – Плавники рыб:
а – скелет плавников рыб; б – плавник хариуса*

Из плавников можно готовить заливки для консервов, но в настоящее время они вместе с костями и другими отходами обычно используются для выработки кормовой муки

Головы рыб состоят из черепных и челюстных костей, жаберных крышек, жабр, многочисленных мышц, обеспечивающих выполнение механических функций органов, расположенных в пределах головы, и соединительнотканых органов с включениями жира и мозга. Головы большинства видов рыб служат сырьем для приготовления кормовой муки и жира. Головы осетровых и лососевых рыб относятся к

пищевому сырью. Головы сазана, морского окуня, протипомы и других рыб пригодны для приготовления ухи.

В головах осетровых рыб содержится около 14 % костей, а мышцы, хрящи, связки, жировые отложения составляют в сумме около 86 % массы головы и 10–40 % от массы рыбы. При этом относительная масса голов у сельдей, лососей, сигов, камбал колеблется от 10 до 12 %, у осетровых, тресковых, сомовых, щуки составляет до 22 %, а у морского окуня и атлантической ставриды достигает 25–28 %.

Содержание жира в съедобной части головы составляет 18,8 %, белка – 11,5 %. Это обуславливает необходимость использования голов осетровых в пищевых целях. В то же время у трески только 9 % массы головы можно использовать на пищевые цели, в связи, с чем представляется более целесообразным направлять такие головы на производство кормовой муки.

Тело рыбы покрыто кожей, которая имеет наружный слой – эпидермис и внутренний – кориум (или дерму). Эпидермис состоит из большого числа эпителиальных клеток, в этом слое находятся слизотделительные, пигментные, светящиеся и ядоотделительные железы. Кориум, или собственно кожа, представляет собой соединительную ткань, пронизанную кровеносными сосудами и нервами. Здесь же находятся скопления больших пигментных клеток и кристаллов гуанина, придающих коже рыб серебристую окраску.

Кожа составляет 2–7 % от общей массы рыбы. Кожа построена из переплетающихся волокон коллагена. С внутренней стороны она непосредственно соединяется с туловищной мышечной тканью или отделяется от последней слоем подкожной жировой ткани (рис. 110).



Рисунок 110 – Кожа камбалы

В коже содержится большое количество азотсодержащих веществ, в основном коллаген (85–90 % от общего содержания азоти-

стых веществ). В ней имеется некоторое количество жира (у трески 0,4–0,7 %, у севрюги – 2,5 %). Высокое содержание жира в коже некоторых рыб придает ей, несомненно, пищевую ценность, поэтому обычно кожа используется вместе с мясом. Кожа некоторых рыб (акулы, зубатки, скаты) может быть использована как кожевенное сырье (рис. 111).

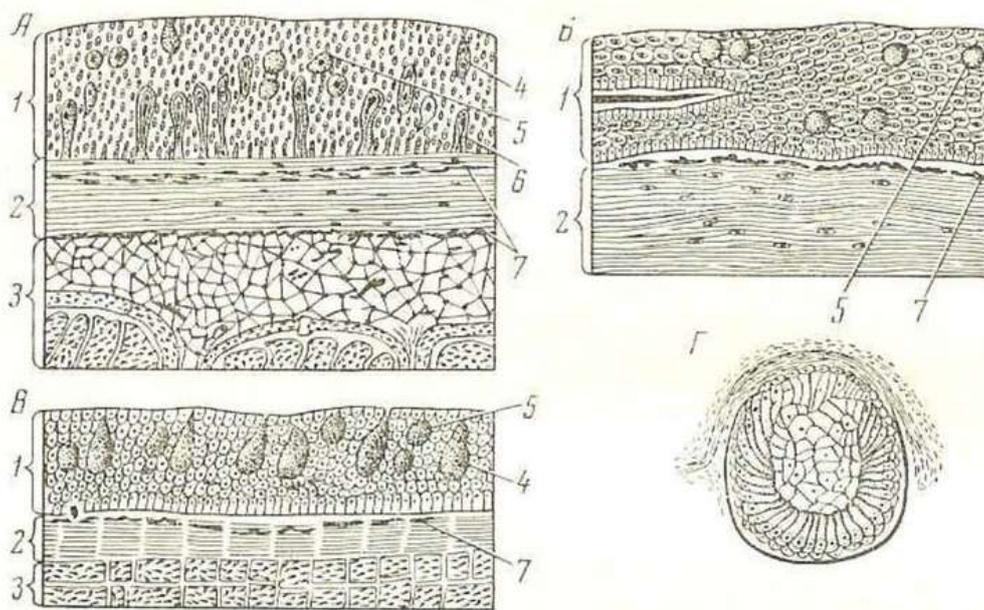


Рисунок 111 – Схема строения кожи:

а – расположение чешуи в коже костистых рыб: 1 – эпидермис; 2 – чешуя; 3 – дерма; б – переплетение коллагеновых волокон в коже осетра

Плавательный пузырь составляет обычно не более 1 % (у осетровых 0,6–0,8 %). Плавательные пузыри различны по величине и форме, лишь у немногих видов рыб (камбаловых, пинагора) плавательный пузырь вообще отсутствует. Чаще всего плавательный пузырь расположен в спинной стороне тела, между почками и пищеварительным трактом. У некоторых рыб плавательные пузыри вплотную прилегают к позвоночнику или внутренностям, у других они свободно подвешены в полости тела (рис. 112).

Плавательный пузырь представляет собой продолговатый мешочек, форма которого может быть разной, иногда, как у многих карповых, он перетянут в два сообщающихся мешочка. Плавательный пузырь состоит из двух слоев – внутреннего и наружного, которые отличаются строением и химическим составом.

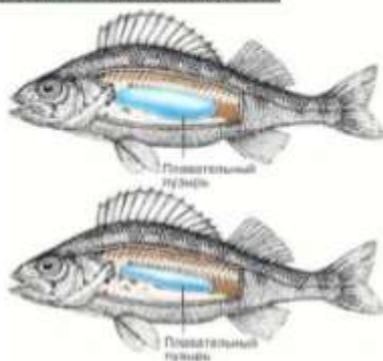


Рисунок 112 – Расположение плавательного пузыря

Внутренний слой у некоторых видов рыб (осетровые) представляет собой чистые коллагеновые волокна. В наружном слое может содержаться некоторое количество мышечных и эластиновых волокон, в нем иногда откладываются минеральные вещества. Ценность плавательного пузыря предопределяется содержанием в нем глитина – клейдающего вещества, образующегося при тепловой обработке коллагена. Плавательный пузырь многих видов рыб является ценным сырьем для получения высококачественного клея. У крупных осетровых рыб плавательный пузырь достигает больших размеров. Верхний слой плавательного пузыря осетровых рыб снимают, а нижний сушат и получают ценный клей (рис. 113).



Рисунок 113 – Плавательный пузырь осетра

Чешуя составляет от 1,0 до 10 % от массы тела рыбы. Она заложена в рыхлой части дермы и прочно с ней связана. Существует несколько видов чешуи: плакоидная у акул, ганоидная у осетровых и костная у костистых рыб (рис. 114).

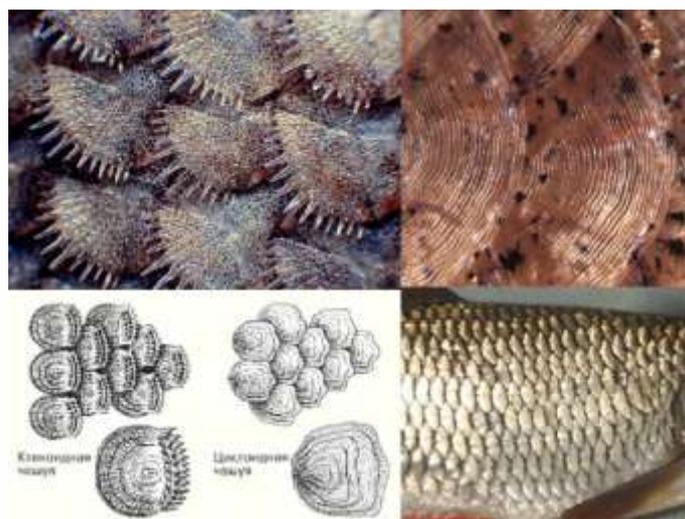


Рисунок 114 – Костная чешуя рыб

Наибольший интерес представляет чешуя костистых рыб. На разрезе можно обнаружить, что нижняя часть построена из коллагеновых волокон и является многослойной. Между волокнами имеются отложения из минеральных веществ, цементирующих волокна. Самый верхний слой чешуйки образован из костеобразного вещества. На нижней части (внутренней стороне) чешуйки под эпидермисом находится гуанин. Содержание гуанина в чешуе сравнительно невысокое – 0,06–0,3 % от ее массы. Белковые вещества чешуи на 80 % состоят из коллагена. Чешуя является сырьем, пригодным для комплексной переработки. Из нее получают гуанин, который является ценным сырьем для производства жемчужного пата (искусственного жемчуга). После отделения гуанина чешуя может использоваться для получения клея, а вываренный остаток – для производства кормовой муки.

Внутренности рыб составляют обычно 3–6 % массы целой рыбы, из которой на долю желудка и кишечника приходится 2–4 %, на долю плавательного пузыря – 0,5–1 %, на долю сердца, селезенки, почек и брыжейки, поддерживающей внутренние органы – 0,1–0,2 %. В период интенсивного питания масса внутренностей увеличивается до 10–15 % в результате обильного наполнения пищеварительного тракта пищей и отложения жировой ткани в брюшной полости.

Пищеварительные органы состоят из пищевода, желудка, кишечника, желез, печени, поджелудочной железы и пилорических придатков, которые служат добавочными органами пищеварения и всасывания пищи (рис. 115).

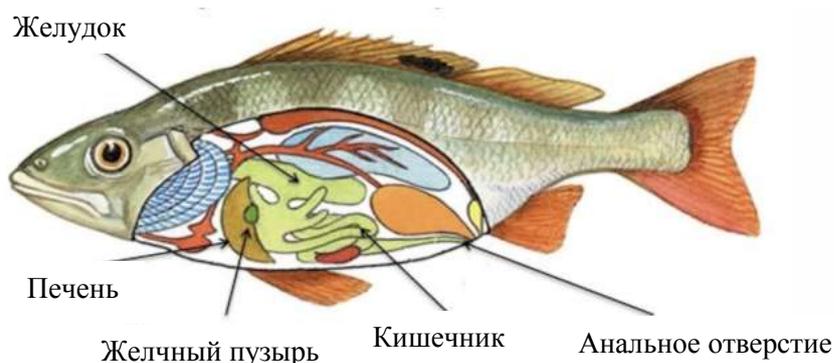


Рисунок 115 – Пищеварительная система окуня

У рыб имеется от одного до двухсот пилорических придатков, особенно развиты они у лососевых, сельдевых, скумбриевых. Не у всех рыб перечисленные пищеварительные органы представлены полностью. У некоторых рыб (лещ, сазан, вобла) отсутствует желудок, у многих (лещ, сазан, вобла, сельдь, треска) – поджелудочная железа. Мирные безжелудочные рыбы питаются почти непрерывно, так как пища у них не задерживается в переднем отделе кишечника, а как по конвейеру передвигается вдоль пищеварительного тракта, постепенно перевариваясь (сельдевые, карповые, многие бычки).

Масса внутренних органов некоторых рыб составляет от 3,8 % (морского окуня) до 8 % (у крупной трески) от массы тела рыбы. Пищеварительный аппарат рыб в большинстве случаев свободно подвешен в полости тела. Стенки пищевода, желудка и кишечника состоят из гладких мышечных волокон и изнутри выстланы однослойным или многослойным эпителием. В клетках соединительной ткани, окружающей пищеварительный тракт, у некоторых видов рыб накапливается значительное количество жира. Жировая ткань, окутывающая внутренности рыбы, в период максимального развития чрезвычайно богата жиром. Например, жировая ткань судака содержит до 88 % жира и составляет до 50 % массы всех внутренностей (без икры). Пищеварительные органы следует направлять на производство кормовой муки. Внутренности с большим содержанием жира могут быть использованы для получения жира. Из внутренностей рыб также возможно получение ферментных препаратов. Из органов, находящихся во внутренней полости тела рыбы, стоит упомянуть почки. Они представляют собой парные образования удлинённой формы, расположенные под позвоночником.

Почки являются рыхлыми образованиями, пронизанными сетью кровеносных сосудов – капилляров, наполненных кровью, которая

является благоприятной средой для развития микроорганизмов. Поэтому при разделке рыбы их рекомендуется удалять вместе с расположенными под позвоночником кровеносными сосудами (рис. 116).

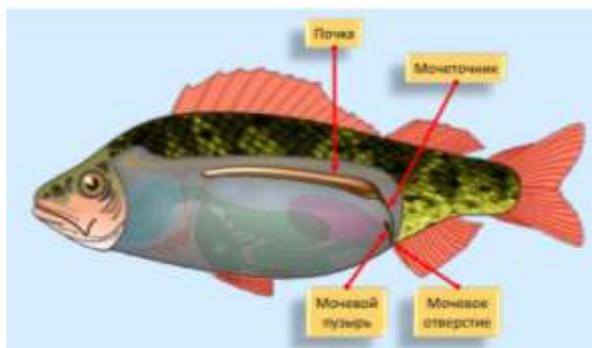


Рисунок 116 – Почки рыб

Кровь рыб не является сырьем для пищевых целей.

Пресноводные костистые рыбы имеют меньший объем крови (1,8–4,1 %), чем морские (1,9–7,3 %) (табл. 7).

Таблица 7 – Содержание крови у некоторых рыб

Вид рыб	Количество крови, %
Окунь	1,3
Карп	2,2
Шука	2,1
Камбала	2,0
Сом	4,1
Скумбрия	6,2
Ставрида	7,3
Акула	6,7–3,7
Тунец	7,4–6,5

При отстаивании на холоде или центрифугировании кровь разделяется на жидкую часть (плазму) и осадок, состоящий из форменных элементов. Гемоглобин – вещество, содержащееся в форменных элементах крови, при хранении быстро окисляется и переходит в метгемоглобин, придающий мясу рыбы темный оттенок. Кроме того, кровь является средой, благоприятной для развития гнилостных бактерий и подвергается порче быстрее, чем мясо рыбы. Поэтому в ряде случаев из рыбы при разделке сразу после вылова удаляют кровь, например, при разделке тресковых на филе и клипфиск. Кровь удаляют также при разделке тунцов, осетровых (кроме стерляди) и акул. Раз-

делка рыбы, требующая обескровливания, начинается с подрезания у живой рыбы брюшной аорты между парой грудных плавников. Сердце, продолжая пульсировать, выкачивает кровь из системы (рис. 117).

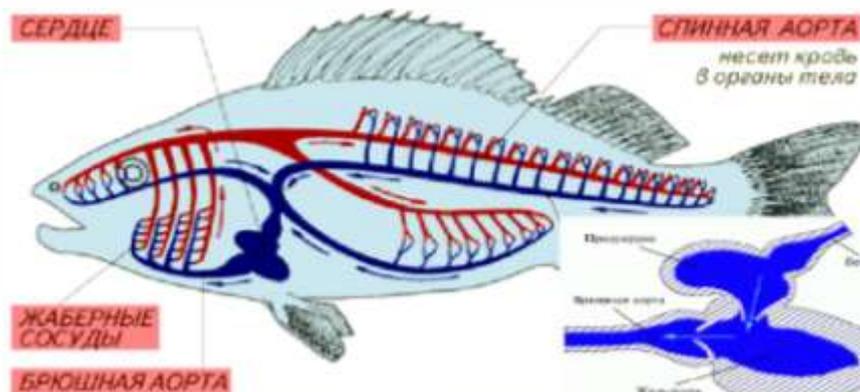


Рисунок 117 – Кровеносная система рыб

Хрящ, в частности хрящевой позвоночник у осетровых рыб, представляет собой особый интерес. В центре позвоночника находится трубчатое образование – спинная струна, состоящая из хрящей. При разделке осетровых рыб ее обязательно удаляют. Спинная струна имеет наружную плотную часть, внутренняя ее часть заполнена студнеобразным веществом.

Внутренняя и наружная части спинной струны отличаются не только по строению, но и по химическому составу. Если во внешней части содержится 83,4 % воды, 17,0 % белка, 0,8 % золы, то во внутренней соответственно 95,0 %, 3,7 % и 1,0 %. Как видно из этих данных, внутренняя часть спинной струны не представляет интереса в качестве сырья для обработки. В связи с этим ее выбрасывают, а наружную часть высушивают и реализуют под названием «вязига», которая используется для приготовления кулинарных изделий (рис. 118).



Рисунок 118 – Вязига осетровых рыб

Другие хрящи осетровых рыб также представляют интерес для пищевого использования, в них содержится до 14–15 % белка и 13–14 % жира.

Тема 15. Посмертные изменения и способы сохранения качества рыбы

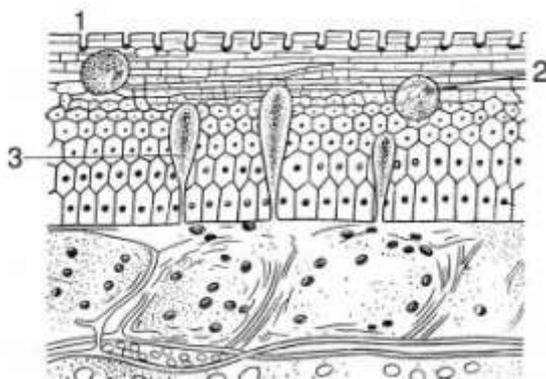
Рыба, вынутая из воды, быстро умирает (засыпает) от удушья (асфиксии) в результате недостаточного поступления в ее организм кислорода. Причиной гибели ее от удушья является чрезмерное накопление в крови и мышцах молочной кислоты и других неокисленных продуктов обмена веществ, вызывающих паралич нервной системы.

После смерти в теле рыбы происходят физические и химические изменения под влиянием собственных ферментов и микроорганизмов, приводящих в конечном результате к ее порче. Посмертные изменения в рыбе принято разделять на следующие стадии:

- выделение слизи на поверхности рыбы;
- посмертное окоченение;
- ферментативный распад тканей, или автолиз;
- бактериальное разложение.

В зависимости от условий содержания рыбы, особенно температуры среды, продолжительность каждого процесса может меняться, причем один процесс может накладываться на другой.

Слизь образуется в специальных слизевых клетках, расположенных в эпидермисе кожи, которые начинают усиленно функционировать после смерти рыбы. Одни рыбы (угорь, стерлядь, сом, линь) выделяют значительное количество слизи, другие (лососевые, окунь), очень мало. Как правило, рыбы с хорошо развитой чешуей выделяют мало слизи (рис. 119).



*Рисунок 119 – Строение кожи рыб:
1 – бокаловидные слизевые клетки;
2 – зернистые клетки; 3 – колбовидные клетки*

Рыбы, способные выделять много слизи, совсем не имеют чешуи или она слабо развита. Отделение слизи бывает настолько значительным, что она покрывает сплошным слоем тело рыбы, составляя при этом 2–3 % от ее массы, а иногда и более. В слизи рыб содержится около 12 % сухого вещества преимущественно белкового характера. В первое время слизь задерживает развитие микроорганизмов, так как в ней содержатся бактерицидные вещества. Но вскоре она теряет защитные функции и становится благоприятной средой для развития микроорганизмов. Основная составная часть слизи – глюкопротеид муцин – является хорошим субстратом для бактерий, вследствие чего слизь быстро загнивает и приобретает неприятный гнилостный запах. Выделение слизи не является признаком недоброкачества рыбы, но, аккумулируя бактерии на поверхности рыбы, она способствует дальнейшему проникновению их в глубину мышц (рис. 120).



Рисунок 120 – Обильное выделение слизи (лινь)

Окоченение у рыб начинается сразу в отличие от теплокровных животных, у тех оно начинается спустя 3–4 ч. Быстрое посмертное окоченение связывают с тем, что в мышцах живой и уснувшей рыбы отмечается высокое содержание аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), которая удерживает актин и миозин в диссоциированном состоянии. При работе живого организма так же, как и после его смерти, происходит распад находящейся в мышцах АТФ на АДФ (аденозиндифосфорную кислоту) и фосфорную кислоту под влиянием АТФ-азной активности миозина. Однако в живом организме полного распада АТФ не происходит, образующаяся АДФ снова восстанавливается до АТФ.

В мертвом организме в отличие от живого процесс идет преимущественно в направлении автолитического распада высокоэнергетических веществ и по мере расходования креатинфосфата, гликогена и АТФ до 10–15 % происходит ассоциация актина и миозина с

образованием нерастворимого комплекса (актомиозина), придающего мышце жесткость (окоченение).

Посмертное окочение проявляется в потере уснувшей рыбой высокой гибкости и эластичности и затвердевании его в результате сложных биохимических процессов, вызывающих сокращение мышц. При этом миофибриллы, волокна и в целом мышцы напрягаются, сокращаются по длине и становятся толще в диаметре (рис. 121).

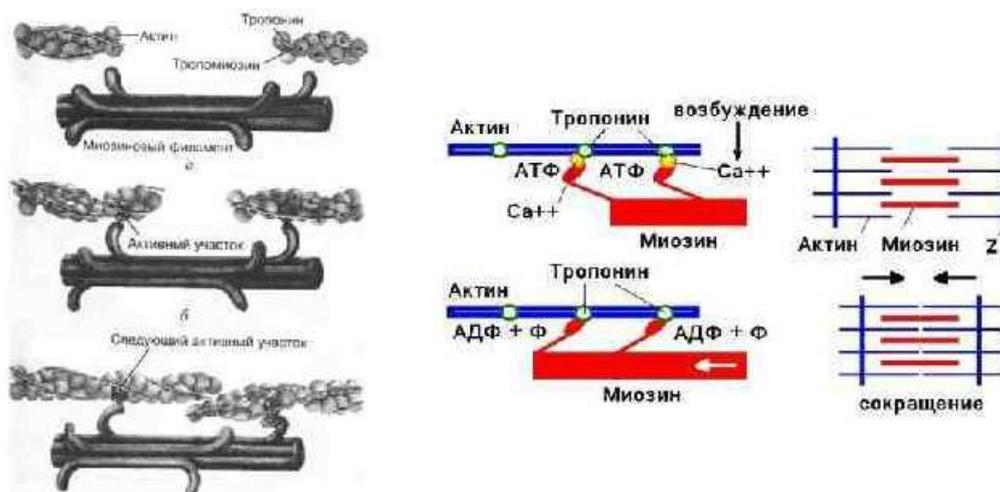


Рисунок 121 – Сокращение мышц при посмертном окочении

Если мясо только что уснувшей рыбы отделено от скелета, например, в случае разделки на филе, то оно, сокращаясь при посмертном окочении, становится короче вдоль волокон, но толще и шире по сравнению с первоначальными размерами филе. Однако объем куска мяса при этом не изменяется. Филе трески по длине сокращается до 33 % от первоначальной длины.

Когда мышцы рыбы находятся на костях, то они напрягаются, но не изменяются по длине. После некоторого хранения уснувшей рыбы состояние окочения проходит. Причины, вызывающие расслабление окоченевших мышц, по-видимому, связаны с воздействием протеолитических ферментов рыбы и микроорганизмов на белки мышечных волокон. Продолжительность посмертного окочения зависит от вида рыбы, ее физиологического состояния при вылове, способа умерщвления, температурных и других условий.

У подвижных рыб, совершающих энергичные и быстрые движения, окочение обычно наступает раньше и завершается быстрее, чем у малоподвижных рыб. Окочение упитанной рыбы более ярко выражено, чем истощенной. У рыбы, убитой непосредственно после

изъятия из воды, окоченение наступает позже, чем у погибшей от удушья, и длится дольше. Очень большое значение имеет температура хранения рыбы: чем выше температура, тем скорее наступает окоченение.

Установлена прямая зависимость между температурой хранения рыбы и продолжительностью посмертного окоченения у некоторых рыб (табл. 8).

Таблица 8 – Продолжительность посмертного окоченения у рыб

Вид рыбы	Температура хранения, °С	Продолжительность посмертного окоченения, ч
Камбала	30	1,0–2
	17	30–34
	3	72–96
Пикша	35	0,5–0,7
	15	10–24
	5	48–60
Сельдь атлантическая	11–12	3–6
Килька	7	8–15
	20–15	3–4
	10–14	8–13
	0	15–16

Окоченение при более высокой температуре сопровождается и более глубокими изменениями белков мяса, что проявляется, в частности, в большем количестве сока, выделяемого из мяса рыбы под давлением. Поэтому необходимо, чтобы рыба и особенно филе до наступления окоченения хранилось при возможно более низкой температуре. Качество рыбы в состоянии посмертного окоченения высокое. Чем позднее наступает окоченение и чем дольше оно продолжается, тем больше возможный срок хранения рыбы. Окончанием процесса является расслабление мышц, которое наступает после полного распада АТФ. Отсутствие энергии в мышце вызывает распад актомиозинового комплекса с образованием белков миозина и актина. При этом восстанавливается структура мышц, повышается рН, растворимость белков, мясо рыбы в этот период отличается приятным вкусом и ароматом.

Автолиз. Под автолизом понимают процесс распада белковых веществ тканей под действием ферментов. Автолиз вызывается целой

группой ферментов, включающей протеиназы, липазы и амилазы, но основная роль при этом отводится протеолитическим ферментам. Под действием этих ферментов, разрушающих соединительнотканые белки (коллаген), изменяется структурная сетка мышечной ткани, обуславливающая упругость тела свежей рыбы.

Поэтому автолиз – это совокупность всех процессов ферментативного распада веществ, входящих в состав тканей рыбы: белков, жиров, углеводов, фосфорных соединений. При автолизе происходит постепенный распад белков, составляющих структуру мышечной ткани, до полипептидов и аминокислот, накапливаются и другие продукты распада веществ, входящих в состав мяса рыбы. Образующиеся при автолизе продукты расщепления белков, жира и других веществ являются вполне доброкачественными, и потому автолиз не может рассматриваться как явление порчи. Однако автолиз сопровождается структурными изменениями тканей, внешне выражающимися в их размягчении и ослаблении консистенции рыбы. Вместе с тем продукты расщепления белков являются питательной средой для бактерий и подготавливают почву для бактериальных процессов. Автолиз под влиянием ферментов внутренних органов может приводить к разрыву тканей брюшка у свежей рыбы (лопанец). Поэтому при разделке рыбы необходимо обращать внимание на зачистку внутренней полости рыбы.

Ткани живой рыбы обычно стерильны. Бактерии могут находиться в кишечнике и на поверхности рыбы. После смерти рыбы бактерии в ткани проникают как из кишечника, так и с поверхности. В тканях рыбы содержатся все питательные вещества, необходимые для развития гнилостных бактерий, и достаточное количество влаги для их нормальной жизнедеятельности. В зависимости от температуры окружающей среды гнилостные процессы развиваются с большей или меньшей скоростью. Чем выше температура, тем выше скорость бактериального разложения рыбы, и наоборот. Бактерии могут разлагать белки. Однако лучшим субстратом для их развития являются продукты распада белков, в частности, аминокислоты. Под влиянием ферментов бактерии разлагают аминокислоты с образованием газообразных веществ: водорода, углекислого газа, аммиака, сернистых соединений (сероводорода, меркаптана), триметиламина и других, придающих рыбе неприятный запах и даже токсические свойства. Глубокие изменения химического состава тканей, а также их структуры в результате бактериального разложения легко обнаруживаются по

внешним признакам. Эти изменения зависят от глубины процесса гниения. Они проявляются в том, что мясо становится более дряблым, изменяется его цвет, становится тусклым, сероватым или зеленым. В толще мяса обнаруживаются пузырьки газа. По мере накопления газа пузырьки лопаются, и из них выходит газ. Консистенция мяса становится мягкой, мясо теряет связь с костями, в нем появляются заметные пустоты. Запах становится неприятным, усиливается при нажатии на рыбу. Рыба в стадии бактериального разложения непригодна в пищу и не может быть использована как сырье для обработки.

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 в 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 в орбиты. Кожные покровы тускнеют. Мясо становится дряблым при прощупывании. Рыбу в стадии бактериального разложения в пищу не употребляют.

При автолизе белки под действием эндопептидазы распадаются до пептонов и полипептидов, а также до аминокислот. Некоторые аминокислоты под действием дезаминазы расщепляются с образованием аммиака. Увеличивается уровень свободных серосодержащих аминокислот, изменяется их качественный состав, что влечет изменение вкуса и аромата мяса.

Под действием собственных липолитических ферментов происходят гидролиз и окисление липидов, содержащихся как в мышечной, так и в жировой тканях. Наиболее устойчивыми при этом остаются нейтральные жиры. При гидролизе под действием липаз глицериды распадаются на глицерин и жирные кислоты.

Фосфолипиды под действием лецитиназ образуют жирные кислоты, холин и фосфорную кислоту. Изменяется качественный состав жирных кислот. Из ненасыщенных жирных кислот образуются низкомолекулярные насыщенные жирные кислоты. При окислении жир-

ных кислот накапливаются перекиси, гидроперекиси, альдегиды, кетоны и др. Накопление продуктов распада жирных кислот способствует появлению прогорклого вкуса.

Автолиз постепенно переходит в бактериальное разложение. Эти процессы обычно не разграничивают. Автолиз зависит от температуры тела. Чем она выше, тем быстрее идут ферментативные процессы. Для торможения этих процессов рыбу следует хранить при температуре, близкой к 0 °С.

Тема 16. Способы сохранения качества рыбы

Существующие способы сохранения (консервирования) рыбы и нерыбных объектов моря преследуют цель в той или иной мере инактивировать (прекратить) действие тканевых ферментов и подавить жизнедеятельность микроорганизмов. Содержание рыбы в живом виде далеко не всегда возможно. Поэтому применяют специальные способы консервирования уснувшей рыбы. В задачу консервирования входит не только сохранение сырья, но и получение продуктов с определенными пищевыми, вкусовыми и техническими свойствами. Существуют следующие способы консервирования рыбы, а также других объектов морского промысла:

– способ, основанный на применении низких температур (охлаждение и замораживание), при которых в той или иной мере уменьшается активность тканевых ферментов и задерживается развитие микроорганизмов. Рыбу охлаждают до температуры около минус 1 °С – плюс 5 °С, замораживают обычно до температуры минус 18 °С и ниже (рис. 122).



Рисунок 122 – Камеры шоковой заморозки рыбы

Этот способ основан или только на применении холода или на применении холода в сочетании с антисептиками и антибиотиками;

– способ, основанный на применении высоких температур, при которых удается инактивировать действие тканевых ферментов, находящихся в рыбе, и в той или иной степени уничтожить микроорганизмы или подавить их жизнедеятельность. Продукт помещают в герметически закрытые емкости и прогревают до температуры плюс 65–70 °С (пастеризация) или выше плюс 100 °С (стерилизация) в течение определенного промежутка времени (рис. 123);



Рисунок 123 – Стерилизатор

– способ, основанный на удалении из рыбы части воды (сушка) (рис. 124).



Рисунок 124 – Сушка рыбы

Для действия многих ферментов и микроорганизмов необходима вода с растворенными в ней азотистыми веществами. Высушивание создает неблагоприятные условия для действия тканевых ферментов и жизнедеятельности микроорганизмов;

– способ, основанный на введении в ткани рыбы специальных химических консервирующих веществ (поваренная соль, уксусная и другие кислоты, антисептики) (рис. 125).



а



б

*Рисунок 125 – Посол рыбы:
а – «сухой» посол; б – «мокрый» посол*

В результате введения этих веществ в ткани рыбы создаются неблагоприятные условия для деятельности тканевых ферментов и микроорганизмов. Консервирующие вещества вводят в рыбу в определенных количествах, чтобы не только продлить сроки ее хранения, но и придать ей определенный вкус, сохранив при этом пищевую ценность.

Контрольные вопросы

1. Основные семейства и виды промысловых рыб, их место в уловах.
2. Морфологическое строение тканей рыб.
3. Физические свойства рыбы.
4. Понятие массового состава рыбы.
5. Ткани рыбы, их состав, свойства, значение в питании человека.
6. Химический состав тканей рыбы в зависимости от возраста, пола, места обитания и сезона лова.
7. Характеристика отдельных органов и частей тела рыбы, их соотношение к массе целой рыбы.
8. Стадии посмертных изменений тканей рыбы.
9. Пищевая ценность рыбы в сопоставлении с пищевой ценностью других продуктов животного происхождения.
10. Характеристика посмертных изменений в тканях рыб и способы сохранения качества рыбы.
11. Основные способы сохранения рыбы (консервирование рыбы).
12. Химический состав, особенности строения отдельных органов и частей тела рыбы, значение как сырья для обработки.
13. Производственные процессы в рыбноводном хозяйстве.

14. Наиболее важные этапы в истории рыбоводства.
15. Связь биологических особенностей рыб с их воспроизводством.
16. Характеристика естественной рыбопродуктивности водоемов.
17. Физиологические основы кормления рыбы.
18. Требования к перевозке и хранению живой и уснувшей рыбы-сырца.
19. Физические свойства рыбы, их характеристика.
20. Факторы, влияющие на естественную рыбопродуктивность.

Контрольные тесты

1. Период, по истечении которого продукция становится негодной для использования по назначению:
 - а) срок хранения;
 - б) годности;
 - в) реализации.

2. Период, в течение которого продукт может продаваться потребителю:
 - а) срок реализации;
 - б) хранения;
 - в) годности.

3. Тело в форме веретена или торпеды имеет:
 - а) угорь;
 - б) семга;
 - в) камбала.

4. Отношение площади поверхности рыбы к ее объему или массе:
 - а) плотность рыбы;
 - б) удельная поверхность рыб;
 - в) объемная масса рыб.

5. Отношение массы рыбы к объему:
 - а) плотность рыбы;
 - б) насыпная масса;
 - в) центр тяжести.

6. Плотность живой рыбы составляет около ($\text{кг}/\text{м}^3$):

- а) 3000;
- б) 2000;
- в) 1000.

7 Плотность потрошенной рыбы и мяса рыб ($\text{кг}/\text{м}^3$):

- а) 1050–1080;
- б) 2050–2080;
- в) 3050–3080.

8. Центр тяжести у рыб находится:

- а) в средней части тела;
- б) передней;
- в) хвостовой.

9. Угол естественного откоса у снулого судака:

- а) 11° ;
- б) 21° ;
- в) 34° .

10. Угол скольжения скумбрии по белой жести составляет:

- а) $10,5^\circ$;
- б) 16° ;
- в) 63° .

11. Количество тепла, которое необходимо подвести к рыбе, чтобы изменить температуру единицы ее массы на 1°C называется:

- а) температуропроводность;
- б) теплопроводность рыбы;
- в) теплоемкость рыбы.

12. Теплоемкость рыбы зависит от ее химического состава и рассчитывается по формуле:

- а) $\lambda_0 = \lambda_{\text{в}} \text{В} + \lambda_{\text{сух. в-в}} (1-\text{В})$;
- б) $C_0 = C_{\text{в-в}} + C_{\text{ж-ж}} + C_{\text{б-б}} + C_3$;
- в) $\alpha = \lambda / (C \times \rho)$.

13. Теплоемкость жирных рыб (угорь) равна $\text{ккал}/(\text{кг},^\circ\text{C})$:

- а) 0,50–0,55;
- б) 0,80–0,85;
- в) 0,70–0,75.

14. Скорость изменения температуры в центре охлажденной или нагреваемой рыбы называется:

- а) температуропроводность;
- б) теплоизоляция;
- в) теплоемкость.

15. Коэффициент теплопроводности для свежих рыб составляет Вт/(м², К):

- а) 0,5;
- б) 0,1;
- в) 0,3.

16. Коэффициент теплопроводности для морженных рыб составляет Вт/(м², К):

- а) 1,1;
- б) 1,3;
- в) 1,6.

17. Коэффициент теплопроводности рыбы рассчитывают по формуле:

- а) $C_0 = C_{в-в} + C_{ж-ж} + C_{б-б} + C_3$;
- б) $\lambda_0 = \lambda_{в} V + \lambda_{сух. в-в} (1-V)$;
- в) $\alpha = \lambda / (C \times \rho)$.

18. Способность рыбы прилипать к поверхности тары называют:

- а) адгезией;
- б) температурой замерзания;
- в) температурой промерзания.

19. Морские рыбы имеют температуру замерзания (°С):

- а) -1-1,2;
- б) -2-2,5;
- в) -3-3,5.

20. Пресноводные рыбы имеют температуру замерзания (°С):

- а) -1,0-1,1;
- б) -1,4-1,6;
- в) -2,0-2,6.

21. Мышечная ткань живой и недавно уснувшей рыбы имеет удельное электросопротивление:

- а) низкое;
- б) среднее;
- в) высокое.

22. Автолизом мяса рыбы является:

- а) порча;
- б) созревание;
- в) высаливание.

23. Структурной единицей жировой ткани является:

- а) жировая клетка;
- б) тучная клетка;
- в) ретикулиновая клетка.

24. Наиболее питательная ткань мяса:

- а) костная;
- б) мышечная;
- в) соединительная.

25. Структурной единицей мышечной ткани является:

- а) жировая клетка;
- б) эластин;
- в) миофибриллы.

26. В состав соединительной ткани, входят белки:

- а) миоген;
- б) коллаген;
- в) миоглобин.

27. Содержание фосфора в мясе рыб (мг/100 г):

- а) 200;
- б) 300;
- в) 400.

28. Тощие рыбы содержат жира до (%):

- а) 4;
- б) 6;
- в) 8.

29. В составе соединительной ткани рыб эластин:

- а) содержится;
- б) не содержится;
- в) содержит только следы.

30. Количество соединительной ткани в мясе рыб (%):

- а) 0,6–3,5;
- б) 0,8–5,5;
- в) 1,2–7,5.

31. Содержание йода в мясе рыб (мг/кг):

- а) 1–3;
- б) 0,9– 0,95;
- в) 0,8–0,85

32. Наименьшее количество белка содержится в мясе:

- а) белуги;
- б) леща;
- в) севрюги.

33. Рыбий жир содержит более (%) непредельных жирных кислот:

- а) 70;
- б) 80;
- в) 90.

34. Содержание минеральных веществ в тканях рыб равно (%):

- а) 2,5–3;
- б) 1,5–2,5;
- в) 3,5–4,5.

35. Наиболее истощенной рыба бывает в период:

- а) икромета;
- б) перед нерестом;
- в) во время нагула.

36. Зернистой является икра:

- а) кетовая;
- б) осетровая;
- в) белужья.

37. Цвет икры форели:

- а) черный;
- б) оранжевый;
- в) красный.

38. Диаметр икринок осетровых рыб (мм):

- а) 2–3,5;
- б) 3–4;
- в) 5–7.

39. Оболочка икринок осетровых рыб имеет слоев:

- а) один;
- б) два;
- в) три.

40. Оболочка икринок лососевых рыб имеет слоев:

- а) один;
- б) два;
- в) три.

41. Икра рыбы располагается в ястыках. Ястыки – это:

- а) половые железы;
- б) слюнные железы;
- в) пищеварительные железы.

42. У осетровых и лососевых, в икре содержание жира (%):

- а) до 2–4;
- б) 10–11;
- в) 17–18.

43. Масса молок у самцов сельдей и лососей в период промысла (%):

- а) 2–5;
- б) 8–12;
- в) 14–16.

44. Сухой посол характеризуется:

- а) обработкой сырья посолочной смесью;
- б) шприцеванием сырья;
- в) выдерживанием сырья в рассоле.

45. Изменение белков при тепловой обработке:

- а) денатурация;
- б) клейстеризация;
- в) карамелизация.

46. Выделение белка из раствора называется:

- а) экстрагированием;
- б) высаливанием;
- 3) диффузией.

47. В отличие от денатурации высаливание не сопровождается:

- а) изменениями в структуре молекулы жиров;
- б) углеводов;
- в) белков.

48. К небелковым азотистым веществам относят:

- а) глобулин;
- б) аммиак;
- в) миоген.

49. Аммиак и триметиламин в мышцах рыб в больших количествах образуются:

- а) после смерти рыбы;
- б) в свежей рыбе;
- в) у больной рыбы.

50. Для пресноводных рыб характерно накопление в большом количестве в тканях:

- а) перекиси водорода;
- б) триметиламина;
- в) аммиака.

51. Для морских рыб характерно накопление в большом количестве в тканях:

- а) триметиламина;
- б) аммиака;
- в) гистамин.

52. У свежих рыб содержание азота свободных аминокислот (от общего количества азота в мышцах) не превышает (%):

- а) 1;
- б) 5;
- в) 10.

53. Вещество, которое образуется в тканях некоторых видов рыб при хранении и обладает токсическими свойствами, называется:

- а) сероводород;
- б) гистамин;
- в) кислород.

54. Особенность жиров рыбы – это преобладание в их составе жирных кислот:

- а) средненепредельных;
- б) низконепредельных;
- 3) высоконепредельных.

55. Жиры рыб при комнатной температуре имеют консистенцию:

- а) жидкую;
- б) твердую;
- в) тестообразную.

56. При нагревании до температуры плюс 200 °С и выше жиры рыб разлагаются с выделением:

- а) водорода;
- б) акролеина;
- в) воды.

57. При температурах, близких к 0 °С, активность ферментов:

- а) повышается;
- б) понижается;
- в) не изменяется.

58. При температурах выше плюс 60–70 °С ферменты:

- а) утрачивают свою активность;
- б) усиливают свою активность;
- в) не имеет значения.

59. Важным различием между морскими и пресноводными рыбами является практически полное отсутствие в мясе пресноводных:

- а) хлора и железа;
- б) кальция и фосфора;
- в) йода и брома.

60. Основной углевод мышечной ткани:

- а) глюкоза;
- б) гликоген;
- в) сахароза.

61. С возрастом рыбы наблюдается:

- а) снижение количества жира и снижение содержания воды;
- б) снижение количества жира и нарастание содержания воды;
- в) нарастание количества жира и уменьшение содержания воды.

62. Мясо составляет от массы рыбы около (%):

- а) 50;
- б) 30;
- в) 10.

63. Бурые мышцы от общей массы мускулатуры рыб составляют менее (%):

- а) 5;
- б) 10;
- в) 30.

64. Бурые мышцы отличаются от белых повышенным содержанием белка:

- а) глобулина;
- б) миозина;
- в) миоглобина.

65. Содержание миоглобина в бурых мышцах составляет (%):

- а) 1–3;
- б) 4–7;
- в) 10–13.

66. Основной белок рыбы:

- а) альбумин;
- б) ихтулин;
- в) глобулин.

67. Средняя масса ястыка у кеты от веса самки составляет (%):

- а) 8,5;
- б) 12,5;
- в) 28,5.

68. Цвет лососевой икры обусловлен присутствием:

- а) пигмента каротиноида;
- б) бактерий;
- в) микроорганизмов.

69. Содержание солей в мясе морских рыб по сравнению с пресноводными:

- а) меньше;
- б) больше;
- в) одинаково.

70. В икре лососевых содержание влаги (%):

- а) 9,0–10;
- б) 19,7–28;
- в) 49,7–68.

71. В икре лососевых содержание липидов (%):

- а) 4–8;
- б) 10,4–18;
- в) 25,4–30.

72. В икре лососевых содержание белка (%):

- а) 10,1–14,1;
- б) 26,1–36,1;
- в) 40,1–46,1.

73. Содержание азотистых веществ в мясе тунцов (%):

- а) 12–16;
- б) 22–26;
- в) 32–36.

74. В 100 г красной икры содержится калорий:

- а) 270;
- б) 320;
- в) 470.

75. Влажность свежей икры (%):

- а. 13–16;
- б. 23–36;
- в) 53–66.

76. По мере развития ястыков содержание в икре соединительной ткани:

- а) уменьшается;
- б) увеличивается;
- в) не изменяется.

77. Цвет и интенсивность окраски икринок зависят:

- а) от степени зрелости икры;
- б) вида кормов;
- в) погодных условий.

78. Высокое содержание астаксантина обнаружено в икре:

- а) горбуши;
- б) щуки;
- в) нерки.

79. Икра щуки имеет цвет:

- а) розовый;
- б) желтый;
- в) оранжевый.

80. Диаметр икринок кеты в среднем составляет (мм):

- а) 3–4;
- б) 4–4,5;
- в) 5–7.

81. Красная икра не содержит:

- а) углеводов;
- б) белков;
- в) витаминов.

82. В печени трески содержание витамина А (мг%):

- а) 2–4;
- б) 8–44;
- в) 50–55.

83. Кожа составляет от общей массы рыбы (%):

- а) 2–7;
- б) 9–11;
- в) 12–17.

84. Содержание гуанина в чешуе от массы чешуи (%):

- а) 0,01–0,2;
- б) 0,06–0,3;
- в) 0,44–0,5.5

85. Пресноводные костистые рыбы содержат в среднем крови (%):

- а) 0,8–1,1;
- б) 1,8–4,1;
- в) 5,8–6,1.

86. Количество крови у морских рыб по сравнению с пресноводными костистыми рыбами:

- а) больше;
- б) меньше;
- в) одинаковое.

87. Белковые вещества чешуи состоят из коллагена на (%):

- а) 30;
- б) 50;
- в) 80.

88. Филе трески по длине в период окоченения сокращается от первоначальной длины (%):

- а) до 13;
- б) 33;
- в) 53.

89. У подвижных рыб, совершающих энергичные движения, по сравнению с малоподвижными рыбами окоченение наступает:

- а) раньше;
- б) позднее;
- в) одновременно.

90. Чем позднее наступает окоченение и чем дольше оно продолжается, тем срок хранения рыбы:

- а) меньше;
- б) больше;
- в) не имеет значения.

91. Относительная масса голов у сельдей и лососей составляет (%):

- а) 1–2;
- б) 4–6;
- в) 10–12.

92. Внутренности рыб составляют от массы целой рыбы (%):

- а) 3–6;
- б) 8–10;
- в) 12–15.

93. Отсутствует желудок у рыб:

- а) семга;
- б) сазан;
- в) карп.

94. Плавательный пузырь отсутствует:

- а) у камбалы;
- б) осетра;
- в) кеты;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение многообразных и сложных задач в отрасли требует совершенствования подготовки технологов рыбной промышленности. Они должны овладеть современными методами анализа гидробионтов и продуктов, вырабатываемых из них, с помощью которых решаются вопросы оценки качества сырья и продукции, изучается их биохимический состав, а также различных веществ, формирующих и определяющих качество готовой продукции.

Дисциплина «Технология производства и переработки рыбы и рыбных продуктов» является очень важной в цикле подготовки технологов по переработке продукции сельского хозяйства. Без нее невозможно изучение вопросов, связанных с производственным контролем. Ее знание необходимо для написания выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей производственной работе. Не менее важно ее значение для студентов, привлекаемых к выполнению научно-исследовательской работы по специальности, особенно для продолжения исследований в магистратуре и аспирантуре.

Вы закончили изучение дисциплины «Технология производства и переработки рыбы и рыбных продуктов». Надеюсь, данное учебное пособие «Основы рыбоводства» помогло вам не только подготовиться к зачету, но и приобрести необходимые знания и навыки по овладению современными приемами производства рыбы, научиться использованию методов исследования качества рыбы и рыбного сырья. Пособие написано в удобной форме, проиллюстрировано информативными рисунками, достаточно полно освещает основные понятия, важные для технолога сельскохозяйственного производства:

- биологические особенности рыб;
- естественная рыбопродуктивность водоемов и определяющие ее факторы;
- физиолого-биохимические основы кормления рыб;
- перевозка и хранение свежей и уснувшей рыбы-сырца;
- классификация свойств рыбного сырья;

В учебном пособии к каждому разделу даны контрольные вопросы и тесты.

Учебное пособие «Основы рыбоводства» послужит хорошим источником знаний для студентов очной, заочной форм обучения по направлениям подготовки «Зоотехния», по дисциплинам «Рыбоводство» и «Технология первичной переработки продуктов животноводства»; «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» по дисциплинам «Технология производства и переработки рыбы и рыбных продуктов», «Технология переработки рыбных продуктов».

ГЛОССАРИЙ

Термины и определения (ГОСТ 50380-92)

Абсолютная плодовитость – общее число икринок в яичнике самки.

Актин – глобулярный белок, из которого образованы микрофиламенты.

Автолиз – процесс распада белковых веществ тканей под действием ферментов.

Бентос – совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоемов.

Гидробионты (*Hydrobiontes*) – организмы, постоянно обитающие в водной среде.

Глютин – клейдающее вещество, образующееся при тепловой обработке коллагена.

Гонады – икра и молоки.

Гемоглобин – сложный железосодержащий белок животных.

Детрит – совокупность взвешенных в воде и в осевших на дно водоема органико-минеральных частиц.

Грохотка – решето для отделения зёрен рыбьей икры от плёнок.

ЕРП – суммарный прирост рыбы, достигшей нормативной массы, полученный за вегетативный период с единицы площади за счет естественной кормовой базы водоема.

Жучки – костные образования конической формы на теле осетровых.

Жировой плавник – плавник, лишенный плавниковых лучей, расположенный в хвостовом отделе, позади спинного плавника. Имеется у сомовых и лососевых рыб.

Ихтиофауна – совокупность рыб какого-либо водоема.

Икринка – яйцеклетка у рыб.

Инкубационный период – период развития икры от оплодотворения до выклева личинок.

Качество – это совокупность свойств, обуславливающих способность продукции удовлетворять определенные потребности в соответствии со своим назначением.

Кориум – внутренний слой кожи.

Клипфиск – рыбный продукт, получаемый методом холодной сушки, солено-сушеная треска или пикша.

Личинка – одна из ранних стадий развития молоди, выклюнувшаяся из икринки.

Литофилы – откладывают икру на каменистый или песчаный грунт.

Мотыль – личинка комаров-звонцов.

Миоглобин – белок, придающий мышцам красный цвет.

Миозин – фибриллярный белок, один из главных компонентов сократительных волокон мышц – миофибрилл.

Малек – уже вполне сформировавшаяся рыбки, обладающей всеми признаками взрослой рыбы.

Молодь рыбы скатывается – уплывают в море.

Навеска – часть пробы, предназначенная для определения отдельных показателей качества продукта.

Насыпная масса рыбы – масса, вмещающаяся в единице объема при ее свободном насыпании.

Нерест – естественный процесс размножения у рыб.

Нерестовые бугры – гнезда, вырытые рыбой в гальке.

Оборот в рыбоводстве – отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до товарной массы.

Остракофилы – рыбы, которые откладывают икру под створки живых моллюсков.

Олигохеты – малощетинковые черви, подкласс кольчатые.

Относительная плодовитость – число икринок, приходящееся на 1 кг массы тела самки.

Органолептическая оценка качества – определения внешнего вида, вкуса, запаха, консистенции сырья и продукта.

Перифитон – живые организмы, развившиеся в прикрепленном состоянии на субстрате под водой.

Плотность рыбы – это отношение ее массы к объему (как правило, больше плотности воды).

Плодовитость – общее количество икринок, выметанное рыбой.

Проба – часть среднего образца, выделенная для проведения лабораторных испытаний.

Пелагофилы – рыбы, которым для нереста не нужен субстрат.

Псаммофилы – рыбы, которые нерестятся на песчаных участках.

Полносистемные рыбоводные хозяйства – занимаются разведением и выращиванием рыбы от икринки до получения товарной продукции.

Реологическая характеристика качества – характеризуют поведение продукта в условиях напряженного состояния и позволяют связать между собой напряжения, деформации или скорости деформации в процессе приложения усилий.

Садок – приспособление для ловли рыбы.

Сарколемма – оболочка мышечного волокна.

Саркоплазма – протоплазма мышечного волокна.

Септы – перегородки соединительной ткани, разделяющие мышцы рыб.

Свойство – это (в данном случае) объективная особенность продукции, которая проявляется при ее производстве и потреблении.

Сеголетки – рыба до года.

Сестон – органические вещества, находящиеся в воде во взвешенном состоянии.

Снулая рыба – павшая рыба.

Сарганообразные рыбы – откладывают икру на плавающие предметы.

Средняя проба – часть исходного образца, направляемая в лабораторию для исследования.

Срок годности – период, по истечении которого продукция становится негодной для использования по назначению.

Срок хранения – период, в течение которого при соблюдении условий хранения в продукте не изменяются потребительские свойства, указанные в нормативной документации.

Температура замерзания рыбы (криоскопическая) – температура, при которой содержащаяся в ее тканях вода начинает превращаться в лед.

Температуропроводность – способность рыбы с некоторой скоростью изменять температуру при охлаждении или нагревании

Теплоемкость рыбы – это количество тепла, которое необходимо подвести к рыбе (или отвести), чтобы изменить температуру единицы ее массы на 1 градус.

Теплопроводность – это способность рыбы проводить тепло при нагревании ее или при охлаждении.

Тузлук – состоит из воды, соли, солерастворимых белков и продуктов их распада, тканевых и бактериальных ферментов.

Угол скольжения – это угол наклона, при котором положенная на плоскость рыба начинает скользить вниз под действием силы тяжести, преодолевая силу трения.

Удельная поверхность рыб – это отношение площади поверхности рыбы к ее объему или массе.

Упругость – способность сырья восстанавливать первоначальную форму после снятия нагрузки.

Фитофилы – рыбы, откладывающие клейкую икру на живые или отмершие растения.

Хирономиды – комары-звонцы, семейство двукрылых.

Центр тяжести – у рыб находится в передней части тела, т. е. ближе к голове.

Эндомизий – соединительная ткань, покрывающая мышечные волокна.

Эпидермис – наружный слой кожи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бредихина, О. В.* Научные основы производства рыбопродуктов: учебное пособие / *О. В. Бредихина, С. А. Бредихин, М. В. Новикова.* – Москва: КолосС, 2009. – 152 с.
2. *Баранов, В. В.* Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник / *В. В. Баранов, И. Э. Бражная, В. А. Гроховский* и [др.]. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2006. – 944 с.
3. *Власов, В. А.* Рыбоводство / *В. А. Власов.* – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – 348 с.
4. *Головина, Н. А.* Ихтиопатология / *Н. А. Головина.* – Москва: Мир, 2007. – 448 с.
5. *Ершов, А. М.* Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник / *А. М. Ершов* [и др.]. – Москва: КолосС, 2010. – 1063 с.
6. *Жаров, А. В.* Патологическая физиология и патологическая анатомия животных / *А. В. Жаров* [и др.]. – Москва: КолосС, 2007. – 320 с.
7. *Исаев, Г. П.* Физические методы обработки гидробионтов / *Г. П. Исаев.* – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2005. – 47 с.
8. *Калайда, М. Л.* Биологические основы рыбоводства: учебное пособие / *М. Л. Калайда.* – Казань: Казанский государственный. энергетический. университет, 2017. – 148 с.
9. *Мишанин, Ю. Ф.* Ихтиопатология и ветеринарно-санитарная экспертиза рыбы / *Ю. Ф. Мишанин.* – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 560 с.
10. *Морузи, И. В.* Рыбоводство / *И. В. Морузи, Н. Н. Моисеев, З. А. Пищенко.* – Москва: КолосС, 2010. – 360 с.
11. *Мезенова, О. Я.* Барьерная технология гидробионтов: учебное пособие / *О. Я. Мезенова* [и др.]. – Санкт-Петербург: Проспект науки, 2011. – 336 с.
12. *Остроумова, И. Н.* Биологические особенности кормления рыб / *И. Н. Остроумова.* – Санкт-Петербург: ГосНИОРХ 2012. – 235 с.
13. *Пономарев, С. В.* Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях / *С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарева.* – Астрахань: Астраханский государственный технический университет, 2003. – 186 с.
14. *Позняковский, В. М.* Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность: учебно-справочное пособие / *В. М. Позняковский, О. А. Рязанова, Т. К. Кале-*

ник, В. М. Дацун; под общ. ред. В. М. Позняковского. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. – 311 с.

15. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В. А. Власов. – Москва: Мир, 2007. – 456 с.

16. Рыжков Л. П. Основы рыбоводства / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 527 с.

17. Соловьева, Л. В. Сырье и материалы рыбной промышленности / Л. В. Соловьева, С. Ю. Мартынюк, И. В. Шиганкова. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский государственный технический университет, 2001. – 187 с.

18. Сафронова Т. М. Технология комплексной переработки гидробионтов / Т. М. Сафронова, В. Д. Богданов, Т. М. Бойцова, В. М. Дацун [и др.]; под ред. Т. М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.

19. Салимов, В. А. Практикум по патологической анатомии животных: учебное пособие / В. А. Салимов. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 256 с.

ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Учебное пособие

Электронное издание

Владимцева Татьяна Михайловна

Редактор М. М. Ионина

Подписано в свет 30.05.2022. Регистрационный номер 145
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru