

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Е.Э. Куприна

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ
ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ
ИХТИОЛОГИЧЕСКИМИ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ
МЕТОДАМИ**

Учебное пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург
2015

УДК 597:693
ББК 47.2К11
К 92

Куприна Е.Э. Идентификация промысловых гидробионтов ихтиологическими и инструментальными методами: Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. – 110 с.

Изложены общие вопросы идентификации гидробионтов ихтиологическими методами на основе систематики, морфологии и анатомии рыб. Проведен сравнительный анализ инструментальных методов идентификации гидробионтов и продуктов их переработки. Рассмотрены особенности основных видов промысловых рыб и ареалы их обитания.

Предназначено для специалистов, бакалавров, магистрантов и аспирантов, обучающихся по специальности 260.302 Технология рыбы и рыбных продуктов и профилям 19.03.03 и 19.04.03 по направлению Продукты питания животного происхождения.

Рецензенты: ОАО «ГИПРОРЫБФЛОТ» (ген. директор **В.В. Якушкин**; доктор хим. наук, проф. **А.И. Гинак** (Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Технический университет))

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Института холода и биотехнологий



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики, 2015

© Куприна Е.Э., 2015

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы идентификации пищевой продукции, в том числе и рыбной, в последние годы становятся все более актуальными. Это связано с необходимостью защиты потребителя от фальсифицированной продукции как на внутреннем рынке, так и при ее импорте в Россию. Согласно Федеральному закону о качестве и безопасности пищевых продуктов, «фальсифицированные пищевые продукты, материалы и изделия – это пищевые продукты, материалы и изделия, умышленно измененные (поддельные) и (или) имеющие скрытые свойства и качества, информация о которых является заведомо неполной и недостоверной».

Недостоверная информация данных маркировки может быть связана как с видовой фальсификацией, а именно с умышленным использованием другого вида рыбного сырья или нерыбных объектов промысла и исходных материалов, так и с несоответствием данных маркировки фактическим данным по весу нетто, составу, пищевой ценности, наличию добавок и др. Кроме того, возможна подмена товарного знака и наименования предприятия (контрафактная продукция).

Для обнаружения видовой фальсификации необходимо ее идентифицировать. Идентификация необработанной рыбы может быть проведена визуально с помощью характерных видовых морфологических признаков по определителям в совокупности с органолептическим методом, однако при разделке рыбы, особенно на филе, и тем более технологической обработке это становится невозможным. В данном случае необходим другой уровень идентификации – молекулярный. В мировой практике идентификация сырья и рыбной продукции основывается на видовой специфичности как белковых молекул, так и ДНК, когда требуются глубокие генетические исследования.

По мере прохождения курса студентам могут быть полезны следующие Интернет-ресурсы:

Fishbase <http://www.fishbase.org/search.cfm> – одна из самых полных баз данных в Интернете с биологической информацией по рыбам (семейство, важнейшие отличительные признаки, промысловая ценность, фотографии, морфологические признаки, объемы вылова и т. д.). Имеется поисковая машина по данной базе со вхо-

дами по коммерческому или научному названию. Можно искать рыб по семейству и получить много информации по видам (число хромосом, ploидность, ссылки на банки данных генетической информации, регионы лова и т. д.).

Энциклопедия рыб <http://vm.cfsan.fda.gov/~frf/rfe0.html> – один из важнейших источников информации по идентификации рыб в рыбопродуктах, представляющий собой ИЭФ-данные по многим видам рыб. Энциклопедия ориентирована на американский рынок; приводятся фотографии различных видов рыб, ИЭФ-модели, бытовые, научные и коммерческие названия и т. д.

<http://www.fisheries.vims.edu/fishgenetics/> – на сайте по молекулярным методам идентификации видов рыб выложены ссылки на литературу и примеры идентификации видов рыб молекулярными методами (с протоколами и рисунками).

<http://www.amonline.net.au/fishes/> – данный сайт представляет собой онлайн-ключ по морфологической идентификации видов рыб.

<http://www.vseorybe.info/> – с сайта взято большинство иллюстраций для данного учебного пособия.

Автор выражает благодарность за предоставленный эксклюзивный экспериментальный материал в раздел по идентификации гидробионтов и продуктов их переработки инструментальными методами сотрудникам ОАО «ГИПРОРЫБФЛОТ» заведующему лабораторией физико-химических методов контроля качества и инструментальной идентификации продуктов из гидробионтов С.Н. Красиковой и руководителю испытательного центра кандидату технических наук Г.А. Одоевой.

1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ФАЛЬСИФИКАЦИЕЙ РЫБНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Для технологической практики и товароведения наибольшее значение имеет умение определять семейство, вид и подвид рыбы. Идентификация свежей и необработанной рыбы может быть проведена визуально с помощью таксономических морфологических признаков: кожи, формы тела и его размера, формы и числа плавников, расположения глаз и особенностей внутренних органов и т. д. Если удалены голова и плавники, а тушка разрезана на куски, особенно если рыба разделана на филе, идентифицировать видовую принадлежность по ихтиологическим признакам становится невозможным. В этом случае необходимы другие методы идентификации – инструментальные. В мировой практике идентификация сырья и рыбной продукции основывается на видовой специфичности как белковых молекул, так и ДНК, когда требуются глубокие генетические исследования. Эти методы позволяют избежать фальсификации при подмене дорогих видов рыб на внешне похожие, но более дешевые [1].

На практике чаще всего встречается подмена атлантического лосося (семга) дальневосточными видами (кета, горбуша, чавыча, кижуч). Указанные виды лососевых можно различить по внешним признакам и размерам, однако сделать это могут только профессионалы. Отличительные признаки отдельных видов лососевых рыб: горбуша отличается от кеты меньшими размерами, более мелкой чешуей, большим числом ветвистых лучей в анальных плавниках (12–15 – у горбуши, 8–12 – у кеты); чавыча отличается от кеты и семги наличием черных мелких пятен на спине, боках выше боковой линии, на спинном и хвостовом плавниках, по пятнистости чавыча похожа на кижуча, но ее легко отличить от него по большим размерам тела и более низкому хвостовому плавнику [2]. Если же удалены голова, плавники и тушка разрезана на куски, даже профессионалам трудно распознать подделку.

Атлантическую треску (*Gadus morhua*) ценили издавна, она является примером ценного рыбопродукта, однако в настоящее время существуют серьезные проблемы с ее ресурсами. Объемы вылова атлантической трески были несоразмерно большими, ее популяции существенно истощены. Вместе с тем число продуктов на рынке,

маркированных «треска», не уменьшается. По нашим данным, в производстве рыбопродуктов под видом трески все чаще используется другая рыба из семейства тресковых – минтай, путассу.

Pleuronectiformes, или Камбаловые, – это семейство рыб, куда входит большое число видов. Палтус (*Solea solea*), турбот (*Scophthalmus maximus*) и европейская камбала (*Pleuronectes platessa*) широко известны и высоко ценятся в Европе. Продукты под маркой одного из этих видов могут реализовываться на европейских рынках, будучи изготовленными из других, более дешевых видов рыб, в лучшем случае – из того же семейства. Например, ценных белокорого и синекорого палтусов часто подменяют менее жирным и более обводненным стрелозубым палтусом или дешевым пангасиусом.

Тунец – активно мигрирующие рыбы, пользующиеся высоким спросом на мировом рынке. Коммерческая ценность тунца очень высока. В ЕС приняты новые правила маркировки тунца вида альбакор (*Thunnus alalunga*) и вида желтоперый (*T. albacares*), однако зачастую эти виды заменяют более дешевыми видами тунца, например каталуфой (*T. obesus*) или попрыгунчиком (*Katsuwonus pelamis*). Наконец, на продовольственных рынках могут незаконно присутствовать семейства рыб и морских млекопитающих, находящихся под защитой, в частности Осетровые и Китовые. Если основываться только на морфологических признаках, подобную фальсификацию выявить очень трудно [3, 4].

Среди способов фальсификации рыбы и рыбных товаров можно выделить наиболее распространенные (табл. 1.1):

– видовая (ассортиментная) фальсификация: выдача менее ценных видов рыбы за более ценные (например, минтая – за треску, горбуши – за кету, форели – за сёмгу, трески – за пикшу, карася – за белого амура, белорыбицы – за толстолоба, стрелозубого палтуса – за белокорого и т. д.);

– нарушение схем разделки рыб, например семейства Осетровых: приголовков и нарост не отделяют при разделке, хотя они являются ликвидными пищевыми отходами;

– реализация лососёвой рыбы с нерестовыми изменениями (серебрянки и зубатки);

– фальсификация по размерному ряду рыбы (средняя рыба реализуется как крупная, мелкая – как средняя);

– пересортица (соленой рыбы, осетровых горячего копчения и др.);

– фальсификация икры (частичная или полная подмена осетровой и лососевой икры искусственной икрой).

Таблица 1.1

Способы фальсификации рыбной продукции и пути их определения

Наименование продукции	Показатели идентификации	Способы фальсификации	Методы обнаружения
Рыба живая	Внешний вид, состояние кожного покрова, цвет жабр, состояние глаз, запах	1. Реализация снулой и больной рыбы. 2. Ассортиментная фальсификация: выдача менее ценных видов рыбы за более ценные (например, толстолоба за карпа)	Визуальный осмотр. Подтверждение соответствия наиболее важных анатомо-морфологических признаков с использованием атласов промысловых рыб, компьютерных баз данных
Рыба мороженая, филе	То же, но запах после размораживания или варки	Пересортица	Определение органолептических и физико-химических показателей, нормируемых действующими стандартами
Рыба соленая, пряная	Внешний вид, разделка, консистенция, вкус (в том числе содержание NaCl), запах		
Копченая рыба: – холодного копчения – горячего копчения	Внешний вид, цвет чешуйчатого покрова, консистенция мяса, вкус (в том числе содержание NaCl), запах То же + готовность продукта	1. Ассортиментная фальсификация. 2. Нарушение соотношения составных частей (превышение массовой доли бульона и заливок, уменьшение массовой доли рыбы)	Изучение маркировки и визуальный осмотр после вскрытия консервной банки. Измерение массовой доли составных частей рыбных консервов

Наименование продукции	Показатели идентификации	Способы фальсификации	Методы обнаружения
Консервы	Внешний вид, консистенция рыбы, цвет бульона, заливки, массовая доля составных частей, массовая доля сухих веществ		
Икра и молоки	Внешний вид, цвет, вкус, консистенция и состояние, содержание азотлетучих оснований, небелкового азота, консервантов	1. Частичная или полная замена искусственной икрой. 2. Частичная замена икры растительным маслом или тузлуком	ГОСТ 30812–2002 «Сырье и продукты пищевые. Метод идентификации икры рыб семейства осетровых». Визуальный осмотр

Искусственная белковая икра изготавливается отечественной промышленностью на основе желатина, ароматизированного селедочным тузлуком. Датская компания Jens Meller Products разработала и начала производство нескольких имитирующих икру продуктов на основе морских водорослей («Cavi-Art») – икры пинагора, лососевой и осетровой икры. По мнению экспертов, эти аналоги невозможно отличить от настоящей икры ни по внешнему виду, ни по вкусу. В отличие от настоящей икры данный продукт длительное время не изменяет цвет, не требует охлаждения при транспортировании и имеет двухгодичный срок хранения. Может длительное время храниться после вскрытия упаковки, не содержит холестерина.

Идентификация икры осетровых рыб проводится в соответствии с **ГОСТ 30812–2002 «Сырье и продукты пищевые»**.

Принадлежность к икре осетровых рыб выявляют по следующим отличительным внешним и микроструктурным признакам.

Макропризнаки:

- размер икринок, составляющий в диаметре от 1,9 до 4,2 мм;
- неоднородность окраски икринки у анимального и вегетативного полюсов (вокруг анимального полюса может располагаться одно или несколько чередующихся темных и светлых колец); анимальная часть обычно более светлая по сравнению с вегетативной; у отдельных икринок в центре анимального полюса есть светлое полярное пятно;
- непрозрачность икринок как у икры, содержащей пигмент меланин, так и у непигментированной (из ястыков III стадии зрелости или от рыб-альбиносов);
- мрамороподобная окраска икринок, встречающаяся в икре-сырце и характерная для икры традиционных способов посола.

Микроструктурные признаки:

- наличие непрозрачной светлоокрашенной цитоплазмы, имеющей гомогенную мелкозернистую структуру;
- смещение пигмента или границы пигментного слоя в глубь цитоплазмы (вызывает эффект мрамороподобной окраски икринки);
- наличие ядра в виде более темного по сравнению с цитоплазмой образования округлой или веретенообразной формы, расположенного со смещением в сторону анимального полюса (на поздних стадиях зрелости исчезает);
- наличие многослойной прозрачной (полупрозрачной) оболочки;
- наличие нескольких микропиле (каналов) на анимальном полюсе икринок (темные или преломляющие свет точки).

Подобный набор признаков может быть применён и для идентификации икры лососевых рыб, однако стандартизированного метода на настоящий момент нет.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные методы идентификации рыбной продукции.
2. Фальсификация каких видов рыб наблюдается наиболее часто?
3. Перечислите основные особенности отдельных видов семейства Лососевых.

4. Перечислите наиболее распространенные способы фальсификации рыбы и рыбных товаров.

5. Перечислите основные методы обнаружения фальсификации живой рыбы.

6. Перечислите основные методы обнаружения фальсификации мороженой рыбы.

7. Перечислите основные методы обнаружения фальсификации соленой рыбы.

8. Перечислите основные методы обнаружения фальсификации копченой рыбы.

9. Перечислите основные методы обнаружения фальсификации рыбных консервов.

10. Перечислите основные отличия натуральной осетровой икры от подделки.

2. ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ИДЕНТИФИКАЦИИ РЫБ И РЫБООБРАЗНЫХ

2.1. Морфологическое и анатомическое строение рыб и рыбообразных

Внешнее (рис. 2.1.1) и внутреннее строение живого организма, обусловленное средой обитания, является главным аспектом причисления его к конкретной систематической группе, поэтому знание морфологических и анатомических особенностей ее представителей имеет большое значение.

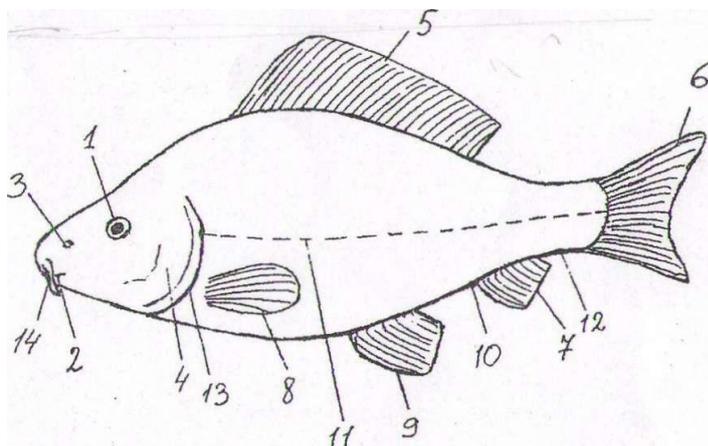


Рис. 2.1.1. Внешнее строение рыбы:

- 1 – глаза; 2 – рот; 3 – ноздри; 4 – жаберные крышки; 5 – спинной плавник;
6 – хвостовой плавник; 7 – анальный плавник; 8 – грудные плавники;
9 – брюшные плавники; 10 – анальное отверстие; 11 – боковая линия;
12 – хвостовой стебель; 13 – жаберная щель; 14 – усики

Большинство рыб и рыбообразных (исключением являются камбала и палтус) имеют симметрично построенное тело. Тело рыбы можно разделить на три основные части: голову, туловище и хвост.

Голова располагается от начала рыла до конца жаберных крышек. Туловище находится между жаберными крышками и хвостовым плавником, за которым следует хвостовая часть; последняя делится на хвостовой стебель и хвостовой плавник. Резких границ между указанными частями тела нет, они плавно переходят одна в другую. На туловище имеются плавники: грудные и брюшные (парные), спинной и анальный (непарные).

Поверхность туловища и хвостового стебля покрыта кожей (шкурой), несущей чешую и заостренные костяные пластинки (щитки).

У большинства рыб вдоль тела по обеим сторонам проходит боковая линия в виде сплошной или прерывистой полоски, которая служит органом осязания, позволяющим рыбе ориентироваться в воде.

Некоторые рыбы имеют несколько боковых линий (терпуг), у других она отсутствует (сельди), но на голове имеется развитая сеть особых сейсмодатчиков каналов. Боковая линия образуется из отверстий в чешуе, объединенных общим каналом в теле рыбы, в котором разветвлены окончания сейсмодатчиков нерва.

Форма тела (рис. 2.1.2) должна обеспечивать рыбе возможность передвигаться в воде (в значительно более плотной среде, чем воздух) с наименьшими затратами энергии и со скоростью, соответствующей ее жизненным потребностям.

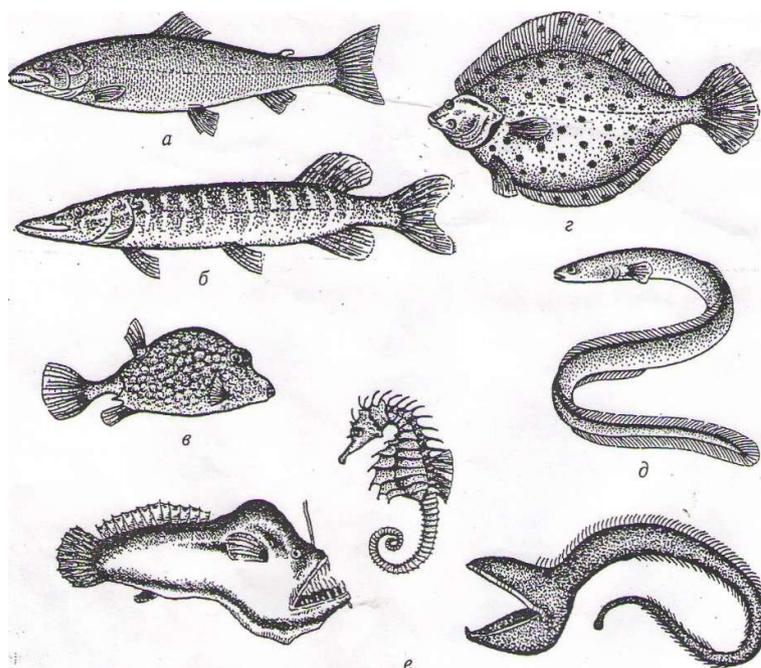


Рис. 2.1.2. Формы тела рыб:

а – торпедовидная (лосось); б – стреловидная (щука); в – шаровидная (кузовок); г – сплюснутая с боков (камбала); д – угревидная (угорь); е – неопределенная (меланоцетус, морской конек, большерот)

Формы тела, отвечающие этим требованиям, выработались у рыб в результате эволюции. Гладкое, без выступов, тело, покрытое слизью, облегчает движение; шеи нет; заостренная голова с прижатыми жаберными крышками и сжатыми челюстями рассекает воду; система плавников определяет движение в нужном направлении.

Различают следующие основные формы тела рыб и рыбообразных (некоторые из них показаны на рис. 2.1.2).

1. Торпедовидная (веретенообразная). Тело рыб похоже на торпеду или веретено, оно хорошо обтекаемо, немного сжато с боков и утончается к хвосту. Рыбы приспособлены к быстрому длительному плаванию в толще воды. Это наилучшие пловцы, совершающие продолжительные миграции к местам нагула и к местам икрометания (нерестилищам): тунец, макрель, сельдь, треска, лосось. Такая же форма тела выработалась и у других хорошо плавающих водных животных, далеко отстоящих от рыб (китообразные и вымершие ихтиозавры);

2. Змеевидная. Тело вытянутое, змеевидное, округлое, на поперечном разрезе образует овал. Плавают, змеевидно изгибаясь всем телом. Это миноги, угри.

3. Лентовидная. Тело, подобное ленте, вытянуто вдоль, плоское с боков. Пловцы плохие, живут в спокойных водах больших глубин (сельдяной король, рыба-сабля).

4. Стреловидная. Тело удлиненное, сжато с боков, примерно одинаковой высоты; хвост сильный, голова заострена, спинной плавник сдвинут сильно назад. Эти рыбы продолжительных плаваний не совершают, но на небольшом расстоянии развивают огромную скорость, набрасываясь на добычу. Это хищные рыбы – щука, таймень.

5. Сплюснутая с боков. Различают: а) симметрично сжатую, лещевидную форму: тело высокое, сжатое с боков (лещ); б) несимметрично сжатую: высокое, сжатое с боков тело несимметрично, глаза расположены на одной стороне (камбала). Такая форма тела не способствует быстрому перемещению, эти рыбы плохие пловцы.

6. Плоская. Тело сплющено в дорсовентральном направлении (сверху вниз). Обычно двигаются мало, живут у дна (скаты).

7. Шаровидная. Тело в виде шара, иногда передний отдел окружен костным панцирем (кузовок). Самостоятельно передвигаться иногда почти не могут. Это скалозубы – *Tetrodon*, *Diodon*.

Перечисленными типами не исчерпывается многообразие форм тела рыб; у некоторых рыб форма тела является как бы промежуточной комбинацией нескольких типов. Внешние признаки рыб имеют большое значение при их определении. Основные части тела – голова, туловище, хвост, плавники – очень варьируются у разных видов по размерам, форме, соотношению.

Формы головы очень разнообразны, прежде всего в связи со строением ротового аппарата. Акулы – меч-рыба, пила-рыба, молот-рыба, игла, лопатонос – своим названием обязаны видоизменениям челюстей.

Многие глубоководные рыбы имеют огромный (около 1/4 длины тела) рот, благодаря которому они могут захватывать большую, чем они сами, добычу.

В прямой связи со способами питания находится положение рта (рис. 2.1.3). Различают рот верхний (планктоноядные рыбы); конечный (например, хищники); нижний (бентосоядные). Существуют и переходные формы – рот полуверхний, полунижний.

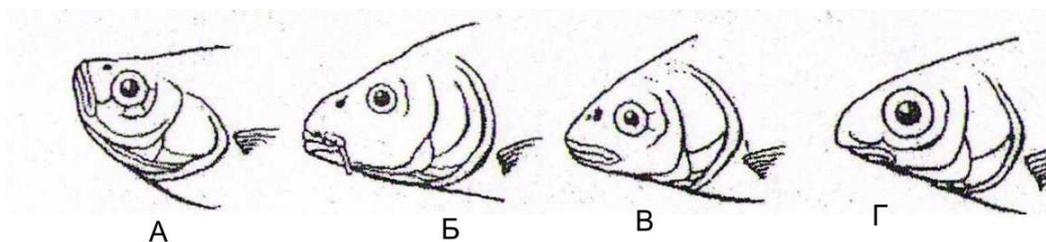


Рис. 2.1.3. Расположение рта у карповых рыб при различном характере питания:

А – верхний (у чехони); Б – конечный (у сазана);

В – полунижний (у воблы); Г – нижний (у остролучки) [5]

Многие рыбы (осетровые, карповые) имеют выдвижной рот, благодаря которому они легко роются в иле, отыскивая пищу; у круглоротых рот превращен в присоску. У некоторых рыб (бычки, ротаны и др.) голова вооружена шипами и колючками. Карп, сом и многие другие имеют усики (органы вкуса и осязания).

Различают три формы чешуи (рис. 2.1.4): плакоидную, ганоидную и костную. Плакоидная – наиболее древняя, сохранилась у хрящевых рыб (акулы, скаты). Состоит из пластинки, на которой воз-

вышается шипик. Старые чешуйки сбрасываются, на их месте возникают новые. Ганоидная – преимущественно у ископаемых рыб. Чешуйки имеют ромбическую форму, тесно сочленяются одна с другой, так что тело оказывается заключенным в панцирь. Чешуйки со временем не меняются. Своим названием чешуя обязана ганоину (дентинообразному веществу), толстым слоем лежащему на костной пластинке.

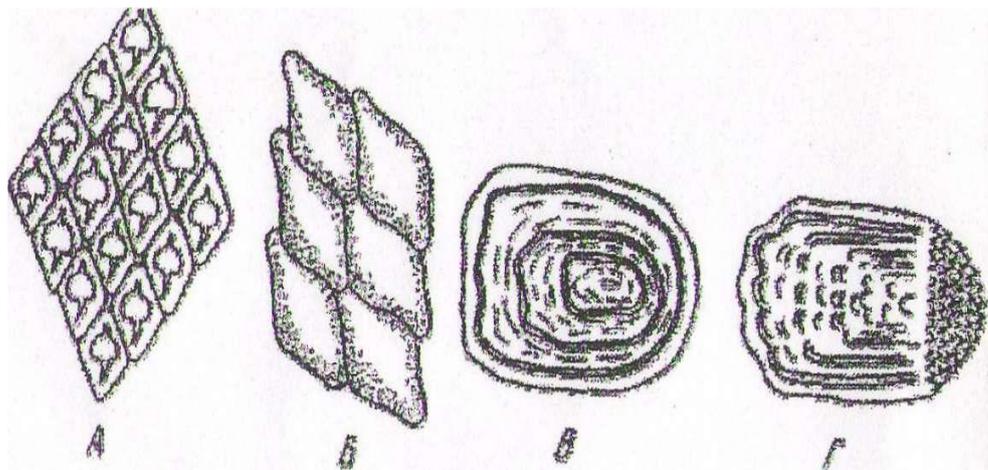


Рис. 2.1.4 Форма чешуи (по И.М. Анисимовой, 1991):
 А – плакоидная; Б – ганоидная; В – циклоидная; Г – ктеноидная

Среди современных рыб ганоидную чешую имеют панцирные щуки (рис. 2.1.5) и многоперы. Кроме того, она имеется у осетровых в виде пластинок на верхней лопасти хвостового плавника (фулькры) и жучек, разбросанных по телу (модификация нескольких слившихся ганоидных чешуек). Постепенно видоизменяясь, чешуя теряла ганоин. У современных костистых рыб ганоина уже нет, чешуйки состоят из костных пластинок (костная чешуя). Эти чешуйки могут быть циклоидными – округлыми, с гладкими краями (карповые) и ктеноидными – с зазубренным задним краем (окуневые). Обе формы родственны, но циклоидная, как более примитивная, встречается у низкоорганизованных рыб. Бывают случаи, когда в пределах одного вида самцы имеют ктеноидную, а самки – циклоидную чешую (камбалы рода *Liopsetta* [6]), или даже у одной особи встречаются чешуйки обеих форм [2].



Рис. 2.1.5. Панцирная щука *Lepisosteus oculatus* (Winchell)

При вскрытии рыбы можно рассмотреть ее анатомическое строение (рис. 2.1.6).

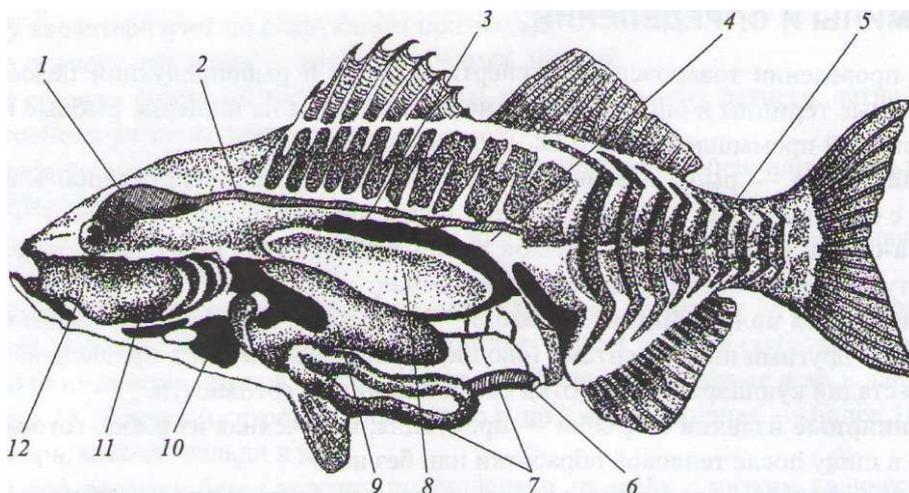


Рис. 2.1.6. Анатомическое строение тела рыбы:
 1 – мозг; 2 – спинной мозг; 3 – почки; 4 – позвоночник; 5 – мышцы; 6 – анальное отверстие; 7 – кишечник; 8 – плавательный пузырь; 9 – желудок; 10 – сердце;
 11 – жабры; 12 – ротовая полость

На рис. 2.1.6 показаны: опорно-двигательный аппарат рыбы (метамерные мышцы, череп, позвоночник, ребра, тонкие мышечные косточки); жаберный аппарат (по пять жаберных дуг с каждой стороны головы, на внутренней вогнутой стороне четырех жаберных дуг имеются тычинки – цедильный аппарат, на внешней, выпуклой стороне – жаберные лепестки – органы дыхания); кровеносную систему (двухкамерное сердце, крупные сосуды, селезенка); пищеварительную систему (глотка, пищевод, желудок, пилорические придатки, кишечник, печень); плавательный пузырь; выделительную систему (парные почки, вытянутые вдоль полости тела, темно-красного цвета, плотно прилегают к позвоночному столбу над плавательным пузырем); половые железы (семенники у самцов и яичники у самок – лентовидные или мешковидные образования, расположенные над кишечником под плавательным пузырем).

2.2. Основы систематики рыб и рыбообразных

Рыба является самой древней и многочисленной группой позвоночных животных, обитающих в воде. Наиболее ранние ископаемые останки позвоночных принадлежат круглоротым и панцирным рыбам, найдены они в силурийских отложениях палеозойской эры (440 млн лет назад). Затем появились акулы и скаты, хрящевые гонады – осетрообразные (350–285 млн лет назад) и позднее всех – костистые рыбы, обнаруженные в отложениях мезозойской эры (230–137 млн лет назад), которые преобладали в пресных и морских водоемах и сохранились до сих пор.

В ихтиологии принята система классификации, согласно которой рыбы в зависимости от строения скелета делятся на два класса: хрящевые – класс *Selachii* (акулы, скаты) и костные рыбы – класс *Pisces*, подкласс *Teleosye* [6]. Последние делятся на рыбы настоящие костистые (сельдевые, тресковые, окуневые и др.) и хрящекостные (осетровые – класс *Pisces*, подкласс *Chohdroste*). В пределах указанных классов рыбы по анатомическим и морфологическим признакам подразделяются на подклассы, отряды, подотряды, семейства, подсемейства, роды и виды (рис. 2.2.1). К рыбам причисляют также миног и миксин, представителей рыбообразных, входящих в класс Круглоротые (класс *Cyslostomate*, подкласс *Petromyzontia*).

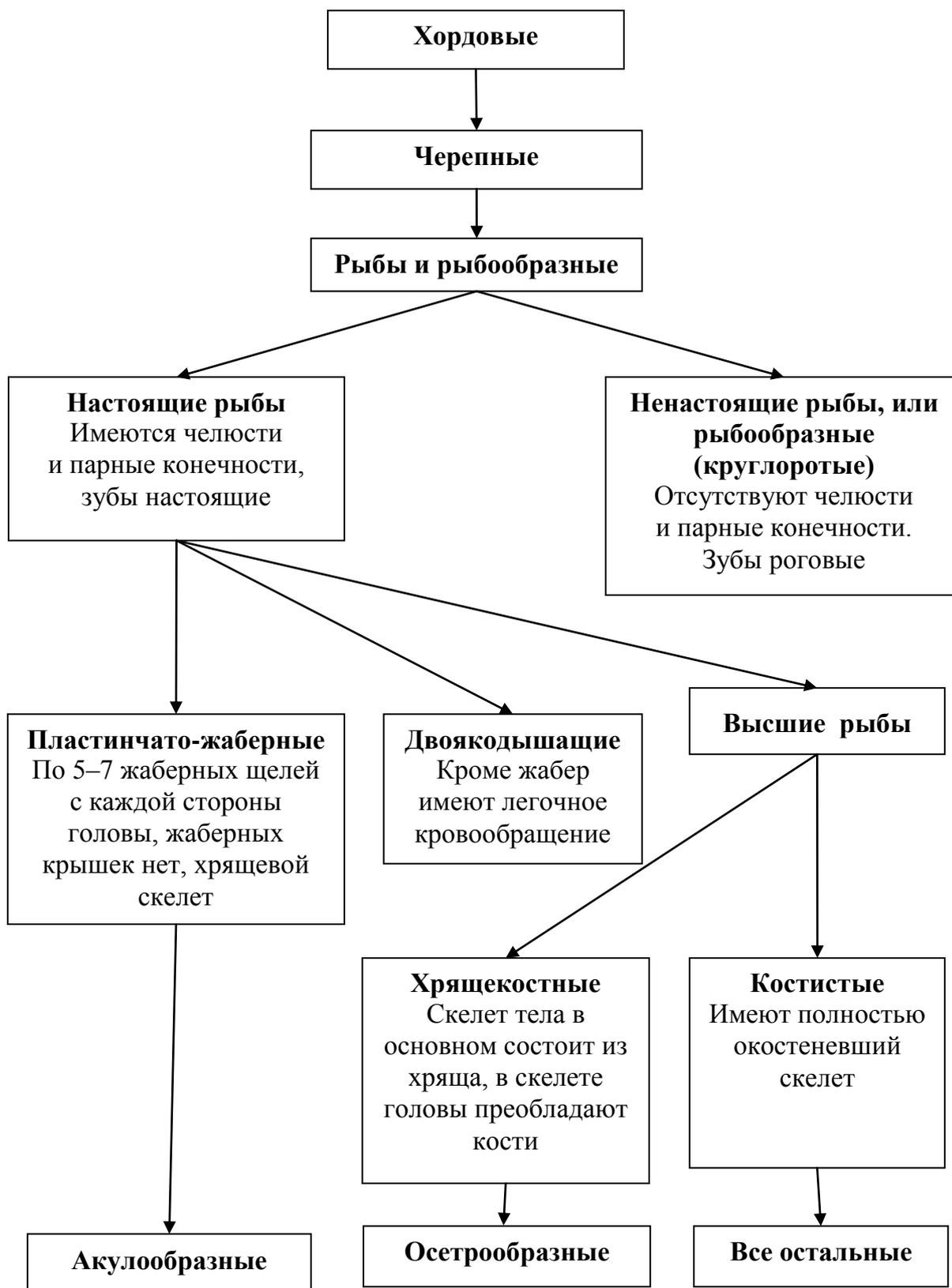


Рис. 2.2.1. Классификация рыб и рыбообразных по анатомическим и морфологическим признакам [1]

2.3. Использование определителей для идентификации систематических групп

Видовой состав обитателей водоемов разных широт неодинаков и зависит от происхождения водоема, солености и температуры воды, условий питания и размножения рыб, от многих других факторов. Мировая ихтиофауна включает 550 семейств. Только во внутренних водоемах России обитает более тысячи видов рыбы.

Вид – основная систематическая единица. Это совокупность особей, занимающих определенную географическую область и обладающих рядом признаков, передаваемых по наследству и всегда отличающих данный вид от близких ему. Вид характеризуется относительной морфобиологической стабильностью, что является результатом приспособления к определенным внешним условиям, в которых он формировался и обитает. Вид занимает определенную область распространения (или ареал), научное название его состоит из двух наименований – родового и видового. После названия вида ставится фамилия автора, его описавшего. Например: *Cyprinus carpio Linne* – сазан. Систематическими единицами ниже вида являются подвид, раса и более мелкие таксономические единицы. Близкие виды объединяются по ряду признаков в роды, роды – в семейства, семейства – в отряды, отряды – в классы, классы – в типы.

Определение рыб до вида ведется по специальным определителям. Таблицы для этой цели составлены по дихотомической системе на основе принципа пар тез и антитез. Определяющему человеку нужно установить, какой тезе (обозначено арабскими цифрами без скобок) или антитезе (в скобках) соответствуют признаки рыбы. Необходимо прочитать текст таблицы, выбрать тезу (или антитезу), показатели которой совпадают с признаками определяемой рыбы. Если в заключении выбранного пункта указано название (или систематическая группа) рыбы, то на этом определение заканчивается. Если же нет, то переходят к следующему пункту. Так длится до тех пор, пока не будут установлены систематическая группа или видовое наименование рыбы.

По определителю вначале уточняют класс, затем последовательно подкласс, надотряд, отряд, семейство, род, вид и подвид. Если в процессе определения появляются сомнения, полезно обратиться к характеристике соответствующего отряда.

Определительные таблицы составлены по принципу положений (теза) и противоположений (антитеза). Впереди каждой тезы и антитезы стоят цифры. Рядом с порядковым номером тезы в скобках стоит номер антитезы, например 1 (2). Определение сводится к сравнению характеристик, приводимых в тезе 1 и антитезе 2, и последующему принятию решения, какая же из них отвечает особенностям определяемой рыбы. Если подойдет теза (или антитеза), но у нее не будет указано название семейства, нужно читать следующий за ней порядковый номер тезы – 3 (12) и сравнивать ее содержание с содержанием антитезы – 12. Если же выбранная теза (или антитеза) приводит к названию семейства, то определение почти закончено. Остается сравнить определяемую рыбу с приводимым в таблице рисунком представителя этого семейства. Определив семейство, находят его в списке семейств и переходят к определению рода. Род и вид определяют так же, как и семейство [2].

Рыбы и рыбообразные, как было указано выше, относятся к царству животных, типу хордовых, подтипу черепных. Для идентификации последующих систематических групп возможно использование следующего определителя.

2.3.1. Определение классов рыб и рыбообразных

1 (2). Парных конечностей нет. Челюсти отсутствуют; рот в форме присасывательной воронки. Одна непарная ноздря. Хвостовой плавник протоцеркальный.

Класс Круглоротые, *Cyclostomata*.

2 (1). Имеются парные конечности. Рот снабжен подвижными челюстями не в форме воронки. Ноздри парные; отверстие каждой из них может быть подразделено на две части. Хвостовой плавник не протоцеркальный.

Пункт 3.

3 (4). Жаберные отверстия открываются наружу в виде щелей в количестве 5–7 пар.

Класс Хрящевые рыбы, *Chondrichthyes* (подкласс Пластиножаберные, *Elasmobranchii*).

4 (3). Жаберные щели прикрыты жаберной крышкой и открываются наружу одним общим отверстием за ее задним краем.

Пункт 5.

5 (6). Жаберная крышка в виде кожной складки без костного скелета.

Класс Хрящевые рыбы, *Chondrichthyes* (подкласс Химеры, или Цельноголовые, *Holocephali*).

6 (5). Жаберная крышка костная.

Класс Костные рыбы, *Osteichthyes* (подкласс Лучеперые, *Actinopterygii*).

2.3.2. Определение подклассов, надотрядов, отрядов рыб и рыбообразных

Класс Круглоротые (Cyclostomata)

1 (2). Наружных жаберных отверстий семь пар. Имеются расположенные под кожей хорошо заметные глаза. Ноздря на верхней части головы между глазами.

Подкласс Миноги, *Petromyzones*.

В подклассе единственный отряд – *Petromyzoniformes* с одним семейством *Petromyzonidae*.

Распространение широкое: Атлантический океан, реки Европы, Северной и Восточной Азии, а также Южное полушарие (побережья Австралии, Тасмании, в Южной Америке – Чили, Новой Зеландии). Большинство видов обитает в морях, но для икрометания заходит в реки; имеются и немигрирующие пресноводные формы. Многие виды миног имеют промысловое значение.

2 (1). Наружных жаберных отверстий по одному с каждой стороны тела. Глаза редуцированы (не видны). Ноздря расположена на переднем конце головы, непосредственно над присасывательной воронкой.

Подкласс Миксины, *Muxini*.

В подклассе единственный отряд *Muxiniformes*, в фауне России представлен одним видом – *Muxina glutinosa* L. Европейское и американское побережья Атлантического океана, в водах России редки. Промыслового значения не имеют.

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes)

Подкласс Пластинчато-жаберные (Elasmobranchii)

1 (2). Тело в поперечном сечении более или менее округло. Передний край грудных плавников не сращен с боками тела и с головой. Наружные жаберные отверстия расположены по бокам головы.

Надотряд Селяхоидные, или Акулы, *Selachomorpha*.

2 (1). Тело сильно уплощено в спинно-брюшном направлении. Передний край грудных плавников сращен с боками тела и головой. Наружные жаберные отверстия расположены на брюшной стороне.

Надотряд Батоидные, или Скаты, *Batomorpha*.

В надотряде Скатов несколько отрядов. В фауне России (Черное, Белое, Баренцево и дальневосточные моря) наиболее обычны представители отрядов Ромбообразных скатов, *Rajiformes* (хвост заканчивается маленьким хвостовым плавником) и Орлякообразных, или хвостоколообразных, *Myliobatiformes* (постепенно утончающийся хвостовой стебель не несет хвостового плавника; у части видов посередине хвостового стебля расположена одна (реже две) длинная и острая зазубренная роговая игла).

Надотряд Акулы (Selachomorpha)

1 (2). Наружных жаберных отверстий шесть пар.

Отряд Плащеносцеобразные акулы, *Chlamydoselachiformes*.

В фауне России (Баренцево море) встречается единственный представитель этого отряда примитивных акул – Плащеносная акула, *Chlamidoselachus anguineus Grm.* (семейство *Chlamidoselachidae*).

2 (1). Наружных жаберных отверстий пять пар.

Пункт 3.

3 (4). Анальный плавник есть.

Отряд Ламнеобразные, или Сельдеобразные, акулы, *Lamniformes*.

В отряде шесть семейств: Сельдевые акулы, *Laminoididae* (северные части Атлантического и Тихого океанов); Голубые акулы, *Carcharinidae* и др.

4 (3). Анального плавника нет.

Отряд Катранообразные, или Колючие акулы, *Squaliformes*.

Здесь входят семейства: Колючие акулы, *Squalidae* (в водах России единственный вид – *Squalus acanthias* L.) и Полярные акулы *Scymnidae* (в водах России тоже только один вид).

Класс Костные рыбы (*Osteichthyes*)

Подкласс Лучеперые (*Actinopterygii*)

1 (2). Хвост гетероцеркальный. Рот в виде поперечной щели, расположен на брюшной стороне позади более или менее вытянутого рыла. На спинной стороне и по бокам тела имеются крупные рельефные костные пластинки – «жучки», расположенные пятью правильными продольными рядами.

Надотряд Ганоидные, *Ganoidomorpha* (Хрящевидные ганоиды).

В фауне России единственный отряд – Осетрообразных, *Acipenseriformes* с одним семейством – Осетровых, *Acipenseridae*. Представители этого семейства – проходные и пресноводные рыбы. Распространены в Европе, Северной Азии и Северной Америке. В России представители Осетровых – русский осетр, севрюга, стерлядь, белуга и др. – имеют важнейшее промысловое значение.

2 (1). Хвост гомоцеркальный. Рот на переднем конце головы (рыла нет). Костных «жучек» нет – тело покрыто округлой тонкой костной чешуей или голое.

Группа надотрядов Костистых рыб, *Teleostei*.

Определение отрядов класса Костных рыб

1 (2). Оба глаза на одной (левой или правой) стороне головы. Череп асимметричен. Тело резко сплющено с боков.

Отряд Камбалообразные, *Pleuronectiformes*.

Наиболее широко распространены представители семейств Камбаловых, *Pleuronectidae* и Ромбов, *Bothidae* – обитатели прибрежных районов моря. В Черном море и в дальневосточных морях встречаются представители третьего семейства – Морские языки, *Soleidae*. Все эти рыбы имеют промысловое значение.

2 (1). Череп симметричен. Глаза расположены по обеим сторонам головы.

Пункт 3.

3 (4). Грудные плавники имеют мясистое основание, что придает им внешнее сходство с лапами наземных позвоночных. Тело слегка уплощено в спинно-брюшном направлении. Передний луч спинного плавника сильно удлиннен (орган приманивания добычи).

Отряд Удильщикообразные, или Ногоперые, *Lophiiformes*.

Прибрежные, или батипелагические, рыбы тропических, теплых и умеренных морей. Своеобразная особенность – преобразование переднего луча спинного плавника в длинный гибкий вырост – «приманку», привлекающую к хищнику более мелких рыб. В России (Черное море, реже – Баренцево море и дальневосточные воды) встречаются представители одного из семейств этого отряда – семейства Морских чертей, *Lophiidae*. Промыслового значения не имеют.

4 (3). Грудные плавники нормального вида. Спинной плавник не имеет сильно удлинненного луча.

Пункт 5.

5 (12). Брюшных плавников нет.

Пункт 6.

6 (7). Тело покрыто костными щитками. Маленький рот помещается на конце длинного вытянутого в трубку рыла. Зубов нет.

Подотряд Игольчатые, *Syngnathoidei* отряда Колюшкообразных, *Gasterosteiformes*.

В основном морские (как редкое исключение – пресноводные) формы. Обитают в прибрежных (редко пелагиальных) биотопах, главным образом среди зарослей. В России два семейства – Морские иглы, *Syngnathidae* и Морские коньки, *Hippocampidae*. Распространены в Балтийском, Черном, Азовском морях и некоторых заливах Приморья. Промыслового значения представители подотряда не имеют.

7 (6). Костных щитков нет (тело покрыто обычной чешуей или голое). Вытянутого в трубку рыла нет.

Пункт 8.

8 (9). Тело сильно вытянутое, змеевидное.

Отряд Угреобразные, *Anguilliformes*.

Семейство Речные угри, *Anguillidae* характеризуется особенностями жизненного цикла: взрослые угри обитают в реках (главным образом, бассейнов Черного и Балтийского морей), но для размножения мигрируют в Атлантический океан – в район Саргассова моря. Вылупившиеся из икринок личинки морскими течениями пассивно

переносятся к берегам Европы; во время этой миграции личинки превращаются во взрослых угрей, которые активно заходят в реки. Представители другого семейства – Морские угри, *Congridae* распространены в Северной Атлантике, Балтийском и Черном морях. Третье семейство – Глубоководные угри, *Synaphobranchidae* распространено в северной части Тихого океана. Речные угри имеют промысловое значение.

9 (8). Тело не змеевидное.

Пункт 10.

10 (11). Тело короткое. Рот клювовидной формы. Челюсти подразделены вертикальной бороздой, образуя четыре крупных «зуба».

Отряд Иглобрюхообразные, *Tetradontiformes*.

Из семи семейств в фауне России представлены четыре: Лунарыба, *Molidae*; Спинороги, *Balistidae*; Еж-рыба, *Diodontidae* и Фахаки, *Tetradontidae*. Встречаются в морях Дальнего Востока (Спинороги также в Черном море). Промыслового значения не имеют.

11 (10). Рот не клювовидный. Зубы обычной формы.

Отряд Окунеобразные (Колючеперые), *Perciformes*.

В отряде до 20 подотрядов, в фауне России – 7, некоторые из них с несколькими семействами. Подотряд Окуневидные, *Percoidei* включает 13 семейств, некоторые из них имеют существенное промысловое значение: Барабульки, *Mullidae*; Ставриды, *Carangidae*; Окуневые, *Percidae*; Серрановые, *Serranidae* и некоторые другие.

За исключением семейства Окуневых, почти все представители подотряда – морские формы. В подотряде Морские собачки, *Blennoidei* – семь семейств. Все являются обитателями морей, некоторые (например, семейства Бельдюговые, *Zoarcidae* и Зубатковые, *Anarhichadidae*) имеют промысловое значение. В подотряде Скумбриеvidные, *Scomboidei* четыре семейства, из них три имеют большое промысловое значение: Скумбриевые, или Макрелевые, *Scombridae*; Пеламидовые, *Cybiidae* и Тунцовые, *Thunnidae*. Все эти рыбы морские. К подотряду относится и меч-рыба семейства *Xiphiidae*, изредка встречающаяся в Черном море. К подотряду Бычки, *Gobioidei* относятся морские и пресноводные виды из семейств Бычков, *Gobiidae* и Головешковых, *Eleotridae*; последние встречаются только в бассейне реки Амур. Оба семейства имеют промысловое значение.

12 (5). Брюшные плавники имеются.

Пункт 13.

13 (14). Брюшные плавники видоизменены в колючки.

Подотряд Колюшковидные, *Gtasterosteoides* отряда Колюшкообразных, *Gasterosteiformes*.

В России представлено единственное семейство – Колюшковые, *Gasterosteidae*. Распространены в Балтийском, северных морях, Охотском и их бассейнах.

14 (13). Брюшные плавники нормального вида (не превращены в колючки).

Пункт 15.

15 (18). Брюшные плавники расположены под грудными, впереди их или немного сзади.

Пункт 16.

16 (17). На подбородке непарный усик. Лучи плавников расчлененные (мягкие).

Отряд Трескообразные, *Gadiformes*.

В России наиболее многообразно семейство Тресковых, *Gadidae*. В северных морях России ведется их интенсивный промысел; в мировом рыбном промысле Тресковые занимают второе место.

17 (16). Усиков на подбородке нет или они парные. В плавниках, как правило, имеются нерасчлененные (колючие) лучи.

Отряд Окунеобразные (Колючеперые, *Perciformes*).

18 (15). Брюшные плавники расположены далеко позади грудных.

Пункт 19.

19 (30). Настоящий спинной плавник один; если же их два, то задний, так называемый «жировой», мягкий и не содержит лучей.

Пункт 20.

20 (21). Челюсти узкие и сильно вытянутые; если челюсти иного вида, то грудные плавники очень длинные, крылообразные, приспособленные для полета (хвост в этом случае гипоцеркальный, т. е. его нижняя лопасть заметно длиннее верхней). Спинной плавник расположен над анальным.

Отряд Сарганообразные, *Beloniformes*.

В отряде два подотряда. Подотряд Летающие рыбы, *Exocoetoidei* с единственным семейством *Exocoetidae* включает своеобразных рыб, которые при стремительном движении выпрыгивают из воды и проделывают длинный парящий прыжок в воздухе. У летающих рыб сильно развиты грудные плавники, поддерживающие их в полете.

Нижняя лопасть хвоста значительно длиннее верхней и служит для придания поступательного движения выпрыгивающей из воды рыбе. В подотряде Макрелешуки, *Scomberesocoidi* три семейства: Макрешуковые, *Scomberesocidae*; Полурылы, *Hemirhamphidae* и Саргановые, *Belonidae*. Все сарганообразные – морские рыбы (Полурылы заходят и в устья рек); обитают в тропических и умеренных водах. В России наиболее многочисленны Саргановые (главным образом в Балтийском и Черном морях).

21 (20). Челюсти не сильно вытянутые; грудные плавники обычного вида.

Пункт 22.

22 (27). Верхнечелюстная кость в заднем отделе свободна (не погружена в кожу; ее задний конец можно приподнять).

Пункт 23.

23 (24). Спинной плавник расположен на стебле хвоста, над анальным плавником.

Подотряд Щуковидные, *Esocoidi* отряда Лососеобразных, *Salmoniformes*.

К этому подотряду относятся пресноводные рыбы, обитающие преимущественно среди зарослей подводных растений. Распространены в водоемах Северного полушария. В России наиболее обычна щука (семейство *Esocidae*). Встречаются представители и еще двух семейств: Черных рыб, *Dalliidae* (реки Чукотского полуострова) и Евдошковых, *Umbridae* (низовья Днестра).

24 (23). Настоящий спинной плавник расположен примерно на середине спины, не над анальным (на стебле хвоста над анальным плавником может располагаться мягкий, лишенный лучей «жировой» плавник).

Пункт 25.

25 (26). На стебле хвоста над анальным плавником нет мягкого, лишенного лучей «жирового» плавника.

Отряд Сельдеобразные, *Clupeiformes*.

Включает в себя два семейства: Сельдевые, *Clupeidae* и Анчоусовые, *Engraulidae*. Представители первого семейства широко распространены в бассейне Северного Ледовитого океана, дальневосточных водах, Балтийском, Черном и Азовском морях; имеют первостепенное промысловое значение.

26 (25). На стебле хвоста над анальным плавником расположен маленький, мягкий, лишенный лучей «жировой» плавник.

Отряд Лососеобразные, *Salmoniformes*.

Включает морские, проходные и пресноводные формы. Важнейшее промысловое значение имеют представители семейств Лососевых, *Salmonidae* и Корюшковых, *Osmeridae*. Кроме них в России распространены представители семейств Хариусовых, *Thymallidae* и Лапши-рыбы, *Salangoidae*, имеющие промысловое значение. В этот отряд включают и подотряд Щуковидные, *Esocoidae* (см. п. 23), часто их выделяют в самостоятельный отряд.

27 (22). Верхнечелюстная кость погружена в кожу, ее задний край не выдается.

Пункт 28.

28 (29). В грудных плавниках есть мощные зазубренные колючие костные лучи, рот не выдвижной, на челюстных костях мелкие зубы, чешуи нет. Отряд Сомообразные, *Siluriformes*.

В России встречаются представители семейства Сомовых, *Siluridae*, широко распространенного в пресных водах Европы и Азии; имеют промысловое значение. Кроме того, в России представлены семейства Касатковых, *Bagruidae* (бассейн реки Амур) и Сисоридовых, *Sisoridae* (реки Амударья, Сырдарья и некоторые другие водоемы). В западных районах России акклиматизированы представители семейства Американских сомиков, *Amiuridae*.

29 (28). В грудных плавниках нет мощных зазубренных костных лучей, рот выдвижной, на челюстных костях нет зубов, тело покрыто чешуей (она может быть очень мелкой и погруженной в кожу).

Отряд Карпообразные, *Cypriniformes*.

В России встречается единственный подотряд – Карповидные, *Cyprinoidei*; широко распространен преимущественно в пресных водах всех частей света, кроме Австралии, Южной Америки и Мадагаскара. В России особенно разнообразны и многочисленны представители семейства Карповых, *Cyprinidae*; многие виды имеют промысловое значение. Кроме них в России встречаются представители семейства Вьюновых, *Cobitidae* и один вид семейства Чукучановых, *Catostomidae*.

30 (19). Имеется два настоящих (содержащих лучи) спинных плавника.

Отряд Кефалеобразные, *Mugiliformes*.

К отряду относятся морские (прибрежные и пелагические, некоторые виды заходят в реки) рыбы, имеющие большое промысловое значение. В отряде два подотряда: Кефалевидные, *Mugiloidei* с семействами Кефалевых, *Mugilidae* (в России – воды Черного и дальневосточных морей) и Атеринковых, *Atherinidae* (Черное, Азовское и Каспийское моря) и Сфиреновидные, *Sphyraenoidei* с единственным семейством *Sphyraenidae*.

2.3.3. Определение семейств и видов рыб

1 (2). Челюстей нет. Рот в виде присоски. Носовое отверстие непарное и находится впереди глаз. По бокам тела имеются по семь жаберных отверстий.

Сем. Миноговые.

2 (1). Челюсти есть. Носовые отверстия обычно парные.

3 (12). Пять пар жаберных щелей. Жаберных крышек нет.

4 (9). Жаберные щели по бокам головы. Тело торпедовидное.

5 (8). Анальный плавник имеется.

6 (7). Два спинных плавника одинакового размера. На хвостовом стебле килей нет. Жаберные щели маленькие. Мигательная перепонка имеется.

а) Первый спинной плавник находится позади вертикали основания брюшных плавников.

Сем. Кошачьи (малые) акулы.

б) Первый спинной плавник находится впереди вертикали основания брюшных плавников. Верхняя лопасть хвостового плавника больше нижней.

Сем. Серые и Голубые акулы.

7 (6). Два спинных плавника неодинакового размера. Первый плавник больше и расположен впереди вертикали основания брюшных плавников. На хвостовом стебле есть хорошо развитые кили. Жаберные щели большие.

Сем. Сельдевые акулы.

8 (5). Анального плавника нет.

а) В первом и втором спинных плавниках имеется по одной колючке.

Сем. Колючие акулы.

б) Колючки в спинных плавниках отсутствуют.

Сем. Полярные, или Пряморотые, акулы.

9 (4). Жаберные щели на брюшной стороне. Тело уплощено сверху вниз.

10 (11). На хвосте имеется два маленьких спинных плавника. Тело покрыто шипами.

Сем. Обыкновенные скаты.

11 (10). На хвосте нет спинных плавников, но имеется зазубренный шип. Тело голое.

Сем. Хвостоколовые.

12 (3). Одна пара жаберных щелей. Жаберные крышки имеются.

13 (166). Тело симметричное. Глаза расположены по бокам головы или наверху.

14 (151). Брюшные плавники имеются. Иногда они изменены в раздвоенный и смещенный на подбородок усик, в присасывательную воронку (диск) или в колючки.

15 (16). Рот расположен на нижней стороне головы в виде поперечной щели. Верхняя лопасть хвоста значительно длиннее нижней.

а) На теле имеются пять рядов костных жучек. На верхней лопасти хвоста расположены ромбические ганоидные чешуйки и фулькры.

Сем. Осетровые.

б) На теле нет костных жучек, оно голое или покрыто очень мелкими разрозненными костными бляшками. Рыло удлинненное, в форме весла.

Сем. Веслоносые.

16 (15). На теле пяти рядов костных жучек нет. Тело покрыто чешуей, костными плавниками или голое.

17 (150). Брюшные плавники не в виде колючек. Перед спинным плавником нет свободных колючек.

18 (149). Боковая линия расположена в один ряд или ее нет. По сторонам рыла имеются парные ноздри.

19 (146). Губы, окаймляющие рот, не широкие, не толстые и не выдаются вперед (у рода Коней из семейства Карповых губы толстые и без ворсинок).

20 (69). Брюшные плавники расположены на брюхе или заметно позади основания грудных; иногда начало их основания находится под концом грудных плавников.

21 (64). Спинной плавник один, состоит из мягких ветвистых лучей. Иногда впереди него имеется гладкая или зазубренная колючка.

22 (59). Жаберные перепонки обычно не прикреплены к межжаберному промежутку. Рот не выдвижной, обычно вооружен слабыми или сильными зубами.

23 (44). Жирового плавника нет.

24 (43). Анальный плавник умеренной длины, в нем не более 30 лучей, в спинном плавнике более пяти лучей.

25 (28). Спинной плавник находится над брюшными плавниками. Боковой линии нет. Чешуя на теле легко спадающая.

26 (27). Рот конечный или верхний, большой или маленький. На брюхе имеется киль, образованный чешуей.

Сем. Сельдевые.

27 (26). Рот косой, нижний, очень большой. Рыло выступает вперед. Киля на брюхе нет.

Сем. Анчоусовые.

28 (25). Спинной плавник сдвинут далеко назад, расположен над анальным плавником.

29 (42). Боковая линия имеется, расположена она посередине тела или на брюшной стороне.

30 (35). Грудные плавники расположены невысоко, обычно у нижнего края тела. Боковая линия находится посередине тела.

31 (32). Тело удлинненное, рыло сильно вытянуто. Рот очень большой. Хвост выемчатый.

Сем. Щуковые (рис. 2.3.1).

32 (31). Тело не удлинненное и рыло не вытянуто. Рот умеренных размеров. Хвост закруглен.

33 (34). Чешуя мелкая (в боковой линии более 70 чешуек). В анальном плавнике 14–16 лучей.



Рис. 2.3.1. Щука

Сем. Даллиевые.

34 (33). Чешуя крупная (в боковой линии не более 35 чешуек). В анальном плавнике пять–шесть лучей.

Сем. Умбровые.

35 (30). Грудные плавники расположены высоко (примерно на уровне глаза), а боковая линия низко (у нижнего края тела).

36 (41). Обе челюсти вытянуты в длинный или короткий клюв либо удлинена только одна из них. Рот вооружен мелкими зубами. Грудные плавники короткие. Лопasti хвостового плавника более или менее одинаковые.

37 (40). Позади спинного и анального плавников маленьких дополнительных плавничков нет.

38 (39). Верхняя и нижняя челюсти почти одинаковы по длине. Чешуя мелкая, в боковой линии свыше 150 чешуек.

Сем. Саргановые.

39 (38). Верхняя челюсть значительно короче нижней. Чешуя крупная, в боковой линии не более 110 чешуек.

Сем. Полурыловые.

40 (37). Позади спинного и анального плавников имеются четыре–семь маленьких дополнительных плавничков.

Сем. Макрелещуковые.

41 (36). Обе челюсти короткие с зачаточными зубами. Грудные плавники очень длинные и заостренные. Нижняя лопасть хвостового плавника длиннее верхней.

Сем. Летучие рыбы.

42 (29). Боковой линии нет.

Сем. Карпозубые.

43 (24). Анальный плавник длинный, в нем более 70 лучей, в спинном – не более пяти лучей.

Сем. Сомовые (рис. 2.3.2).

44 (23). Жировой плавник имеется.

45 (50). Усики имеются.

46 (49). В анальном плавнике более 11 ветвистых лучей. В спинном и грудных плавниках первый луч превращен в колючку.

47 (48). В брюшных плавниках не более шести ветвистых лучей.

Сем. Косатковые.

48 (47). В брюшных плавниках более семи ветвистых лучей.

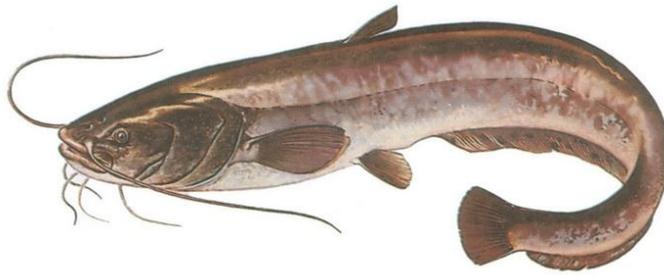


Рис. 2.3.2. Сом обыкновенный

Сем. Сомы-кошки.

49 (46). В анальном плавнике менее 10 ветвистых лучей. В спинном и грудных плавниках колючек нет.

Сем. Горные сомики.

50 (45) Усиков нет.

51 (58). Тело покрыто чешуей. Спинной плавник расположен впереди вертикали основания брюшных или над ними.

52 (57). Боковая линия полная.

53 (56). Чешуя на теле плотно сидящая, циклоидная. Глаза обычно небольшие. Длина рыла превышает вертикальный диаметр глаза.

54 (55). Спинной плавник короткий, в нем менее 16 лучей.

а) Рот вооружен хорошо развитыми зубами. Чешуя мелкая, вдоль боковой линии более 120 чешуек.

Сем. Лососевые.

б) Зубы на челюстях развиты слабо или совсем отсутствуют. Чешуя крупная, в боковой линии менее 120 чешуек.

Сем. Сиговые.

55 (54). Спинной плавник длинный, в нем более 17 лучей.

Сем. Хариусовые.

56 (33). Чешуя на теле легко спадающая, крупная и толстая, ктеноидная. Глаза большие. Длина рыла несколько меньше вертикального диаметра глаза.

Сем. Серебрянковая, или Золотистая, корюшка (рис. 2.3.3).

57 (52). Боковая линия неполная. Сем. Корюшковые (рис. 2.3.4).

58 (51). Тело почти голое, у живых рыб прозрачное, спереди цилиндрическое, сзади сжато с боков. Спинной плавник сдвинут назад, задний край его расположен над началом анального плавника.

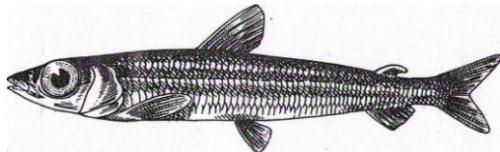


Рис. 2.3.3. Серебрянка



Рис. 2.3.4. Мойва

Сем. Саланксовые.

59 (22). Жаберные перепонки прикреплены к межжаберному промежутку (у рода Толстолобов из семейства Карповых они не прикреплены). Рот беззубый, выдвигающийся. Боковая линия обычно имеется.

60 (61). Боковая линия образует резкий изгиб над грудным плавником. Тело голое.

Сем. Лампридовые.

61 (60). Боковая линия не образует резкого изгиба над грудным плавником. Тело обычно покрыто чешуей, реже – голое.

62 (63). Усиков нет или их не более двух пар (у рода Восьмиусых пескарей из семейства Карповых четыре пары усиков и тело покрыто крупной чешуей в отличие от семейства Вьюновых). Жерновок есть.

Сем. Карповые.

63 (62). Усиков не менее трех пар. Тело голое или покрыто очень мелкой чешуей. Жерновка нет.

Сем. Вьюновые.

64 (21). Спинных плавников два, и они обособлены один от другого. Первый состоит из колючих (неветвистых) лучей, второй – из мягких.

65 (68). Тело умеренной длины. Рыло короткое. Нижняя челюсть не выдается. Рот вооружен слабыми зубами.

66 (67). Голова не сжата с боков. В первом спинном плавнике четыре колючих луча, во втором – восемь–девять ветвистых лучей. Вдоль боков тела по шесть–семь бурых полос.

Сем. Кефалевые.

67 (66). Голова сжата с боков. В первом спинном плавнике три–восемь гибких неветвистых лучей, во втором – один–два неветвистых луча, остальные ветвистые. По бокам тела проходит серебристая полоса.

Сем. Атериновые.

68 (65). Тело сильно удлинённое. Рыло заостренное с сильно выдающейся нижней челюстью. Рот вооружен сильными режущими зубами.

Сем. Сфиреновые (морские щуки).

69 (20). Начало основания брюшных плавников находится под передней половиной грудного плавника или впереди него, у некоторых рыб – на подбородке.

70 (73). На подбородке обычно имеется один непарный усик.

71 (72). Брюшные плавники находятся впереди грудных. Хвостовой плавник не заострен и отделен от непарных плавников. Рот невыдвижной. Чешуя мелкая, циклоидная.

а) Спинных плавников – от одного до трех, анальных – один или два. Усик на подбородке обычно имеется.

Сем. Тресковые.

б) Спинных плавников два, анальный один. Усик на подбородке отсутствует или очень слабо развит.

Сем. Мерлузовые.

72 (71). Брюшные плавники расположены под основанием грудных. Тело удлинённое, сходящее на нет. Хвостовой плавник отсутствует. Спинных плавников два. Впереди первого спинного плавника имеется две колючки. Анальный плавник один, длинный, в конце тела сливается со вторым – спинным. Рот выдвижной. Чешуя крупная.

Сем. Макруровые (долгохвостые).

73 (70). На подбородке непарного усика нет.

74 (75). Грудные плавники с широкими основаниями, покрытыми мясистой лопастью, служат опорой для передвижения по дну. Первый луч спинного плавника смещен на голову и преобразован в нить с кожистым придатком на конце. Голова большая, сильно уплощена. Рот огромный. Жаберные щели находятся ниже или позади основания грудных плавников.

Сем. Рукоперые.

75 (74). Грудные плавники не имеют широких оснований.

76 (77). Голова уплощена и покрыта чешуей, имеет сходство с головой змеи. Рот большой, конечный. В длинном спинном плавнике более 50 ветвистых лучей.

Сем. Змееголовые.

77 (76). Голова не уплощена. Спинных плавников один, два и иногда три, обособленных один от другого или слитых вместе. Если они обособлены, то первый из них состоит из неветвистых или колючих лучей, а второй – из мягких ветвистых. Если плавники слиты вместе, то чаще передняя часть представлена неветвистыми или колючими лучами. Иногда спинной плавник состоит только из колючих или только из мягких неветвистых лучей; чаще он обособлен от хвостового плавника, реже с ним сливается.

78 (83). Брюшные плавники срастаются вместе, образуя присасывательную воронку или диск.

79 (80). Брюшные плавники образуют присасывательную воронку с хорошо различимыми лучами.

Сем. Бычковые.

80 (79). Брюшные плавники образуют присасывательный диск с каемкой, лучи в них незаметны.

81 (82). Тело короткое, мясистое. Кожа толстая, покрыта крупными костными бугорками, расположенными рядами. Спинных плавников два.

Сем. Пинагоровые.

82 (81). Тело удлиненное, обычно сжатое с боков. Кожа тонкая, голая или покрыта небольшими костными бугорками. Спинной и анальный плавники длинные.

Сем. Морские слизняки.

83 (78). Брюшные плавники не срастаются вместе.

84 (99). Брюшные плавники расположены на горле или на подбородке, но не под грудными плавниками.

85 (86). Брюшные плавники находятся на подбородке и имеют вид раздвоенного усика. Спинной и анальный плавники длинные, слиты с хвостовым. Тело голое.

Сем. Ошибневые.

86 (85). Брюшные плавники расположены на горле.

87(96). Брюшные плавники маленькие, в них не более трех–четырёх ветвистых лучей. Чешуя мелкая.

88 (95). Спинной и анальный плавники обособлены от хвостового или связаны с ним перепонкой.

89 (94). В брюшных плавниках два–четыре ветвистых луча.

90 (91). Спинных плавников два. Они обособлены или слиты вместе. Первый спинной плавник или его передняя часть состоит из неветвистых лучей, второй – из ветвистых. В анальном плавнике колючек нет. Тело короткое.

Сем. Собачковые.

91 (90). Спинной плавник один и состоит из тонких колючих лучей. В анальном плавнике обычно имеется один–два колючих шипа. Тело удлинённое, низкое.

92 (93). Боковая линия хорошо или слабо развита. На голове имеются многочисленные мелкие кожистые придатки. Тело умеренно длинное.

Сем. Стихеевые.

93 (92). Боковая линия отсутствует. Тело сильно вытянутое.

Сем. Люмпеновые.

94 (89). В брюшных плавниках имеются один колючий луч и один недоразвитый ветвистый луч.

Сем. Маслюковые.

95 (88). Спинной и анальный плавники слиты с хвостовым. В задней части мягкого спинного плавника иногда имеются несколько колючих лучей.

Сем. Бельдюговые.

96 (87). В брюшных плавниках не менее пяти ветвистых лучей. Чешуя расположена косыми рядами.

97 (98). Тело сжатое с боков, удлинённое. Рот верхний. Глаза высокопосаженные.

Сем. Драконовые.

98 (97). Тело не сжатое с боков, укороченное. Рот верхний с сильно выдающейся нижней челюстью. Глаза расположены в верхней части головы.

Сем. Звездочеты.

99 (84). Брюшные плавники расположены на груди, под грудными плавниками или несколько позади них.

100 (101). На подбородке имеется два длинных усика.

Сем. Барабулевы (султанковые).

101 (100). На подбородке нет двух длинных усиков.

102 (103). Два или три луча грудных плавников утолщены и обособлены один от другого. Голова покрыта костным панцирем. Тело покрыто чешуей или костными пластинками.

Сем. Тригловые.

103 (102). Лучи грудных плавников не обособлены один от другого.

104 (105). Голова и тело покрыты сплошным костным панцирем, состоящим из ряда костных щитков. Обычно имеются усики.

Сем. Морские лисички.

105 (104). Голова и тело без сплошного костного панциря. Усики нет.

106 (115). Хвостовой стебель очень тонкий, с кожистыми киями по бокам. Хвостовой плавник обычно полулунный.

107 (108). Верхняя челюсть вытянута в виде меча. Брюшные плавники в виде длинных нитей. За вторым спинным и анальным плавниками имеются кожистые выступы.

Сем. Парусниковые.

108 (107). Верхняя челюсть не вытянута в виде меча. За вторым спинным и анальным плавниками нет кожистых выступов, но имеются дополнительные плавнички.

109 (114). Боковая линия не образует дуги и не покрыта костными щитками. Перед анальным плавником обособленных колючек нет.

110 (111). Чешуя мелкая или отсутствует. У некоторых видов в области грудных плавников более крупная чешуя (в виде панциря).

111 (112). Первый и второй спинные плавники сближены или находятся на значительном расстоянии один от другого.

112 (113). В первом спинном плавнике от 15 до 18 лучей.

113 (114). По бокам хвостового стебля имеется хорошо развитый один кожистый киль или два маленьких (у скумбрий нет килей).

Сем. Скумбриевые.

114 (109). Боковая линия спереди образует дугу, сзади – прямая. Она покрыта костными щитками. Перед анальным плавником имеется две обособленные колючки.

Сем. Ставридовые.

115 (106). Хвостовой стебель не очень тонкий, без кожистых килей по бокам. Хвостовой плавник не полулунный.

116 (145). Перед анальным плавником обособленных колючек нет.

117 (132). В анальном плавнике колючих лучей, связанных перепонкой с мягкими плавниковыми лучами, нет или их не более двух.

118 (127). Тело обычно покрыто чешуей. Панциря на щеке нет.

119 (122). Кости жаберной крышки зазубрены или снабжены шипами.

120 (121). Рот конечный или полуверхний. Спинных плавников два или один. Крышечная кость и предкрышка обычно зазубрены. В анальном плавнике два колючих луча (у судаков и чопов они слабо выражены). Хвост выемчатый.

Сем. Окуневые.

121 (120). Рот полунижний. Спинной плавник один, разделен глубокой выемкой на две части: переднюю колючую, более короткую, и заднюю мягкую, более длинную. Крышечная кость не зазубрена. Предкрышка слабо зазубрена. В анальном плавнике имеется один хорошо развитый колючий луч (другой зачаточный).

Сем. Горбылевые.

122 (119). Кости жаберной крышки не зазубрены.

123 (124). Спинных плавников два. Боковой линии нет. Брюшные плавники сближены.

Сем. Головешковые.

124 (123). Спинной плавник один, длинный, без выемки. Боковая линия имеется,

125 (126). Тело удлиненное, сжатое с боков, покрытое очень мелкой циклоидной чешуей. Лоб выпуклый. Лучи в спинном плавнике гибкие, неветвистые.

Сем. Корифеновые (золотистые макрели).

126 (125). Тело довольно короткое, покрытое крупной циклоидной чешуей. Лоб невыпуклый. В спинном плавнике имеются колючие и ветвистые лучи. Колючая часть плавника значительно длиннее мягкой.

Сем. Рифовые.

127 (118). Тело не бывает полностью покрыто чешуей, оно голое или имеет костные пластинки и шипики. На щеке имеется панцирь.

128 (131). Спинных плавников два. Они обособлены или разделены глубокой выемкой. На предкрышке один–четыре шипа. Жаберных лучей не более шести.

129 (130). Заглазничные кости имеются.

Сем. Подкаменщиковые.

130 (129). Заглазничные кости отсутствуют.

Сем. Байкальские широколобы.

131 (128). Спинной плавник один, шипов на предкрышке нет. Жаберных лучей семь.

Сем. Котгункуловые.

132 (117). В анальном плавнике не менее трех колючих лучей, связанных перепонкой с мягкими плавниковыми лучами.

133 (140). Верхнечелюстная кость длинная, обычно достигает середины глаза или даже заходит за его задний край.

134 (135). Вторая предглазничная кость увеличена и достигает предкрышки. Имеется панцирь на щеке. Предкрышка зазубрена.

Сем. Скорпеновые.

135(134). Вторая подглазничная кость не увеличена и не достигает предкрышки. На щеке панциря нет.

136 (139). Предкрышка имеет зазубренный край.

137 (138). На конце жаберной крышки имеется один–два гладких шипа. Верхнечелюстная кость выдвигаемая.

Сем. Серрановые.

138 (137). На конце жаберной крышки гладкие шипы отсутствуют. Верхнечелюстная кость невыдвигаемая.

Сем. Лутьяновы.

139 (136). Предкрышка с гладким краем, не зазубрена.

Сем. Центрарховые.

140 (133). Верхнечелюстная кость короткая, едва достигает переднего края глаза.

141 (142). Предкрышка имеет зазубренный край. На подбородке имеются поры.

Сем. Пристипомовые.

142 (141). Предкрышка с гладким краем. На подбородке поры отсутствуют.

143 (144). Рот выдвижной, сильно выдается вперед. Зубы на небных костях и сошнике отсутствуют.

Сем. Смаридовые.

144 (143). Рот невыдвижной и сильно не выдается вперед. Зубы на небных костях и сошнике имеются. На челюстях передние зубы сильные, конические, резцевидные.

Сем. Спаровые.

145 (116). Перед анальным плавником имеется две обособленные короткие колючки.

Сем. Луфаревые (рис. 2.3.5).

146 (19). Губы, окаймляющие рот, выдаются вперед. Они широкие, с продольными складками или толстые, с ворсинками или без них.

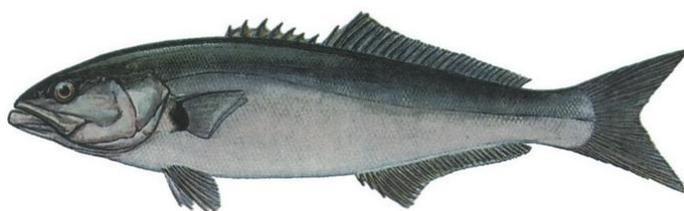


Рис. 2.3.5. Луфарь

147 (149). Губы широкие и тонкие, с продольными складками, без ворсинок. Нижняя губа не рассечена на две лопасти. На челюстях сильные клыковидные зубы. В передней части довольно длинного спинного плавника имеются колючие лучи.

Сем. Зеленушковые, или Губановые.

148 (147). Губы не выдаются вперед, толстые, с ворсинками. Нижняя губа рассечена на две лопасти. Рот беззубый. На нижнеглоточных костях расположены многочисленные однорядные зубы. Спинной плавник короткий, состоит из мягких ветвистых лучей. В анальном плавнике колючек нет.

Сем. Чукучановые.

149 (18). На теле несколько боковых линий. По сторонам рыла одно носовое отверстие.

Сем. Терпуговые.

150 (17). Брюшные плавники в виде колючек (складных шипов). Перед анальным плавником имеются от двух–трех до 16 свободных колючек. На теле расположены боковые костные щитки.

Сем. Колюшковые.

151 (14). Брюшных плавников нет.

152 (153). Верхняя челюсть сильно вытянута в виде меча. Спинной плавник короткий, высокий. Тело голое.

Сем. Рыба-меч.

153 (152). Верхняя челюсть не вытянута, в виде меча.

154 (155). Тело покрыто костными щитками. Рыло трубкообразное. Жабры в виде пучков.

Сем. Морские иглы.

155 (154). Тело покрыто чешуей или голое. Жабры нормального строения.

156 (157). Спинных плавников два. Грудные плавники длинные. Кожа голая. Лучи плавников тонкие.

Сем. Голомянковые.

157 (156). Спинной плавник один.

158 (159). Рот выдвижной, полуверхний, с выдающейся нижней челюстью. Зубы на челюстях очень слабые или отсутствуют. На боках тела очень много косых складок. Боковая линия проходит вдоль спины.

Сем. Песчанковые.

159 (158). Рот не выдвижной. Зубы на челюстях имеются. Косых складок на боках тела нет. Боковая линия проходит посередине тела или отсутствует.

160 (163). Хвостовой плавник хорошо обособлен от анального и спинного. Тело удлинненное. Рыло закруглено или в виде клюва.

161 (162). Рот большой. На челюстях имеются многочисленные сильные зубы (передние конические, боковые бугорковидные). Жаберные щели широкие. Спинной и анальный плавники длинные.

Сем. Зубатковые.

162 (161). Рот маленький в виде притупленного клюва. Зубов на челюстях мало, они пластинчатые. Жаберные щели узкие. Спинной и анальный плавники небольшие.

Сем. Сростночелюстные.

163 (160). Хвостовой плавник не обособлен от анального и спинного, иногда представлен длинной нитью. Рыло заострено (сильно или слабо).

164 (165). Рот верхний с выступающей нижней челюстью. На челюстях имеются крупные зубы. Тело низкое, лентообразное и заканчивается тонкой нитью.

Сем. Волосохвостые.

165 (164). Рот конечный. На челюстях мелкие гребневидные или щетинковидные зубы. Тело змеевидное. Длинные спинной и анальный плавники сливаются с хвостовым.

Сем. Речные угри.

166 (13). Тело несимметричное. Оба глаза на одной стороне.

167 (168). Тело высокое, высота его составляет более 50 % всей длины. На теле обычно имеются крупные шипы. Брюшные плавники расположены несимметрично.

Сем. Калкановые.

168 (167). Тело невысокое, высота его составляет менее 50 % всей длины. На теле крупных шипов не имеется. Брюшные плавники расположены симметрично.

169 (170). Рот конечный или полуверхний. Форма тела овальная.

Сем. Камбаловые.

170 (169). Рот нижний, верхняя челюсть выдается. Форма тела языковидная.

Сем. Морские языки.

2.4. Характеристика основных промысловых семейств и видов рыб

Промышленным рыболовством на нашей планете занимаются более 250 стран. Общий вылов гидробионтов вместе с продукцией аквакультуры в 2014 г. превысил 150 млн т. В улове доминирует рыба – 90 %, остальные 10 % составляют моллюски, ракообразные, водоросли и морские млекопитающие.

В Мировом океане обитают более 20 тыс. видов рыб, но промысловыми являются относительно немногие семейства и виды. Около 100 видов рыб составляют основу улова. Из этого количества 45–50 % мирового вылова приходится на 21 вид рыб, принадлежащих к восьми семействам; 30–40 % – на 42 вида рыб [7].

Ведущее место в промысле занимают Сельдевые, обеспечивающие примерно 25 % мирового улова [8]. На втором месте представители семейства Тресковых, затем следуют Ставридовые и Скумбриевые. Представители семейства Анчоусовых подвержены флуктуациям (колебаниям численности), поэтому их доля в уловах варьируется. Представители девяти семейств, прежде всего обитатели

прибрежных и, в меньшей степени, открытых вод Мирового океана: Сельдевые, Тресковые, Ставридовые, Скумбриевые, Анчоусовые, Лососевые, Тунцы и Камбаловые – обеспечивают около 70 % мировой добычи морских рыб [9, 10].

Семейство Тресковые

Рыбы этого семейства обитают в морях северного полушария. Наиболее распространены в северной части Атлантического океана. Основными промысловыми видами являются треска, пикша, сайда, хек, мерлуза, путассу, навага, минтай, сайка, а в пресных водах – налим. Все они характеризуются относительно большой головой, малым количеством костей и наличием большой жирной печени. Несмотря на большой удельный вес головы, выход мяса почти у всех Тресковых составляет более 50 % от общей массы.

Гастрономические качества рыб семейства Тресковых обусловлены некоторой зависимостью от химического состава. Наиболее хорошим вкусом обладают навага и хек. Треска (рис. 2.4.1) является самым важным по своему хозяйственному значению представителем семейства. Это крупная рыба, достигающая в длину 160 см; средняя промысловая длина – 50 см. Заготавливается главным образом в мороженом виде. Относится к столовым рыбам.

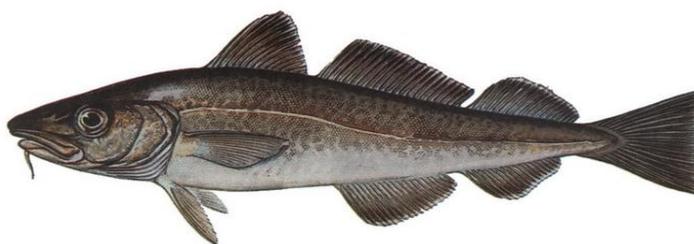


Рис. 2.4.1. Треска

Пикша (рис. 2.4.2) имеет немного меньшие размеры, чем треска. Она не выносит температуры ниже 0 °С; северная граница ее обитания лежит немного южнее, чем у трески. По вкусу пикша заметно отличается от трески, мясо ее нежнее. В некоторых западноевропейских странах пикша ценится дороже трески.

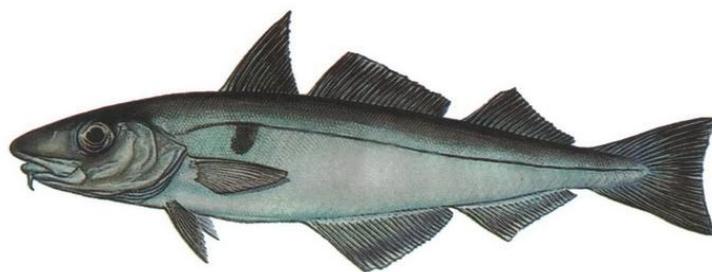


Рис. 2.4.2. Пикша

Сайда обитает в Северной Атлантике. Обычная ее длина составляет 60–70 см. Некоторые особи достигают в длину 120 см и имеют массу до 10 кг.

Мерланг встречается у берегов Европы от Средиземного до Норвежского моря. Это сравнительно небольшая рыба, обычно 40–45 см длиной. По массовому и химическому составу, а также по вкусовым достоинствам мерланг сходен с треской и пикшей.

Навагу вылавливают зимой во время ее подхода к берегам. Выловленную подо льдом рыбу традиционно раскладывают тонким слоем на льду и замораживают естественным способом, как правило, в неразделанном виде. За счет повышенной до 2 % жирности она обладает исключительными вкусовыми качествами.

Путассу (рис. 2.4.3) вылавливают главным образом в районе Исландии, хотя ареал ее распространения почти такой же, как и у пикши. Путассу является относительно мелкой рыбой, достигающей в длину до 40 см. По весовому и химическому составу, а также по гастрономическим качествам путассу не уступает треске и пикше.



Рис. 2.4.3. Путассу

Сайка – мелкая тресочка, достигает в длину до 20 см и весит около 55 г. Из всех тресковых это самая холодолюбивая рыба. Обитает в восточной части Баренцева моря и в Карском море. Мясо

сайки водянистое и содержит мало белка, поэтому пищевое использование ее ограничено.

Минтай – самая многочисленная, имеющая наибольшее промысловое значение из Тресковых рыба, обитающая в северной части Тихого океана. Минтай достигает в длину до 90 см. Его средняя промысловая длина составляет около 40 см.

Характеризуя ценность рыб семейства Тресковых, следует отметить, что при относительно небольшой калорийности (60–90 калорий на 100 г) они относятся к высокобелковым рыбам. Благодаря малому содержанию жира, их мясо является ценным источником белка для людей, предрасположенных к полноте. Для людей возраста выше среднего мясо тресковых рыб ценно тем, что содержит много метионина, который способствует нормальному обмену холестерина, т. е. предохраняет от развития атеросклероза. Большое значение при обработке данных рыб имеет использование печени, отличающейся высокой жирностью и содержанием жирорастворимых витаминов. Высоким спросом пользуются натуральные консервы из печени трески [11]. Добывают рыб этого семейства преимущественно тралами.

Семейство Мерлузовые

Рыбы данного семейства вылавливают в умеренных и субтропических водах Тихого и Атлантического океанов. Рот у Мерлузовых конечный, с большими челюстями; два спинных плавника; непрерывная боковая линия; усик на подбородке отсутствует. Самый важный род семейства – мерлузы. Различают мерлузы нескольких видов: европейскую, тихоокеанскую, южно-африканскую, серебристую.

Мерлуза европейская (рис. 2.4.4) – серебристо-серая рыба с черноватым пятном у основания плавника. Мясо этой рыбы вкусное, хотя и нежирное (0,2 %). Рыба пользуется большим спросом у покупателей.

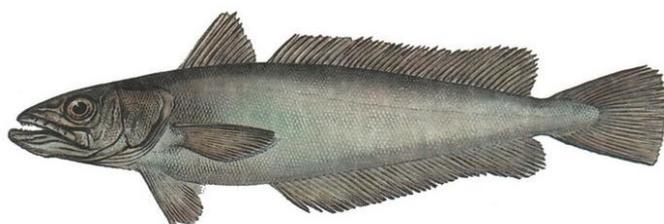


Рис. 2.4.4. Мерлуза европейская

Серебристый хек – рыба серого цвета с оттенками (до темных). Длина около 35 см, но может достигать и 70 см. Мясо белое, нежное, с хорошим ароматом; содержит 1,6–2,3 % жира; в печени – 44 % жира. Уловы серебристого хека в последние годы сократились, но повышаются уловы тихоокеанской мерлузы.

Мерлуза тихоокеанская, или тихоокеанский хек, длиной 30–60 см имеет белое, вкусное, со специфическим запахом мясо, содержащее 0,7–2,7 % жира. Рыба пользуется у покупателей таким же спросом, как и хек серебристый. Мерлузовые используют так же, как и Тресковые.

Семейство Лососёвые

Лососевые (рис. 2.4.5) – проходные и пресноводные рыбы северного полушария. Распространены они главным образом в бассейнах рек Северного Ледовитого океана, северной части Атлантического и Тихого океанов. От других рыб они отличаются наличием жирового плавника.

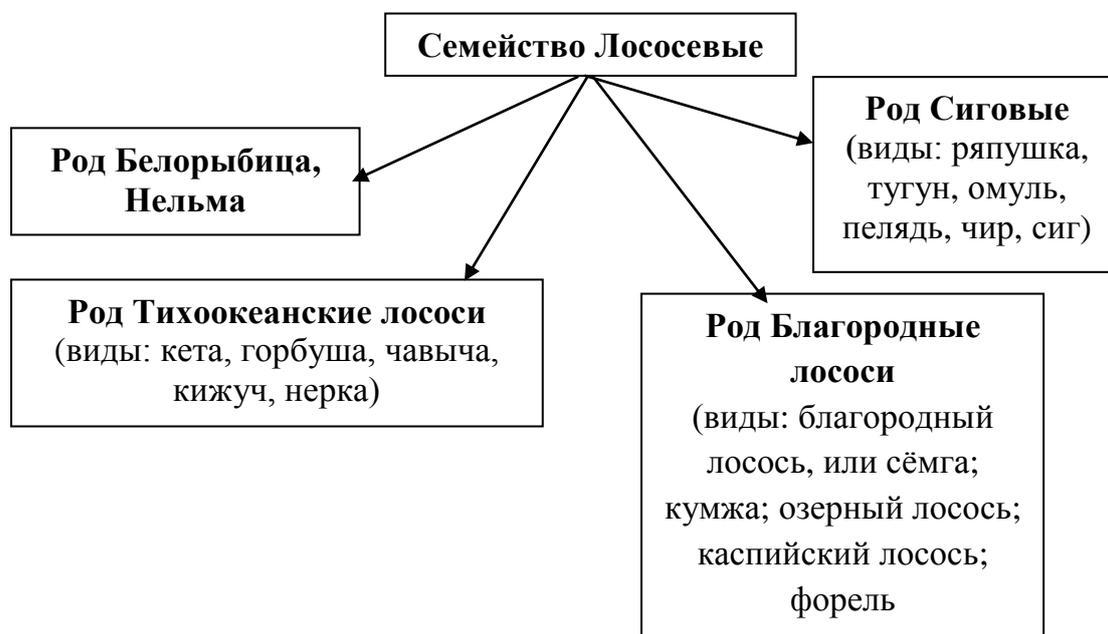


Рис. 2.4.5. Основные роды и виды рыб семейства Лососевых

Промысловое значение имеют семга (рис. 2.4.6), кумжа, дальневосточные лососи и сиги. Лов большинства Лососевых приурочен к нерестовому ходу их в реки. Во время хода вверх по реке они не питаются, вся работа по продвижению против течения производится за счет накопленных в море запасов жира и белка. Поэтому химический состав и пищевая ценность рыб сильно изменяются после входа в реку – содержание воды увеличивается, а жира – уменьшается.

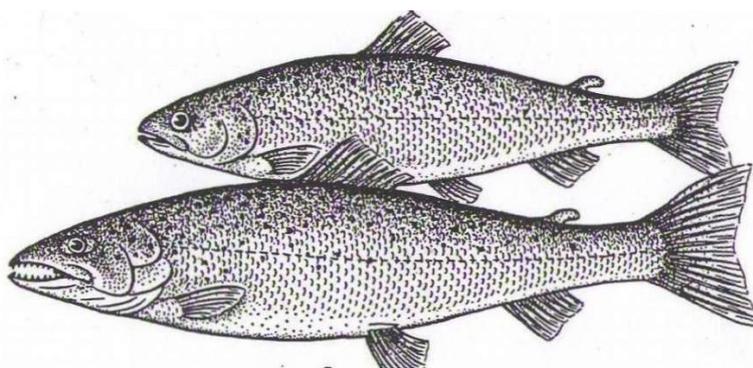


Рис. 2.4.6. Семга

Семга имеет наибольшее промысловое значение из всех Лососевых на Европейском Севере. Молодь ее живет в реке от одного до пяти лет, а затем скатывается в море, где проводит время до достижения половозрелости от одного до трех лет. В море семга растет гораздо быстрее, поэтому от того, насколько рано она скатилась из реки, рост ее будет больше. Например, если она провела пять лет в реке и один год в море, то при заходе на нерест ее вес будет от 1 до 3 кг, если, наоборот, она скатилась в море через год после выклева, то ее вес может быть больше 20 кг [11].

Кумжа отличается от семги более яркой окраской тела. Средние размеры кумжи – 30–70 см при массе от 1 до 5 кг, но встречаются особи массой до 20 кг.

Дальневосточные, или тихоокеанские, лососи – кета (рис. 2.4.7), горбуша (рис. 2.4.8), чавыча, кижуч, сима и нерка – имеют большое промысловое значение. Дальневосточные лососи, так же как и семга, нерестятся в верховьях рек, совершая для этого протяженные нерестовые миграции. В период хода на нерест они не питаются. После икрометания из-за сильного истощения и нарушения жизненных функций организма они погибают. Наибольшее промысловое значе-

ние и широкое распространение по сравнению с другими видами дальневосточных лососей имеют кета и горбуша. Кета в зависимости от времени хода на нерест имеет две формы – летнюю и осеннюю. Промысловая длина летней кеты составляет 58–60 см, масса 2–3 кг; длина тела осенней кеты – 70–75 см, масса 4–5 кг. Мясо и икра кеты имеют высокие вкусовые качества. Горбуша – мелкий лосось. Средняя длина тела 45–50 см; масса 1–1,7 кг.

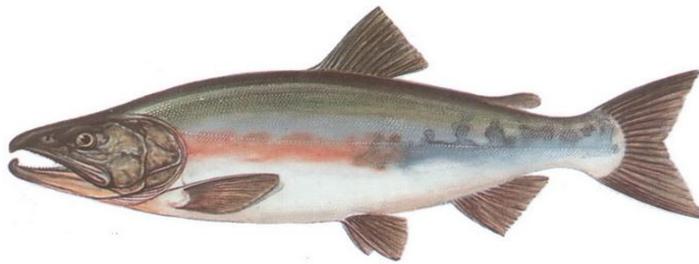


Рис. 2.4.7. Кета

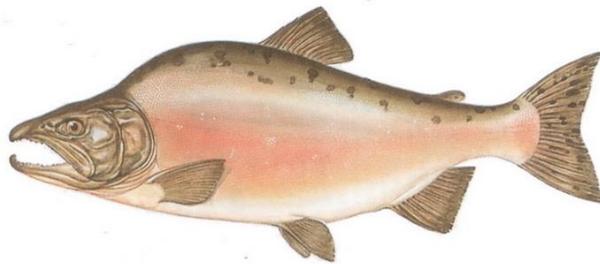


Рис. 2.4.8. Горбуша

Сиги – одни из самых многочисленных рыб семейства Лососевых. К ним относятся: омуль, чир, муксун, пелядь, ряпушка и др. Обитают сиги в чистой воде с высоким содержанием кислорода. Среди них есть проходные (омуль, муксун) и пресноводные (пелядь, чир, ряпушка) формы. Мясо сигов также имеет хорошие гастрономические свойства. Хорошо посоленные горбуша и кета мало чем уступают семге.

Семейство Скорпеновые

Скорпеновые обитают в прибрежных придонных водах тропических и субтропических морей. В нашей стране они встречаются в Баренцевом море и на Дальнем Востоке. Большое промысловое значение имеют золотистый морской окунь (рис. 2.4.9) и окунь-клювач. Золотистый окунь имеет значительно большие размеры, чем клювач. Самый большой экземпляр золотистого окуня имел длину 89 см и вес 9 кг. Основная масса добываемого окуня имеет промысловую длину 26–50 см. Добывают окуня донными тралами.

Массовый состав морского окуня характеризуется относительно небольшим выходом мяса, как правило, не более 50 % от массы целой рыбы. Мясо морского окуня является белковым, среднежирным (от 2 до 10 % жира).

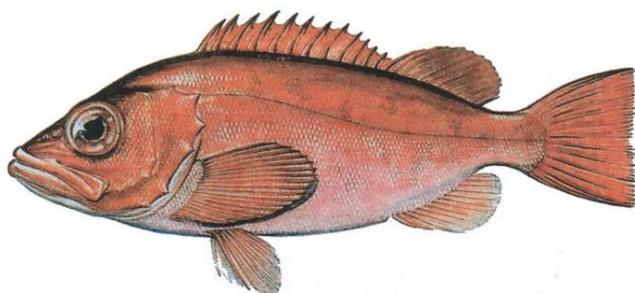


Рис. 2.4.9. Золотистый морской окунь

Морской окунь может быть использован для приготовления разнообразных кулинарных продуктов. Балыки холодного копчения и вяленый окунь пользуются хорошим потребительским спросом.

Семейство Сельдевые

Сельди (рис. 2.4.10) – важнейший объект рыбного промысла. В нашей стране основу промысла составляют океанические и каспийско-черноморские сельди. Добывают их ставными неводами, сетями и тралами.

В Северной Атлантике и Баренцевом море вылавливают в основном один вид сельдей с несколькими местными расами. В Западном секторе Атлантики встречаются в небольшом количестве очень крупная сельдь шэд, достигающая в длину до 75 см, массой более 3,5 кг и проходная сельдь менхеден, заходящая на нерест в реки.

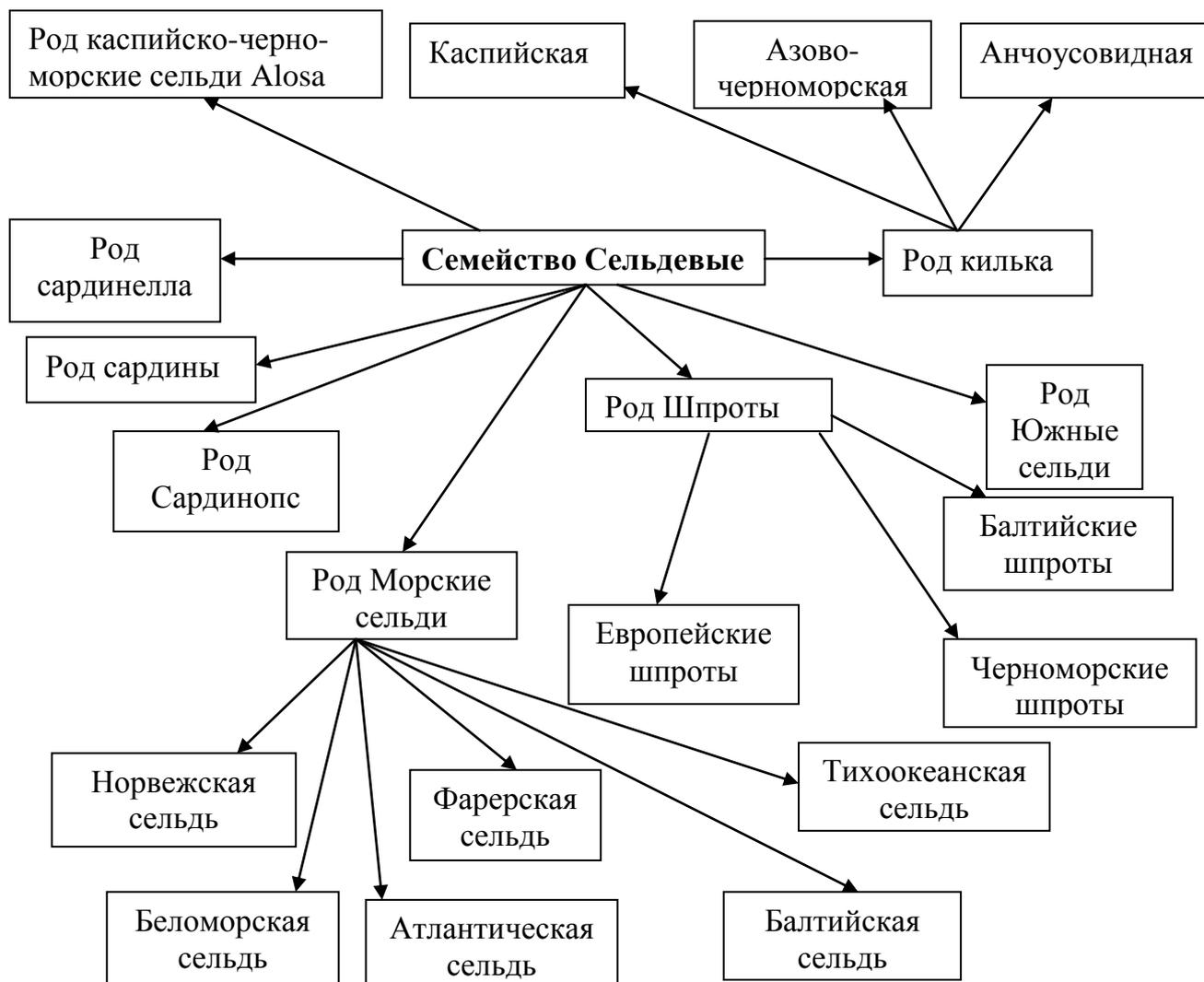


Рис. 2.4.10. Основные промысловые виды рыб семейства Сельдевых

Атлантическо-скандинавская сельдь (рис. 2.4.11) живет до 20–25 лет. Средняя промысловая длина атлантической сельди составляет от 25 до 31 см, масса – от 200 до 500 г.



Рис. 2.4.11. Атлантическая сельдь

В течение года условия питания сельди сильно меняются. У нее бывают довольно длительные периоды голодания. Сельдь приспособилась к чередованию обилия и недостатка пищи, накапливая летом в своем теле большие запасы жира, которые расходуются в зимний период. Кроме жира сельдь способна накапливать также небольшой запас белка. Вследствие этого химический состав сельди подвержен значительным сезонным колебаниям. Это отражается и на ее массовом составе. Сельдь принадлежит к числу рыб, способных созревать в соленом виде, поэтому основным видом ее обработки является посол. Слабосоленая продукция обладает приятным вкусом и ароматом. Из сельди могут быть приготовлены хорошие пряные и маринованные продукты, пользующиеся большим спросом. Сельдь горячего и холодного копчения также имеет приятный вкус.

В умеренно теплых, субтропических и тропических водах обитают *сардины* трех родов: Сардина (рис. 2.4.12), Сардинопс и Сардинелла. Наиболее важное промысловое значение имеет сардина пильчард, или европейская сардина.

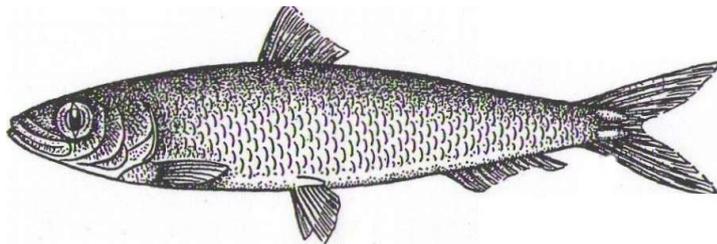


Рис. 2.4.12. Сардина атлантическая

Сардины распространены в водах Восточной Атлантики и Северо-Западной Африки.

Семейство Анчоусовые

Данное семейство относится к отряду Сельдеобразные, подотряду Сельдевидные, так же как и Сельдевые. Рыбки из семейства Анчоусовых, в отличие от Сельдевых, имеют сигарообразную форму, большой рот, верхняя челюсть значительно длиннее нижней, спинной плавник располагается над брюшным, чешуя крупная, тонкая, легко спадающая, глаза покрыты прозрачной кожной пленкой. Среди них наиболее известен вид европейский анчоус (рис. 2.4.13), обитающий у атлантического побережья Европы и Северной Африки, а также

в прилегающих морях и получивший в Азовско-Черноморском бассейне название хамсы. В водах Приморья вылавливают японский анчоус.



Рис. 2.4.13. Европейский анчоус (хамса)

У берегов Перу и Северного Чили обитает самый многочисленный вид – перуанский анчоус. Отечественные уловы анчоуса значительно возрастают, главным образом за счет азово-черноморской хамсы. Хамса – рыбка длиной 9–10 см, имеющая нежное вкусное мясо с содержанием жира: осенью – 23–28 %, весной и летом – около 7 %. Японский анчоус крупнее хамсы (13,8–18,5 см); содержание жира в мясе – 3,3–18 %. В соленом виде эти рыбы обладают хорошими вкусовыми качествами. Из них изготавливают консервы и пресервы.

Семейство Камбаловые

Это морские, малоподвижные, донные рыбы с несимметричным, сильно сжатым с боков телом. У большинства видов глаза находятся на правой стороне тела. В личиночном периоде у этих рыб происходит метаморфоза: глаза перемещаются на одну сторону головы из-за донного образа жизни. Наибольшее промысловое значение имеют палтус, морская желтоперая, желтобрюхая, звездчатая камбалы (рис. 2.4.14). Промысел осуществляется тралами, ярусами, ставными сетями. Лов ведут в северных частях Атлантического и Тихого океанов, а также в Черном и Баренцевом морях.

Палтус белокорый является одной из самых крупных рыб Северной Атлантики. Отдельные особи достигают массы 300 кг при длине 4 м. Выход мяса у палтуса больше, чем у камбалы, и составляет до 65 % от его массы. Мясо белокорого палтуса имеет очень приятный вкус и используется для приготовления разнообразных продуктов. У мелких экземпляров мясо более нежное, чем у крупных; содержание жира в мясе палтуса с возрастом увеличивается.

В кулинарии палтус используется для приготовления первых и вторых блюд. Благодаря плотной консистенции мяса, палтус пригоден для варки и жаренья. Очень хорошим вкусом отличается заливное из палтуса.

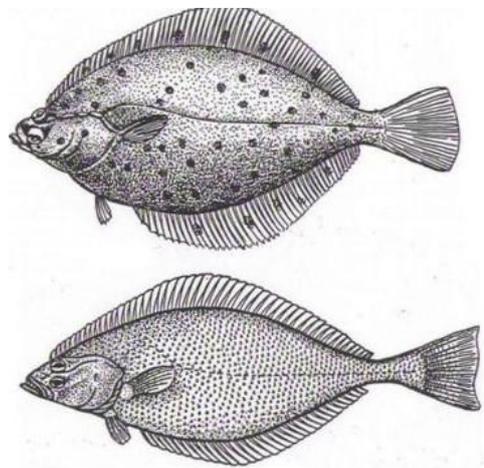


Рис. 2.4.14. Морская камбала (сверху) и белокорый палтус (снизу)

Синекорый, или черный, палтус имеет меньшие размеры, чем белокорый. Отдельные экземпляры достигают в длину 120 см. Средний промысловый размер синекорого палтуса составляет 45–65 см при массе от 1 до 5 кг. По химическому составу синекорый палтус заметно отличается от белокорого: мясо его гораздо жирнее, но беднее белком. Вследствие бóльшей жирности синекорый палтус используется для приготовления вкусных и питательных копченых продуктов, которые можно поставить в один ряд с балыком из севрюги. Морская камбала отличается довольно большим выходом мяса – до 70 % от общей массы, однако её питательная ценность не очень большая, так как содержание жира и белка в мясе невысокое. Тем не менее морская камбала пользуется спросом у населения в связи с приятным вкусом.

Семейство Зубатковые

Указанное семейство представлено в Северной Атлантике тремя видами: пятнистая, полосатая и синяя. Они не образуют промысловых скоплений и добываются как прилов вместе с другими донными рыбами. Пятнистая зубатка (рис. 2.4.15) является самой ценной по вкусовым качествам. Это крупная рыба со средними размерами 90–100 см при массе около 8 кг.

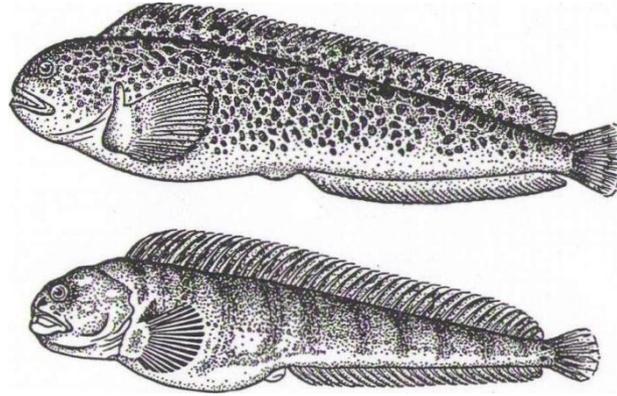


Рис. 2.4.15. Пестрая (пятнистая) зубатка (сверху)
и полосатая зубатка (снизу)

Полосатая зубатка (см. рис. 2.4.15) обитает почти во всей Северной Атлантике. Размеры ее немного меньше, чем у пятнистой: средняя длина составляет от 40 до 70 см при массе 0,5–4 кг. Выход мяса у пятнистой зубатки несколько выше (63 %), чем у полосатой (57 %). Химический состав обеих зубаток сходен и характеризуется средней жирностью (от 2 до 8 %) и относительно невысоким содержанием белка (около 16 %). Самые вкусные продукты из пятнистой и полосатой зубатки получают при горячем копчении. В этом случае недостаток белка не чувствуется.

Семейство Скумбриевые

Скумбриевые обитают в теплых умеренных водах Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Это морские пелагические стайные рыбы. Наиболее важное промысловое значение имеет обыкновенная (атлантическая) скумбрия (рис. 2.4.16), обитающая в северной части Атлантического океана, а также в Средиземном, Черном, Северном и Балтийском морях. Средняя длина атлантической скумбрии составляет 25–35 см.

Атлантическая скумбрия совершает сезонные миграции вдоль берегов Америки и Европы. Приближение к берегам и удаление от них связаны с изменением температуры воды, направлением ветра и течений. Ловят скумбрию тралами.



Рис. 2.4.16. Обыкновенная скумбрия

Мясо скумбрии жирное, вкусное. Она пригодна для приготовления широкого ассортимента продуктов и кулинарных изделий. Очень хорошим вкусом обладает копченая скумбрия. В соленом виде она хорошо созревает и может служить приятной закуской. Жир скумбрии очень быстро окисляется на воздухе, поэтому, заготавливая ее в мороженом виде, необходимо эффективно глазировать или использовать другие защитные покрытия.

Семейство Ставридовые

Ставрида (рис. 2.4.17) – стайная пелагическая рыба, обитающая в тропических и умеренных районах Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Тело ставриды сжато с боков, покрыто мелкой чешуей. Хвостовой стебель тонкий, чешуя боковой линии образует костистые щитки («жучки»), создающие неудобства при разделке. Длина ставриды – до 50 см.

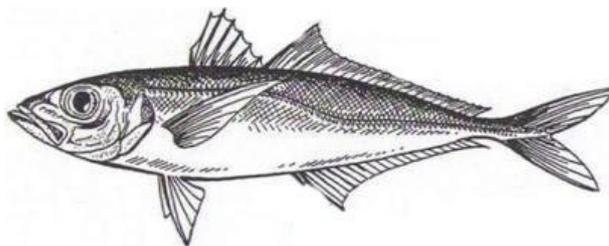


Рис. 2.4.17. Ставрида

Наибольшее промысловое значение имеет ставрида, обитающая в Атлантическом океане у берегов Европы и Африки. Ловят ставриду ставными, кошельковыми неводами и тралами.

Ставрида является довольно ценной рыбой, пригодной для приготовления различных закусочных продуктов. Используется в основном для приготовления консервов и копченой продукции. В вареном виде мясо ее несколько суховато, имеет легкий специфический кисловатый привкус. Как и у скумбрии, жир ставриды очень быстро окисляется.

Семейство Тунцы

Тунцы широко распространены в водах тропических и субтропических районов Атлантического, Тихого и Индийского океанов, хотя некоторые виды ловятся в более холодных водах. Тунцы – это крупные, стайные, пелагические рыбы, обитающие преимущественно в открытой части океана (рис. 2.4.18).

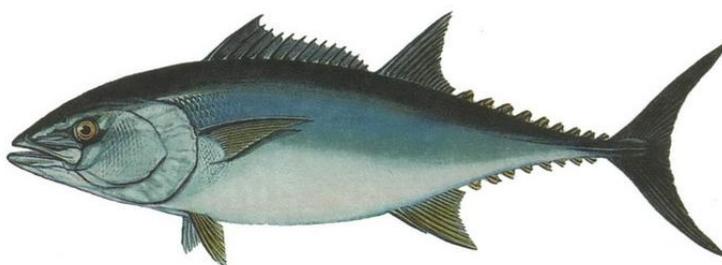


Рис. 2.4.18. Обыкновенный тунец

Тунцы могут достигать в длину до 3 м и иметь массу около 600 кг. Наибольшее промысловое значение имеют: обыкновенный, или синий, тунец; длинноперый тунец; обыкновенный большеглазый тунец, а также мелкие тунцы – полосатый, макрелевый и пятнистый. Промышляют их плавными ярусами, кошельковыми неводами. Мясо тунцов может быть использовано для приготовления различных продуктов. Из него изготавливают хорошие консервы, в кулинарных изделиях оно напоминает свинину или говядину, в частности из него готовят очень вкусную буженину. Вместе с тем мясо тунца может вызвать довольно сильное отравление, если рыба не сразу после вылова подверглась обработке. Мясо в этом случае способно быстро портиться и становится ядовитым. Также следует отметить, что мясо крупных тунцов может отличаться повышенным содержанием ртути. Печень тунцов содержит до 30 % жира, богатого витаминами А и D.

Семейство Корюшковые

Корюшковые населяют морские и пресноводные водоемы северных частей Атлантического, Тихого и Северного Ледовитого океанов. Среди Корюшковых одни всю жизнь проводят в море (мойва), другие являются проходными или полупроходными рыбами, причем некоторые из них могут жить и в пресных водоемах, образуя жилые формы (озерная корюшка, снетки) (рис. 2.4.19).

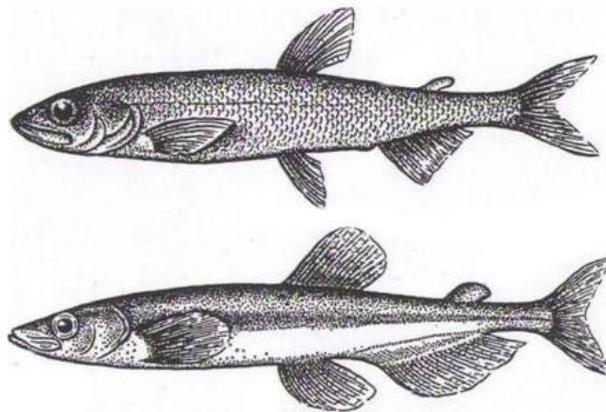


Рис. 2.4.19. Европейская корюшка (сверху) и мойва (снизу)

Корюшковые – стайные рыбы, обитающие в придонных слоях или толще воды. Их интенсивный промысел ведется в северных частях Атлантического и Тихого океанов. Наибольшее промысловое значение из Корюшковых имеет мойва. Ловят мойву береговыми и кошельковыми неводами и ставными ловушками. Промысловая длина мойвы 11–12 см. Жирность мяса мойвы в летне-осенний период колеблется от 16 до 29 %. Содержание белка в это время у нее самое низкое по сравнению с другими сезонами промысла (12,5 %), однако относительно обезжиренного мяса оно самое высокое – на 100 частей воды приходится 20 частей белка. Летняя и зимняя мойва имеет достаточно плотное мясо и пригодна для приготовления разнообразных продуктов. Кости мойвы слабо минерализованы и легко размягчаются при термической обработке. Из мойвы изготавливают деликатесные консервы «Мойва копченая в масле», различные кулинарные изделия и пресервы.

Семейство Макрелешуковые

Среди рыб данного семейства большое промысловое значение имеют сайра и её аналогичный вид, вылавливаемый в водах Тихого океана.

Сайра – небольшая рыба длиной 17–36 см с удлинённым веретенообразным телом, покрытым мелкой, легко спадающей чешуей; спинной плавник расположен над анальным, а позади них, являясь как бы их продолжением, находятся по пять–семь дополнительных плавников (рис. 2.4.20).



Рис. 2.4.20. Сайра

Мясо сайры содержит от 6 до 21 % жира в зависимости от размера рыбы и времени вылова. Чем крупнее сайра, тем она лучше. В основном сайру используют для производства консервов в масле; реализуют также в мороженом, копченом и слабосоленом виде.

Макрелешука (рис. 2.4.21) имеет вытянутое туловище и длинные тонкие челюсти.



Рис. 2.4.21. Макрелешука

У молодых рыб длиной до 15 см нижняя челюсть выступает вперед; у взрослых – челюсти одинаковой длины с маленькими зубами. Низко расположенная боковая линия. Спинной плавник низкий, сильно отодвинут назад, с 10–12 основными лучами, за ним 5–6 лучиков. Анальный плавник с 12–14 основными соединенными и 6–7 отдельно расположенными плавничками. Брюшные плавники состоят из шести соединенных лучей. Плавательный пузырь без воздушного

протока к передней кишке. Имеет голубоватую или оливкового цвета спинку и брюшко с золотым или серебристым блеском.

Распространена макрелешука в субтропической и бореальной областях Северной Атлантики, на востоке от западно-африканского побережья и Канарских островов до Исландии, южной Норвегии и Дании (как случайные мигранты иногда проникают в Белое и Баренцево моря, во время летних месяцев), Средиземном море. Особый подвид встречается повсюду в более теплых морях Южного полушария. Является стайным видом рыб открытых вод, которые часто держатся под водной поверхностью. Нерест происходит ранним летом в открытом море; икринки (их величина 2 мм) имеют клейкие цепкие нити (короче, чем у саргана), которыми они приклеиваются к перемещающимся водорослям. Вылупившиеся личинки не имеют еще длинного рыла, которое развивается полностью только в течение более позднего роста [12].

2.5. Характеристика основных видов рыб аква- и марикультуры

Последние 15–20 лет вылов гидробионтов стал практически стабильным, а весь прирост добычи водных биологических ресурсов определяет продукция аквакультуры. Запасы многих традиционных объектов мирового рыболовства подорваны промыслом. Необходимость наращивания производства рыбопродукции обусловлена возрастающими потребностями населения Земли в белковой пище. В связи с этим большинство аналитиков считают, что дальнейшее увеличение объемов рыбопродукции возможно либо посредством вовлечения в активный промысел ныне не востребуемых объектов, либо за счет искусственного выращивания гидробионтов.

В настоящее время лидером по производству аквакультуры является Китай, в котором выращивается до 35 млн т аквакультуры в год.

Семейство Карповые

На рис. 2.5.1 перечислены подотряды и семейства рыб отряда Карпообразных.

Сазан – пресноводная рыба, но живет и в солоноватых водах. В РФ она распространена в бассейнах Черного, Азовского, Каспий-

ского и Аральского морей, в реках Дунае, Днепре, Волге и др. [13]. На ранних стадиях развития питается коловратками и ракообразными. В более позднем возрасте основу его рациона составляет бентос (организмы дна водоемов). Растет сазан сравнительно быстро, при хороших условиях питания на первом году жизни молодь достигает массы 100 г, а на втором – до 500 г и выше. В природе встречаются особи массой до 32 кг [14].

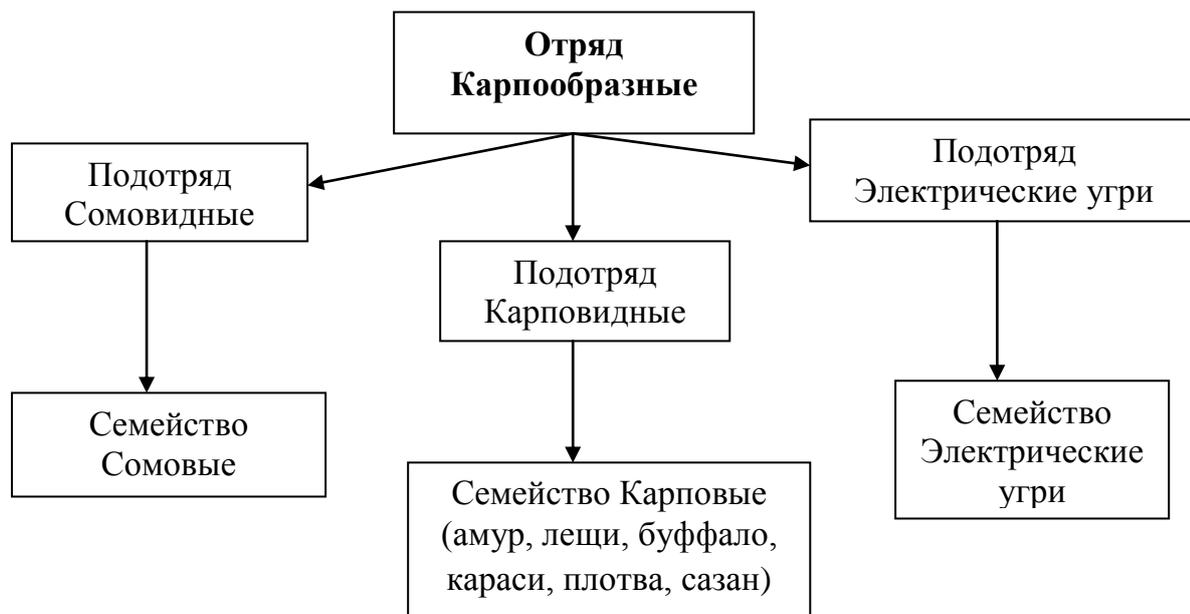


Рис. 2.5.1. Основные промысловые семейства отряда Карпообразных

Половая зрелость сазана наступает обычно на четвертом году. Икру рыба откладывает при температуре воды 18–20 °С на свежезалитую луговую растительность. Инкубация икры протекает на протяжении 3–5 сут.

Российские селекционеры широко используют амурского сазана (рис. 2.5.2) для выведения и улучшения пород карпа [15].

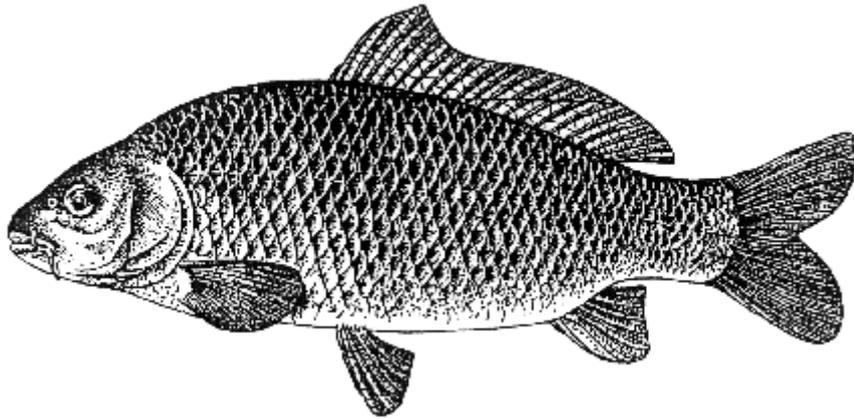


Рис. 2.5.2. Амурский сазан

Сазан передает потомству такие свойства, как повышенная зимостойкость и резистентность к различным инфекционным заболеваниям. Наряду с этим сазана во многих прудовых хозяйствах разводят в чистой культуре [13].

Карп (рис. 2.5.3) – это одомашненный и улучшенный путем длительной селекционной работы сазан. Он является главным объектом разведения в тепловодных хозяйствах России и других стран. Неприхотлив к условиям среды, интенсивно питается и растет при температуре воды 23–29 °С, отличается вкусным жирным мясом.

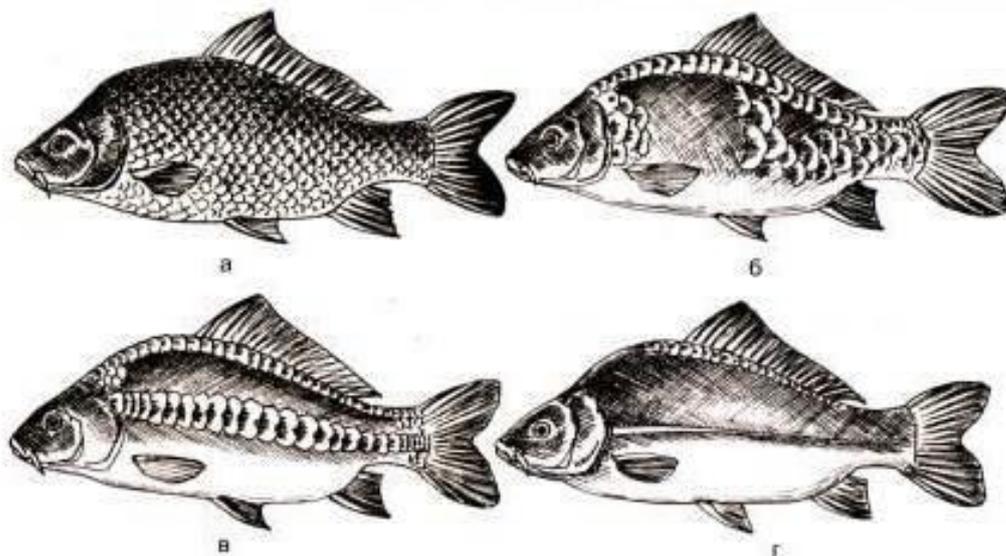


Рис. 2.5.3. Карп и его формы:

а – чешуйчатый; б – зеркальный; в – линейный; г – голый

По чешуйчатому покрову карпов делят на чешуйчатых, зеркальных (с разбросанной чешуей, расположение чешуи может быть и линейное) и голых.

Существует несколько пород этой рыбы, которые отличаются от обычного карпа более высокими темпами роста и оплатой корма. В большинстве хозяйств РФ разводят чешуйчатого и зеркального с разбросанной чешуей карпов. Они характеризуются хорошей зимостойкостью. Также чешуйчатый и зеркальный карпы характеризуются быстрым ростом, высокой жизнестойкостью по сравнению с линейными голым карпами. В северо-западной части РФ и Сибири распространен ропшинский карп, его особенность – высокая жизнестойкость в период зимовки. Половозрастными карпы становятся в возрасте трех–четырёх лет. В центральных районах страны полноценными производителями считаются самцы с четырехлетнего и самки с пятилетнего возраста. В южных районах – несколько раньше.

Процесс икрометания повторяется ежегодно; происходит при температуре воды 18–20 °С, а иногда и при более низкой. Икра клейкая, размером 1,4–1,5 мм. Самка массой 5 кг выметывает около 1 млн икринок, из которых через 3–6 дней (в зависимости от температуры воды) появляются личинки. От одного гнезда производителей (одна самка и один–три самца) получают в среднем около 100 тыс. личинок.

Для повышения выхода личинок и получения их в более ранние сроки разработан заводской метод воспроизводства карпа. Суть его заключается в получении зрелых половых продуктов путем гипофизарных инъекций. Икра искусственно оплодотворяется, обесклеивается, производится ее инкубация в аппаратах Вейса или в лотках в приклеенном состоянии по методу Садова–Коханской. Заводской метод позволяет получить молодь на 1–1,5 месяца раньше и в значительно большем количестве, чем в нерестовых прудах.

Карп относится к всеядным рыбам. В первый период развития молодь питается зоопланктоном, с ростом начинает больше потреблять бентосные организмы. Взрослая рыба поедает мягкую растительность, водоплавающих насекомых, моллюсков и т. д. Карп также хорошо потребляет и усваивает комбикорма, которые могут состоять из растительных компонентов.

По принятым в прудовых хозяйствах нормативам на первом году жизни карп должен достигнуть массы 25–30 г, а на втором – 350–500 г. При хороших условиях выращивания за одно лето рыба может вырасти до 200–500 г. В лучших хозяйствах страны получают по 20–30 ц товарного карпа с 1 га, а в отдельных случаях – до 50–75 ц.

Белый амур (рис. 2.5.4) – быстро растущая рыба. Имеет широкий лоб, полунижний рот, двухрядные глоточные зубы. Может быть массой до 50 кг. В пределах РФ белый амур обитает в среднем течении реки Амур. Акклиматизирован и выращивается в естественных водоемах и прудовых хозяйствах европейской части России.

Половой зрелости белый амур достигает: на Дальнем Востоке – в возрасте 5–6 лет, в Туркмении и Узбекистане – 3–4 лет, в Московской области – 7–8 лет. В естественных условиях мечет икру на участках реки с быстрым течением при температуре воды 23–25 °С. Икра пелагическая, развитие ее протекает 30–40 ч. В прудовых хозяйствах применяется заводской метод инкубации икры.

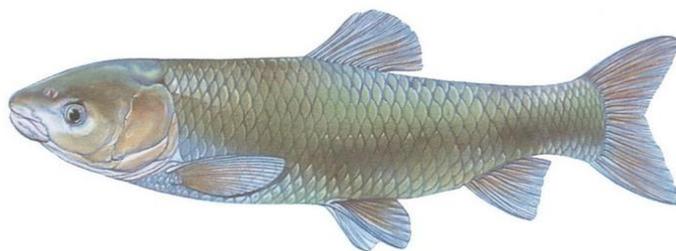


Рис. 2.5.4. Белый амур

Основной пищей белого амура является высшая водная, а также наземная растительность. Это ценный биологический мелиоратор в заросших растительностью прудах, оросительных и ирригационных системах, каналах и водохранилищах. При недостатке растительности рыба может потреблять и комбикорма. Белый амур при оптимальной температуре воды и достаточном количестве пищи за первое лето выращивания может достичь массы 400–600 г, а за второе – 2–3 кг. Его обычно выращивают в аквакультуре с карпом и другими теплолюбивыми рыбами, за счет чего дополнительно получают с 1 га водной площади от 1 до 7 ц рыбной продукции.

Белый толстолобик – пресноводная стайная рыба. Тело высокое, покрыто очень мелкой светлой чешуей. Глаза расположены ниже средней линии тела, рот верхний. Глоточные зубы однорядные. Максимальная масса 50 кг. Обитает белый толстолобик в Амуре и других реках Юго-Восточной Азии. В настоящее время акклиматизирован и выращивается во многих прудовых хозяйствах России.

Половой зрелости достигает в пяти- и шестилетнем возрасте. Нерест проходит во время летнего паводка при температуре воды более 20 °С. Икра пелагическая. Плодовитость – 1000–2000 тыс. ик-

ринок. В центральные и северные районы нашей страны толстолобиков завозят в основном из Краснодарского и Ставропольского краев, где личинок получают заводским методом.

Питается белый толстолобик фитопланктоном. Жаберные тычинки у него очень тонкие, прилегают одна к другой, создают сетчатую пластинку, которая переплетена перемычками, образуя ячеистую сетку. Это позволяет задерживать мелкие водоросли. Оптимальная температура для роста и питания составляет 26–33 °С.

Рекомендуется для выращивания в прудовых хозяйствах в поликультуре, что позволяет дополнительно получать в южных районах страны с 1 га водной площади до 10 ц белого толстолобика и более.

Пестрый толстолобик (рис. 2.5.5) – обитатель тех же рек, что и белый толстолобик, с которым имеет много общего в биологии.

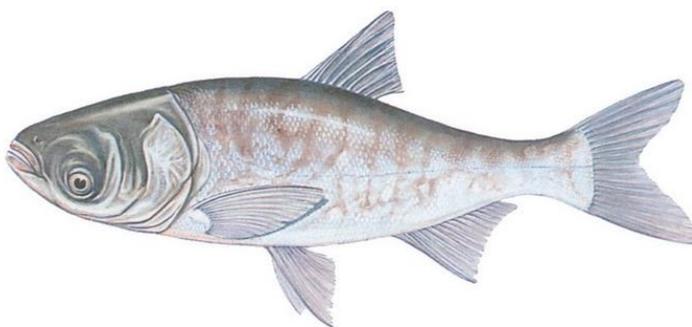


Рис. 2.5.5. Пестрый толстолобик

По внешнему виду пестрый толстолобик отличается более темным цветом чешуи и более крупной головой. Менее требователен к теплу. При благоприятных кормовых условиях по темпу роста пестрый толстолобик опережает белого толстолобика. В отличие от последнего питается зоопланктоном, а также детритом и водорослями. При недостатке зоопланктона требуются комбикорма, которые предназначаются также для карпа и других рыб. Размножение пестрого и белого толстолобиков сходно. Выращивают их в поликультуре. Продуктивность пестрого толстолобика составляет 4–6 ц/га.

Карась в отличие от карпа не имеет усиков на верхней челюсти. Глоточные зубы однорядные. Существуют золотой карась и серебряный (рис. 2.5.6).

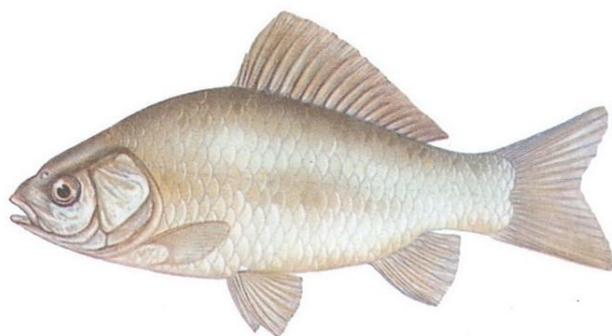


Рис. 2.5.6. Серебряный карась

Обитают караси в водоемах европейской части России и Сибири. Караси очень выносливы, могут жить в тех водоемах, где другие рыбы гибнут.

Питаются караси зоопланктоном, бентосом, детритом и частично водорослями. Серебряный карась отличается от золотого более высоким темпом роста. Максимальная масса золотого карася достигает 3 кг, а серебряного – 5 кг и более. Половая зрелость наступает на третьем–четвертом году жизни. Нерест проходит весной при температуре воды не ниже 14 °С. Икру рыба выметывает на растительность. Плодовитость 150–400 тыс. икринок. Выращивать карасей рекомендуется в центральных и северных районах нашей страны как добавочную рыбу в карповых нагульных прудах. Это позволяет дополнительно получить 60 кг и более рыбной продукции с 1 га.

Линь (рис. 2.5.7) – донная рыба, обитатель зарослей в стоячих водоемах, а также рек Европы и северных рек Сибири. Имеет толстое высокое тело, в углах рта – по короткому усичку. Окраска темно-зеленая, с золотым блеском.



Рис. 2.5.7 Линь

Основной пищей данной рыбы является бентос. При хорошей обеспеченности им линь на первом году жизни вырастает до 70 г, а на втором – до 250 г.

Линя выращивают в прудовых хозяйствах как добавочную рыбу. Он выдерживает низкое содержание кислорода в воде, что очень важно в прудовом хозяйстве [13].

Семейство Лососёвые

Форель – ценная в хозяйственном отношении рыба, относящаяся к семейству Лососевых. На территории РФ встречаются два ее вида – озерная и ручьевая. Первая обитает в крупных и холодноводных озерах, вторая – в реках.

Озерная (радужная) форель (рис. 2.5.8) имеет серебристую окраску с черными пятнышками на спине и широкую радужную полосу вдоль боковой линии. Благоприятная температура для ее роста составляет 16–18 °С. В двухлетнем возрасте она достигает 200 г и больше.



Рис. 2.5.8. Форель озерная

В естественных условиях молодь на первом году жизни питается личинками комаров, ручейниками, стрекозами, жуками и другими насекомыми, а на втором году потребляет мелких рыб. При выращивании в рыбоводных хозяйствах для кормления используют комбикорм.

В прудах радужная форель не нерестится. Икру и молоки получают искусственно. Икра донная, неклеякая, желтовато-оранжевого цвета. При выращивании в монокультуре продуктивность форелевых прудов составляет до 1000 ц/га. Форель используют и как добавоч-

ную рыбу в карповых прудах, где она потребляет сорную мелкую рыбу (верховку, голяна, уклейку и др.).

Ручьевая форель (рис. 2.5.9) внешне отличается от озерной прежде всего окраской: на ее теле и спинном плавнике имеются мелкие черные, оранжевые и красные пятна со светлыми и голубыми ободками.



Рис. 2.5.9. Форель ручьевая

Форель ручьевая более требовательна к содержанию в воде кислорода. Типично холодноводная рыба. Является хищником, растет несколько хуже озерной форели. На втором году выращивания масса может достигать 130–170 г. Живет в горных речках, а также в равнинных реках с холодной ключевой водой. Нерест происходит с октября по январь при температуре воды ниже 8 °С на каменисто-галечном грунте. В рыбоводных хозяйствах молодь получают заводским методом.

К роду *Сигов* относятся ряпушка, рипус, пелядь, чудской сиг, чир. Тело у всех сиговых удлинненное, покрыто крупной чешуей. Спина темная, бока серебристые. Имеется жировой плавник.

Ряпушка и рипус распространены в озерах Карелии. Предпочитают водоемы, температура воды в которых не выше 16–17 °С. Основной пищей является зоопланктон, реже – бентос. Нерест происходит осенью перед ледоставом. На втором году жизни рипус достигает массы до 150 г. Ряпушка растет медленнее.

Пелядь распространена в озерах и реках северной части Европы и Азии. Холодолобива, однако выдерживает температуру воды в прудах до 28 °С. Ее пищей являются зоопланктон и фитопланктон. Размножение происходит осенью при температуре воды 4 °С. Используется для выращивания совместно с карпом. На первом году жизни масса достигает 120 г, на втором – 300–500 г.

Чудской сиг – типичная озерная рыба. Распространена в Чудском озере. Сравнительно теплолюбива. Нерестится в конце ноября на каменистых отмелях. Пищей сига являются бентос и частично зоопланктон. При выращивании в карповых прудах на второе лето масса доходит до 300–400 г.

Чир (щокур) (рис. 2.5.10) – озерно-речная рыба, распространенная главным образом за Полярным кругом.

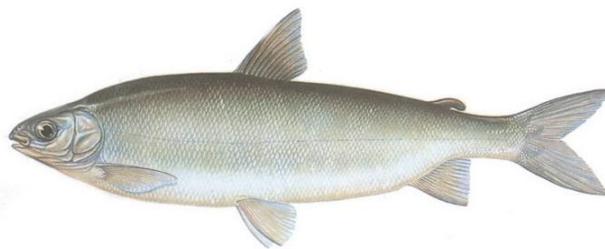


Рис. 2.5.10. Чир

Чир (щокур) относится к быстрорастущим рыбам. Нерестится в реках с медленным течением и в озерах с октября при температуре воды около 1 °С. В южных районах за два лета достигает массы до 1 кг. Является ценным объектом разведения в прудах, особенно северных районов [13].

Семейство Осетровые

Стерлядь (рис. 2.5.11) – пресноводная рыба, распространенная в бассейнах Каспийского, Черного и (меньше) Балтийского морей, в реках Севера, особенно в Северной Двине, в сибирских реках: Оби, Енисее, Иртыше. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 3–7 лет, самки – 5–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет от 3,9 до 137,6 тыс. икринок; рабочая – 30 тыс. икринок. Нерест происходит весной с конца апреля до июня при температуре воды от 7–10 до 20 °С. Икра клейкая, диаметр икринок 1,9–2 мм. Инкубационный период длится 4–5 сут. Желток у предличинок рассасывается в зависимости от температуры в течение 6–10 сут.



Рис. 2.5.11. Стерлядь

Пищу стерляди составляют водные личинки насекомых. При выращивании в прудах, богатых естественной пищей, с хорошим кислородным режимом стерлядь достигает половой зрелости, но не нерестится. Зрелые половые продукты у производителей стерляди можно получить путем гипофизарных инъекций. При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 15 г и более, двухлетки – 250–300 г. Стерлядь можно выращивать совместно с растительноядными рыбами и карпом, а также в монокультуре.

Бестер (гибрид белуги и стерляди) – перспективный объект для разведения и выращивания в условиях прудового рыбоводства, обладает большими потенциальными возможностями роста, унаследованными от родителей.

За первое лето масса гибридов достигает 50–100 г. Двухлетки весят 800 г и более. При выращивании в прудах совместно с карпом стандартная масса сеголеток составляет 25–30 г, двухлеток – 450–500 г. Бестер хорошо растет в пресных водоемах и в солоноватой воде, обладает повышенной выносливостью, приспособленностью к широкому диапазону условий внешней среды. Интенсивный рост его наблюдается при температуре воды 20–25 °С. Молодь, сеголетки и двухлетки гибрида питаются планктоном и бентосом, в основном тендипедами, а в более старшем возрасте гибрид питается рыбой.

От стерляди гибриды унаследовали раннее половое созревание: самцы созревают в возрасте 4 лет, самки – 6–8 лет. Рабочая плодовитость самок составляет 200–800 тыс. икринок. Зрелых производителей получают путем гипофизарных инъекций весной при температуре 9–10 °С. Инкубационный период развития эмбриона длится 9 сут при температуре воды 10–12 °С, полное рассасывание желточного мешка происходит за 6–10 сут.

Совместно с бестером в нагульных прудах южных районов рекомендуется выращивать растительноядных рыб, в средней полосе

и северных районах – пелядь, рипуса.

Бестер – основной объект товарного осетроводства. Рыбопродуктивность по сеголеткам бестера составляет до 1,5 т/га; по двухлеткам – до 10 т/га; по трехлеткам – до 15 т/га.

Ленский осетр – пресноводная рыба, обитающая в реке Лена, больших миграций не совершает. Имеет широкий спектр питания: личинки насекомых, моллюски, черви, рыба. Питается круглый год. Половой зрелости достигает в возрасте 10–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет от 16 до 110 тыс. икринок. Нерест проходит в июне–июле при температуре воды 14–18 °С. Икру откладывает на каменисто-галечный грунт на течении. В искусственных условиях самцы становятся половозрелыми в возрасте 3–4 лет, самки – 6–7 лет. В настоящее время созданы маточные стада на теплых водах Конаковского рыбзавода (Тверская область), Вологдореченском рыбзаводе (Костромская область) и Нарвском рыбзаводе.

Сеголетки ленского осетра при выращивании в прудах с естественным термическим режимом достигают массы 7–75 г, в теплых водах – 100 г. В садках Пилявского водохранилища пятигодовики имели массу 2 кг, в прудах Калининградской области четырехгодовики достигали массы 1–2 кг.

Семейство Кефалевые

Лобан (рис. 2.5.12), *сингиль*, *остронос*, *пелингас* являются перспективными видами для выращивания в солоноватых прудах совместно с карпом и в монокультуре. Распространены в тропических и субтропических водах. Это прибрежные морские, реже – пресноводные рыбы. Населяют воды Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Лобан и сингиль обитают в Черном и Азовском морях, пелингас – в Японском море. Акклиматизированы в Каспийском море. Пелингас перспективен для акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне.



Рис. 2.5.12. Лобан

Кефали – относительно теплолюбивые рыбы, хотя живут при температуре от 3–4 до 35 °С. Эвригалинные рыбы. Питаются в основном детритом, а также перифитоном, водорослями, червями, ракообразными. Молодь питается зоопланктоном. Нагуливаются в заливах, лиманах; зимуют в открытом море. Зимой питаются. Половая зрелость наступает: у лобана – в возрасте 6–8 лет при длине тела 30–34 см; у сингиля – 3–6 лет, у остроноса – 3 лет при длине тела 22 см. Размножаются в море с мая по сентябрь при температуре воды 16–25 °С. Плодовитость лобана составляет 3–7 млн икринок, сингиля – до 1,3 млн; остроноса – до 2,5 млн икринок. Икра пелагическая с большой жировой каплей; в пресной воде она опускается на дно. Диаметр икринки 0,7–0,78 мм. Инкубационный период при температуре воды 22–28 °С длится 38–40 ч (в лабораторных условиях). Желточный мешок рассасывается через четверо суток при температуре 21–25 °С.

Отряд Окуневые

Судак – ценная промысловая рыба семейства Окуневых. Тело покрыто ктеноидной чешуей, есть два спинных плавника. Распространен в крупных реках и озерах, южных и северо-западных морях РФ. Взрослый судак – хищник, молодь питается зоопланктоном.

Половозрелым становится на третьем–четвертом году. Самки откладывают икру в заранее построенные гнезда, которые охраняют самцы. Нерест проходит весной при температуре воды не ниже 12 °С. Судак можно выращивать совместно с карпом в прудах, где поддерживается содержание кислорода не ниже 4 мг/л. На втором году жизни он вырастет до 500 г и более.

Буффало – ценная в хозяйственном отношении рыба. В Россию первую партию ее личинок завезли из США в 1971 г. В настоящее время у нас в стране разводят большеротого, малоротого и черного буффало.

Так же как и карп, это мирная рыба, более теплолюбива. По темпам роста преимущество имеют большеротый и черный буффало. Сеголетки в условиях Краснодарского края вырастают до 400–500 г, а двухлетки – до 2 кг; в Московской области – соответственно до 100 г и свыше 1 кг. Большеротый буффало, в отличие от других видов, употребляет в пищу в основном зоопланктон; черный и малоротый буффало при массе 30 г и более предпочитают зоопланктону бентосные организмы. Все виды буффало питаются комбикормом. Рекомендуется выращивать их в поликультуре с растительноядными рыбами.

Тиляпия (рис. 2.5.13) – рыбы семейства Цихлидов (отряд Окуневые, подотряд Окунеобразные). Насчитывается более 70 видов, принадлежащих к трем родам, различающимся по характеру репродуктивного поведения.

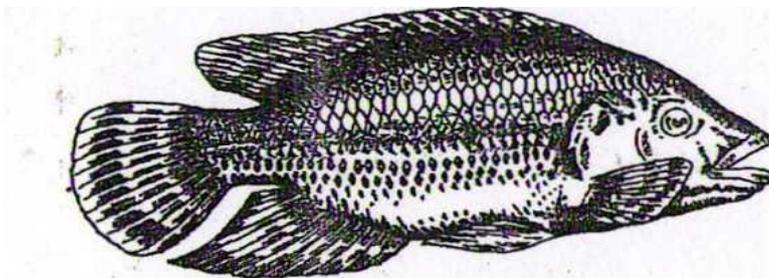


Рис. 2.5.13. Тиляпия

Наибольший интерес для аквакультуры представляют тиляпии рода *Oreochromis*, у которых икру и эмбрионов самки инкубируют в ротовой полости (это голубая, мозамбикская, красная, нильская тиляпии, а также их межвидовые гибриды). Оптимальная температура для этих рыб 25–35 °С; содержание растворенного в воде кислорода должно быть не ниже 3,0 мг/л; рН 6,8–7,6. При таких условиях выращивания высока оплата корма. Тиляпии быстро растут, достигая за 7–8 месяцев товарной массы 250 г и более. В естественных условиях их масса может достигать 3–5 кг.

Половая зрелость наступает в 6–9 месяцев. С этого возраста тиляпии способны нереститься до 16 раз в год. Рабочая плодовитость разных видов колеблется от 500 до 2000 икринок.

В Российской Федерации тиляпии могут стать одними из дополнительных объектов культивирования в пресноводных хозяйствах, где водоемы действуют на отработанных теплых водах энергетических объектов (ТЭЦ, ГРЭС, АЭС), геотермальных водах, а также в промышленных рыболовных цехах с оборотной системой водоснабжения.

Другие семейства аквакультуры

Канальный (проточный) сом из семейства Сомовых – рыба, имеющая высокие вкусовые качества. Завезена в РФ из США в 1972 г. Весьма теплолюбива (оптимум температуры – выше 25 °С). Канальный сом быстро растет, характеризуется хорошей оплатой корма. Сеголетки, выращиваемые в прудах Краснодарского края, достигают массы 30–70 г, а двухлетки – 400–600 г. В нашей стране эта теплолюбивая рыба в дальнейшем может стать основным объектом для садковых и бассейновых хозяйств, использующих подогретую сбросную воду тепловых атомных электростанций. В прудовых хозяйствах южных районов проточного сома можно выращивать в поликультуре с карпом, растительноядными рыбами и буффало.

Клариевый сом (семейство Клариевые) – теплолюбивая африканская рыба. В течение двух последних десятилетий получила широкое распространение в аквакультуре как объект прудового выращивания в странах с теплым климатом и как объект промышленного рыболовства в странах с умеренным климатом. Клариевый сом имеет гладкое удлинненное, округлое в сечении тело. Спинной и анальный

плавники длинные, достигающие хвостового плавника. Голова плоская с четырьмя парами усиков. Брюхо светлое. Благодаря наличию специального наджаберного органа, позволяющего использовать атмосферный кислород, сом нетребователен к кислородному режиму водоема, что позволяет выращивать его при очень высокой плотности лодки. Эта же биологическая особенность позволяет сому оставаться живым без воды в течение длительного времени.

Клариевый сом – хищник, однако охотно питается наземными и водными насекомыми, моллюсками, водной растительностью. Созревают сомы в возрасте 1–2 лет. В естественных условиях размножаются один раз в год. При заводском воспроизводстве способны созревать в течение круглого года. Плодовитость сома составляет 5–100 тыс. икринок. Выклев личинок при температуре воды 26–27 °С происходит через 36–40 ч. Личинки переходят на самостоятельное питание на 4–6 сутки. Оптимальная температура – для выращивания – 25–30 °С. Массы 1 кг достигают в возрасте 8–12 мес.

Щука (относится к семейству Щуковых) имеет удлиненное тело с вытянутым сплюснутым рылом. Различают европейскую и амурскую щук. Европейская щука распространена по всей территории России. Является прибрежным хищником. Нерестится на третьем году жизни весной, на залитых паводковыми водами лугах. Щука растет быстро, двухлетки имеют массу до 1 кг. Выращивают в прудах совместно с двухлетками карпа. Щука питается сорной рыбой, лягушками, моллюсками, жуками и головастиками.

Веслонос из семейства Веслоносов – крупная, быстрорастущая рыба, завезенная в СССР в 1974 г. из США. Естественный ареал: бассейны рек Миссисипи и Миссури; озера, связанные с Миссисипи; другие реки, впадающие в Мексиканский залив. Веслонос обитает в различных водоемах: реках, озерах, водохранилищах. Является планктонофагом, потребляющим зоопланктон, фитопланктон, детрит. По спектру питания близок к пестрому толстолобику. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 7–14 лет, самки – 6 лет.

При выращивании в прудах Краснодарского края сеголетки веслоноса достигали массы 670 г, двухлетки – 3–4 кг, пятилетки – 7–8 кг; в Московской области двухлетки веслоноса имели массу 0,9 кг, семилетки – 6,5 кг. При выращивании в прудах веслонос достигает половой зрелости и может быть использован для искусственного разведения. Впервые в мировой практике рыбоводства было полу-

чено потомство от производителей веслоноса, выращенных в прудах. Нерест веслоноса изучен недостаточно. Миграция к местам нереста наблюдается при температуре воды 10–11 °С. Нерест происходит в апреле–мае на участках рек с сильным течением и галечным грунтом на глубине 2–12 м при температуре воды 13–16 °С. Длительность эмбрионального развития при температуре воды 14–24 °С составляет 170–260 ч.

Амурский змееголов (рис. 2.5.14) относится к семейству Змееголовых, распространен в бассейне реки Амур. Акклиматизирован в подмосковных водохранилищах. В пищу использует рыбу, лягушек, молодь рыб, питается ракообразными.

Половозрелость амурского змееголова наступает на третьем году жизни. Плодовитость составляет 1,3–15 тыс. икринок. Нерест в июне–июле при температуре 25 °С. Икру откладывает в специальные гнезда из растительности. Гнездо охраняет самец. Икрометание порционное, икра клейкая, диаметр икринки составляет 2 мм. Развитие икры длится около 45 ч при температуре 20 °С. Желточный мешок рассасывается при длине личинки 8 мм.

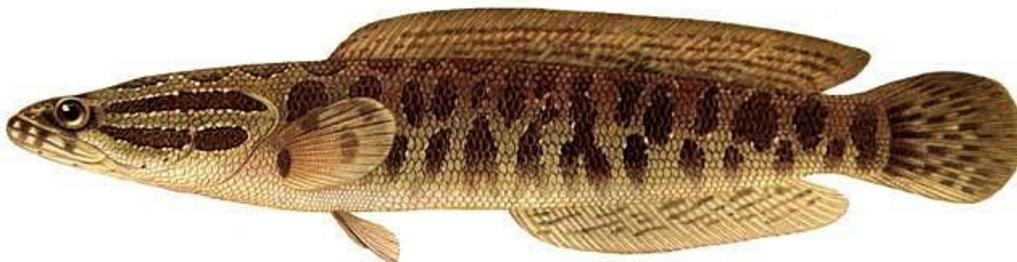


Рис. 2.5.14. Амурский змееголов

В Китае и Индии змееголова разводят в сильно заросших водоемах. Он может быть использован как мелиоратор в водоемах, изобилующих сорной рыбой [13].

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите морфологические и анатомические особенности строения тела рыб.
2. Проклассифицируйте рыб по признакам внешней организации: положению рта, форме тела, типу чешуи и др.
3. Опишите кратко внутреннее строение рыб.
4. Назовите основные и промежуточные таксономические категории рыб.
5. Как обозначаются крупные и мелкие таксономические единицы?
6. В чем заключается принцип работы с определителем?
7. Перечислите семейства основных промысловых видов рыб.
8. Дайте краткую характеристику рыб семейства Лососевых.
9. Перечислите основные промысловые роды рыб семейства Лососевых.
10. Дайте краткую характеристику рыб семейства Сельдевых.
11. Дайте краткую характеристику рыб семейства Тресковых.
12. Дайте краткую характеристику рыб семейства Карповых.
13. Перечислите основные промысловые виды семейств Сельдевых и Карповых.
14. Дайте краткую характеристику рыб семейства Скумбриевых.
15. Дайте краткую характеристику рыб семейства Ставридовых.
16. Дайте краткую характеристику рыб семейства Скорпеновых.
17. Дайте краткую характеристику рыб семейства Анчоусовых.
18. Дайте краткую характеристику рыб семейства Камбаловых.
19. Дайте краткую характеристику рыб семейства Зубатковых.
20. Дайте краткую характеристику рыб семейства Макрелешуковых.
21. Дайте краткую характеристику рыб семейства Тунцовых.
22. Дайте краткую характеристику рыб семейства Корюшковых.
23. Дайте краткую характеристику рыб семейства Осетровых.
24. Дайте краткую характеристику рыб семейства Кефалевых.
25. Дайте краткую характеристику рыб отряда Окуневых.
26. Какое семейство рыб занимает ведущее место в рыболовном промысле?

27. Что определяет прирост добычи водных биологических ресурсов в последнее десятилетие?

3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОБИОНТОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

Возможность идентификации конкретного вида рыбы ихтиологическим методом есть не всегда. Даже при сохранении всех морфологических признаков и принадлежности видов к одному классу их идентификация довольно затруднена, и только специалист по таксономии может провести ее правильно. Если же идентификаторы морфологических признаков удалены (например, в ходе рыбопереработки – обезглавливания, потрошения, удаления кожи, филетирования и т. д. или при копчении, кулинарной обработке, консервировании), идентификация вида становится намного труднее или вообще невозможна. Вследствие чего возникает настоятельная потребность в применении альтернативных методов идентификации вида.

3.1 Биохимические методы

3.1.1. Иммунологические методы

Иммунологические методы интенсивно используются для решения поставленных задач.

Иммунологические методы оценки видовой принадлежности продуктов животного происхождения связаны с использованием коммерческих специфических антисывороток к видоспецифическим белкам-антигенам, таким как миоглобин, фосфоглюкомутаза, лактатдегидрогеназа. Применяют специфические сыворотки и в других реакциях (иммунопреципитация, иммунодиффузия), однако необходимо использовать высокоспецифические сыворотки во избежание перекрестных реакций. Иммунологические методы применяют для определения различных веществ (гормонов, антибиотиков и других химических агентов) в целях идентификации продукции и определения фальсифицирующих примесей, в частности для определения видовой принадлежности мяса и мясопродуктов, определения качественного состава и количественного содержания ингредиентов в многокомпонентных продуктах и кормах.

Распространенный иммунологический метод основан на реакции пассивной гемагглютинации. Однако в этих экспериментах отмечена довольно высокая степень межвидовой перекрестной реакции антител с антигенами, что накладывает существенные ограни-

чения на использование миоглобинов в качестве специфических идентификаторов для видовой детекции.

Группа американских исследователей усовершенствовала детекцию методом двойной радиальной иммунодиффузии посредством бумажных дисков с нанесенными на них антисыворотками, испытываемыми антигенами и эталонными образцами антигенов (сывороточные альбумины), которые накладывались на слой агара. Образование линий преципитаций происходило в течение 8–10 ч. Разработанный тест можно отнести к числу полуколичественных [3].

3.1.2. Энзимологические методы

С помощью энзимологических методов определяют видовую принадлежность нативного сырья. Давно и хорошо известны различия в величинах ферментативной активности у разных животных. Была выявлена специфика изоферментного состава мышечного глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, фосфоглюкомутаза и аденилатциклазы; обнаружена некоторая разница в изоферментном составе креатинкиназы мышц отдельных видов. Аналогичный вывод был сделан и после анализа сравнения аргининкиназы. Изучали также видовую специфичность экспрессии изоферментов цитохром-С-оксидазы и протеинкиназы с овцы, собаки, крысы, крупного рогатого скота, кролика, человека и радужной форели. Были выявлены наличие у этих ферментов тканеспецифичности и отсутствие видоспецифичности [3].

3.1.3. Иммуноферментный метод

Сразу после разработки иммуноферментного анализа (ИФА) и особенно его твердофазного варианта (ELISA) появилось большое число работ по различным модификациям этого метода и его применению для анализа широкого спектра биологических веществ различной химической природы. Описано проведение ELISA с афинно-очищенными поликлональными антителами и конъюгатом протеина А, золотистым стафилококком с пероксидазой хрена для детекции необработанной говядины и других продуктов. Мясо различных видов животных удавалось определять при его наличии в смесях в количестве 1 % по сухой массе. Особое внимание было

уделено определению примесей мышечных тканей животных близкородственных видов.

Группа итальянских ученых методом «сэндвич»-ELISA, используя поликлональные моноспецифические антитела, определяла примеси сырой говядины, свинины и подобных продуктов. Отмечена количественная значимость выявления примесей мяса данных видов при его содержании в мясопродуктах от 1 до 50 %. Также обстоятельно были изучены аллергены и видоспецифичные компоненты многих видов рыб, моллюсков, ракообразных и насекомых.

Реакция ИФА обладает рядом преимуществ, главные из которых – высокая специфичность и чувствительность, что позволяет выявить низкие концентрации искомого белка среди большого количества других. В настоящее время разработаны иммуноферментные экспресс-тесты. Такая модификация ИФА позволяет провести качественное и быстрое (менее 1 ч) определение любых соединений (в частности, белков) на уровне да/нет и не требует наличия специализированного оборудования и высококвалифицированного персонала. Эти обстоятельства значительно расширяют спектр использования ИФА и выводят его на первое место по эффективности, простоте и надежности. Однако данный метод имеет ряд ограничений: его нельзя применять при исследовании продуктов, подвергшихся в процессе производства термической обработке, так как происходит изменение структуры и конформации белковых молекул [3].

3.2. Молекулярно-генетические методы

В последние годы для анализа пищевых продуктов стали использовать молекулярно-генетические методы, наиболее широкое распространение среди которых получила полимеразная цепная реакция (ПЦР). Метод ПЦР основан на ферментативной амплификации интересующего участка ДНК. Для визуализации продуктов амплификации используют различные методы, в том числе классический метод горизонтального электрофореза в агарозном геле, метод гибридизации зондов, а для количественного определения трансгенной ДНК применяют ПЦР в реальном времени.

Диагностику ДНК с успехом используют при идентификации различной животноводческой продукции, в частности при определении видовой принадлежности мяса крупного рогатого скота, сви-

нины, баранины, мяса птицы, кролика и т. д., а также для выявления фальсифицирующих примесей (мяса крыс, собак, кошек). Исследования, проведенные испанскими учеными, поставившими задачу дифференцировать виды мяса в мясопродуктах, подвергшихся нагреву в течение 30 мин при температуре 80, 100 и 120 °С, показали возможность дифференциации мяса, как нативного, так и после термической обработки, даже у близких видов животных и птицы. Чувствительность метода позволила определить примеси одного вида мяса в другом в количестве 1–5 %.

Метод ПЦР обладает рядом преимуществ. Термическая обработка сырья мало влияет на стабильность ДНК как матрицы, поэтому содержащаяся в продуктах остаточная ДНК исходного сырья при постановке ПЦР дает возможность проводить видовую идентификацию подвергнутых термической обработке и готовых к употреблению пищевых продуктов. Кроме того, для проведения анализа необходимо малое количество исследуемого образца.

Для выполнения амплификации ДНК с использованием полимеразы существует два основных метода. В первом методе применяют неопределенные праймеры; это значит, что знать фрагменты шаблонной последовательности необязательно. Такой метод позволяет получить определенный профиль бэндов. Второй метод требует, чтобы были известны не менее двух коротких фрагментов целевой последовательности. Обычно амплификация означает, что будет получен определенный фрагмент ДНК. Амплифицированная ДНК затем подвергается анализу другими методами [16].

3.2.1. Полиморфная ДНК, амплифицированная случайным образом (RAPD)

Данный метод подразумевает использование одиночных и коротких произвольных праймеров (от 9 до 10 нуклеотидов), которые обжигаются случайным образом в нескольких мишенях геномного ДНК. Праймеры не предназначены для амплификации определенных фрагментов; напротив, они рассеивают отжиг по всему геному. Именно поэтому необязательно иметь предварительные данные о порядке исследования определенной группы видов рыб. Этот метод очень прост, образцы получают после амплификации, электрофоретического разделения (на агаре или полиакриламиде) и обнаружения

(с помощью этидия бромида или протравливанием серебром). Затем образцы используют для идентификации популяции или вида.

Вместе с тем у данного метода есть некоторые недостатки: в частности, он чувствителен к изменению качества и (или) количества ДНК; необходимы термоциклер для амплификации, циклические условия, полимераза; важны условия разделения и обнаружения, а также внутривидовая изменчивость. Для воспроизводимости образцов все эти условия требуют стандартизации. Несмотря на это, в некоторых работах описано успешное применение Л4Р2-методов для анализа переработанных рыбопродуктов или для идентификации видов мяса. Процесс идентификации на основе рассматриваемого метода включает определение генетического подобия, которое основано на числе общих бэндов у известного и неизвестного видов, и может использоваться для построения древовидных схем (дендрограмм), помогающих идентифицировать конкретный вид [17].

3.2.2. Однонитевой конформационный полиморфизм ДНК (SSCP)

SSCP – это электрофоретический метод, позволяющий быстро обнаружить мутации в определенном сегменте ДНК. Чем короче фрагмент ДНК в определенном диапазоне, тем выше получаемая степень разрешения. Обычно оптимальные размеры составляют около 100–200 пар оснований.

Данный метод основан на том факте, что одиночные молекулярные цепочки сегментов ДНК формируют сворачивание однонитевых ДНК, мигрирующих через электрофоретическую область при условиях, исключающих денатурацию, специфическим для данной последовательности способом. При самом высоком разрешении различия в одиночном нуклеотиде отражаются в различиях электрофоретической подвижности. Так как анализируется денатурированная ДНК, то для осуществления внутримолекулярных взаимодействий ПЦР-фрагменты должны быть денатурированы еще до электрофореза (несмотря на то, что условия электрофореза исключают их денатурацию). Различия в подвижности одиночных молекулярных цепочек некоторых сегментов зависят непосредственно от вида рыб [17].

3.2.3. Полиморфизм длин амплифицированных сегментов (AFLP)

AFLP – более сложная разновидность случайной амплификации. Метод AFLP лучше воспроизводим, хотя и характеризуется теми же ограничениями относительно качества ДНК, что и метод RAPD. Геномная ДНК перерабатывается одной или двумя рестриктазами, оставляя фрагментированную ДНК с концами последовательности одного или двух типов. Селективная амплификация выполняется после лигирования определенных дополнительных к концам ДНК-адаптеров с использованием праймеров для этих концов. Праймеры амплифицируют только некоторое подмножество потенциальных участков отжига, так как они предназначены для различения от одного до трех нуклеотидов внутри целевых переработанных сегментов ДНК. В этом случае продукты реакции разделяются на денатурирующем полиакриламидном геле и визуализируются путем протравливания серебра или флуоресценцией. Этот метод использовался для дифференцирования видов осетровых, позволив идентифицировать их гибриды [5, 17].

3.2.4. ДНК-секвенирование

ДНК-секвенирование – самый непосредственный метод идентификации видов при условии использования правильной ДНК-последовательности и наличии возможности сравнить некоторую неизвестную последовательность с известной базой данных о последовательностях того или иного вида. Этот метод получил название FINS (Forensically Informative Nucleotide Sequencing, аналитико-информационное секвенирование нуклеотидов).

К видам промысловых рыб относятся несколько генетически близких видов, и желательно изучить все виды, присутствующие на рынке. Проведено много исследований, посвященных разработке методов идентификации, основанных на ДНК-последовательностях разных групп видов рыб, добываемых в разных регионах мира. Вместе с тем для сбора всех ДНК-последовательностей и представления их требуемым для идентификации видов способом явно не хватает объединения сил и средств. Одним из ключевых вопросов развития методов идентификации, основанных на анализе ДНК-последовательностей, является выбор целевой последовательности.

Она должна содержать достаточно информации для дифференциации всех промысловых видов рыб (например, из семейства Тресковых), но это означает учет высокой межвидовой и по возможности низкой внутривидовой изменчивости. Важную роль играет также длина секвенированного фрагмента, которая определяет возможность использования данного метода для анализа свежих, замороженных и термообработанных продуктов (как при умеренной, так и сильной тепловой обработке). Консервированные продукты можно анализировать, если длина ДНК-фрагментов не превышает 200 пар оснований.

Использование секвенирования ДНК характеризуется некоторыми преимуществами по сравнению с другими методами, позволяя классифицировать неизвестный образец в рамках известной группы видов; кроме того, этот метод позволяет обнаружить на рынке новый вид или фальсификацию. Поскольку для идентификации используется информация о целой последовательности, то становится возможным решить проблемы с внутривидовой изменчивостью.

После получения некоторой неизвестной последовательности для идентификации вида обычно вычисляют расстояние между генами неизвестной последовательности и некоторого набора последовательностей из референтной базы данных. С помощью этих генетических расстояний строят их попарную матрицу, где между неизвестной последовательностью и филогенетической группой, к которой она принадлежит, расстояние будет минимальным.

Возможность автоматического секвенирования стало своего рода революцией в методах секвенирования, так как исчезла необходимость в радиоактивной маркировке изотопа. Маркировку молекулярных цепочек ДНК осуществляют с помощью флуорохрома, после чего их разделяют электрофорезом (гелевым или капиллярным). Этот анализ занимает больше времени, чем описанные выше методы, так как секвенирование нескольких образцов разных видов требует времени, но в перспективе он представляется весьма надежным [17].

3.2.5. Полиморфизм длин рестриционных сегментов ПЦР (PCR-RFLP)

В данном методе используют частичную информацию последовательности, содержащуюся в определенном ПЦР-сегменте. Эта информация о последовательности анализируется с использованием

рестрикгазы, которая распознает очень короткую последовательность в пределах фрагмента. Обычно используются четырех- или шести-нуклеотидные рестрикторные ферменты; это означает, что они распознают четыре или шесть нуклеотидных последовательностей, расщепляя их в различных участках перед, в пределах и после распознаваемой последовательности. Рассматриваемый метод очень прост, относительно дешев (в зависимости от требуемого рестрикторного фермента) и требует амплификации специфического фрагмента ДНК и его расщепления одним или несколькими рестрикторными ферментами; рестрикторные сегменты отделяют с помощью электрофореза. Он применялся для идентификации нескольких видов рыб в переработанных рыбопродуктах; однако, как и у большинства описываемых здесь методов, его практическая ценность довольно сомнительна, так как до сих пор с его помощью было исследовано еще недостаточно видов. Главная проблема заключается в том, что неизученные до сих пор виды могут давать тот же полиморфизм длин рестрикторных сегментов, что и уже изученные. В идеальном случае диапазон последовательностей, применяемых для выбора рестрикторных ферментов, должен охватывать диапазон всех возможных видов, используемых в приготовлении того или иного продукта [17, 18].

3.2.6. Видоспецифичная ПЦР

Определение вида может быть выполнено посредством ПЦР с помощью праймеров, мишенью для которых служат определенные последовательности, присутствующие исключительно в данном виде и отсутствующие у других. Присутствие ПЦР-продукта считается в этом случае доказательством принадлежности к данному виду. Указанный метод был использован для идентификации икры разных видов рыб.

3.2.7. Метод OLA

Метод основан на использовании фермента лигазы, способного связать два ДНК-зонда, прикрепленных к цепи ДНК. Одна из проб маркирована флуоресцентным красителем. Два зонда подбирают таким образом, чтобы они отождели ДНК-последовательность так, как

одинокую нить ПЦР-продукта, содержащую диагностируемый участок или последовательность. Если зонды точно не совпадают, они не лигируются, так что лигированный продукт не обнаруживается. Если диагностируемый участок или последовательность обнаруживаются, зонды отжигают, происходит процесс лигирования.

Данный метод использовался для выявления и идентификации в пищевых продуктах мяса разных видов китов. Ученым удалось идентифицировать вид кита в 113 из 130 свежих, замороженных и консервированных продуктов (86,9 % случаев). Метод не дал ложноположительных результатов; на 130 образцах было получено лишь два ложноотрицательных результата. Несмотря на то что данный метод является достаточно быстрым, точным и относительно дешевым, его применение на практике требует дорогостоящего оборудования для получения и калибровки флуоресцирующего лигированного продукта [17].

3.2.8. ДНК-зонды

Импульсом для разработки некоторых методов идентификации послужила гибридизация однонитевой ДНК (ssДНК) определенного вида с помощью ssДНК неизвестного вида. В качестве зонда использовалась общая геномная ДНК с применением метода слот-блоттинга, однако этот метод плохо работает с близкородственными видами из-за гомологии последовательностей, приводящей к перекрестной реактивности. Для идентификации присутствия мяса пяти видов животных в широком спектре пищевых продуктов были проверены олигонуклеотидные пробы видоспецифичной сателлитной ДНК с отсутствием взаимной реактивности. Кроме того, использование ДНК-зондов позволило осуществить полуколичественное определение видов до уровня 2,5 %. Использование ДНК-зондов для идентификации видов рыб до сих пор не изучено, но вскоре можно ожидать появления первых результатов исследований наиболее важных в коммерческом отношении видов рыб [17].

3.3. Физико-химические методы

3.3.1. Спектроскопические методы

Для идентификации видов использовались и другие методы, в том числе анализ химического состава с помощью NIR- и MLR-спектроскопии (ИК-спектроскопии, соответственно, в средней и ближней инфракрасной областях спектра). Эти методы использовались для дифференцирования и количественного анализа химического состава баранины и говядины.

Однако несмотря на их неразрушающую природу, позволяющую проводить определение вида он-лайн, возможность применения указанных методов для идентификации видов рыб весьма сомнительна. Дифференцирование здесь проводится с помощью анализа различий в жирно-кислотном составе, составе белков и содержании влаги. Обычно проблема установления идентичности вида рыбы сводится к различению видов в рамках семейства, а показатели видов в рамках семейства практически идентичны.

3.3.2. Хроматографические методы

Использование анализа липидов хроматографическим методом в целях идентификации видов практически не изучалось; прежде всего потому, что состав липидов, особенно триглицеридов, существенно зависит от рациона кормления рыбы и в связи с этим весьма изменчив. Вместе с тем результаты анализа жирно-кислотного состава и фосфолипидов позволяют различать близкие виды рыб, в частности тунцовые. Возможно применение этого метода для анализа консервированного тунца.

Для идентификации видов свежей рыбы использовался также хроматографический профиль водорастворимых саркоплазматических белков после их расщепления с использованием обратноточной ВЭЖХ. К преимуществам данного метода можно отнести возможность количественного анализа на основе оперативного обнаружения выделенных белков различными приборами, например УФ-детекторами. К другим преимуществам ВЭЖХ-методов относятся их скорость, возможность использования имеющегося в большинстве аналитических лабораторий оборудования и воспроизводимость профилей. К недостаткам метода можно отнести ограниченность его применения только к свежим или замороженным рыбопродуктам, необходимость использовать внутренние и внешние эталонные (ре-

ферентные) образцы, а также проблемы при сравнении хроматографических профилей [17].

3.4. Электрофоретические методы исследования

Наряду с рассмотренными выше методами исследований, широкое применение получили электрофоретические методы анализа, преимуществом которых является быстрое и воспроизводимое разделение белков в стандартных условиях, что дает возможность идентификации вида мяса, рыбы, морепродуктов и других белоксодержащих продуктов. Важным также является то, что электрофоретическими методами можно проводить идентификацию полуфабрикатов, смесей различного фарша или термически обработанных продуктов.

Методы электрофоретического разделения белка в научно-исследовательских лабораториях используют уже достаточно длительное время. Они основаны на разделении белков на носителе (геле, бумаге) за счет их различной подвижности в постоянном электрическом поле. Электрофоретическая подвижность заряженных молекул белка зависит от их суммарного заряда, размера и формы молекул. Величина заряда зависит от соотношения основных и кислотных ионных групп в молекуле, которое определяется аминокислотным составом белка, рН и ионной силой среды. С увеличением суммарного заряда подвижность макромолекул возрастает, при этом скорость перемещения белковых частиц обратно пропорциональна их размеру. С увеличением размера молекул уменьшается их подвижность в результате увеличения сил трения и электростатического взаимодействия крупных молекул с окружающей средой по сравнению с молекулами меньшего размера. Этими же причинами обусловлено различие в подвижности глобулярных и фибриллярных белков.

Широкое распространение получило разделение белков с помощью зонального электрофореза с применением твердых носителей (бумага, агар, крахмал, акриламид), насыщенных соответствующими буферами. Будучи гидратированными и пористыми, указанные материалы обладают в то же время механической жесткостью. Твердая среда исключает возможность смещения границ белковых фракций в результате конвекции или вибрации.

В настоящее время для разделения макромолекул применяются полиакриламидные гели (ПААГ). Использование данных гелей в качестве носителей электрофореза позволяет широко варьировать размеры пор, градиент рН, использовать гели с различными буферными растворами. Преимущества их использования связано с быстрым разделением макромолекул, низкой адсорбцией и малым электроосмосом.

В нативном варианте электрофореза белковые зоны мигрируют в электрическом поле в полиакриламидном геле в зависимости от их суммарного заряда и массы молекулы. Белковые зоны движутся до некоторого конечного положения, обусловленного сопротивлением среды, что увеличивает разрешающую способность. Спектр подвижности, создаваемый с помощью нативного электрофореза, представляет собой картину распределения белков по величине молекул и суммарному заряду.

Среди наиболее часто используемых можно отметить изоэлектрофокусирование и метод диск-электрофореза в нативных и денатурирующих условиях. Иммуноэлектрофоретический анализ представляет собой последовательное сочетание электрофореза на пластинках геля с последующей иммунодиффузией при выключенном электрическом токе. Одна из многочисленных модификаций иммуноэлектрофореза – встречный электрофорез.

По использованию электрофоретических методов в научных исследованиях был опубликован ряд обзоров и практических пособий, которые могут служить для ознакомления и освоения различных вариантов электрофоретического разделения белков. Однако в практической работе использование данных видов электрофоретических методов было затруднительно, поскольку существовавшие до недавнего времени приборы не позволяли проводить быстрый и воспроизводимый микроанализ. Это объяснялось тем, что требовалась длительная предфорезная подготовка, полиакриламидные гели готовили по различным методикам и они не были стандартными, а процесс электрофоретического разделения белков и гелей занимал несколько часов рабочего времени.

Все эти проблемы были решены благодаря созданию автоматизированных приборов, обеспечивающих быстрое разделение белков и окраску гелей в стандартных условиях, что позволило использовать метод электрофореза в практике сертификационных лабораторий.

К таким приборам относится система «Phastsistem» («Pharmacia», Швеция). Фирма выпускает различные полиакриламидные гели с различным размером пор (для разных видов электрофореза, а также гели, содержащие афолины с определенным градиентом pH (для изоэлектрофокусирования).

Для идентификации коммерчески важных рыбных продуктов в основном применяются электрофоретические методы разделения белков: изоэлектрофокусирование – для анализа сырой продукции и электрофорез с додецилсульфатом натрия (SDS-электрофорез) – для анализа как сырой, так и термообработанной рыбной продукции.

3.4.1. Метод SDS-электрофореза

Для солюбилизации термически обработанных продуктов необходимо использовать детергент, который оказывает денатурирующее воздействие при относительно низких концентрациях. По типу гидрофильных групп применяют ионные и неионные детергенты. Неионные детергенты – полиоксиэтиленовые эфиры алифатических спиртов и кислот, алкилфенолов и аминов. Ионные детергенты в растворе диссоциируют на ионы. В зависимости от знака заряда детергенты подразделяют на анионные, катионные и амфотерные. Электрофорез в присутствии анионного детергента додецилсульфата натрия (SDS-sodium dodecil sulfat) характеризуется тем, что в этой системе суммарный состав белка равен нулю, т. е. додецилсульфат натрия покрывает белки отрицательно заряженными частицами, нейтрализуя катионные группы. Комплексы SDS-белок имеют одинаковый заряд, поэтому процесс разделения происходит только по размеру молекулы.

При идентификации мясных или рыбных продуктов, подвергшихся термической обработке (мясные консервы, колбасы, сосиски), используют метод электрофореза с додецилсульфатом натрия (SDS-электрофорез). При подготовке образцов для этого варианта электрофореза белки термически обработанных продуктов солюбилизируют с использованием денатурирующего агента додецилсульфата натрия в присутствии восстановителя β -меркаптоэтанола. Этот метод используют также для выявления немясных добавок в мясных продуктах. Так, с помощью данного метода в пищевом продукте можно выявить добавление сои в количестве 1 % и более.

Чувствительность может быть существенно повышена (до 0,02 %) при использовании иммунохимических методов окраски электрофореграмм [19].

3.4.2. Метод изоэлектрофокусирования

Данный метод разделения белков известен давно, однако попытки применить его для фракционирования белков долгое время оставались безуспешными из-за трудности создания градиента рН. Эта задача была решена с разработкой синтетических амфолитов-носителей. Специально синтезированные амфотерные соединения, называемые амфолитами, представляют собой полиамино-поликарбоновые кислоты, которые разными фирмами выпускаются под разными названиями: амфолиты (LKB), фармалиты («Pharmacia»), сервалиты («Biorad»).

Метод изоэлектрофокусирования основан на миграции белковых молекул в градиенте рН под действием постоянного электрического поля в область со значением рН, равным изоэлектрической точке молекулы. Белки мигрируют в электрическом поле по направлению к катоду или аноду в зависимости от суммарного электрического заряда каждой молекулы. Скорость миграции белков пропорциональна напряженности электрического поля и электрической подвижности белков. Молекулы белка, заряженные положительно, по мере продвижения в область градиента с более высокими значениями рН будут постепенно терять положительный заряд, а скорость их миграции – падать. Молекула белка остановится в участке градиента, в котором рН равен изоэлектрической точке белка, а суммарный заряд молекулы – нулю. В своей изоэлектрической точке каждый компонент белковой смеси находится в виде узкой сфокусированной зоны, что приводит к фракционированию белковой смеси по значению рН входящих в ее состав белков.

Метод изоэлектрофокусирования для идентификации сырья и сырой рыбопродукции чувствителен, дает воспроизводимые результаты и пригоден для стандартизации.

На рис. 3.4.1 представлены изоэлектрофореграммы саркоплазматических белков мышечной ткани рыб семейства Лососевых (род Тихоокеанские лососи). Из картины распределения белковых полос и данных после компьютерной обработки (табл. 3.4.1) следует, что изученные виды имеют общие белковые полосы и в то же время

каждый из них имеет свои характерные полосы. На примере сравнения профилей белковых полос кеты и горбуши (рис. 3.4.2) видно, что белковые полосы могут отличаться не только местоположением (разные рН), но и интенсивностью при одной и той же концентрации белка в наносимой на гель пробе.

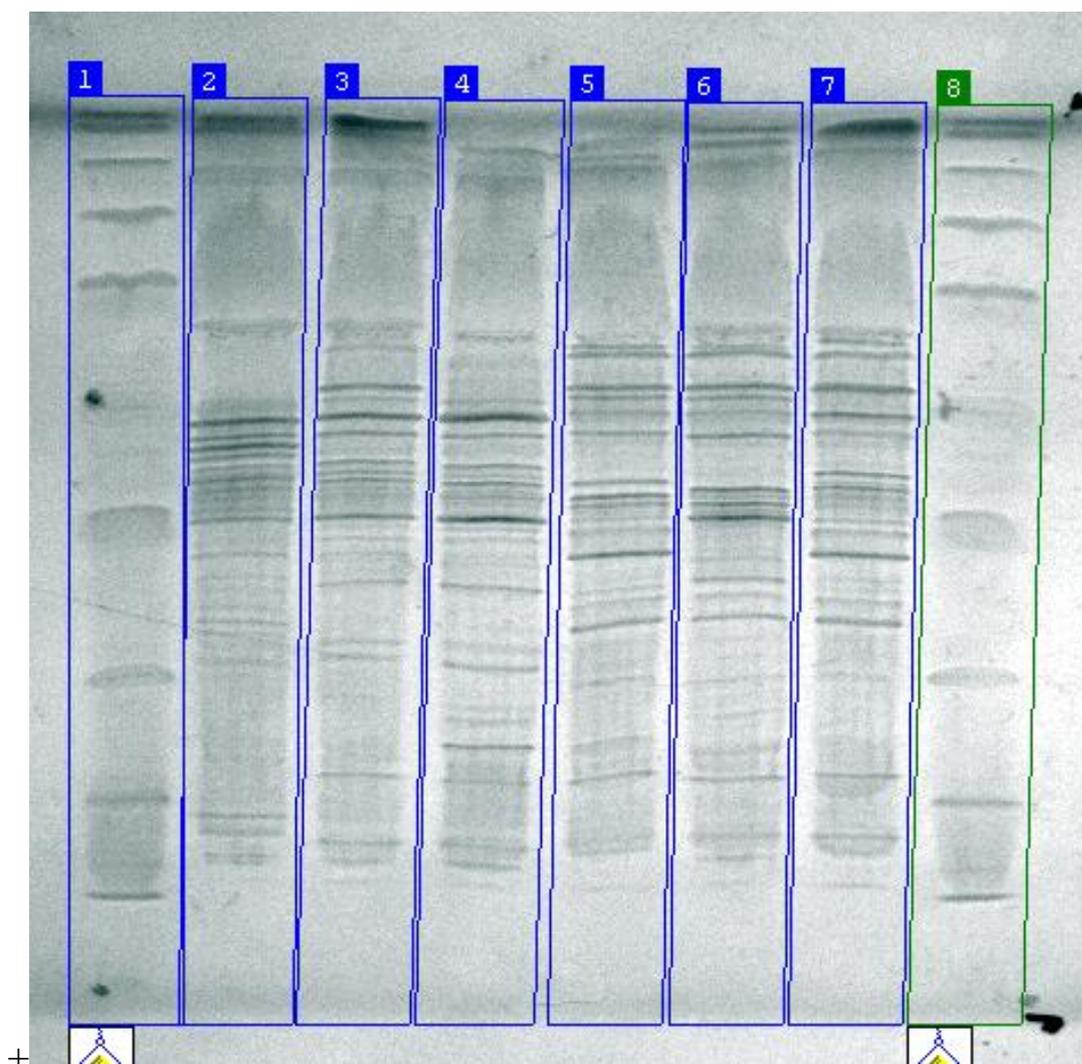


Рис. 3.4.1. Изоэлектрофореграммы белков мышечной ткани (градиентный гель, рН 3–9, окрашивание Кумасси):
 1, 8 – стандартный набор белков; 2 – *Oncorhynchus masu*. Сима;
 3 – *Oncorhynchus tshawytscha*. Чавыча; 4 – *Oncorhynchus kisutch*. Кижуч;
 5 – *Oncorhynchus nerka*. Нерка; 6 – *Oncorhynchus keta*. Кета;
 7 – *Oncorhynchus gorbuscha*. Горбуша. Отряд Лососеобразные, семейство Лососевые, род Тихоокеанские лососи

Таблица 3.4.1

**Изоэлектрические точки белков, выделенных
из мышечной ткани тихоокеанских лососей**

Сима	Чавыча	Кижуч	Нерка	Кета	Горбуша
8,80	8,75	8,80	8,78	8,73	8,74
8,73	8,67	8,58	8,62	8,64	
			8,55		
8,45	8,45	8,39	8,47	8,49	8,58
7,51	7,51	7,43		7,48	7,47
	7,38		7,39	7,39	7,40
		7,30	7,34	7,34	7,34
	7,14	7,18	7,14	7,15	7,14
7,05	7,08	7,06	7,09	7,09	
6,95	6,98	6,97	7,00	7,00	6,98
6,87	6,88	6,87	6,88	6,87	6,88
6,81					
6,75	6,78	6,79			
	6,72				
6,69	6,67	6,69			
6,63	6,62	6,64			6,65
6,57	6,58	6,60	6,60	6,57	6,58
6,52	6,53	6,52	6,53	6,53	6,52
6,45		6,48	6,48	6,49	6,47
6,41	6,42	6,41	6,41	6,41	6,39
	6,37	6,34	6,34		6,33
6,28	6,29	6,29			
6,21	6,22	6,20	6,21	6,19	6,21
		6,16			
6,09	6,11		6,09	6,08	6,08
6,03	6,06	6,03	6,03		6,02
5,93			5,96	5,99	5,96
5,85		5,82	5,85	5,87	5,85
5,79					
5,72	5,74	5,71		5,77	
5,64	5,67	5,62			
			5,55	5,55	5,57
		5,41		5,38	
		5,34			
5,24		5,21	5,22	5,19	
5,15		5,12		5,12	
	5,07	5,04	5,09	5,05	5,07
4,88				4,92	
4,79	4,75	4,76	4,76	4,78	4,78
4,68		4,73	4,70		
4,66	4,65	4,63		4,67	
	4,56	4,55	4,52	4,56	4,54

Примечание. Серым цветом выделены идентичные полосы, жирным шрифтом выделены самые интенсивные полосы для каждого вида.

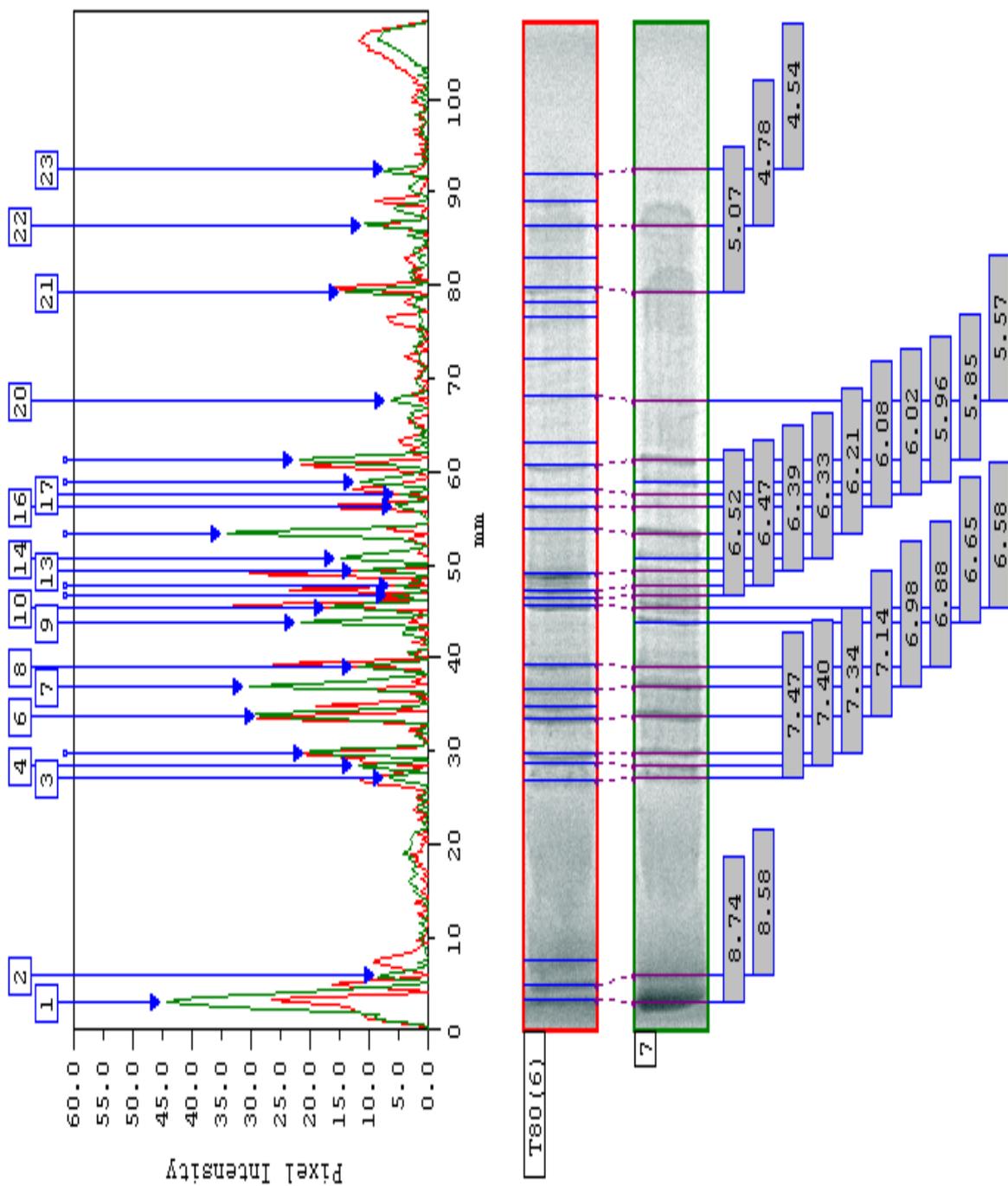


Рис. 3.4.2. Сравнение профилей белков из выделенных образцов *кеты* – Т80 (6) (верхний профиль) и *горбуши* – 7 (нижний профиль)

Таким образом, метод изоэлектрофокусирования в тонком слое полиакриламидного геля в градиенте рН позволяет идентифицировать виды рыб не только из одного семейства, но и из одного рода.

3.4.3. Идентификация рыбного сырья в составе рыбопродуктов

Преимуществом электрофоретических методов является также возможность их использования для анализа продуктов, подвергшихся термической обработке, в состав которых могут входить различные виды мяса, а также белковые добавки растительного происхождения. Кроме того, с использованием метода денситометрии можно проводить количественный учет белковых компонентов смешанного продукта [20].

Рыбные продукты могут быть приготовлены различными способами: солением, маринованием, высушиванием, копчением, обжариванием, стерилизацией. В процессе обработки мышечные белки денатурируются, поэтому их перевод в раствор и последующее разделение требуют специальных условий.

В лаборатории ОАО «ГИПРОРЫБФЛОТ» использовали методику, по которой белки исследуемого образца переводятся в раствор с помощью додецилсульфата натрия в присутствии β-меркаптоэтанола, а разделение полипептидных субъединиц идет в полиакриламидном градиентном геле с додецилсульфатом натрия (SDS-PAGE). На рис. 3.4.3 представлены SDS-электрофореграммы белковых экстрактов из мышечной ткани рыб горячего копчения – скумбрии (несколько параллельных проб на одном геле) и салаки (несколько проб на одном геле). Для сравнения на рис. 3.4.4 приведены изоэлектрофореграммы водных экстрактов белков из этих же образцов рыб.

В готовых фаршевых изделиях (рыбные котлеты, рыбные палочки и др.) можно использовать электрофоретические методы для идентификации используемого производителем исходного рыбного сырья. На рис. 3.4.5 представлены данные исследования рыбных палочек «Сильвер» методом SDS-электрофореза. Обнаружено, что в составе рыбных палочек основная масса сырья представляет собой путассу, поскольку картина распределения белковых полос и молеку-

лярный вес полностью совпадают из референс-образца путассу и образца рыбных палочек «Сильвер» (рис. 3.4.6).

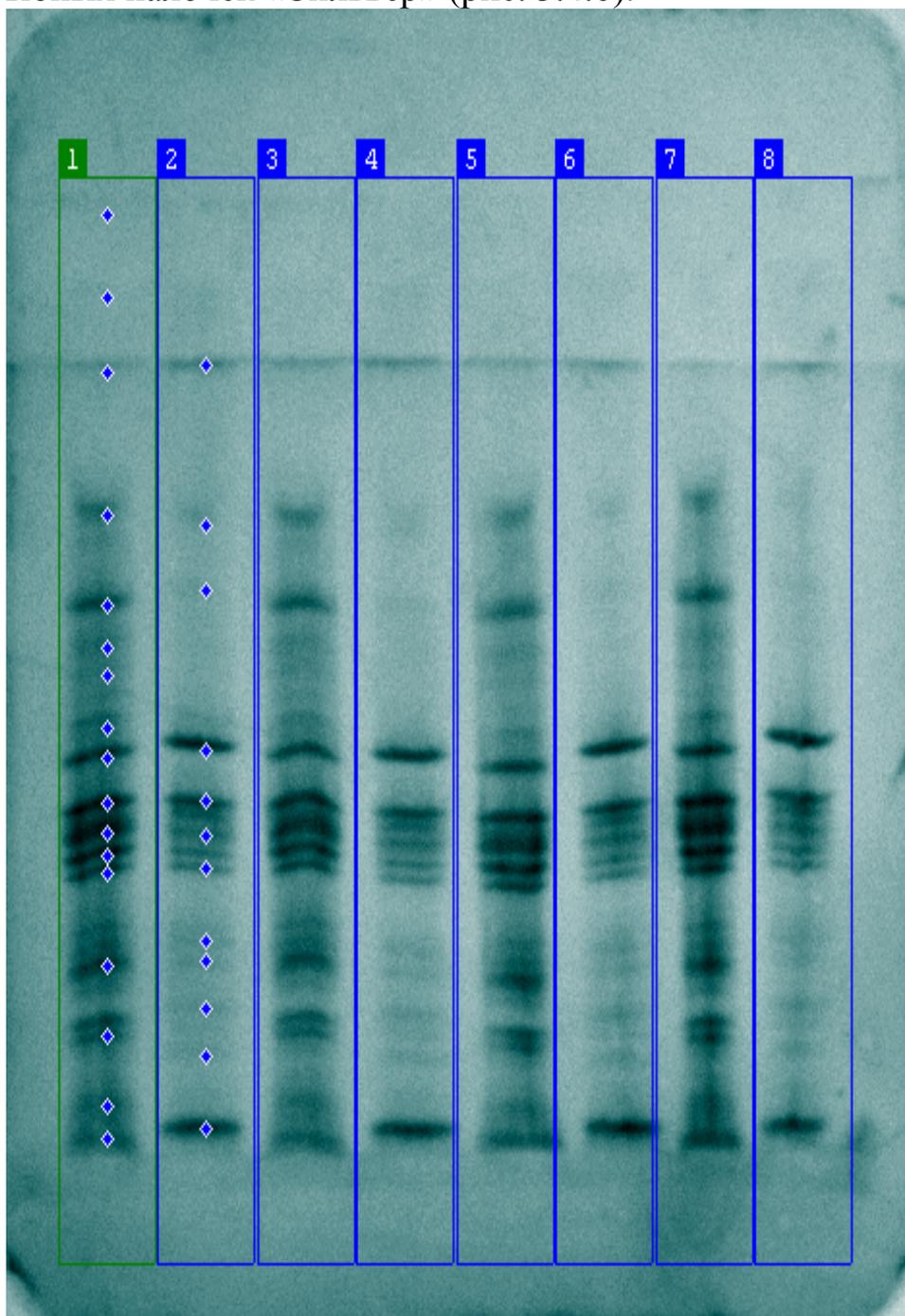


Рис. 3.4.3. SDS-электрофореграммы белков мышечной ткани рыб горячего копчения: скумбрии (1, 3, 5, 7); салаки (2, 4, 6, 8) (окрашивание Кумасси)

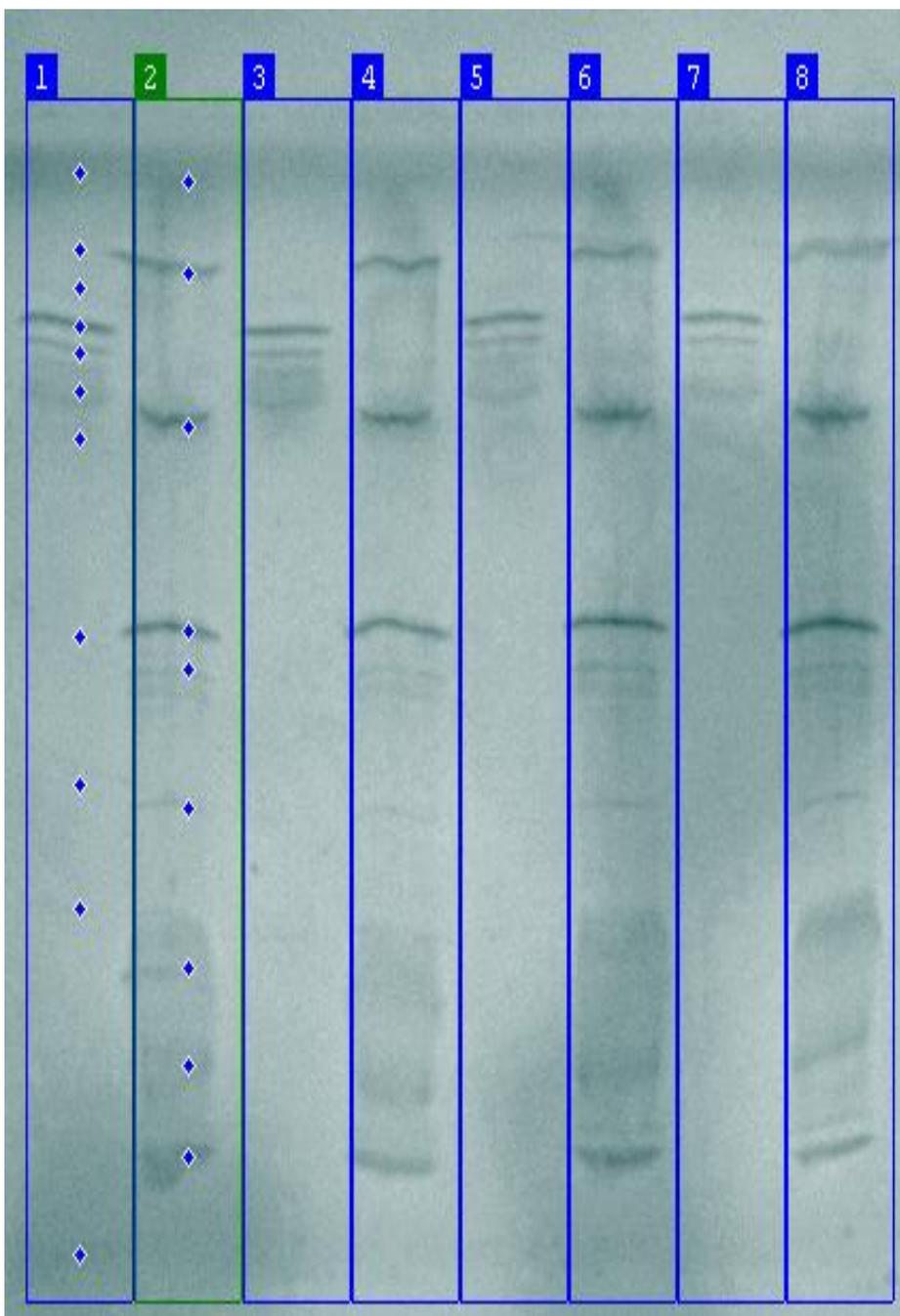


Рис. 3.4.4. Изоэлектрофограммы водных экстрактов белков мышечной ткани рыб горячего копчения: скумбрии (1, 3, 5, 7); салаки (2, 4, 6, 8) (окрашивание Кумасси)

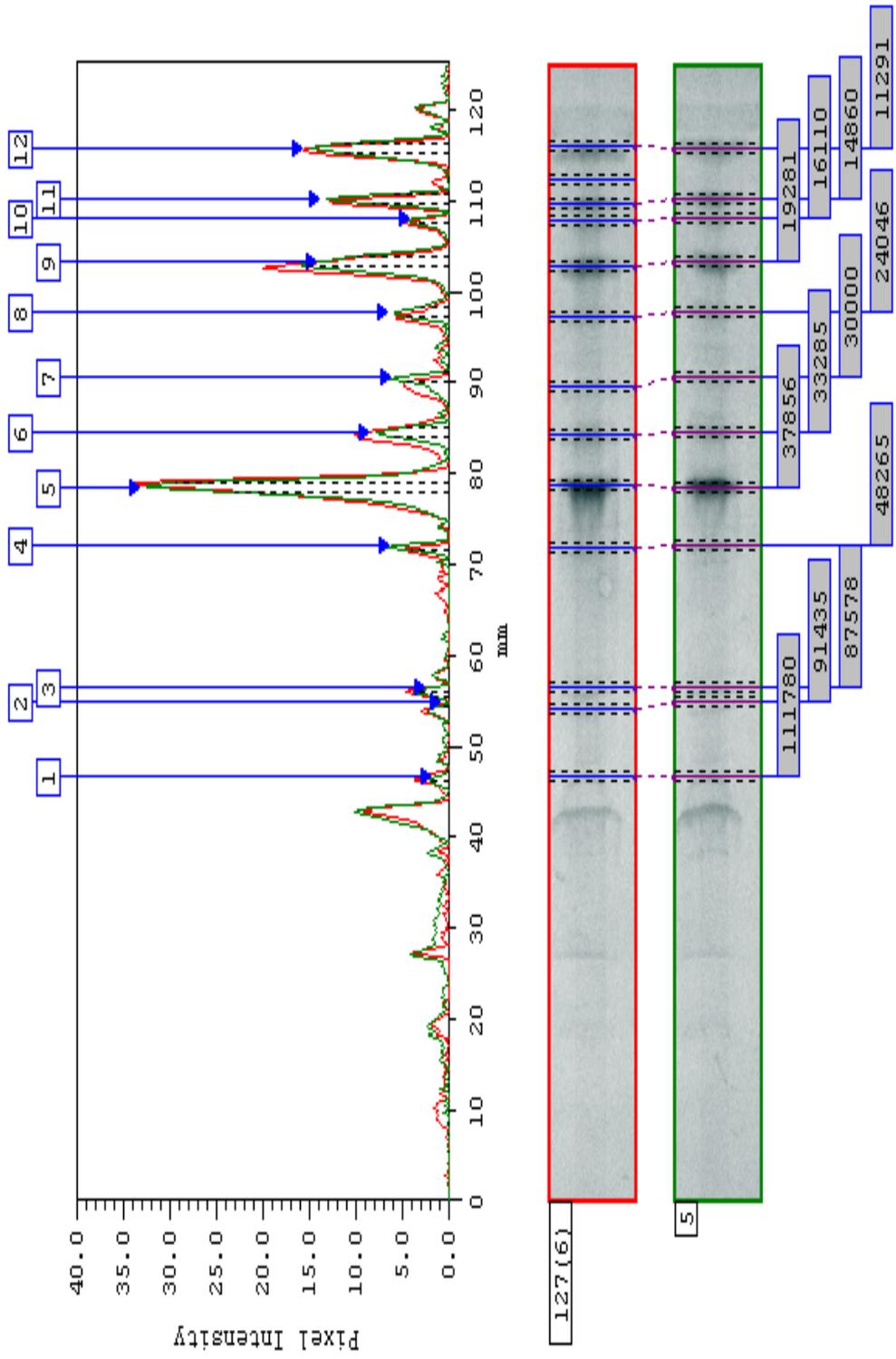


Рис. 3.4.5. Сравнение профилей белков, выделенных из образцов рыбных палочек «Сильвер» – 127(6) (верхний профиль) и путассу – 5 (нижний профиль)

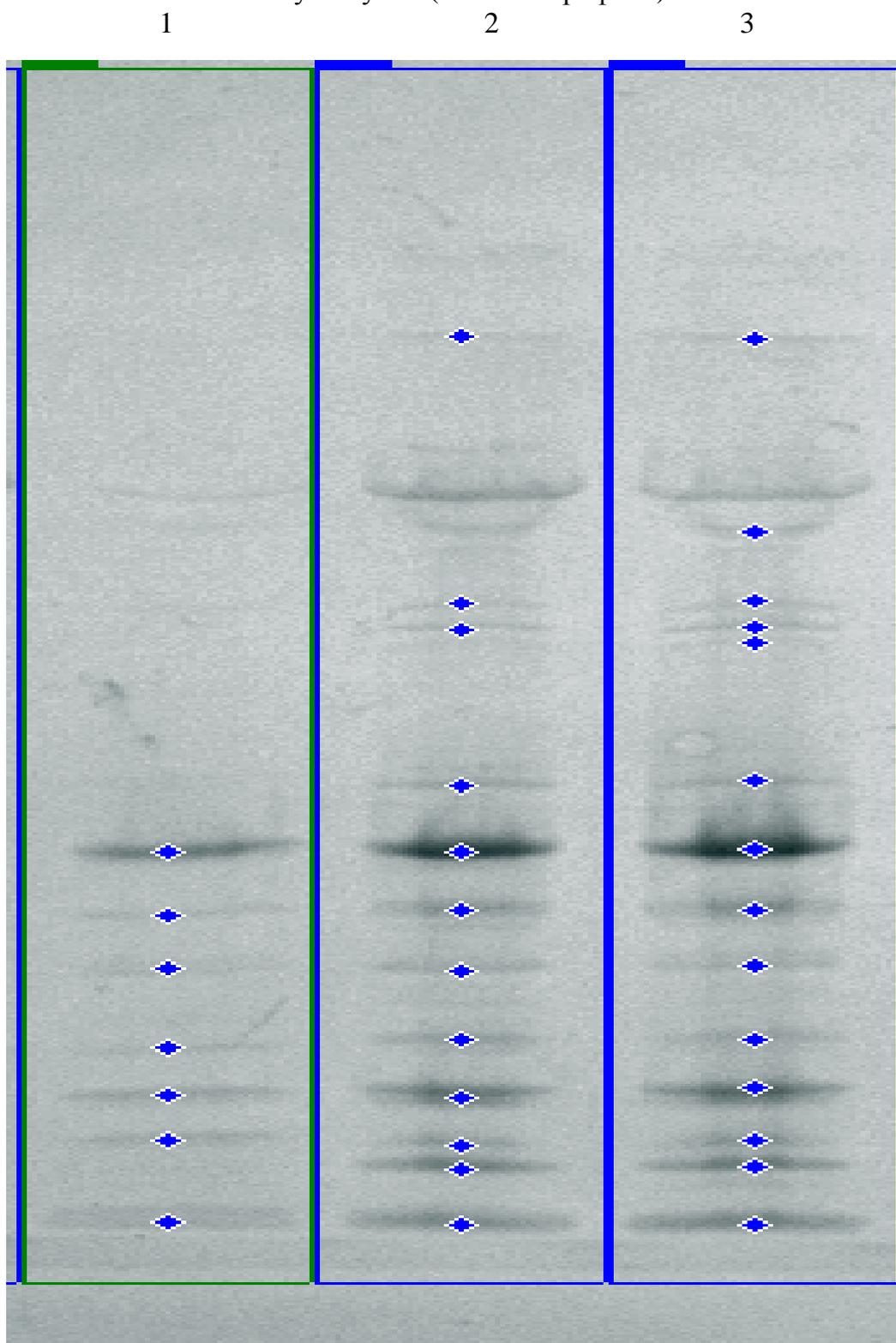


Рис. 3.4.6. Электрофореграммы белковых полос исследованных образцов:
1 – сайка; 2 – путассу; 3 – рыбные палочки «Сильвер»
(океаническая рыба 65 %)

Таким образом, электрофоретические методы для идентификации рыбного сырья и продукции из него, несомненно, дают объективную информацию, широко применяются за рубежом, а с введением методик на основе ГОСТов могут использоваться в качестве арбитражных в спорных вопросах видовой идентификации рыбы и рыбопродукции в нашей стране [3].

3.5. Ускоренные методы

Тенденция к максимальному упрощению идентификации видов связана с необходимостью предоставления предприятиям промышленности, лабораториям, регламентирующим органам и потребителям методов, которые будут реально применимы на практике. Если сравнивать разработку методов анализа рыбо- и морепродуктов с аналогичной ситуацией в области мясопродуктов, то можно ожидать скорого появления тест-наборов для идентификации видов рыб, аналогичных уже разработанным для мясопродуктов.

Некоторые из тест-наборов для анализа мяса основаны на антителах, распознающих определенные антигены. Примером таких тест-наборов могут служить BioKits for Animal Speaciation Testing фирмы Terpel Biosystems Limited (Великобритания), Cooked Meat Species identification фирмы Cortecs Diagnostics (США) и DTEK Immunostick фирмы ELISA Technologies Inc (США). Эти тест-наборы просты в применении, для них не требуется специального оборудования.

Доступных методов идентификации видов рыбы нет главным образом потому, что их разработка очень сложна из-за большого числа промысловых видов рыб. Кроме того, по сравнению с мясом высок уровень генетического сродства различных видов рыб. Особенно затруднительно различать виды рыбы в рамках одного рода или семейства.

Использование ускоренных молекулярных методов может облегчить разработку тест-наборов для идентификации видов. Уже существуют тест-наборы для идентификации видов животных на основе ДНК-методов, примером чего могут служить DNAnimal BOS Ident фирмы Genescan (Scil Technology holding GmbH) и Sure Food

ID-Animal фирмы Congen Biotechnologie GmbH (ФРГ). Эти тест-наборы основаны на гибридизации специфичного ДНК-зонда и обнаружении гибридизированных проб методом ELISA. В настоящее время нет коммерческого тест-набора для идентификации промысловых видов рыб.

Все более популярной альтернативой методам секвенирования может служить использование тест-наборов на основе высокоплотных олигонуклеотидных зондов, обычно называемых ДНК-чипами. Для идентификации последовательности-мишени путем обнаружения определенных нуклеотидов может служить некоторый массив ДНК с большим количеством олигонуклеотидных зондов. Например, последовательность из 16000 пар оснований можно проанализировать с помощью 66000 зондов. Зонды химически связываются с твердой подложкой, мишень маркируется флуоресцентным репортером и инкубируется вместе с массивом. Если в данной мишени присутствует часть последовательности, комплементарная к зондам массива, то происходит гибридизация. Степень гибридизации зависит от уровня соответствия между зондами и ДНК-мишенью. Система измерения флуоресценции сканирует весь массив и обнаруживает зоны, где произошла гибридизация. Полученное изображение обрабатывается соответствующим программным обеспечением и соотносится с отдельными зондами на определенных участках. Конкретная модель затем распознается программой, и в результате делается вывод о присутствии признаков того или иного вида в неизвестном образце продукта [17].

3.6. Метод «электронного носа»

Известно, что каждый вид гидробионтов имеет свой набор летучих низкомолекулярных веществ, формирующих его запах. Одной из важнейших аналитических задач в пищевом контроле является распознавание ароматобразующих компонентов запаха.

Для анализа парогазовых смесей сложного состава используются современные прецизионные приборы. Однако, несмотря на значительные успехи в аналитическом приборостроении, до сих пор основным методом пищевого контроля остается органолептический анализ, базирующийся на субъективных восприятиях человека. Ароматобразующие вещества в отдельности или в различных сочетаниях,

даже в незначительных количествах, формируют характерный запах анализируемого объекта, восприятие которого обусловлено обонятельными ощущениями в результате раздражения рецепторов в носовой полости. Сильные обонятельные ощущения вызывают соединения, содержащие следующие функциональные группы:



Интенсивность запаха ослабевает при увеличении числа близко расположенных функциональных групп в молекуле.

Для анализа органолептических свойств пищевых продуктов широко применяется дегустационный метод, позволяющий быстро оценить комплексное влияние отдельных компонентов на аромат продукта, не требующий специальных устройств и реактивов. Однако известные дегустационные методы оценки органолептических характеристик продуктов нельзя признать достаточно объективными, поскольку острота обоняния, восприятие интенсивности запахов во многом зависят от индивидуальных особенностей дегустатора (пол, возраст, состояние здоровья). Органолептический анализ имеет существенное значение для оценки качества продуктов, но он должен быть обязательно подтвержден инструментальными методами, особенно при установлении недоброкачественной или фальсифицированной продукции. Заключение дегустатора необходимо сопоставить с результатами, полученными современными физико-химическими методами.

Сложности определения ароматобразующих соединений связаны с их разнообразием и незначительным содержанием в пищевых продуктах, лабильностью и летучестью. Дополнительные трудности возникают при установлении влияния отдельных компонентов на качество того или иного продукта. Определение летучих веществ затрудняют компоненты, оказывающие сильное физиологическое действие, влияющие на аромат, но не участвующие в его формировании. Однако полезность и доброкачественность продуктов оценивают по его основным, наиболее постоянным тонам аромата (базисный аромат) в сочетании с текстурой, цветом и вкусом.

Для оценки обоняния используют следующие растворы:

- 1) этанол – 10 % (объем.);
- 2) изоамиловый спирт – 0,01 %;

- 3) уксусная кислота – 0,5 %;
- 4) гидроксид аммония – 0,05 %;
- 5) масляная кислота – 0,1 %;
- 6) ванилин – 0,05 %;
- 7) камфора – 0,005 %;
- 8) пропилмеркаптан – $5 \cdot 10^{-6}$ %.

Для аппаратурной замены органолептического способа ведутся интенсивные разработки сенсорных приборов типа «электронный нос» (ЭН). Такой прибор включает массив химических сенсоров с парциальной специфичностью и связанную с ним обработку данных (сигналов сенсоров), способную распознавать простые и сложные запахи. Сенсорные системы характеризуются низкими пределами обнаружения, воспроизводимостью и надежностью результатов, компактностью и экспрессностью получения аналитического сигнала, не требуют специальной подготовки персонала. С их помощью получают точные качественные и количественные характеристики многокомпонентных сред. Анализ проводят без каких-либо предварительных операций. Приборы ЭН предназначены для оперативной идентификации состава сложных газовых сред в целях их классификации по качественным признакам, например: вкус, свежесть, аромат, доброкачественность.

К сожалению, существует большой разрыв между научными достижениями в этой области и их коммерческой реализацией. Основными (общими для сенсоров различной природы) проблемами систем ЭН являются:

- 1) различия между приборами (различия между одноименными сенсорами в различных массивах);
- 2) отсутствие стандартизованных источников реперных ароматов;
- 3) дрейф характеристик сенсоров во времени;
- 4) отсутствие рутинных, общепризнанных методик анализа для приборов разных производителей [4].

Вопросы для самоконтроля

1. В каких случаях возможно использование только инструментальных методов для идентификации гидробионтов?
2. Перечислите основные инструментальные методы идентификации гидробионтов.
3. Какие из перечисленных методов годятся только для идентификации нативного сырья?
4. На чем основаны иммунологические методы идентификации гидробионтов?
5. На чем основаны энзимологические методы идентификации гидробионтов?
6. Назовите преимущества иммуноферментных методов идентификации гидробионтов.
7. Дайте характеристику молекулярно-генетических методов.
8. Перечислите разновидности молекулярно-генетических методов.
9. В чем преимущество молекулярно-генетических методов перед биохимическими?
10. Назовите разновидности физико-химических методов идентификации гидробионтов.
11. Дайте характеристику спектроскопических методов идентификации гидробионтов.
12. Дайте характеристику хроматографических методов идентификации гидробионтов.
13. Дайте характеристику электрофоретических методов идентификации гидробионтов.
14. Назовите главное преимущество электрофоретических методов.
15. Какие тенденции существуют в сфере идентификационных методов?
16. В чем заключается идентификационный метод «электронного носа»?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экспертиза рыбы, рыбопродуктов и нерыбных объектов водного промысла. Качество и безопасность / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, Т.К. Каленик, В.М. Дацун. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2007. – 306 с.
2. **Мягков Н.А.** Атлас-определитель рыб. – М.: Просвещение, 1994. – 282 с.
3. **Сантарович Е.Э., Красикова С.Н., Одоева Г.А.** Видовая идентификация рыбы и рыбопродукции // Пищевая промышленность. 2004. № 3. С. 12–13.
4. **Долгополов Н.В., Яблоков М.Ю.** «Электронный нос» – новое направление индустрии безопасности // Мир и безопасность. 2007. № 4. С. 54–59.
5. Identification of interspecific hybrids by AFLP: the case of sturgeons / L. Congiu, I. Dupanloup, T. Patarnello, F. Fontana, R. Rossi, G. Arlati, L. Zane // Mol. Ecol. 2001. 10(9). P. 2355–2359.
6. **Котляр А.Н.** Словарь названий морских рыб на шести языках. – М.: Рус. яз., 1984. – 288 с.
7. **Никольский Г.В.** Теория динамики стада рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 447 с.
8. **Дементьева Т.Ф.** Биологическое обоснование промысловых прогнозов. – М.: Пищ. пром-сть, 1976. – 240 с.
9. Инструкции и методические рекомендации по сбору и обработке биологической информации в районах исследований ПИНРО. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. – 291 с.
10. **Моисеев П.А.** Биологические ресурсы Мирового Океана. – М.: Агропромиздат, 1989. – 368 с.
11. **Вилер А.** Определитель рыб морских и пресных вод северо-европейского бассейна. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. – 432 с.
12. **Комарова В.Г.** Промысловая ихтиология. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – 192 с.
13. **Саковская В.Г.** Практикум по прудовому рыбоводству. – М.: Агропромиздат, 1991. – 171 с.
14. Справочник по озерному и садковому рыбоводству // Под ред. Г.П. Руденко. – М.: Лег. пром-сть, 1983. – 312 с.

15. **Власов В.А., Скворцова Е.Г.** Практикум по рыбоводству. – Ярославль: Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – 109 с.

16. **Hold G.L., Russel V.J., Pryde S.E., Rehbein H., Quinteiro J., Vidal R., Rey-Mendez M., Sotelo C.G., Perez-Martin R.I., Santos A.T. Rosa C.** The development of a DNA based method aimed at identifying the fish species present in food, products // *J. Agric. Food Chem.* 2000. 49 (3). P. 1175–1179.

17. **Бремнер Г.** Аллан (ред.). Безопасность и качество рыбы и морепродуктов / Пер. с англ. В. Широкова; Науч. ред. Ю.Г. Базарнова. – СПб.: Профессия, 2009. – 512 с.

18. **Cocolin L., Dagaro V., Mancano M., Lanari D., Comi G.** Rapid PCR-RFLP method for the identification of marine fish fillets (Seabass, Seabream, Umbrine, Dentex) // *J. Food Sci.* 2000. 65(8). P. 1315–1317.

19. **Gallardo J.M., Sotelo C.G., Pineiro C., Perez-Martin R.I.** Use of capillary zone electrophoresis for fish species identification. Differentiation of flatfish species // *J. Agric. FoodChem.* 1995. 43. P. 1238–1244.

20. **Martinez I., Danielsdottir.** Identification of marine mammal species in food products// *Sci. FoodAgric.* 2000. 80. P. 527–533.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ФАЛЬСИФИКАЦИЕЙ РЫБНОГО СЫРЬЯ И ПРОДУКТОВ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ.....	6
2. ИХТИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В ИДЕНТИФИКАЦИИ РЫБ И РЫБООБРАЗНЫХ	12
2.1. Морфологическое и анатомическое строение рыб и рыбообразных	12
2.2. Основы систематики рыб и рыбообразных.....	18
2.3. Использование определителей для идентификации систематических групп	20
2.3.1. Определение классов рыб и рыбообразных.....	21
2.3.2. Определение подклассов, надотрядов, отрядов рыб и рыбообразных	22
2.3.3. Определение семейств и видов рыб	30
2.4. Характеристика основных промысловых семейств и видов рыб ...	45
2.5. Характеристика основных видов рыб аква- и марикультуры	62
3. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГИДРОБИОНТОВ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ	81
3.1. Биохимические методы	81
3.1.1. Иммунологические методы	81
3.1.2. Энзимологические методы	82
3.1.3. Иммуноферментный метод.....	82
3.2. Молекулярно-генетические методы.....	83
3.2.1. Полиморфная ДНК, амплифицированная случайным образом (RAPD).....	84
3.2.2. Однонитевой конформационный полиморфизм ДНК (SSCP)	85
3.2.3. Полиморфизм длин амплифицированных сегментов (AFLP).....	86
3.2.4. ДНК-секвенирование	86
3.2.5. Полиморфизм длин рестрикционных сегментов ПЦР (PCR–RFLP).....	87

3.2.6. Видоспецифичная ПЦР	88
3.2.7. Метод OLA	88
3.2.8. ДНК-зонды	89
3.3. Физико-химические методы	89
3.3.1. Спектроскопические методы.....	89
3.3.2. Хроматографические методы	90
3.4. Электрофоретические методы исследования	91
3.4.1. Метод SDS-электрофореза.....	93
3.4.2. Метод изоэлектрофокусирования.....	94
3.4.3 Идентификация рыбного сырья в составе рыбопродуктов.....	98
3.5. Ускоренные методы.....	103
3.6. Метод «электронного носа».....	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	108

Куприна Елена Эдуардовна

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ
ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ
ИХТИОЛОГИЧЕСКИМИ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМИ
МЕТОДАМИ**

Учебное пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Редактор
Е.О. Трусова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

Подписано в печать 1.06.2015. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 6,51. Печ. л. 7,0. Уч.-изд. л. 6,75
Тираж 50 экз. Заказ № С 61

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49

Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9