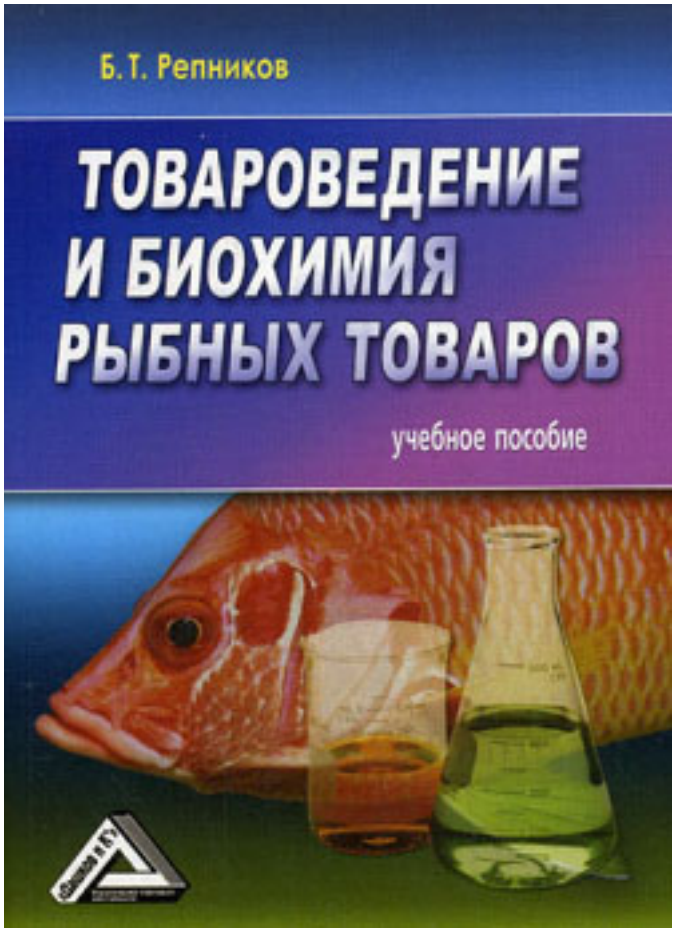
Б. Т. Репников
ТОВАРОВЕДЕНИЕ И БИОХИМИЯ РЫБНЫХ ТОВАРОВ
учебное пособие

Б. Т. Репников

Товароведение и биохимия рыбных товаров

Публикуется с разрешения правообладателя – Литературного агентства «Научная книга»
http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=180267
Товароведение и биохимия рыбных товаров: Дашков и К; Москва; 2007
ISBN 978-5-91131-420-0

Аннотация

В данном пособии рассмотрены направления переработки рыбного сырья и нерыбных морепродуктов, а также их потребительская ценность и характеристика химического состава. Также рассмотрены технологический ассортимент основных групп рыбных товаров, формирование, сохранение и оценка их качества.

Пособие рекомендовано для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Товароведение и экспертиза товаров».

Содержание

Глава 1. Промысел рыбы, ее массовый состав и анатомическое строение 4
1.1. Районы рыболовства и рыбоводства 4
1.2. Направления технологической переработки рыбного сырья 6
1.3. Размерный и массовый состав рыбы 7
1.4. Влияние анатомического строения рыбы и морфологического состава тканей на ее потребительские и технологические свойства 10
Контрольные вопросы 15
Глава 2 16
2.1. Химический состав рыбы 16
2.2. Пищевая, биологическая и физиологическая ценность рыбы 27
Конец ознакомительного фрагмента. 33

Б. Т. Репников Товароведение и биохимия рыбных товаров

Глава 1. Промысел рыбы, ее массовый состав и анатомическое строение

1.1. Районы рыболовства и рыбоводства

Основную массу (до 85 %) товарной рыбной продукции для удовлетворения потребностей нашей страны добывают в открытом океане. Биологические ресурсы океанов для производства пищевой продукции используются еще недостаточно (на 5 – 7 %). Годовая первичная биомасса морей и океанов составляет 600–800 млрд т – по 100 на каждого жителя планеты. Потребление ее, примерно, в 500 раз меньше (по 20 кг на каждого человека). Всего в мировом океане насчитывается 500 000 обитателей, только животных и растений более 150 видов, в том числе 16 000 видов рыб, 10 000 видов растений и т. д. Человек использует наиболее многочисленные популяции рыб, китов, морского зверя, водорослей, моллюсков.

Мировой ежегодный улов рыбы и нерыбных морепродуктов досигает 80 млн т, что составляет примерно 1 % мирового производста продовольствия, но одновременно это 20 % белковой пищи животного происхождения (молочные продукты – 43 %, мясные – 37 %).

Из 220 стран, ведущих морской промысел, 50 добывают более 10 000 т в год каждая, и 5 стран (Япония, Китай, Перу, США, Россия) – более 3 млн т в год каждая.

Основными районами международного рыболовства являются: Атлантический океан и его моря – 33 %, Тихий – 51 %, Индийский – 10 %, Наиболее продуктивными районами рыболовства являются северные части Атлантического и Тихого, а также тропическая часть Тихого и Индийского океанов.

Но сырьевая база с каждым годом становится все более ограниченной, промысловые усилия на единицу вылова значительно растут, что повышает цену продукции, видовой, массовый и размерный ассортимент рыбы ухудшается. Поэтому осваиваются новые места и способы лова, на больших глубинах кошельковым неводом, на материковом склоне и подняти–ях океанического дна. Потенциальные возможности этих регионов оцениваются в миллионы тонн морепродуктов.

Прибрежные страны ввели 200–мильные экономические зоны, в которых рыболовство для судов других стран запрещено. Это сделано с целью биологического воспроизводства рыбы и сохранения ее видового состава, что ограничило возможности нашей страны. Поэтому необходимо лучше использовать собственные пришельфовые экономические зоны, создавать морские фермы по производству рыбы и нерыбных морепродуктов. Кроме того, для сохранения и увеличения объемов лова российские рыбаки сотрудничают со странами Африки, Южной Америки, осуществлялось на правах аренды участков морей или по обозначенным квотам.

Международная конвенция ООН по защите биологических ресурсов Мирового океана предусматривает лов рыбы наиболее ценных видов (лососевых, осетровых, сельдевых и др.) по квотам. Россия придерживается этой Конвенции, способствуя сохранению равновесия экологических и экономических интересов.

Рыболовный флот страны приватизирован и находится в частной собственности. Часть добываемой рыбы рыбаки реализуют на международном рынке (за пределами страны). Мировые цены на рыбу определяют обеспеченность потребностей населения страны этой продукцией и уровень национальных цен.

Все сложившиеся факторы заставляют обратить внимание на развитие рыболовства во внутренних водоемах страны. Лов рыбы в пресноводных водоемах и пришельфовой (прибрежной) зоне морей проводится в определенные периоды года – в путину, связанную с физиологическими условиями развития рыбы.

В различных зонах рыболовства сезоны путины неодинаковы. Например, на Каспийском море промысловый год делится на четыре периода: весеннюю путину, летнюю, осеннюю и зимнюю (подледный лов). Лов проводится либо в местах нереста и нагула (откорма), либо в процессе миграции рыбы для этих же целей.

Каждый промысловый район имеет свою ихтиофауну. Для Каспия характерны осетровые: осетр, стерлядь, белуга, севрюга, а также сельдь, черноспинка (залом), лосось и др. Для Азовского моря – крупный лещ, судак, хамса и др.

В Черном море преобладают пелагические рыбы, обитающие в верхних и средних слоях воды: ставрида, скумбрия, кефаль, тунец. В Белом море – сельдь, тресковые, семга и др. В тихоокеанском бассейне – лососевые, сельдевые, скумбриевые и др.

В пресноводных водоемах преобладают карповые: лещ, сазан, карп, рыбец, шемая, линь, тарань, вобла, а также судак, окунь, сом, щука и др.

Основным фактором увеличения продуктивности пресноводных водоемов (рек, озер, водохранилищ, прудов, оросительных систем) является переход на рыбоводство всей системы рыбного хозяйства, т. е. с экстенсивных методов на интенсивные. Рыбопродуктивность прудов составляет 1000 кг, а озер – 7–8 кг с 1 га поверхности воды.

Опыт передовых хозяйств показывает возможности увеличения рыбопродуктивности прудов до 2000–3000 кг и более, а озер до 100–150 кг с 1 га. Важно повысить долю растительноядной рыбы: толстолобика, белого амура вместо карпа, для разведения которого требуется корм.

В рыбоводстве необходимо уделять больше внимания перспективным видам рыбы: веслоносу («американец»), буффало, сомику—икталурусу (канальный), бестеру (гибриду белуги и стерляди). Следует шире использовать термальные воды теплоэлектростанций, атомных станций, котельных крупных заводов, где с 1 $м^2$ садков можно получить до 90—110 кг рыбы в год. Больше заниматься искусственным разведением молоди рыбы и организацией рационального промысла.

1.2. Направления технологической переработки рыбного сырья

Помимо рыбоводста и промысла, большое значение имеет переработка рыбы как сырья и формирование оптимального ассортимента пищевой продукции. Здесь важно максимально приблизить производство гастрономической продукции к местам потребления. Экономичнее и безопаснее для качества перевозить рыбу—сырец из районов промысла и в местах массового проживания людей перерабатывать ее в готовую для потребления продукцию в ассортименте, соответствующем спросу: таком как полуфабрикаты, кулинарные изделия, соленая, копченая, вяленая рыба, консервы, колбасы и т. д.

Важной проблемой является увеличение доли пищевой продукции из рыбного сырья. Технология переработки должна развиваться в направлении комплексного (безотходного) использования сырья, при котором большая часть рыбы идет на пищевые цели, производство медицинских препаратов и меньшая – на кормовую и техническую продукцию.

Внедрение новых методов обработки, применение разных видов сырья позволяют формировать ассортимент, удовлетворяющий самые изысканные, индивидуальные вкусы потребителей.

Управление ассортиментом, т. е., по сути, его формирование по каждой технологической группе, осуществляется в следующих направлениях:

1) выпуск сырой рыбы (охлажденной или мороженой) в разделанном виде, удобном для быстрой кулинарной обработки (в виде фарша, филе, тушек, спинок, других полуфабрикатов);

2) производство малосоленой созревающей рыбы не только из сельди, но и из мелких сельдевых, скумбрии, ставриды, анчоусовых, лососевых и слабосозревающих рыб, обработка их ферментными препаратами, постепенная замена соленой рыбы бочкового посола пресервами в жестяных банках или пластмассовой таре с целью расширения ассортимента холодных закусок и повышения культуры торговли соленой рыбой;

3) внедрение научно обоснованного процесса вяления пресноводной и океанической рыбы в искусственных условиях;

4) использование бездымного копчения с применением рафинированной коптильной жидкости для производства безупречной копченой рыбы и консервов типа «шпроты», копченых колбасных изделий;

5) максимальное расширение ассортимента кулинарных изделий;

6) увеличение доли консервов при рационализации ассортимента за счет разнообразия способов обработки и видов использованного сырья;

7) производство фаршевых изделий в оболочках (колбас, сосисок).

1.3. Размерный и массовый состав рыбы

Для рационального (комплексного) использования рыбного сырья необходимо знать его химический состав, структурно—механические, физические свойства, анатомическое строение, морфологические особенности, размерные характеристики.

Тело рыбы делят на три части: голову, туловище, хвост (рис. 1).

Размерные характеристики позволяют определить выход съедобных частей и отходы, пищевую и биологическую ценность, более точно установить цену на полуфабрикаты, кулинарные и другие изделия из рыбы, выбрать форму и размеры рабочих частей обрабатывающих машин и др. ГОСТ 1368–91 «Рыба всех видов обработки. Длина и масса» устанавливает разделение рыб всех видов обработки по длине или массе, а также устанавливает их минимальную длину или массу. По этому стандарту всю рыбу можно разделить на шесть групп:

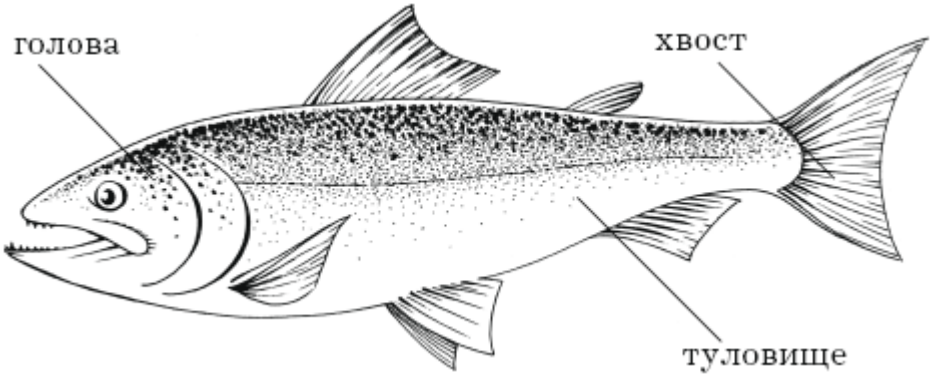

Рис. 1. Схема строения тела рыбы

1) для основной массы рыбы с увеличением размера повышается ее пищевая ценность и биологическая ценность (лещ, жерех, вобла и др.). Поэтому такую рыбу по размерным характеристикам подразделяют на крупную, среднюю и мелкую и реализуют по различным ценам;

2) более ценные виды рыб по пищевкусовым свойствам подразделяются по массе на крупные, средние и мелкие (осетр, кета, семга и др.). У таких рыб с возрастом увеличивается масса в значительной мере за счет отложений жира и существенно улучшаются их гастрономические качества;

3) этот же стандарт для значительного видового состава рыб (налима морского, рыбы —сабли, сельди—иваси, сардинеллы и др.) устанавливает наименьшую длину для реализации или переработки. По существу, эти ограничения определяются правилами рыболовства. Нельзя вести лов рыбы, которая меньше размеров, обозначенных ГОСТом;

4) рыбу некоторых видов (анчоус, зубатку, сайру и многую другую) по длине и массе не подразделяют, а реализуют под видовым названием. Эта рыба с возрастом достигает промыслового размера, в дальнейшем размерные характеристики (длина и масса) не изменяются, и следовательно, пищевая ценность остается прежней;

5) этот стандарт предусматривает ограничения по массе для живой и охлажденной рыбы прудовых и других хозяйств. Например сазан прудовой и сом канальный должны иметь массу не менее 0,25 кг. Следовательно, это наименьшая масса при промысловом лове этих рыб. Кроме того, рыба прудовых хозяйств по массе калибруется на отборную и обыкновенную или на отборную, крупную, среднюю. Например, амур белый и амур белый отборный или буффало средний, крупный, отборный. У рыбы прудовых и других хозяйств с уве-

личением размеров повышается выход съедобных частей и пищевая ценность. Поэтому чем крупнее рыба, тем выше она ценится; 6) некоторые виды рыб малой пищевой ценности по длине и массе не делят, при реализации не указывают их наименование, но подразделяют на три группы. Первая группа – подуст, вторая – голавль, ерш, красноперка, чехонь, густера (тарань) и другая, третья – рыба внутренних водоемов и прибрежных вод (вьюн, пескарь, уклея), вся другая рыба длиной менее 12 см не ограниченная к вылову правилами рыболовства.

ГОСТ 1368–91 устанавливает минимальную массу для соленой, копченой, вяленой рыбы многих наименований различной разделки (потрошеная, семужной резки, боковник, боковина, боковник кусок, теша, спинка, филе спинки, куски филе спинки, спинка с головой, пласт без головы). Например, кета соленая семужной резки должна иметь массу не менее 3 кг, спинка копченая (вяленая) амура белого прудового – не менее 1,2 кг, филе спинки – не менее 1,0 кг, боковник – не менее 1,5 кг и т. д.

Определение длины и массы рыбы осуществляют по методике ГОСТа 7631. Длину рыб измеряют:

1) с головой – от вершины рыла до основания средних лучей хвостового плавника;

2) обезглавленной – от края головного среза до основания средних лучей хвостового плавника;

3) тушки – от головного среза до среза хвостового плавника;

4) куска – по прямой линии на уровне позвоночника между краями срезов;

5) толщину боковника измеряют в наиболее тонкой его части с отступлением от края на 1,5 см в сторону увеличения толщины и т. д.

Длину и толщину измеряют линейкой по ГОСТу 427. Массу рыбы определяют поштучно на весах по ГОСТу 23711 и ГОСТу 23676.

Помимо длины и массы рыбы, при транспортировке, хранении, отработке необходимо учитывать объемную массу, плотность, форму.

Объемная масса – это отношение массы рыбы к ее объему, занимаемому при свободном заполнении емкости и измеряемому в кг/м ^{3}.

Объемная, или насыпная, масса зависит от размеров рыбы, ее свежести и составляет в среднем для сырья 850 кг/м^3. При рядовой укладке рыбы в емкость объемная масса (укладочная масса) зависит от вида обработки. Свежая разделанная рыба имеет укладочную массу 1000 кг/м ^{3}, соленая в зависимости от степени солености – от 1000 до 1100 кг/м^3, сушеная, вяленая, копченая – от 500 до 700 кг/м^3 в зависимости от размеров и степени обезвоженности, мороженая – 700–900 кг/м ^{3} в зависимости от размеров и способа упаковки. Значения укладочной и объемной масс используются при расчете емкостей, тары и расходов вспомогательных материалов.

Плотность – это отношение массы рыбы к ее объему, измеряется в кг/м^3. Плотность уснувшей рыбы зависит от ее свежести: в первые часы хранения несколько выше 1000 кг/м^3, а в последующем – снижается до значения менее 1000 кг/м^3. Плотность разделанной рыбы (потрошеной) более 1000 кг/м^3; плотность мороженой рыбы около 900 кг/м^3, а соленой может достигать 1190 кг/м^3. Плотность рыбы—сырца служит показателем ее свежести, а готовой продукции – показателем степени ее обработки (по содержанию соли, влаги и т. д.).

Форма тела рыбы разная: торпедообразная (лососевые и др.), стреловидная (щука), приплющенная с боков (карповые), приплющенная со спины (камбаловые), змеевидная (угорь, минога), саблевидная (рыба—сабля), неопределенная, причудливая (нототения и др.), веретенообразная (осетровые) и т. д. Форма тела рыб, является видовым признаком и определяет принадлежность к определенному семейству. Форма учитывается при кон-

струировании оборудования для разделки рыбы. Различия в форме тела затрудняют полную механизацию технологических операций, что приводит к большим отходам при переработке рыбы и повышает долю труда, увеличивая при этом себестоимость продукции.

1.4. Влияние анатомического строения рыбы и морфологического состава тканей на ее потребительские и технологические свойства

Знание особенностей анатомического строения рыбы и морфологического состава тканей важно для учета ряда факторов.

Во—первых, оно позволяет определять видовой состав рыбы и семейство, т. е. идентифицировать и в ряде случаев предупреждать фальсификацию. Идентификацию проводят по таким признакам, как форма тела, расположение и строение непарных плавников, наличие боковой линии, ее геометрия и размер, количество позвонков у костистых видов рыбы, наличие тычинок жаберных дужек, вид чешуи, наличие и характер зубов и др.

Наиболее часто встречающиеся *формы тела рыбы:* торпе—довидная, веретенообразная, приплюснутая, змеевидная. Рот может быть конечный (верхняя и нижняя челюсть одинаковы по размеру) – у хищных рыб, нижний (верхняя челюсть дли—нее нижней) – у рыб, использующих донный корм, верхний (нижняя челюсть длинее верхней) – у рыб, питающихся кормом сверху.

Грудные и брюшные плавники рыбы – парные, хвостовой, спинной, подхвостовой (анальный) – непарные. Количество непарных плавников, их расположение и строение позволяют установить принадлежность рыбы к семейству. У тресковых три спинных плавника, у лососевых второй плавник небольшой – жировой (без лучей), у скумбриевых два спинных плавника (первый колючий и находится на значительном расстоянии от второго), позади второго спинного и анального плавников по 4–6 маленьких дополнительных плавников, у камбаловых спинной, хвостовой и анальный слиты в единый, в виде оторочки и т. д.

Плавники состоят из лучей, соединенных перепонкой. Лучи твердые, неветвистые и мягкие ветвистые обозначаются соответственно римскими и арабскими цифрами. Сами плавники обозначаются латинскими буквами: Д – спинной, А – анальный, Р – грудные, V – брюшные, С – хвостовой. Для отличия рыб приводятся формулы их плавников. Например, формула спинных плавников окуня – Д XIII–XVI, I–III 13–15, что означает: в первом спинном плавнике окуня бывает 13–16 твердых неветвистых лучей, в во—втором – 1–3 неветвистых и 13–15 мягких ветвистых лучей.

На боковой поверхности тела рыб видна боковая линия в виде более светлой или темной полосы. Она тянется от головы до хвостового плавника по прямой линии или в виде изгиба, иногда прерывается; встречается небольшой длины (5–6 чешуй), бывает выражена двумя, тремя линиями. При определении вида рыбы подсчитывают количество чешуй, по которым она проходит, а также число рядов чешуй над ней и под ней. Например, для сазана формула следующая:

$$35-\frac{5\,6}{5-6}-39.$$

Цифры 35–39 – число чешуй, по которым проходит боковая линия, а 5–6 – число рядов чешуй над боковой линией (до спинного плавника) и число рядов чешуй под боковой линией (до брюшных плавников).

Боковая линия – это сейсмосенсорный орган, позволяющий рыбе ориентироваться в водной среде, избегая столкновений с препятствиями. У некоторых видов рыбы (сельдевых и др.) боковая линия отсутствует, но имеется развитая система канальцев на голове.

Скелет у рыб осевой: состоит из позвоночника, головы и плавников. Осевой скелет у осетровых представлен хордой (эластическим стерженем), у акул, скатов позвоночник хрящевой, у остальных видов – в виде костных позвонков. Подсчет позвонков имеет значение при распознавании вида рыб, особенно внутри одного семейства. Например, у беломорской сельди количество позвонков 56–59, у тихоокеанской – 50–54, у кильки – 45–49, а сходной с ней по внешнему виду тюльки – 39–44.

Жабры являются дыхательным аппаратом рыб. Они состоят из дугообразной кости и прикрепленных к ней с внутренней стороны тычинок и с наружной – лепестков (листочков). Строение аппарата тычинок характеризует способ питания рыбы. Тычинки, пропуская воду, задерживают мелкий планктон, которым питается рыба. Чем меньше тычинок, тем они более толстые, способны задерживать мелкую рыбу, ракообразных, что характерно для более хищной рыбы. Количество тычинок позволяет распознавать близкие виды рыб. Например, у черноморских сельдей – 55 тычинок, каспийского залома (черноспинки) – 72, у атлантической сельди – 67, у салаки – 65 и т. д.

Чешуя у рыб погружена в дермальный слой кожи. Существуют следующие виды чешуи: плакоидная (акулы), ганоидная (костные жучки – осетровые) и костная. Последняя может иметь ктеноидную (зазубренную) форму – окуневые – и циклоидную (гладкую) – карповые. Рыбы с ктеноидной чешуей на—ощупь шероховатые. Есть рыба и вовсе без чешуи (кожистый карп, минога, угорь, сом и др.). По годовым кольцам на чешуе можно определить возраст рыбы.

Рыбы, питающиеся фито—и зоопланктоном, зубов не имеют. Рыбы, поедающие других рыб, имеют захватывающие (удерживающие) зубы (небные, челюстные, язычковые, у некоторых есть клыки) и глоточные (для пережевывания корма). Глоточные могут образовывать несколько рядов, что служит признаком при классификации рыб, например карповых: у плотвы – однорядные зубы, у жереха – двухрядные, у карпа, сазана – трехрядные.

Во—вторых, знание анатомического строения позволяет установить пищевую ценность рыбы, которая зависит от выхода съедобных частей и их химического состава. Поэтому имеют значение такие показатели, как размер головы, количество внутренних органов, плавников, чешуи, костной ткани.

Голова считается условно – съедобной частью рыбы, так как используется для варки ухи, заливного. Голова осетровых и лососевых является съедобной частью, потому что содержит в своем составе много мяса. При разделке такой рыбы голову отделяют и продают по более низкой цене чем тело рыбы, так как кости, жабры, хрящи составляют более половины массы. Следовательно, чем больше доля головы, тем меньше съедобных частей дает рыба. Например, на долю головы (в процентах) от массы рыбы приходится: у судака – 15,8, леща – 13,9, кетаы амурской 10,8, треска 19,3, сельди атлантической – 13 и т. д.

Из внутренних органов съедобными считаются икра, молоки и печень. Печень у большинства видов рыбы составляет небольшой процент от массы тела. Исключением является печень трески и акул, которая используется для производства медицинского жира, богатого витаминами A и D.

Икра рыб является одним из самых ценных продуктов питания благодаря повышенному содержанию белков и жира. В период полного развития (нерестовый) масса икры у осетровых достигает 34 %, лососевых – 25 %, судака – 15 %, леща – 17 % массы рыбы.

Зрелые молоки (семенники самцов) составляют у севрюги 6,8 %, у леща – 1,7 % от общей массы рыбы.

Другие внутренние органы рыб являются несъедобными, так как составляют небольшой процент от общей массы (почки, сердце, селезенка, железы) и трудно отделяются от пищеварительного тракта (глотки, пищевода, желудка, кишок), который также в пищу не употребляется. Плавательный пузырь считается несъедобным органом из—за содержания

в нем большого количества коллагеновых, эластиновых волокон и не подвергается деструкции при тепловой обработке. Несъедобные внутрение органы у рыб составляют: у судака – 9,1 %, леща – 8,7 %, трески – 7,5 %, сельди атлантической – 6,8 % и так далее от общей массы рыбы.

Плавники, костная ткань являются несъедобной частью. Их доля составляет (в процентах от массы рыбы): у палтуса – 12,

серебристого хека – 7,7, леща – 12,3 и т. д. Следует отметить, что при выработке рыбных консервов из мелкой рыбы, костная ткань не удаляется.

В процессе первичной тепловой обработки и стерилизации она разваривается и обычно употребляется в пищу вместе с мясом рыбы.

Из плавников некоторых рыб готовят гастрономические продукты. Например, высоко ценятся плавники серо—голубых акул.

Кожа рыб относится к несъедобным частям, но обычно мясо рыбы подвергают технологической обработке вместе с кожей. Пищевые продукты из рыбы вырабатывают без удаления кожи, так как в ней содержатся питательные вещества и под действием тепла она размягчается.

Кожа построена из пересекающихся волокон соединительной ткани в виде сетки и поэтому обладает большой прочностью, упругостью и слабой растяжимостью, особенно у крупной рыбы.

Кожа акул, скатов, трески, зубаток и некоторых других используется для выработки кожевенных товаров.

Тело большинства видов рыб покрыто чешуей, которая удаляется при переработке (тепловой обработке) или потреблении продукции (соленой сельди), часто вместе с кожей (рыба горячего, холодного копчения, вяленая). Поэтому чем меньше удельный вес кожи и чешуи, тем больше выход съедобной части. Например, количество (в процентах от общей массы) кожи и чешуи в рыбе: у судака – 7,2, сельди атлантической – 4,0, леща – 5,1 и т. д.

Основу питательной ценности рыбы составляют мышечная и жировая ткани. В рыбе эти ткани не разделяют, так как жировая ткань образует прослойки в мышечной (у лососей, осетра) или покрывает последнюю (у сельди), или образует некоторые отложения в определенных местах (у судака, сома—и др.) В состав мышечной ткани входит и соединительная, но очень в небольшом количестве. Органически все три ткани образуют единое целое и называются – «мускулатура рыбы» (мясо). Удельный вес мяса от массы рыбы в процентах: у кеты амурской – 69, трески – 46, палтуса – 59, леща – 49 и т. д.

В—третьих, особенности анатомического строения и морфологического состава рыбы следует учитывать в процессе технологической и кулинарной обработки.

Прежде всего, следует обратить внимание на особенности строения мускулатуры рыбы. Мышечная ткань состоит из отдельных мышечных волокон и связывающей их соединительной ткани, называемой *эндомизием,* который переходит в более толстые прослойки соединительной ткани, называемой *перемизием.* В мускулатуре мышечные волокна, располагаясь параллельно, соединяются прослойками перемизия в зигзагообразные сегменты – *миотомы.* Число миотом в мускулатуре равно числу позвонков. Каждая миотома отделяется от другой поперечно—полосатой соединительной прослойкой, именуемой «*септа».*

Миотомы в своей совокупности образуют пару спинных и пару брюшных мышц. По всей длине тела рыбы спинные мышцы отделяются от брюшных главной горизонтальной соединительной септой, каждая группа мышц (спинные и брюшные) разделяется на две мышцы главной вертикальной соединительной септой. Если снять с тела вареной рыбы кожу, то можно видеть сегменты мышечной ткани: миотомы представлены в виде углов, вложенных один в другой (рис. 2).

1. Продольные септы.

2. Миотомы.
3. Поперечные септы.

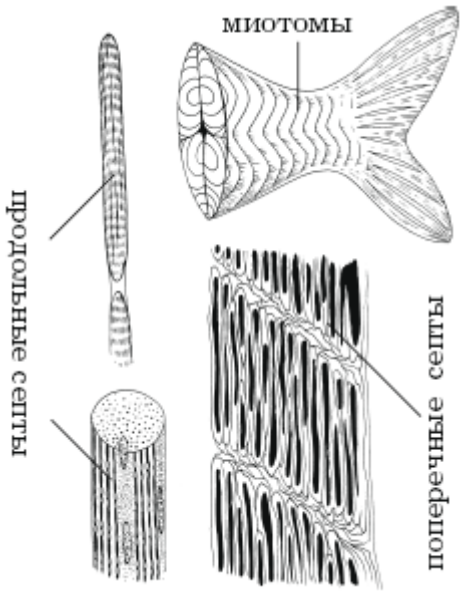

Рис. 2. Строение мышечной ткани рыбы

В процессе тепловой обработки рыбы при повышении температуры соединительные прослойки (септы) растворяются (глютинизируются), и мышечная ткань расслаивается на отдельные части (миотомы). Рыба как продукт теряет целостность и товарный вид. Поэтому во избежание этого перед тепловой обработкой горячим копчением рыбу обвязывают шпагатом, а крупную рыбу (треску и др.) помещают в сетки, перед жаркой панируют в муке, сухарях, в процессе стерилизации консервов банки не встряхивают, не перемещают, не переворачивают.

Костная ткань рыбы по химическому составу представлена минеральными веществами (65 %) и неполноценным белком оссеином (35 %), близким по аминокислотному составу к коллагану – белку соединительной ткани. Связь между минеральными веществами и белком менее прочная, чем в костной ткани животных. При высокотемпературной (100–120 ^{o} С) тепловой обработке белок оссеин гидролизуется (распадается), переходит в глютин, который обладает желирующими свойствами и легко усваивается в таком виде организмом человека. Бульоны, богатые глютином, при охлаждении образуют студни.

Структурная связь между белком и минеральными веществами нарушается и костная ткань теряет прочность. Поэтому при выработке консервов из рыбы небольшого размера кость можно не удалять, так как она размягчается и ее можно использовать в питании вместе с мышечной тканью. Костная ткань становится настолько рыхлой и мягкой, что при потреблении консервов не повреждает слизистую оболочку ротовой полости и пищевода человека.

Если при производстве консервов используется крупная рыба, то осевой скелет (позвоночник) необходимо удалять, так как при непродолжительной стерилизации костная ткань не успевает развариваться.

Кожа рыб, состоящая из соединительной ткани при тепловой обработке также размягчается, иногда до разрыва, что портит внешний вид готовой продукции и снижает ее потребительскую ценность. Поэтому для сохранения целостности структуры рыбы при тепловой обработке применяют те приемы, которые были обозначены выше.

В—четвертых, анатомические особенности рыб разных видов принимают во внимание при транспортировке живой рыбы. Например, наличие колючих плавников (у окуня,

судака), легко спадающей чешуи (у сельди) затрудняет или делает совсем невозможным транспортировку живой рыбы с острыми плавниками. Рыба травмируется и быстро погибает. В транспортных емкостях рыба, имеющая легкоспадающую чешую, при столкновении, трении между собой теряет чешую, загрязняет воду, в которой уменьшается количество растворимого кислорода, увеличивается микробная обсемененность, и в результате рыба погибает или от недостатка кислорода, или от болезней.

В—пятых, по некоторым анатомическим частям, их состоянию, можно судить о качестве, свежести рыбы.

Оценка качества охлажденной рыбы начинается с головы. По запаху, внешнему виду жабер можно судить о свежести рыбы. Жабры – дыхательный аппарат рыбы, через который циркулирует кровь и обогащается кислород. После гибели (от удушья) рыбы кровь не удаляется. Кровь содержит растворимые белки, которые легко распадаются (гидро—лизуются) и в дальнейшем подвергаются гниению. При этом появляются неприятный запах, и происходит обесцвечивание жабер. Поскольку вся кровь концентрируется в жабрах и в сердце, расположенном рядом, то и порча рыбы начинается с головы.

Гемолиз крови приводит к высвобождению красных кровяных шариков, вследствие чего происходит покраснение глаз и жаберных крышек, что свидетельствует о начальном процессе посмертных изменений и потери рыбой свежести.

Вздутие брюшка, выпячивание анального кольца не—разделанной охлажденной рыбы – это показатели, свидетельствующие о глубине микробиологических процессов, происходящих в желудочно—кишечном тракте. Остатки корма разлагаются под действием микроорганизмов с выделением газов (CO_2, NH_3, H_2S), что и приводит к изменению внешнего вида рыбы и потере качества.

Изменение цвета кожного покрова также один из показателей, характеризующих свежесть рыбного сырья. Окраска рыб зависит от пигментных клеток (хроматофоров), содержащихся в коже и чешуе, их количества, видов, сочетаний. Различают несколько *пигментов:* эритрин, ксантин, меланин, гуанин. Эритрин (красный), ксантин (желтый) – пигменты нестойкие, после гибели рыбы быстро окисляются и теряют красивую, прижизненную окраску и приобретают серые, блеклые тона. Меланин – стойкий черный, гуанин – серебристый пигмент кристаллической или аморфной структуры. Гуанин применяется при производстве искусственного жемчуга, в смеси с нитролаком имитирует перламутр и наносится на галантерейные изделия.

Чешуя – белковое вещество с большим количеством минеральных веществ. При варке чешуи белок переходит в воду в виде усвояемого коллагена. Но при этом повышается мутность бульона. Поэтому чешую удаляют перед кулинарной обработкой рыбы.

Таким образом, у рыб разных видов разные анатомические части имеют неодинаковую ценность и назначение, что важно для рационального использования различных частей тела и органов при разделке и переработке.

В целом можно рекомендовать использовать различные части тела для следующих целей: мышечную ткань (мясо), икру, молоки – для выработки широкого ассортимента пищевых товаров; голову – для суповых наборов типа ухи, извлечения жиров, получения белковых гидролизатов, кормовой муки, фарша; кости и плавники – для производства кормовой муки (плавники акул относят к деликатесам); кожу – в клеевом производстве и в качестве кожевенного сырья; чешую – для искусственного жемчуга, приготовления клея; печень – для пищевых целей, витаминных препаратов, кормовых концентратов; плавательный пузырь – для выработки пищевого и технического клея; пищеварительные органы (пищевод, желудок, кишки) – для белковых гидролизатов, жира, ферментных препаратов, кормовой муки.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные районы лова рыбы и других морских обитателей.
2. Объясните наиболее рациональные направления переработки рыбного сырья.
3. Какие факторы предопределяют деление рыб по размеру и массе?
4. Назовите съедобные и несъедобные ткани и органы тела рыб.
5. Перечислите парные и непарные плавники рыб.
6. Покажите факторы, объясняющие принадлежность рыб к определенному семейству.
7. Расскажите о строении мышечной ткани рыб.

Глава 2
Потребительская ценность рыбы

2.1. Химический состав рыбы

Рациональное использование рыбных ресурсов на пищевые, лечебные, кормовые продукты возможно только на основе глубоких знаний химического состава рыбы.

Состав этот характеризуется содержанием полноценных белков, в среднем 14–22 %, легкоусвояемых биологически активных жиров —0,2—33 %, минеральных веществ, практически по групповой номенклатуре таблицы Д. И. Менделеева – 1–2 %, экстрактивных веществ – 1,5–3,9 % и даже до 10 % (мясо акул), жиро—и водорастворимых витаминов А, Д и группы В и других веществ. На долю воды приходится – 52–85 % массы рыбы. Рассматривается химический состав только съедобных частей рыбы.

По сравнению с мясом убойных животных мускулатура рыб имеет большие индивидуальные отклонения от среднего химического состава. Эти различия связаны с образом жизни (пелагические, донные, проходные, полупроходные), средой обитания (морские, пресноводные), видовыми характеристиками, особенностями обмена веществ, полом, возрастом, физиологическим состоянием рыбы и другими факторами.

Химический состав рыб подвержен значительным колебаниям, однако в пределах одного семейства существует относительное постоянство в содержании основных веществ.

Наиболее постоянной величиной является суммарное содержание воды и жира в мясе рыб различных видов, близкое к 80 %. Обозначим эту величину буквой К.

Однако и эта сравнительно постоянная величина может меняться для рыб разных групп, классифицированных по содержанию белка:

1) низкобелковые рыбы (до 10 % белка (угольная)) имеют К= = 90,7 %;

2) среднебелковые (10–15 % (нототения)) – 85,5 %;

3) белковые (более 15 %, до 20 % (сельдь)) – 80,4 %;

4) высокобелковые (более 20 % (скумбрия)) – 76,6 %.

Зная содержание влаги в мясе рыбы, легко определить содержание жира в рыбе:

Q жира = К—Q влаги.

Содержание жира в мясе во многом определяет товарно—пищевую ценность рыбы. Поскольку колебания в содержании жира достаточно велики, то представляется целесообразным делить рыбу всех видов на категории, учитывая среднее содержание жира:

1) тощие рыбы (треска и др.) – менее 2 %;

2) средней жирности (лещ, сазан и др.) – 2–8 %;

3) жирные (осетр, лосось и др.) – 8—15 %;

4) особо жирные (угорь, палтус, белорыбица) – более 15 %. Особенно значительные изменения в содержании жира в мясе рыб связаны с нерестом. После нереста рыба бывает настолько истощена, что оказывается сырьем неполноценным в товарно—пищевом отношении, а некоторые рыбы сразу же погибают (сельдь—черноспинка, дальневосточные лососи и др.). За период нереста рыба теряет до 30 % всех питательных веществ. Пищевая полноценность после нереста восстанавливается для разных рыб за 20–60 суток.

Имеются видовые различия в распределении жира в теле рыб. Например, у сельдевых жир равномерно распределяется под кожей с некоторым преобладанием в брюшной части; в мясе трески жира не более 1 %, но весь жир откладывается в печени (до 70 % от ее массы); у сома наблюдается скопление жира в хвостовой части; у карповых, окуневых жир в период

нагула рыбы нарастает в брыжейке (петлях кишечника), порой достигая 50 % массы внутренних органов; у лососевых, осетровых жир прослаивает мышечную ткань, придавая ей особо высокие вкусовые качества. Для большинства рыб наблюдается увеличение жирности и мясистости на брюшной части в направлении от головы к анальному отверстию и по спинной части в обратном направлении – от хвоста к голове. В темном мясе рыб содержится жира больше, чем в белом. Темное мясо расположено вдоль боковой линии по всей длине тушки. Исключением являются тунцы и некоторые другие скомброидные, у которых темное мясо менее жирное.

Для жира рыб характерным является присутствие непредельных жирных кислот с увеличенным числом двойных связей: линоленовой $C_{17}H_{29}COOH$ (три двойные связи), арахидоновой $C_{19}H_{31}COOH$ (четыре двойные связи), клупанадоновой $C_{21}H_{33}COOH$ (пять двойных связей). Непредельные жирные кислоты составляют основу рыбьего жира (до 84 % от общего количества жирных кислот), что объясняет его жидкую консистенцию и легкую усвояемость. В то же время из—за высокой непредельности жирных кислот жир рыб легко окисляется с накоплением продуктов окисления (перекиси, гидроперекиси) и распада (альдегидов, кетонов, низкомолекулярные жирных кислот, спиртов и др.), которые существенно ухудшают вкус и запах не только жира, но и самой рыбной продукции, являясь одновременно токсичными элементами для организма человека.

Рыбы пресноводных водоемов и морские отличаются по составу жирных кислот. Жир пресноводных рыб содержит до 60 % от общего количества жирных кислот с числом углеродных атомов C_{16} и C_{18} (пальмитоолеиновую, олеиновую, лино—левую, линоленовую), приближаясь в этом отношении к жиру птицы. Жир морских рыб содержит до 65 % жирных кислот более высоконенасыщенных типа C_{18}, C_{20}, C_{22} (олеиновую, лино—левую, линоленовую, архидоновую, клупанадоновую).

Например, жир сельди содержит: олеиновой кислоты – 7–8 %, линолевой и линоленовой – 10–18 %, архидоновой – 18–22 %, клупанадоновой – 7—15 %. Содержание клупанадоновой жирной кислоты является едва ли не видовым признаком сельдевых. Само название клупанадоновой жирной кислоты произошло от латинского Clupea – «сельдь» и связано с количественным содержанием кислоты в мясе сельди. Из—за высокой непредельности этой кислоты жир сельди особенно быстро окисляется, что приводит к потемнению мяса при разделке соленой сельди для потребления в качестве холодной закуски.

Белки (азотистые вещества) являются самой важной составной частью съедобных частей рыбы.

Высокобелковые рыбы – это морские пелагические (стайные, живущие в поверхностных слоях воды), проходные, полупроходные, со средним содержанием белка – морские донные и рыбы пресноводных водоемов.

По пищевой ценности мясо рыбы стоит в ряду наиболее ценных продуктов питания. Так, 1 кг мяса судака во Франции принят за эталон ценности белковых продуктов животного происхождения.

Белки, в отличие от других органических соединений, в своем составе имеют азот, поэтому их называют азотистыми веществами. В составе рыб, помимо белковых азотистых соединений, имеются и небелковые азотистые вещества. Азотистые вещества костных рыб на 85 % состоят из белков (белкового азота) и на 15 % из различных небелковых соединений (небелкового азота). У хрящевых рыб на белковый азот приходится 55–65 % и небелковый – 35–45 %.

Направления переработки рыбы связаны во многом с составом азотистых веществ. Например, высокое содержание небелкового азота (мочевины) в мясе некоторых акул предполагает предварительное отмачивание его в воде, в содовом и других растворах, чтобы оно было полноценным в пищевом отношении, т. е. без характерного запаха, других неже-

лательных привкусов, запахов, а также для устранения излишней жесткости. Только после такой обработки мясо можно использовать для производства вяленых и копченых балыков, продукции горячего копчения, солено—сушеной, пресно—сушеной, маринованной рыбы, жареных, вареных, кулинарных изделий и т. д.

Высказывались мнения о возможности использования показателя «азотлетучих оснований» в качестве одного из решающих по вопросу отнесения мяса акул разных видов (известно около 300 видов и 19 семейств) к ряду пищевой или непищевой рыбы.

В белках мяса рыбы есть все незаменимые аминокислоты. Этим и определяется особая ценность рыбы как одного из наиболее высококачественных источников белкового питания.

В рыбе можно выделить белки мышечной ткани, белки соединительной ткани, гонад (половых продуктов икры и молок), костной ткани.

Белки мышечной ткани: миофибриллярные (миозин, актин, актомиозин и др.), белки саркоплазмы (миоген, альбумин, глобулин и др.), белки сарколеммы – оболочки мышечного волокна и связанной с ней соединительной ткани эндомизия и перемизия (коллаген, эластин), белки ядра мышечного волокна (нуклеопротеиды, фосфопротеиды).

Миофибриллярные белки относятся к солерастворимым. Они характеризуются полной биологической полноценностью и отличаются высокой влагоудерживающей способностью. Их содержание достигает 75–80 % от общего количества белков мышечной ткани. Высокое содержание гигроскопичных белков объясняет причину невысокой потери влаги при термической обработке рыбы, что и обеспечивает достаточно хорошую сочность и усвояемость кулинарных изделий из рыбы (отварной, печеной, жареной рыбы и др.).

Саркоплазматические белки (цитоплазмы) относятся к водорастворимым. Большинство из них является ферментами и ускоряет биохимические процессы при хранении рыбы. Их содержание в мышечной ткани —18–20 % от общего количества белков.

При производстве фарша из рыбы маломерной и невысокой пищевой ценности, определении его структурно—механических свойств и влагоудерживающей способности учитывают коэффициент, показывающий отношение солерастворимых белков к водорастворимым.

По величине этого коэффициента всех малоценных рыб можно разбить на три группы: К < 1 (0,58—0,79), К = 1 (0,8–1,15) и К > 1 (1,16—1,25). С увеличением коэффициента улучшается качество фарша, его реологические свойства, образуется связанная структура в бланшированных фаршевых изделиях, удлиняются сроки хранения фарша. Поэтому саркоплазматические белки необходимо удалять путем промывки измельченного мяса.

Белки сарколеммы (оболочки) мышечного волокна, белки соединительной ткани, органически связанной с оболочкой (эн—домизиел), и белки септ (более прочной соединительной ткани перемизия) представлены коллагеном и эластином. Это неполноценные белки, так как в своем составе не содержат незаменимой аминокислоты триптофона. Эластина совсем немного (0,1 %), и поэтому соединительная ткань рыб представлена практически одним коллагеном. Эти белки устойчивы к действию различных растворов. Но под действием тепла коллаген разрушается, переходит в более растворимое вещество – глютин и в виде водного раствора хорошо усваивается организмом человека. Рыбные бульоны (как и мясные), богатые глютином (золь) при охлаждении образуют студень (гель). Коллаген является источником тех аминокислот, которых мало в полноценных белках, и в этом его пищевая ценность. Считают, что глютинизированные коллагеновые растворы укрепляют сердечную мышцу человека.

Глютинизированный коллаген обладает очень высокой гид—рофильностью, и поэтому рыба при варке, жарке не теряет влагу, что обеспечивает продукту нежную структуру и сочную консистенцию.

Соединительная ткань разных видов рыб содержит неодинаковое количество коллагена различной структуры, более плотной у крупных рыб (акулы) и более нежной у мелких, особенно пресноводных рыб. Содержание коллагена у разных рыб – от 1,7 % (устерляди) до 10 % (у акулы).

Рассмотренные выше белки мышечной ткани относятся к простым (протеинам). Однако в мышечной ткани находятся и сложные белки (протеиды), которые представляют собой соединения протеинов с другими веществами (углеводами, жирами, нуклеиновыми кислотами и т. д.): нуклеопротеиды, фосфоропротеиды, глюкопротеиды, липопротеиды.

В ядре мышечного волокна сосредоточены фосфо—и нук—леопротеиды. Последние состоят из нуклеиновых кислот, остатка фосфорных кислот и азотистых соединений (пурино—вых, пиримидиновых оснований). Нуклеопротеиды и фосфоп—ротеи—ды являются главными источниками белкового фосфора, обусловливающего высокую раздражимость клеток и тканей, в состав которых он входит. Содержание белкового фосфора (в пересчете на фосфорный ангидрид) составляет от 0,26 («осетр») до 0,63 («камбала») массы мяса.

Липопротеиды содержат в своем составе жиры, не только простые (триглицериды), но и сложные (фосфатиды). Наиболее распространенным фосфатидом является лецитин. В клетках мышечной ткани содержатся структурные липопротеиды, включающие лецитин, богатый фосфором. Следовательно, липопро—теиды являются источником лецитинового фосфора: от 1,16 («осетр») до 0,64 % («треска») массы мяса, в пересчете на фосфорный ангидрид.

Глюкопротеиды (муцины, мукоиды) включают в себя углеводы и при гидролизе выделяют глюкозу, чем объясняется сладковатый вкус мяса рыбы в сравнении с мясом теплокровных животных. Из—за высокого содержания углеводов (1–1,5 %) в рыбе при ее кулинарной обработке используют больше поваренной соли, чем при аналогичной обработке мяса животных и птицы. Существует поговорка «рыба любит соль», которая добавляется не только с целью консервирования, но и для устранения сладковатого привкуса.

В гонадах (икре, молоке) содержатся простые белки (протамины, гистоны), которые характеризуются упрощенным составом аминокислот с преобладанием диаминокислот основного характера, что повышает pH среды и делает эти продукты менее устойчивыми при хранении, чем мясо рыбы. Кроме того, в половых продуктах рыб содержатся и сложные белки (ли—попротеиновый и глюкопротеиновый комплексы), которые обеспечивают вязкость икры. Из фосфопротеидов в икре следует отметить белок ихтулин, содержание которого составляет 10–25 % всего белкового состава.

Белки костной ткани представлены оссеином, по аминокислотному составу и свойствам близким к коллагену. Химическая связь между оссеином и минеральным составом кости рыбы менее прочна, чем в костной ткани животных и птиц. Это особенно становится заметным в процессе тепловой обработки рыбы, когда идет процесс глютинизации оссеина и структурно—механические свойства (прочность) кости понижаются. Например, раньше степень готовности консервов из рыбы определяли путем измельчения кости между пальцами. Крошащаяся консистенция кости (позвонков) свидетельствовала о готовности консервов к потреблению, и в таком виде кость не являлась опасной для пищеварительного тракта человека.

Белковый и аминокислотный состав белков рыбы имеет некоторые особенности по сравнению с белками мяса теплокровных животных и птиц:

1) прежде всего это индивидуальные видовые отклонения в содержании белка (от 9 до 23 %) и даже внутри вида в зависимости от географического признака: сельдь каспийская, беломорская, тихоокеанская, скумбрия азово—черноморская, атлантическая, тихоокеанская, лососи дальневосточные и европейские и т. д.;

2) наличие большого количества сложных белков (протеидов) и их концентрация в отдельных органах (например, в икре);

3) почти полное отсутствие белка миоглобина, чем объясняется белый цвет мышечной ткани (за редким исключением);

4) больше миофибриллярных белков, обладающих высокой гидратирующей способностью, чем объясняется малая потеря влаги при тепловой обработке, однако в стадии окоченения рыбы актомиозина образуется меньше, и поэтому (а также из—за невысокого содержания соединительной ткани и высокой активности ферментов) стадия окоченения рыбы протекает быстро;

5) водорастворимых белков (саркоплазмы) меньше, но они обладают высокой ферментативной активностью и уменьшают срок хранения рыбы;

6) больше полноценных белков – до 93–97 %, для сравнения: мясо животных – 75–85 %, мясо птицы – 90–93 %;

7) соединительная ткань рыб, почти на 100 % состоящая из коллагена (эластина мало). Поэтому ткань легко разваривается при глютинации коллагена и в таком виде удерживает влагу, существенно снижая ее потери.

8) неодинаковый аминокислотный состав белков рыб различных видов, что определяет специфичность вкуса и запаха рыбной продукции и направление наиболее рациональной технологической переработки для получения наиболее гастрономически ценной продукции с учетом национальных приоритетов, традиций, привычек, вкусов: одни виды рыб лучше подвергать бланшировке, варке, другие – обжарке, пропеканию, третьи – копчению, вялению или сушке, четвертые – использовать для производства стерилизованных консервов или обрабатывать посолом, пятые – универсальны в технологической обработке и т. д.;

9) наличие в белках рыбы диаминокислот типа $RCOOH(NH_2)_2$ – до 25 % от общего числа, поэтому pH тканевого сока рыбы находится в пределах 6,3–6,6 и лишь у некоторых рыб составляет – 6,0–6,1. Это слабокислая среда, в которой легко развиваются гнилостные микробы. Поэтому охлажденная рыба быстрее подвергается порче (максимальный срок хранения 5 суток), чем охлажденное мясо животных (срок хранения – до 15 суток и более);

10) дикарбоновых аминокислот (типа $R(COOH)_2NH_2$)не более 10 % общего количества. Много серосодержащих аминокислот: цистина, цистеина, метионина. Поэтому мясо рыбы является хорошим источником серы. При хранении рыбы серосодержащие белки распадаются с выделением H_2S (сероводорода). Это используется при оценке свежести рыбы. По количеству образовавшегося H_2S оценивают степень свежести рыбы: свежая, сомнительной свежести, несвежая;

11) при дезаминировании аминокислот

$R\ (COOH)_2\ NH_2 + H_2 – RCH_2\ COOH + NH_3$

образуется NH_3 (аммиак), качественная реакция на содержание которого также является показателем свежести рыбы: реакция отрицательная – рыба свежая, реакция слабоположительная – рыба подозрительной свежести, реакция положительная – рыба несвежая, реакция резко положительная – рыба испорченная;

12) при декарбоксилировании аминокислот ($RCOOHNH_2 + CO_2$) образуются амины, количественное содержание которых является признаком свежести рыбы или испорченности. ***Азотистые небелковые соединения*** всегда имеются в тканях рыбы как продукты постоянного превращения (метаболизма) белков. Одни белки распадаются, другие видоизменяются, третьи синтезируются, и при этом выделяются отдельные фрагменты белков, содержащие азот и получившие названия экстрактивных веществ. Они извлекаются (экстрагируются) теплой водой из тканей рыбы. Содержание их невелико – 1,5–3,9 % от массы рыбы разных видов (в мясе акул некоторых видов – до 10 %). Однако они существенным образом

влияют на органолептические характеристики (вкус, запах) рыбы, способствуют ферментативной активности пищеварительных соков организма человека при потреблении рыбы, но одновременно как низкомолекулярные соединения являются объектом питания микроорганизмов и, таким образом, уменьшают срок годности рыбной продукции.

При хранении рыбы количество азотистых небелковых соединений увеличивается, так как идет ферментативный и микробиологический распад белков. До определенной степени это улучшает вкусовые потребительские свойства продукции (она созревает), а затем вкус и запах постепенно, с накоплением экстрактивных веществ становятся малоприемлемыми для пищевого продукта, т. е. наступает его порча.

Свежая рыба содержит экстрактивных веществ в 1,5–3 раза больше, чем мясо теплокровных животных, и по причине высокой активности ферментов рыбы количество небелковых азотистых соединений при хранении рыбы быстро растет. Поэтому постоянное потребление рыбной продукции «утомляет» вкусо—обонятельные органы человека, ему хочется переключить внимание на другую пищу. Повышенное содержание экстрактивных веществ снижает диетическую ценность рыбы. В отличие от рыбы, мясо животных почти всегда потребляется с аппетитом.

Ограничения на потребление мяса скорее связаны с состоянием здоровья человека, его возрастом, другими факторами, но не пищевкусовыми характеристиками.

Мясо птицы содержит экстрактивных веществ больше, чем мясо животных, и оно быстрее «приедается». Мясо дичи содержит так много экстрактивных веществ, что из него не готовят бульоны, а потребляют в жареном виде.

Эти примеры приведены для понимания роли экстрактивных веществ в формировании вкусовых и ароматических характеристик продукции, ее сохраняемости.

Все экстрактивные вещества рыбы можно классифицировать на несколько групп по принадлежности к определенным классам органических соединений и по пищевой ценности: летучие азотистые основания, аммониевые основания, фосфорсодержащие вещества, свободные аминокислоты и пептиды, разные вещества.

Специфической особенностью экстрактивных соединений рыбы являются летучие азотистые основания. К ним относятся аммиак (NH_3) и ди-, триметиламины (ДМА, ТМА) – $NH(CH_3)_2$ и $N(CH_3)_3$. Аммиак образуется при распаде мочевины $(NH_2)_2CO$. Триметиламин (ТМА) может образоваться путем замещения в молекуле NH_3 атома водорода метильной группой по схеме:

$NH_3 \rightarrow H_2CH_3 \rightarrow NH(CH_3)_2 \rightarrow N(CH_3)_3$

монометиламин диметиламин триметиламин

или из физиологически неактивного триметиламиноксида (ТМАО):

$NO(CH_3)_3 \rightarrow N(CH_3)_3$.

Количественное содержание летучих оснований определяется при оценке свежести охлажденной, мороженой рыбы наряду с определением наличия H_2S и NH_3. При определении этого показателя из общего количества летучих азотистых оснований выделяют содержание ТМА как наиболее токсичного компонента. В свежей, только что уснувшей рыбе содержание летучих оснований – 15–17 мг%, в том числе ТМА до 2,5 мг% – у морской рыбы – и до 0,5 мг% – у пресноводной. Следует однако заметить, что количество летучих оснований (ЛО) для рыб разных видов строго индивидуально. Накопление этих веществ в мясе вызывает появление неприятного запаха.

Триметиламиноксид (ТМАО) – $NO(CH_3)_3$ – относится к группе аммониевых оснований. В морской рыбе его содержание выше (до 470 мг% в треске), чем в рыбе пресноводных водоемов (5—92 мг% – окуне, леще, щуке), в мясе акул – до 900 мг%. Считают, что это соединение нетоксичное. Но при его распаде в процессе хранения рыбных продуктов или во

время тепловой обработки появляется специфический рыбный запах. Ржавление внутренней поверхности консервных банок вызывается наличием ТМАО.

К фосфорсодержащим экстрактивным соединениям относятся креатинфосфат (КРФ), аденозинмонофосфат (АМФ), аденозин—дифосфат (АДФ), аденозинтрифосфат (АТФ), которые играют важную роль в посмертных изменениях рыб. При распаде АТФ (рис. 3) образуются и другие вещества, влияющие на вкус, аромат рыбы.

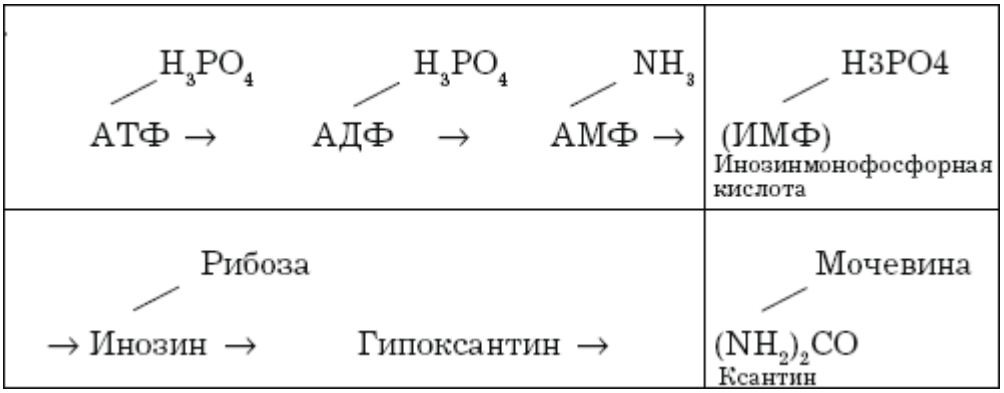

Рис. 3. Схема распада АТФ

Накопление гипоксантина улучшает вкус рыбного бульона (ухи). При распаде белков образуются свободные аминокислоты, которые также влияют на органолептические показатели рыбных продуктов. К ним можно отнести, гистидин, аргинин, креатин. Гистидин в больших количествах присутствует в мясе пресноводных рыб. В процессе порчи мяса рыбы гистидин декарбоксилируется с образованием гистамина – токсичного вещества, вызывающего пищевые отравления. Аргинин для ракообразных и моллюсков, креатин для рыб являются физиологически важными компонентами мышц. Креатин может переходить в креатинин, придающий горький вкус рыбе при потере свежести.

Карнозин и ансерин являются природными дипептидами, т. е. соединениями, состоящими из двух аминокислот, не вступающих в химические связи с другими аминокислотами. Ансерин обнаружен в мясе морских рыб, карнозин – в мясе трески, осетра.

К разным экстрактивным веществам мяса рыбы можно отнести мочевину, содержание которой в мясе акул достигает 2000 мг%, осетровых – до 550 мг%; в мясе прочих видов рыб присутствуют следы. Мочевина $(NH_2)_2$ CO является продуктом синтеза аммиака. Из двух молекул аммиака образуется одна молекула мочевины, так предотвращается отравление живого организма. Высокое содержание мочевины в мясе отдельных видов акул делает невозможным его использование в пищу после тепловой обработки без предварительного отмачивания сырья. Для устранения аммиачного запаха мяса акул его измельчают, промывают и вырабатывают фар—шевые изделия, подвергая различной тепловой обработке. Если мясо акул обрабатывать копчением, то промывка, отмачивание сырья исключается из технологического процесса.

Углеводы в мускулатуре рыбы превышают 1 %, представлены в основном гликогеном (животным крахмалом). При распаде гликогена (гидролизе или фосфоролизе) образуются глюкоза, пировиноградная и молочная кислоты. Гликоген участвует в процессах созревания рыбы при посмертных изменениях, посоле, вялении. Чем больше гликогена, тем полнее процесс созревания, тем ароматнее, вкуснее готовая продукция.

Глюкоза – продукт распада гликогена, как редуцирующий моносахар она может вступать в реакции с аминокислотами – продуктами гидролиза белков, с образованием сложных химических комплексов – меланоидинов. Это обычно наблюдается в процессе термической

обработки рыбы: при варке ухи, сушке, вялении рыбы. Меланоидины придают темноватый цвет поверхности продукта (при контакте с кислородам), приятный аромат и сладковатый вкус бульонам из рыбы. Поэтому простые углеводы относят к экстрактивным соединениям рыбы.

Минеральные вещества мяса рыбы очень разнообразны по составу, но по количеству составляют лишь в пределах 1,2–1,5 %. Особенно богатый минеральный состав имеет океаническая рыба, так как в морской воде содержатся практически все известные нам минеральные вещества. Рыба избирательно накапливает в своем теле и органах минеральные вещества из среды обитания. Преобладающие минеральные вещества рыбы: макроэлементы – натрий, калий, хлор, кальций, фосфор, магний, сера, микроэле—менты, йод, медь, железо, марганец, бром, алюминий, фтор; ультрамикроэлементы: цинк, кобальт, стронций, уран.

Минеральные вещества представлены ионами, солями в составе белков, витаминов, ферментов, гормонов. Сложные белки (протеиды) в своем составе имеют фосфор, железо, кальций, магний, калий, натрий, серу и др. Сложные ферменты в составе простетической группы содержат микроэлементы (медь, железо, марганец и др.), что резко активизирует их биохимическую деятельность. Многие витамины, особенно группы В, гормоны также включают микро—и ультрамикроэлементы.

Морская рыба особенно богата йодом. Мясу рыб семейства тресковых присущ йодистый привкус, ценимый гастрономами. Люди, постоянно питающиеся морской рыбой, не имеют заболеваний щитовидной железы.

Видовой вкус и аромат рыбы во многом выражен минеральным составом. Некоторые виды рыб невысокой потребительской ценности дают прекрасные, ароматные бульоны за счет перехода в них минеральных веществ, само же их мясо мало привлекательно после варки. При варке голов, костной ткани в бульон переходит минеральных веществ больше, чем при варке мышечной ткани. Поэтому экстрактивные, наваристые бульоны получаются при варке необезглавленной потрошеной рыбы.

Витамины содержатся в различных частях и органах рыб. Жирорастворимые витамины (А, Д, К) преобладают в тех частях и органах, где накапливаются жиры. Это прежде всего печень. Из печени трески, акул вырабатывают рыбий жир (медицинский) с большим содержанием витаминов. В рыбьем жире содержатся эссенциальные жирные кислоты (линолевая, линоленовая, арахидоновая), которые в комплексе образуют витамин F. Полагают, что этот витамин является профилактическим средством против онкологических заболеваний, снижает уровень холестерина в печени и обеспечивает эластичность кровеносных сосудов.

Из водорастворимых витаминов отмечено достаточное содержание в мышечной ткани витаминов B_1 (тиамин) и B_2 (рибофлавин). Внутренние органы рыб содержат витамин B_{12}, являющийся кроветворным катализатором, отсутствие которого может привести к злокачественной анемии.

Ферменты рыб играют исключительно важную роль в процессах, происходящих в посмертный период во всех тканях и органах рыб, также при различных способах переработки рыбного сырья, особенно при посоле, вялении, холодном копчении, производстве пресервов.

В органах и тканях рыб содержатся ферменты всех шести классов по систематической номенклатуре комиссии по ферментам Международного биохимического союза от 1961 года: оксидоредуктазы (окислительно—восстановительные), трансферазы (ферменты переноса), гидролазы (ферменты расщепления с участием воды), лиазы (ферменты расщепления без участия воды), изомеразы (ферменты превращений), лигазы (ферменты синтеза).

Наибольшее значение в формировании потребительских свойств рыбной продукции имеют окислительно—восстановительные и гидролитические ферменты.

Процессы созревания рыбы после гибели (от удушья), а также биохимические процессы созревания соленой и вяленой рыбы протекают с участием прежде всего ферментов этих классов. Окислительно—восстановительные ферменты – самый многочисленный класс, насчитывающий более 220 наименований они подразделяются на несколько групп. Первая группа – дегидрогеназы, осуществляющие роль переносчиков водорода. Дегидрогеназы являются двухкомпо—нентными системами, активной частью (коферментами) которых являются НАД (никотинамид—аденин—динуклео—тид) и НАДФ (никотинамид—аденин—динуклеотид—фосфат). В процессе начального созревания рыбы изменениям подвергаются углеводы. При молочнокислом брожении НАД водород (восстановленный водород кофермент дегидрогена—зы) восстанавливает пировиноградную кислоту в молочную. Образующаяся молочная кислота создает кислую среду, неблагоприятную для развития гнилостных микробиологических процессов, белки мышц набухают, застывают, и наступает стадия посмертного окоченения у свежеуснувшей рыбы, что свидетельствует о безупречной свежести рыбы.

На последующих стадиях созревания рыбы на первый план выступают гидролитические ферменты: протеолитические (протеазы), катализирующие расщепление белков и пептидов; эстеразы (липазы), вызывающие гидролиз эфиров кар—боновых кислот (жиров); амилолитические (амилазы), гидролизирующие глюкозные связи крахмала, декстринов; фосфатазы, гидролизирующие сложные эфиры фосфорной кислоты (глюкозо–1–фосфат и др.).

Гидролазы особенно активны в подкисленной среде. Поэтому после образования молочной кислоты активность гидролитических ферментов повышается. Протеолитические ферменты (трипсин, пепсин, катепсин и др.) вызывают распад белковой молекулы по схеме:

белки → пептоны → полипептиды → трипептиды → дипептиды → аминокислоты

Аминокислоты являются конечным структурным элементом ферментативного распада белков. Чем больше образуется продуктов распада белков, особенно низкомолекулярных (дипептидов, аминокислот), тем ярче вкус и аромат продукта. В производственной практике процесс созревания рыбы охлажденной, мороженой, соленой, вяленой определяют по количеству образовавшихся аминокислот (по содержанию аминоаммиачного азота). Считают, что 30 % аминоаммиач—ного азота (от общего азота, входящего в состав как белков, так и небелкового) характеризуют продукцию как вполне созревшую и свежую. Дальнейшее увеличение этого показателя свидетельствует о перезревании рыбы и последующей порче.

При дальнейшем хранении рыбы низкомолекулярные продукты распада белка (прежде всего, аминокислоты) становятся объектом питания микроорганизмов. При этом в зависимости от вида микроорганизмов аминокислоты могут распадаться с образованием различных конечных продуктов метаболизма по схеме представленном на рисунке 4.

Накапливающиеся вещества обладают ядовитыми свойствами и придают рыбе неприятный запах. Протеолитические ферменты осуществляют гидролиз белков значительно активнее, чем подобные ферменты наземных животных, поэтому процесс созревания рыбы протекает значительно быстрее, чем мяса убойных животных. Причем действие протеаз рыб протекает в довольно широком диапазоне pH: от кислой среды (pH 3,5–4,5), где активность максимальная, до щелочной (pH 8), где активность составляет 5–10 % активности при pH 3,5–4,5. При естественной для рыбы pH 6,6–7,0, активность ферментов в 310 раз ниже, чем при pH 3,5–4,5.

Значительные колебания в уровне активности мышечных протеаз (пептидгидролаз) отмечены в зависимости от размера рыбы и сезона вылова.

Хлористый натрий (NaCl) даже при концентрации 3 % вызывает частичную инактивацию ферментов, при 5 %-ной концентрации обеспечивается ингибрирующий эффект, а 10 %

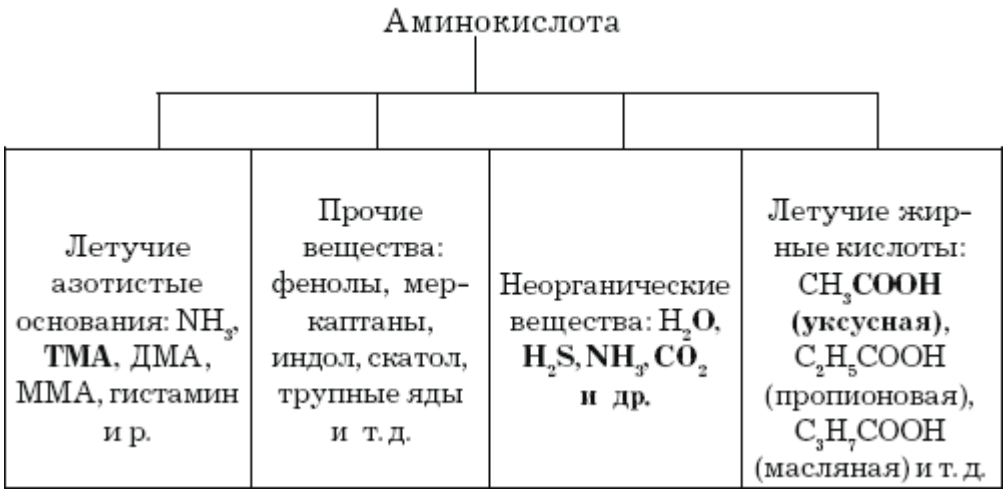

Рис. 4. Схема микробиологического распада аминокислот

ная концентрация повареной соли инактивирует мышечные пептидгидролазы почти полностью.

В технологии переработок неразделанной рыбы посолом, холодным копчением, вялением, а также при хранении охлажденной рыбы необходимо принимать во внимание деятельность ферментов внутренних органов (кишечника, пилорических придатков), представленных пепсином и трипсином, которые по оптимуму pH близки к пищеварительным ферментам наземных животных, однако имеют отличия. Пищеварительные ферменты рыб имеют температурный оптимум значительно ниже, а способность расщеплять белки выше, чем у наземных животных.

Их активность изменяется в зависимости от сезона, вида рыбы. Действие поваренной соли вызывает ингибирующий эффект, но остаточная активность ферментов внутренностей рыб выше, чем активность протеолитических ферментов мышечной ткани. Это обстоятельство объясняет необходимость детального изучения пищеварительных ферментов рыб, с тем чтобы устанавливать технологический процесс обработки с учетом изменчивости активности протеолитических ферментов в зависимости от различных факторов.

Параллельно протеолитическим процессам при созревании рыбы проходит и гидролиз жиров под действием ферментов – липаз по схеме:

триглицериды → диглицериды → моноглицериды → свободные жирные кислоты и глицерин.

Конечные продукты этого гидролиза (свободные жирные кислоты) повышают кислотное число жира, что ведет к его порче, но это не всегда отражается на органолептических показателях. Например, при вялении рыбы жиры подвергаются не только гидролизу, но и окислительным изменениям, но вкус и запах рыбы только улучшаются, т. е. не прослеживается прямая зависимость между распадом жиров и потребительской ценностью продукта.

Одновременно с изменениями белков, жиров при созревании рыбных продуктов существенные превращения наблюдаются в углеводной части.

Как было отмечено выше, процесс созревания собственно и начинается с фосфоролиза и гидролиза гликогена рыбы. Под действием окислительно—восстановительных ферментов гликоген подвергается распаду по схеме:

гликоген (животный крахмал) → глюкоза–1–фосфат → фруктоза–1,6–фосфат → фосфотриозы (фосфодиоксиацетон и фосфоглицериновый альдегид) → пировиноградная кислота ($CH_3COCOOH$) → молочная кислота ($H_3CHOHCOOH$).

Примерно 90 % всего гликогена распадается по такой схеме, что в итоге и приводит к повышению титруемой кислотности.

В это же время наблюдается и гидролиз гликогена под действием амилолитических ферментов по схеме:

гликоген $(C_6H_{10}O_5)_n$ → декстрины (разной молекулярной массы) → мальтоза $(C_{12}H_{22}O_{11})$ → глюкоза $(C_6H_{12}O_6)$.

Повышение содержания глюкозы усиливает сладость мяса рыбы и способствует реакциям ее взаимодействия с другими веществами с образованием различных комплексов (например, меланоидинов). Это улучшает вкус рыбы, но в некоторых случаях (при вялении, сушке) вызывает ухудшение товарного вида рыбы (потемнение поверхности тела).

Из фосфатов следует обратить внимание на ферменты, вызывающие гидролиз нуклеотидов (АТФ и др.) с образованием пуриновых (аденина, гуанина и др.) или пиримидино—вых (цитозина, урацила, тимина) оснований, сахаров рибоза или дезоксирибоза и фосфорной кислоты. Такой распад нук—леотидов (рис. 3) увеличивает количество экстрактивных веществ, усиливает вкус и аромат рыбных продуктов. Но одновременно расширяет питательную среду для микроорганизмов, делает продукт менее устойчивым при хранении.

Вода в тканях и органах рыбы находится в свободном и связанном состоянии. Свободная вода – это жидкость в межклеточном пространстве, в плазме крови и лимфе, кроме того, удерживаемая механически в макро—и микрокапиллярах за счет сил поверхностного натяжения, кроме того осмотически удерживаемая в клетках давлением растворов. Имеет место также химически связанная вода, входящая в состав молекулы вещества.

Свободная вода является растворителем органических и минеральных веществ, и в ней протекают все биохимические и микробиологические процессы. Это обычная вода: замерзает при 0 ^{o} С и кипит при 100 ^{o} С, легко отпрессовывается и испаряется при сушке.

Связанная вода адсорбционно удерживается в коллоидах (белках, гликогене) силами электрического притяжения. Связанная вода, будучи трудноотделимой, в определенной степени обеспечивает плотность тканей вместе с коллоидами (прежде всего белками). Она не принимает участия в реакциях ферментативного или микробиологического характера и тем самым способствует консервации продукта. Не замерзает при температурах, применяемых для замораживания рыбы, не вытекает при размораживании, оставаясь постоянным агентом тканей, формирует их структуру вместе с другими составными частями. Чем больше связанной воды, тем устойчивее продукт при хранении.

Соотношение свободной и связанной воды в мышечной ткани рыб разных видов неодинаковое. Общее содержание влаги – от 52 до 85 %, из них свободной до – 75,5 % и менее связанной до 9,5 % и более. При различных способах переработки рыбы (термической, замораживании, измельчении и т. д.) это соотношение, как и общее содержание влаги, может несколько изменяться. Например, при замораживании и сушке уменьшается общее содержание влаги, так как теряется свободная вода (испаряется, сублимируется). При тепловой обработке частично теряется свободная влага, но несколько увеличивается количество связанной воды за счет обводнения белков мяса.

Использование различных посолов (сухого, мокрого, смешанного) может приводить или к потере влаги (при сухом крепком), или к увеличению влаги (при мокром, слабой и средней крепости) в соленом продукте.

2.2. Пищевая, биологическая и физиологическая ценность рыбы

При переработке рыбного сырья необходимо стремиться к достижению наивысшей потребительской ценности. Она обеспечивается доброкачественностью, гастрономическими показателями (товарным видом, вкусом, запахом), пищевыми, биологическими и физиологическими свойствами.

Доброкачественность оценивается санитарно—гигиеническими показателями и обеспечивает безвредность продукции для организма человека.

Для защиты интересов потребителей рыбной продукции доброкачественность подтверждается сертификатом соответствия. Рыба идентифицируется и подлежит обязательной сертификации по «Правилам проведения сертификации пищевых продуктов и продовольственного сырья», утвержденным постановлением Госстандарта РФ от 28.04.1999 г. № 43. При проведении идентификации и испытаний необходимо полно и достоверно подтвердить соответствие продукции требованиям, направленным на обеспечение ее безопасности для жизни, здоровья, имущества граждан, окружающей среды, установленным в нормативных документах для рыбной продукции, а также другим требованиям, которые должны проверяться при обязательной сертификации.

В частности, для некоторых видов рыбной продукции безопасность должна подтверждаться: отсутствием солей тяжелых металлов (меди, мышьяка, ртути), продуктов декарбоксилирова—ния аминокислот (гистамина, нитрозаминов), пестицидов, радио—нуклеидов, полихлорированных бифенилов, бензопирена, а также микробиологическими показателями. Широкий спектр показателей для подтверждения доброкачественности объясняется тем, что рыба часто является причиной серьезных пищевых отравлений (или заболеваний) и даже с летальным исходом.

Санитарно—гигиенический аспект должен преобладать при выборе технологии и режимов переработки сырья. Увеличение доли продукции холодного копчения взамен рыбы горячего копчения, как и ограничение верхнего температурного режима горячего копчения при использовании древесины, несомненно позволит уменьшить в конечной продукции содержание полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и прежде всего бензопирена как наиболее токсичного компонента.

При производстве фаршевых изделий (прежде всего колбас), консервов типа «Шпроты» желательно вместо дымовой обработки сырья, полуфабрикатов использовать рафинированную коптильную жидкость.

Лучше не расширять производство рыбы пряного посола, а вырабатывать просто слабосоленую продукцию, не нужно увеличивать объемы производства копченой рыбы в ущерб другим направлениям производства гастрономической рыбной продукции. По—прежнему все еще мало выпускается вяленой рыбной продукции на фоне широкомасштабного производства копченой.

При выборе направлений переработки принять во внимание возможность сохранения в максимальной мере нативного (естественного) состав рыбы, исключения нежелательных изменений, накопления вредных веществ, усиления гастрономических свойств. Учесть и назначение копченой продукции – диетическая, повседневная столовая, холодная закуска.

Товарно—пищевая (гастрономическая) характеристика рыбной продукции может быть основана на товарном виде (длине или массе, чистоте обработки поверхности, отсутствии дефектов), вкусе и запахе.

ГОСТ 1368–91 «Рыба всех видов обработки. Длина и масса» классифицирует большинство промысловых рыб по товарным категориям в соответствии с их размером – длиной

или массой. Для разных видов рыб и способов технологической обработки таких категорий две или три: крупная, средняя, мелкая. Океаническую рыбу многих видов на товарные категории не подразделяют, но устанавливают минимальную длину для продукции различной степени разделки (неразде—ланной, потрошеной, обезглавленной, потрошеной обезглавленной), в технологическом ассортименте (охлажденная, мороженая, соленая, пряная, холодного копчения, горячего копчения, вяленая). Минимальная длина устанавливается правилами международного рыболовства (конвенцией) и направлена на обеспечение видовых пищевкусовых характеристик рыбы при размерах, позволяющих отличить продукцию одного вида от другого по вкусу и запаху, а также на формирование достаточных количественных характеристик рыбы, позволяющих удовлетворить потребности населения.

Такие же принципы положены в основу деления рыб прудовых и других хозяйств внутренних водоемов по массе. Кроме того, здесь принимается во внимание, что с увеличением размеров (массы) пищевая ценность повышается и поэтому при делении на товарные категории из ординарной продукции выделяется отборная (амур белый, бестер, буффало, карп, толстолобик и др.). Однако не у всех рыб с увеличением размера улучшаются пищевкусовые свойства, у некоторых даже ухудшаются (у щуки, белуги, кефали) по аналогии с мясом наземных животных, когда мясо старых животных жестче, менее ароматно.

Отдельные части тела рыб по своему химическому составу (особенно по содержанию жира) неодинаковы, и их гастрономическая ценность различна. Поэтому в ГОСТе 1368–91 предусмотрена технологическая обработка и продажа рыбы по массе: спинки, боковника, теши, куска и т. д. Реализация продукции этих наименований для рыб разных видов осуществляется по различной цене.

Товарный вид продукции из рыбы определяется ее внешним видом. Это основополагающий показатель для любой рыбной продукции. Специфичность внешнего вида связана с видовыми признаками рыбы, географическим местом вылова, временем вылова (физиологическим состоянием рыбы).

Внешний вид – это чистота поверхности, правильность разделки, отсутствие или наличие дефектов, форма, размер.

У рыбы любой технологической обработки поверхность должна быть чистой, без загрязнений, цветом, свойственным данному виду рыбы, непотускневшая, без пожелтения (для некоторых рыб допускается подкожное пожелтение, не связанное с окислением жира), правильной разделки (или нераз—деланная), различной упитанности.

При массовом производстве широкого технологического ассортимента рыбной продукции добиться абсолютного обеспечения идеального внешнего вида невозможно, поэтому стандарты предусматривают некоторые допуски: частичную сби—тость чешуи, незначительный налет выкристаллизовавшейся соли (не более 1 см ^{2} у 15 % продукции – 1 сорт и до 30 % – 2 сорт), у некоторых рыб незначительное повреждение брюшка (для вяленой рыбы), беловатый белковый налет, не более двух срывов кожи без повреждения тканей мяса размером до 0,3 см^2 каждый не более, чем у 10 % рыб (по счету), повреждения жаберных крышек не более, чем у 10 % рыб (по счету), слегка лопнувшее брюшко без обнажения внутренностей (для сельдей пряного посола и маринованных) и т. д.

Вкус и запах – это основные гастрономические показатели рыбной продукции, как, впрочем, и любой пищевкусовой продукции. Вкус и запах рыбы определяется содержанием жиров, белков, экстрактивных, минеральных и других веществ. Но не меньшее значение имеет и режим технологической обработки. Например, чрезмерно продолжительная и высокотемпературная тепловая обработка приводит к разрыву тканей, дисперсности или огрублению белковых веществ, уменьшению их овод—ненности и потере нежности, сочности продукта. То же самое можно сказать в отношении крепкого посола. Осмотическое давление соли может быть настолько сильным, что рыба потеряет большую часть свобод-

ной влаги. Это приведет к уплотнению мышечной ткани за счет проникновения поваренной соли, потере аромата, присущего слабосоленой продукции, и уменьшению усвояемости белка.

Поэтому, например, рыбу тощую лучше обрабатывать варкой, бланшированием, но не жаркой или пропеканием. Созревающую рыбу лучше использовать для производства слабо-, среднесоленой продукции, но не крепкосоленой. Жирную рыбу можно обрабатывать посолом, вялением или холодным копчением.

Малоценную в пищевом отношении и тощую рыбу подвергать горячему копчению по технологическим режимам, разработанным не только для рыбы определенного химического состава, но с учетом особенностей морфологического строения и размера.

Пищевая ценность рыбы определяется химическим составом и выходом съедобных частей, т. е. калорийностью, усвояемостью. Калорийность (энергетическая ценность) определяется суммарным содержанием жиров и белков, углеводов. Последних содержится не более 1 %, поэтому они существенного влияния на показатели калорийности не оказывают. Белки рыбы после правильной технологической обработки характеризуются высокой усвояемостью (до 93–95 %), значительно превосходящей аналогичные белки мяса наземных животных. Хорошая усвояемость белков рыбы связана с незначительным содержанием белков соединительной ткани (5–7 % от всего количества белков рыбы), почти полным отсутствием эластина, легкой развариваемо—стью и глютинизацией коллагена. Усвояемость мяса рыбы определяется также соотношением белков и жиров в тканях. При отсутствии жиров (тощие рыбы) или слишком большом содержании жиров (выше уровня содержания белков) в тканях и органах рыбы усвояемость белков понижается. Полная усвояемость белков и лучшие гастрономические качества рыбной продукции проявляются при одинаковом содержании белков и жиров.

Усвояемость жиров очень высока и составляет 96–97 %. Рыбий жир имеет жидкую консистенцию и содержит более 80 % непредельных жирных кислот (от общего их числа). Жирные кислоты, как правило, высоконепредельные, с большим числом двойных связей (до шести), что также способствует их высокой усвояемости. Жир должен быть свежим, доброкачественным. Если жир подвергался окислению или гидролитическому распаду, то качество его резко снижается, и накопившиеся в нем продукты распада повышают токсичность и оказывают вредное влияние на организм.

На усвояемость рыбной продукции существенное влияние оказывают вкусовые и ароматические вещества. Они способствуют выделению пищеварительных соков, повышению их ферментативной активности и лучшему перевариванию пищи. Рыбный бульон является сильным возбудителем активизации пищеварительных соков. Пища невкусная или просто с невыразительным запахом плохо усваивается организмом.

На усвояемость пищи влияет наличие нормального аппетита и степень удовольствия, с которой ее съедают. Когда рыбная продукция имеет внешний вид, вкус, запах, консистенцию, вызывающие положительные эмоции, то возникает аппетит как ответная реакция организма на внешние раздражители, каким является пища, и обеспечивается полное усвоение пищевых веществ.

Для рыбы как основного продукта питания для населения отдельных стран или отдельных сегментов рынка имеет значение не только ее питательность (энергетическая ценность и усвояемость), но и *биологическая полноценность* – способность веществ химического состава рыбы обеспечивать формирование пластического резерва организма человека. К таким веществам относятся белки, прежде всего полноценные, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, ферменты, минеральные вещества. В мышечной ткани рыбы полноценные белки составляют 93–95 %. Они содержат все незаменимые аминокислоты, т. е. такие, которые организм человека самостоятельно не вырабатывает, они

должны поступать вместе с пищей. Если какая—то аминокислота отсутствует в составе продуктов, то для стимулирования функций эндокринных желез организм должен заимствовать белок из собственных тканей.

Отсутствие или недостаток каких—либо незаменимых аминокислот приводит к задержке роста и развития организма человека, различным заболеваниям. Например, недостаток лейцина и изолейцина вызывает заболевание кожи, валина – потерю координации движения и т. д. Содержание незаменимых аминокислот в белках мяса рыбы подвержено значительным колебаниям (в % к количеству белка в мясе): аргинина – 1,7—12,8; валина – 0,6–9,4; гистидина – 0,6–5,7; изолейцина – 1,4–8,5; лейцина – 1,4—18,0; лизина – 1,3—14,4; метионина – 0,6—14,8; треонина – 0,5–6,2; триптофана – 0,1–1,8; фенила—аланина – 0,6—14,8.

Биологическая ценность белков рыбы по аминокислотному составу не уступает белкам мяса теплокровных животных. Биологическую ценность белков рыбы следует определять прежде всего по аминокислотному составу, т. е. определять качество белка. Рекомендуется рассчитывать аминокислотный скор. Величина аминокислотного скора определяется отношением аминокислотного состава исследуемого рыбного продукта с аминокислотной шкалой, разработанной объединенным экспертным комитетом ФАО/ВОЗ (идеальная шкала) (табл. 1,2).

Таблица 1

Аминокислотная шкала, рекомендованная ФАО/ВОЗ для расчета аминокислотного скора «по проценту адекватности»

Аминокислоты	Предельный уровень	
	мг на 1 г белка	мг на 1 г азота
Изолейцин	40	250
Лейцин	70	440
Лизин	55	340
Метионин + цистин	35	220
Фенилаланин + тирозин	60	380
Треонин	40	250
Триптофан		
Валин	50	310

Таблица 2

Содержание незаменимых аминокислот в мясе некоторых океанических рыб (% от массы белка)

Аминокислоты	Минтай	Тунец	Скумбрия	Ставрида
Изолейцин	7,2	6,6	7,4	6,1
Лейцин	8,3	8,9	7,4	9,1
Метионин	3,6	3,5	3,2	3,6
Фенилаланин	4,3	4,5	4,4	4,9
Треонин	5,8	5,8	6,2	5,6
Триптофан	1,2	1,3	1,2	1,3
Валин	5,7	9,4	7,8	7,1
Лизин	11,0	11,2	10,0	10,7

Расчет аминокислотного скора сводится к вычислению процентного содержания каждой аминокислоты в исследуемом белке по шкале ФАО/ВОЗ по следующей формуле:

$$\text{Скор для АК}_x = \frac{\text{мг АК}_x \text{ в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг АК}_x \text{ в 1 г идеального белка}} 100\%.$$

Например, необходимо рассчитать аминокислотный скор аминокислоты изолейцина в белке мышечной ткани минтая и ставриды.

$$\text{Скор для АК}_{\text{изол. минтая}} = \frac{\text{мг АК}_{\text{изол}} \text{ в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг АК}_{\text{изол}} \text{ в 1 г идеального белка}} 100\% =$$

$$= \frac{7{,}2 \text{ мг}}{40 \text{ мг}} 100\% = 18\%.$$

$$\text{Скор для АК}_{\text{изол. ставриды}} = \frac{6{,}1 \text{ мг}}{40 \text{ мг}} 100\% = 15{,}2\%.$$

Как видно из математических расчетов, в белке минтая незаменимой аминокислоты изойлецина больше примерно на 3 %, чем в белке ставриды.

Таким путем можно определить биологическую ценность белков рыбы различных видов. Затем путем сопоставления отдать предпочтение мясу рыбы определенного вида.

Существуют и другие способы оценки качества белка: интегральный скор, общее содержание аминокислот, коэффициент эффективности белка, коэффициент использования белка.

Биологическую ценность жиров принято определять по их перевариваемости, влиянию на растущих подопытных животных и по ряду показателей липидного обмена. Пере— вариваемость жиров обычно выражается количеством всосавшихся в лимфу и кровь триглицеридов:

КП (СД) = $[I – (F – F_0)]$ 100/ I,

где КП (СД) – коэффициент перевариваемости;

I – общее количество потребленного жира;

F – жир кала;

F_0 – жир кала при безжировой диете.

Рыбий жир отличается высоким коэффициентом перевари—ваемости.

На основании исследования биологических свойств пищевых жиров с целью количественного выражения их интегрального эффекта предложено использование внутреннего стандарта. В качестве стандарта в контрольные рационы вводят смесь свиного жира и подсолнечного масла, в котором 4,25 % общей энергетической ценности покрывается линолевой кислотой. Сравнительный коэффициент эффективности жиров (СКЭЖ) рассчитывают по формуле:

$СКЭЖ = В_{оп} \times 100 / В_{ст}$,

где $В_{оп}$ – прирост массы в опытах с исследуемым жиром;

$В_{ст}$ – то же с использованием смеси свиного жира и подсолнечного масла с постоянным содержанием линолевой кислоты (4,25 % энергетической ценности).

Рыба является источником высоконенасыщенных жиров, которые особенно эффективны в качестве средства снижения уровня холестерина в крови. Считают, что 30 г рыбьего жира снижает содержание холестерина в крови на 7 %. Лица, постоянно употребляющие рыбий жир, не страдают коронарной болезнью сердца. Наибольшей биологической ценностью из числа полиненасыщенных жирных кислот обладают лино—левая, арахидоновая (эссенциальные жирные кислоты). Отсутствие или недостаток этих жирных кислот приводит к недостатку витаминов в организме, онкологическим заболеваниям и другим недугам.

Однако вопрос о биологической ценности рыбных продуктов отнюдь не исчерпывается представлением о биологической ценности входящих в их состав белков и жиров. Чем больше пищевой продукт удовлетворяет потребности организма в нем и чем больше химический состав продукта соответствует формуле сбалансированного питания человека, тем выше пищевая и биологическая ценность продукта.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, купив полную легальную версию на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.