

Тема лекции: «ВВЕДЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА РЫБНОГО СЫРЬЯ»

ПЛАН ЛЕКЦИИ:

1. Задачи и содержание технологии рыбных продуктов.
2. Современное состояние и организация рыбообработывающей промышленности в Республике Беларусь.
3. Рационализация использования сырья для приготовления пищевых продуктов.
4. Рыба – как промышленное сырьё и её физические свойства.
5. Химический состав мяса рыбы.
6. Пищевая и биологическая ценность мяса рыб.
7. Прижизненные и посмертные изменения в тканях рыб.

1. Задачи и содержание технологии рыбных продуктов

Технология – наука о способах и средствах переработки сырых материалов в продукты потребления.

Технология рыбы как самостоятельная наука начала формироваться сравнительно позднее – в конце 19 века и в своем развитии отстала от многих других технических дисциплин. В последнее время это отставание значительно преодолено и технология превратилась в техническую науку с глубокой химической и физической основой.

Технология рыбы состоит из двух разделов:

1. **СЫРЬЁ.** Технологические особенности рыб разных видов, их биологические свойства. Сырьём для рыбной промышленности служат рыбы, млекопитающие (киты, морской зверь), моллюски, ракообразные, водоросли.

2. **Сохранение и переработка сырья.** Этот раздел разделяется на два направления: обработка сырья для приготовления пищевых продуктов и обработка сырья для производства кормовых и технических продуктов.

Развитие технологии сырья для рыбной промышленности можно разбить на четыре периода:

Первый период – использование естественных консервирующих материалов и способов консервирования, основанных на простейших условиях проведения процессов. Для этого периода характерны использование преимущественно рыб внутренних водоемов и обработка их сушкой и в меньшей мере посолом. Значительное количество рыбы сохраняли в живом и охлажденном виде» замораживали зимой. Этот период закончился в XV-XVI вв.

Второй период – применение консервирующих материалов (в основном соль, пряности), но в способах консервирования изменений не происходит. Этот период продолжался с 16 до конца 19 в.

Третий период – развитие искусственных способов консервирования (машинное охлаждение, замораживание, стерилизация). Ассортимент рыбных товаров расширяется за счет выработки консервов и пресервов. Но преобладают кустарные способы обработки сырья. Этот период продолжался до 30-х

годов 20-го столетия.

Четвертый период. Использование разнообразных консервирующих и пищевых материалов, совершенствование традиционных и применение новых способов консервирования, основанных на использовании вакуума, токов высокого напряжения, инфракрасных и ультрафиолетовых лучей. Естественное замораживание теряет прежнее значение и заменяется искусственным. Усиливается производство корковых и технических продуктов. Появляется по существу новое направление в использовании сырья – извлечение из него отдельных ценных веществ (гуанин, витамины, гормоны, белки). Технология превращается в техническую науку. Большую роль играет в ней физика.

Особенности свойств сырья водного происхождения обуславливают необходимость обрабатывать его немедленно после вылова, что требует высокой механизации производственных процессов.

Задачей технологии рыбных продуктов является изыскание соответствующих приемов обработки, обеспечивающих получение полноценного пищевого продукта, что невозможно без знаний свойств сырья и характера их изменений на различных стадиях технологического процесса.

Технологический процесс – совокупность приемов, методов воздействия на сырье, полуфабрикаты, обуславливающих получение продукта с заданными свойствами. Технологический процесс должен быть организован так, чтобы затраты труда, энергии, материалов для достижения заданных результатов были минимальным.

В задачи, решаемые специалистом на производстве, входят выбор наиболее целесообразного в техническом и экономическом отношении технологического процесса, установление методов его осуществления, подбор необходимых материалов и выбор оборудования, для осуществления технологического процесса.

2. Современное состояние и организация обрабатывающей промышленности Республики Беларусь

Республика Беларусь располагает огромными площадями внутренних водоемов. Многие из них служат источниками сырья или могут быть использованы в дальнейшем для приготовления рыбных пищевых, кормовых и технических продуктов. В настоящее время в мировом балансе доля пищевых животных белков, полученных из водных объемов, составляет 25 %, что в значительной степени снижает белковый голод большей части населения Земли.

Общее потребление рыбы в мире непрерывно растет. В целом, на сегодняшний день Китай является крупнейшим в мире потребителем рыбы - 57 474,57 тыс. тонн в год. Это более чем в четыре раза больше, чем у следующей по величине страны, Индонезии (12 154,53 тыс. тонн), а Индия вплотную отстает (11 016,58 тыс. тонн). Соединенные Штаты занимают четвертое место с 7 544,27 тыс. тонн, а Япония замыкает пятерку лидеров с 5 842,97 тыс. тонн.

В Российской Федерации потребляется ежегодно 3169,0 тыс. тонн, а в Бе-

ларуси около 112,0 тыс. тонн.

Однако, анализ количества рыбы, потребляемой на человека, может дать иную картину, которая уравнивает условия игры между большими и малыми странами. Островное государство Исландия лидирует по этому показателю с 90,59 килограммами морепродуктов на душу населения в год. Другая островная страна, Мальдивы, занимает второе место с показателем 83,09 килограмма на человека. Кирибати и Макао, по сути, занимают третье место с показателем примерно 73 килограмма на душу населения в год. Среди 10 крупнейших стран-потребителей рыбы на душу населения семь являются островными, а пять расположены в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

В США потребляется около 22,8 кг, в Российской Федерации – 21,71 кг, а в Республике Беларусь – около 11,85 кг на человека в год. В то же время, рекомендуемые медицинские нормы потребления рыбы составляют около 22 кг.

Больше всего пресноводной рыбы на душу населения потребляется в Камбодже (33,12 килограмма на человека в год), Мьянме (31,88 килограмма), Лаосе (24,04) и Бангладеш (22,41.) В России этот показатель составляет 6,28 кг, а в Беларуси – всего 1,32 кг на человека в год.

Рыбная промышленность дает около 10 % всей валовой продукции пищевой промышленности. Ассортимент рыбных товаров насчитывает свыше 1000 наименований. Около 75 % из них являются пищевыми продуктами.

Беларусь по насыщенности пресноводными водоемами занимает одно из первых мест в мире. Однако значительная часть водного фонда не используется для получения рыбной продукции. Не задействован также рыбохозяйственный потенциал малых водоемов, прудов, водоемов комплексного назначения, находящихся в сельскохозяйственном секторе. Основное производство рыбы сосредоточено в прудовых хозяйствах, производственная мощность которых составляет около 16 тыс. тонн.

В республике рыбное сырье собственного производства представлено продукцией аквакультуры (рыбой, выращенной в специализированных рыбоводных хозяйствах, подсобными цехами производственных предприятий, сельскохозяйственными и частными структурами) и продукцией, полученной от ведения рыболовного хозяйства (озерно-речная рыба, выловленная арендаторами рыболовных угодий всех форм собственности). В валовых показателях преобладает продукция аквакультуры, на долю которой приходится около 95,0 %, на долю продукции внутреннего рыболовства (вылов озерно-речной рыбы) – около 5,0 %.

В 2022 году вылов прудовой и озерной рыбы в стране составил 8132,9 т. Следует отметить, что в республике есть все возможности обеспечить производство рыбы в значительно больших объемах. Для этого рыбная отрасль располагает достаточными производственными мощностями.

С увеличением объемов производства рыбы будут возрастать мощности по выпуску рыбной продукции, предусматривающие наиболее рациональное использование рыбы и других продуктов при её переработке.

Производственные мощности рыбоперерабатывающих организаций Беларуси в настоящее время составляют около 80 тыс. тонн в год. Основные объ-

емы производства товарной пищевой продукции сосредоточены в частных компаниях (85,4%). Основным сырьем для промышленной переработки в рыбоперерабатывающих организациях являются импортируемые океаническая рыба и морепродукты (сельдь, килька, салака, скумбрия, рыба семейства лососевых, осетровых, морская капуста и другие). В общем объеме производства товарной пищевой рыбной продукции выпуск рыбной продукции из пресноводной рыбы составляет не более 10 %.

Переработкой рыбы и рыбных продуктов в республике занимается более 60 рыбоперерабатывающих предприятий, крупнейшие из них: СП «Санта Бремор» ООО (г. Брест), СП «Леор Пластик» (г. Новогрудок), ОАО «Белрыба» (г. Минск), ИП «Вкус Рыбы Плюс», КПУП «Минскрыбпром», ОДО «Виталюр», ООО «Просма», ГП «ПТЦ г. Браслав».

Кроме того, переработкой рыбы активно занимаются рыболовные организации Беларуси. Общая мощность цехов по переработке рыбы составляет около 2,0 тыс. тонн.

Все производители рыбной продукции работают в условиях жесткой конкуренции. Лидер рынка по объему выпускаемой продукции и по занимаемой доли рынка Беларуси – «Санта Импекс Брест». Мощности производства позволяют ему конкурировать по цене не только на белорусском рынке, но также на рынках России и др. стран. Крупнейшим производителем рыбных консервов в республике является – ГП «ПТЦ г. Браслав». Производственные мощности предприятия составляют 5,7 тыс. тонн в год

Переработанная рыбная продукция поставляется белорусскими предприятиями на внутренний и внешние рынки. Доминирующей экспортной позицией стала готовая или консервированная рыба – 80 % экспорта.

В целом экспорт рыбы и рыбной продукции в последние годы интенсивно растет. Основным рынком сбыта белорусской пресноводной рыбы и рыбопродукции является Российская Федерация. Крупнейшими рынками белорусского экспорта рыбы и рыбной продукции являются также Казахстан, Узбекистан, Армения, Туркменистан. Более 98% экспорта белорусской рыбы и рыбной продукции приходится на страны СНГ. В дальнейшем планируется расширить географию экспорта рыбы.

Увеличение производства и реализации рыбы и другой морепродукции очень важно, в особенности для нашего населения, проживающего на территории, подвергшейся радиационному загрязнению, так как потребление морепродуктов способствует выведению радионуклидов из организма людей. В связи с этим, повышение качества и рациональное использование рыбы и другой морепродукции является весьма актуальной проблемой.

3. Рациональное использование сырья для приготовления пищевых продуктов

Рационально использовать всю продукцию можно только при правильной организации и соблюдении технологических и санитарно-ветеринарных правил. При нарушении правил транспортировки, хранения свежей рыбы и дру-

гой морепродукции, переработки и хранения готовой продукции снижается её пищевая ценность. Она быстро портится и увеличиваются потери. Поэтому в задачу рыбной промышленности входит не только получение высококачественного сырья и рыбных продуктов, но и сохранение их без потерь.

Как уже отмечалось выше, цель нашего предмета – дать инженерам-рыбоводам возможность изучить основные вопросы заготовки, транспортировки и хранения рыбного сырья для производства кормовых и технических продуктов.

Основными прудовыми рыбами РБ являются карпы и выращиваемые с ним в поликультуре растительноядные и хищные рыбы (пелядь, ряпушка, судак, щука и др.). Помимо них выращивают форель, осетровых, толстолобика, белого амура и др.

Обычно прудовая рыба используется в живом виде или при приготовлении различной продукции (охлажденной, копченой, вяленой рыбы и консервов).

Исходя из жирности рыбы и белково-водного коэффициента рыбу-сырец классифицируют на группы, которые учитываются при производстве той или иной рыбной продукции: низкобелковые, белковые и высокобелковые. Внутри каждой группы различают маложирные, среднежирные, жирные и особожирные.

Низкобелковую маложирную рыбу используют при производстве кормовой муки, жирную и особожирную – при копчении, вялении, замораживании. Белковую маложирную рекомендуется замораживать, а среднежирную и жирную – при производстве копченой и вяленой продукции, особо жирную – при посоле, копчении и вялении. Высокобелковую, маложирную и среднежирную используют при производстве консервов, посоле и замораживании.

К примеру толстолобик наиболее рационально использовать для производства копченой и вяленой рыбы, осетровых – для производства балыков, консервов, кроме того их замораживают. Сиговых рыб (пелядь, ряпушка, омуль, сиг и др.) используют в производстве соленой, копченой, охлажденной и мороженой рыбы.

Применение безотходной технологии требует рационального использования не только тушек, но и других частей рыбы: ястыков, гонад, голов, костей, плавников, чешуи, кожи, плавательного пузыря, внутренностей и печени. Мышечная ткань туловища, ястыки и гонады направляют для производства продуктов питания. Голова может быть использована при производстве суповых наборов, белковых гидролизатов, жира и кормовой муки. Кожу и чешую направляют на производство технической продукции (клея, жемчужного пата), плавательный пузырь используют при производстве технического клея. Печень – в производстве пищевых продуктов, жира, белковых гидролизатов, ферментных препаратов, кормовой муки.

4. Рыба - как промышленное сырьё и ее физические свойства

Рыба – основное сырьё рыбной промышленности. Используют её не только для приготовления разнообразных пищевых продуктов, но и для получения

ряда ценных лечебных препаратов, кормов и технической продукции. Промысловые показатели, химический состав, пищевая и биологическая ценность рыбы зависят от ее вида, породы, возраста, пола, физиологического состояния, штучной массы, времени и места вылова, технологии выращивания при рыборазведении, сроков и условий хранения.

Для правильного использования и переработки рыбного сырья необходимо знать его свойства: строение тела рыбы и соотношение размеров и массы отдельных ее частей и органов, физические свойства и химический состав, а также особенности входящих в состав рыбы белков, жиров, витаминов и др. в-в.

Физические свойства. При организации приёма, перевозки, хранения и обработки рыбы необходимо знать её физические свойства – форму и размеры тела, плотность и насыпную (объемную) массу, угол естественного откоса, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и др.

Форма тела рыбы. По норме тело рыбы подразделяются на веретенообразные или торпедовидные, их тела красивой симметричной формы, с боков слегка сжатые (окуневые, тресковые, лососевые и др.), стреловидные, тело удлиненное, спинной и анальный плавники отодвинуты далеко назад к хвостовому плавнику (речная щука, сарган, сайра), уплощенные тело удлиненное с боков или со стороны спины и брюшка (камбала, лещ, густера), змеевидные – тело длинное, круглое или слегка неопределенное – рыба с большой головой, часто уродливой формы, коротким, высоким или широким телом (угорь, минога), смято с боков. Наиболее распространены среди промысловых рыб рыбы с торпедовидной, и в меньшей мере – уплощенной формой тела. Поскольку подавляющее большинство промысловых рыб имеет торпедовидную форму тела, представляется возможным унифицировать оборудование для их переработки.

Размеры тела рыбы. Кроме формы тела при обработке рыбы имеют значение её размеры (длина, толщина, высота) и относительная поверхность тела. Длину рыбы измеряют полную (абсолютную длину рыбы – от конца рыла до середины прямой линии, соединяющей концы крайних лучей хвостового плавника. Длину обезглавленной рыбы измеряют по прямой линии от края головного среза на уровне позвоночника до основания средних лучей хвостового плавника.

Плотность. Отношение массы рыбы к её объему называется плотностью. Живая и свежая рыба имеет плотность около 1000 кг/м^3 (990 – 1100). С увеличением размеров рыбы плотность её уменьшается. Плотность в процессе обработки резко изменяется и, как правило, в сторону увеличения (пл. потрош. рыбы до 1080 кг/м^3).

При замораживании вода в тканях рыбы превратившись в лед, увеличивается в объеме, хотя масса её не изменяется.

У одного и того же вида рыбы этот показатель уменьшается при увеличении содержания жира.

Объемная (насыпная) масса рыбы. Представляет собой массу рыбы помещающуюся в единицу объема. Зависит от вида рыбы, её размера, состояния,

способа разделывания и колеблется в пределах 700 – 1000 кг/м³. Используется при количественном учете рыбы, расчетах емкостей для хранения рыбы, определение площадей приемных цехов, транспортных средств, тары.

Угол скольжения. Это угол наклона плоскости, при котором рыба начинает скользить под действием силы тяжести, преодолевая силу трения о плоскость. Тангенс этого угла представляет собой коэффициент трения. Этот показатель используется при конструировании транспортирующих рыбу устройств и зависит от вида рыбы, её состояния, материала поверхности скольжения, первичной обработки. Угол скольжения колеблется в пределах 48°.

Удельная поверхность. Это отношение площади поверхности рыбы к её массе или объему. Удельная поверхность увеличивается с уменьшением размера рыбы, при этом у рыб с плоским телом (это увеличение выражено в большей степени, чем у рыб веретенообразной формой тела).

Удельная поверхность колеблется в пределах 0,8 – 1,8 см². Этот показатель играет существенную роль при различных способах обработки рыбы, связанных с тепло- и массообменом.

Теплоемкость. Это количество теплоты, которое требуется сообщить рыбе или отвести от нее, чтобы соответственно повысить или понизить её температуру на 1.2. Зависит от химического состава рыбы варьирует в пределах 2,7 – 3,9 кДж/кг. град.

Теплопроводность. Это способность рыбы проводить теплоту при нагревании или охлаждении. Характеризуется коэффициентом теплопроводности, который зависит от химического состава рыбы и варьирует от 0,43 до 0,47 Вт/м. к. Коэффициент теплопроводности повышается при замораживании рыбы.

Температуропроводность. Характеризует скорость изменения температуры тела рыбы при нагревании или охлаждении.

Электрические свойства. Разработка новых способов обработки рыбы, связанных с воздействием на неё электрического тока (электрокопчение, проварка с помощью токов высокой частоты, электроразмораживание), требует знания электрических свойств рыбы. Наиболее изученным является электросопротивление тканей рыбы (показатель, обратные электропроводности), величина которого зависит от вида рыбы, её состояния, частоты тока и температуры. Ткани рыбы после вылова имеют очень высокое электросопротивление – порядка 25 Ом, которое в процессе посмертных их изменений сильно снижается. На этом свойстве основан электронный прибор определения свежести (ЭПОС).

Адгезия. Адгезия – прилипание рыбы. Поверхность рыбы всегда влажная, покрыта тонким слоем воды. Соприкасаясь с поверхностью, эта водная пленка смачивает её, и между рыбой и поверхностью образуется прослойка воды толщиной в несколько микрон. Такой тонкий слой воды имеет свойства твердого тела, плотно прилегающего и к поверхности рыбы и к поверхности оборудования. Силы сцепления воды с поверхностью могут быть больше силы тяжести, действующей на рыбу, поэтому она может удерживаться даже на

вертикальной стенке. Адгезия особенно значительна у мелкой рыбы.

5. Химический состав мяса рыбы

Для определения влияния методов обработки на изменение пищевой ценности рыбы-сырца необходимо знать её химический состав и свойства отдельных компонентов.

Химический состав мяса рыб характеризуется содержанием в нем воды, жира, азотистых веществ, называемых условно белком, и минеральных веществ (зола). Для правильной оценки пищевых достоинств мяса рыбы важно знать о содержании в нем отдельных разновидностей белков (миозина, миогена, каллогена) и небелковых азотистых веществ витаминов и некоторых физиологически важных минеральных элементов (калия, фосфора, кальция, йода, кобальта, меди и т.д.).

Химический состав мяса некоторых видов рыб

Наименование рыб	Содержание, %			
	влага	жир	белок	мин. вещества
Лещ	75,4	4,4	19,2	1,0
Сазан	77,1	4,7	16,9	1,4
Судак	80,1	0,5	18,0	1,4
Щука	78,9	0,4	19,1	1,6
Осетр	71,8	10,9	16,3	1,0
Окунь речной	72,9	0,5	18,3	1,3
Сельдь	74,7	5,6	18,0	2,1
Скумбрия	67,3	8,4	23,1	1,2
Ставрида	71,3	4,6	22,5	1,3
Минтай	82,2	0,7	16,3	1,3
Треска	80,4	0,2	17,0	1,2

Химический состав мяса рыбы не постоянен и изменяется в зависимости от её вида, породы, возраста, физиологического состояния, технологии выращивания, времени и места вылова, условий и продолжительности хранения.

Вода. Вода участвует в биохимических реакциях, обуславливающих помертвевшие изменения и порчу рыбы, а также в физических и химических процессах, происходящих в тканях при обработке. Различают в рыбе свободную и связанную воду.

Свободная вода может выделяться с помощью механических или тепловых воздействий.

Воду, прочно удерживаемую белковыми молекулами, называют связанной. Эта вода не является растворителем, замерзает лишь при температуре ниже 50°C и выделяется из тканей рыбы при нагревании или добавлении электролитов, ослабляющих связь с молекулами белков. Количество связанной воды в мясе свежей рыбы составляет 5 – 8 % массы сырого вещества. Вода в тканях рыбы способствует развитию микроорганизмов, а также активизирует процессы гидролиза белка и жира.

Многие технологические процессы при обработке рыбы (замораживание, термическая обработка и др.) вызывают изменения структуры тканей, что приводит к частичному выделению из них воды. Способность тканей сохранять воду характеризуется показателем водуудерживающей способности (ВУС). Свежая рыба имеет высокий показатель тканей, при дальнейшем её хранении он снижается.

Азотистые вещества, входящие в состав рыбы, представлены в основном белками. Наряду с белками в тканях рыбы содержатся небелковые азотистые вещества, относящиеся к различным группам органических соединений.

Имеется различие в общем содержании и соотношении количества белковых и небелковых азотистых веществ в мышцах (мясе) рыб различных классов – костистых и хрящевых. У костистых рыб в мышцах содержится 2,4 – 3,3 % азота (в ср. 2,7 – 2,9 %), причем большая часть его от 81 до 91 % (в ср. 85 %) заключается в белках (белковый азот), а остальные 9 – 19 % (в ср. 15 %) приходятся на долю небелковых соединений (небелковый азот). У хрящевых рыб (акулы, скаты) общее содержание азота в мышцах больше и достигает 3,5 – 4 %, а иногда и 5 %, но при этом только 55 – 65 % всего азота приходится на долю белков, а 35 – 45 % (иногда 51 – 50 %) – на небелковые вещества.

Несмотря на разницу в количестве общего азота по отношению к массе сырых мышц у костистых и хрящевых рыб примерно одинаковое и составляет в среднем около 2,5 %. Таким образом, различие в составе азотистых веществ мяса костистых и хрящевых рыб состоит главным образом в том, что мясо последних содержит значительно большее количество небелковых азотистых веществ.

Знание состава и свойств азотистых веществ рыбы имеет важное практическое значение, поскольку вкус, запах и консистенция мяса рыбы, подверженность действию микроорганизмов и быстрота порчи при хранении, а также другие технологические свойства зависят от содержания отдельных белковых и небелковых веществ.

Белковые вещества. Установлено, что общее количество всех белковых веществ в мясе рыб составляет в среднем около 16 % с колебаниями у отдельных видов пресноводных рыб от 12 до 21 %.

Белки – наиболее важные и сложные по своей химической природе вещества, входящие в состав мышечной и соединительной тканей, образующих мясо рыбы. Различные виды белков, находящихся в составе мышечной ткани рыбы имеют различную структуру, физико-химические и биологические свойства, однако элементарный состав их мало различается. В составе разных белков найдено углерода 50,6 – 54,5 %, кислорода 21,5 – 23,5, водорода 6,5 – 7,3, азота 15,0 – 17,6 и серы 0,3 – 2,5 %. Кроме этих элементов в составе белков часто встречаются фосфор и некоторые другие микроэлементы (железо, медь, кобальт, цинк, йод и др.).

В состав мяса рыб, как и теплокровных животных, входят главным образом простые, преимущественно солерастворимые белки типа глобулинов – миозин, актин, актиномиозин и в небольшом количестве тропомиозин. Эти белки образуют миофибриллы мышечных клеток и составляют в сумме более

половины всех белковых веществ мяса рыб.

Следующую, наиболее значительную фракцию белков, составляющую до 20 – 25 % всех белковых веществ, представляют экстрагируемые водой белки типа альбуминов – миоген – 6 – 8 %, миоальбумин – примерно 7 %, глобулин – 8 – 10 %, входящие в состав саркоплазмы. Имеются данные, что в составе водорастворимой фракции присутствует также специфический для мышц рыб белок – миопротеид (около 1 %), свойства которого пока ещё мало изучены.

В мясе рыб содержится также небольшое количество нерастворимых в воде, растворах солей, щелочей и кислот белковых веществ, входящих в состав сарколеммы мышечных волокон и соединительной ткани (миосепт и эндомиция). Эти вещества (соединительные белки) представлены в основном каллогеном. При кипячении в воде каллоген переходит в клей или глютин.

У костистых рыб каллоген составляет обычно 2 – 4 % всех белковых веществ мяса, но у некоторых видов до 6 – 7 % (судак, щука и др.). В мясе хрящевых рыб содержится 8 – 10 % каллогена от всех видов белков.

Наиболее важным из всех мышечных белков является миозин в виду его количественного преобладания и особых биологических свойств – наличия ферментной аденозинто и фосоратной активности и способности при определенных условиях соединяться с актином, образуя комплекс актомиозина. Последний, обуславливает сокращение мышц во время механической работы и при посмертном окоченении.

Заклученные в мышцах белки находятся преимущественно в коллоидном состоянии – в виде гелей и зольей, что предопределяет неустойчивость и изменчивость свойств (денатурацию) белковых веществ мяса рыбы при изменении условий среды. При подкислении растворов до рН 4,5 – 5,0 или насыщении их солью (при крепком посоле) белки утрачивают растворимость и осаждаются (высаливаются). При нагревании растворов (во время варки, обжаривания, пропекания рыбы) белки свертываются (коагулируют): температура свертывания альбуминов находится в пределе от 38 – 40 до 50 – 51 °С и глобулинов – от 37 до 88 °С. Денатурация белков происходит и при обезвоживании рыбы (сушке и замораживании).

Как известно, белки состоят из различных аминокислот, среди которых различают заменимые и незаменимые.

Практически все белки мяса рыбы, исключая белки стромы, являются полноценными.

Содержание отдельных аминокислот в мясе меняется в зависимости от вида рыбы, времени и места лова, технологии выращивания, кормления, состояния рыбы, продолжительности и условий хранения. Так, во время нереста содержание ряда важных аминокислот в мясе рыб уменьшается, что приводит к снижению его пищевой ценности.

Небелковые азотистые вещества. От растворения в клеточной плазме и межклеточной жидкости мышц рыб. Они легко извлекаются при обработке мышц водой (водой в отличие от мяса теплокровных) и поэтому их нередко называют экстрактивными азотистыми веществами. У большинства рыб они

составляют сравнительно небольшую часть азотистых веществ мышц и только у хрящевых (акул и скатов) количество их значительно.

О суммарном содержании всех небелковых азотистых веществ в мышцах рыб судят по количеству заключенного в них азота (небелковый азот) и его процентному отношению ко всему азоту мышц. Относительное содержание небелкового азота в мясе костистых рыб составляет от 0,3 до 0,6 % (9 – 19 % общего азота).

Уровень небелковых азотистых веществ может варьировать в зависимости от возраста, вида, пола и физиологического состояния рыбы. Несмотря на небольшое содержание в мясе, они придают рыбе специфический вкус, запах и влияют на секрецию пищеварительных соков, возбуждая аппетит и способствуя лучшему усвоению пищи. В связи с этим уха является более питательным пищевым продуктом, чем бульон из мяса теплокровных. Кроме того, небелкового вещества в большей степени, чем белки подвержены действию микроорганизмов, и поэтому от их содержания и природы зависит скорость порчи рыбы при хранении.

Жиры. Жиры рыб в отличие от жиров теплокровных животных при комнатной температуре имеют жидкую консистенцию благодаря наличию в их составе большого количества глицеридов ненасыщенных жирных кислот.

Содержание жира в рыбе зависит не только от её вида, но и от возраста, условий обитания, полового цикла. У одних видов рыб колебания в содержании жира значительны. От 3 – 4 до 14 – 16 % (атлантическая сельдь), у других – составляют от 5 до 8 % (большинство пресноводных рыб).

По содержанию жира рыб подразделяют на тощих – с содержанием жира меньше 3 % (все тресковые, акулы, тунцы, щука), средней жирности – с содержанием жира меньше 8 %, но больше 3 % и жирных – с содержанием жира более 8 % (большинство сельдевых, скумбрия, ставрида). У отдельных видов рыб содержание жира может достигать до 27 – 35 % (угри, миноги, тихоокеанская или жупановская сельдь). Таких рыб иногда выделяют в группу особо жирных.

Жир в теле рыбы может быть распределен под кожей, во внутренних органах или равномерно по всем тканям в зависимости от вида рыбы.

У сельдевых и некоторых других рыб средней жирности и жирности выше средней, жир распределен под кожей, у тощих – во внутренних органах. У жирных и высокожирных рыб жир распределяется равномерно по всем тканям.

Количество жира характеризует пищевую ценность рыбы. Местоположение жировой ткани учитывают при выборе метода обработки, а также разделке рыбы.

Основную массу жиров рыб составляют простые липиды – триглицериды жирных кислот, являющиеся собственно жирами /нейтральный жир/, представляют собой смесь сложную, большого числа глицеридов, в состав которых входит свыше 90 высокомолекулярных ненасыщенных жирных кислот.

Высоконеопредельные жирные кислоты, входящие в состав жира рыб, признаны очень важными физиологически необходимыми веществами. Так, пи-

щевая, линолевая и арахидоновая кислоты способствуют регулированию уровня накопления холестерина в кровеносных сосудах и предупреждают атеросклероз.

Исследования, проведенные в США, показали, что употребление рыбьего жира имеет важное значение в профилактике определенных форм раковых заболеваний, особенно рака молочной железы.

Из-за значительного содержания непредельных жирных кислот жир рыб легко подвергается окислительной порче вследствие соприкосновения жира с кислородом воздуха или тканей.

Углеводы. В тканях пресноводных рыб, в основном в мышцах туловища и печени, содержится в небольшом количестве /0,037 %/ полисахарид гликоген, или животный крахмал.

Ввиду большой лабильности углеводной системы содержание гликогена и молочной кислоты в мясе свежей рыбы даже одного вида может колебаться в очень широких пределах. По данным ряда исследований, в мясе различных рыб обнаружено от 0,05 до 0,85 % гликогена и от 0,005 до 0,43 % молочной кислоты. В качестве промежуточных продуктов углеводного обмена в мясе рыб содержится незначительное количество глюкозы /до 38 мг%/, глюкозо- и фруктозофосфорной кислоты, фосфоглицериновой и пировиноградной кислот.

В мясе рыб очень низкий уровень моносахаридов /нентоз/ – рибозы дезоксирибозы /до 6мг%/, которые являются продуктами превращения нуклеиновых кислот, входящих в состав сложных белков. Ввиду очень небольшого содержания углеводов при определении пищевой ценности рыб их обычно не учитывают.

Ферменты. В тканях рыб, как и любого животного, мало содержится ферментов, выполняющее роль биологических катализаторов химического превращения веществ при белковом, углеводном и жировом обмене.

Витамины, как и ферменты, содержатся в тканях рыб в очень небольших количествах. В число водорастворимых входит комплекс витаминов группы В – В₁ /тиамин, аневрин/, В₂ /рибофлавин/, В₆ /адермин, пиридоксин/, В_с /фолиевая кислота/, В₁₂ /цианкобаламин, кобаламин, антианемический витамин, фактор роста/ и В_т /карнитин/, витамин Н /биотин/, РР /никотиновая кислота – нацин/, инозит /инизитол/ и пантотеновая кислота /последние два витамина буквенные обозначений не имеют/, в небольшом количестве выделен витамин С /аскорбиновая кислота, антицинготный фактор/.

К жирорастворимым витаминам в рыбах относятся витамины А /антиксерофтальмический витамин, витамин роста/, Д₃ /антирахитический витамин/ и Е /токоферол, фактор размножения/. Витамин А в организме рыб содержится во много раз больше, чем в организме других животных. В теле рыб витамины распределены неравномерно, причем во внутренних органах их гораздо больше, чем в мышцах.

Минеральные вещества. В золе, полученной при сжигании мяса и других частей тела и органов рыб, по количеству преобладают фосфор, сера, хлор, цинк, железо, марганец, медь и др.

Содержание минеральных веществ в 100 гр мяса пресноводных рыб

Показатели	Виды рыб					
	карп	линь	сом	щука	судак	форель
Зола, %	1,3	1,3	1,0	1,2	1,3	1,3
Макроэлементы, мг						
калий	268	227	240	260	216	465
кальций	27	31	50	43	27	18
магний	21	17	20	35	21	27
натрий	38	74	33	43	79	40
сера	185	203	177	213	212	-
фосфор	216	156	207	200	194	242
хлор	55	47	-	60	40	-
Микроэлементы, мкг						
железо	1500	800	1000	1700	1500	1000
йод	4	-	5	5	5	5
кобальт	35	-	-	-	15	-
марганец	150	-	60	-	-	30
медь	134	-	60	-	-	250
никель	7	-	-	-	-	-
цинк	2000	-	-	1000	-	-
фтор	-	-	-	-	-	-

Содержание минеральных элементов в мясе рыб зависит от их наличия в воде и нормах и в незначительной степени от вида и возраста рыб.

Химический состав отдельных органов и частей тела рыбы неодинаков, поэтому знание общего химического состава не дает полного представления о пищевой ценности рыбы.

Отдельные органы и части рыбы по химическому составу отличаются друг от друга. Например, голова и молоки карася отличаются высоким содержанием жира – 12,9 и 12,1 %. У щуки оно значительно ниже – 1,1 и 4,3 % соответственно. Печень щуки содержит всего 4,2 % жира, однако в печени трески жир составляет до 70,5 %. Икра и молоки щуки содержат большее количество белка – 20,3 и 20,8 % соответственно. В голове, плавниках и костях рыбы содержится значительное количество белка, однако он неполноценный и представлен в основном коллагеном. Пищевой значения белок этих органов не имеет, и сами органы используются в основном в производстве рыбной муки и клея. У осетровых и лососевых доля белка в икре достигает 30 %.

Источником пищевого белка, жира и микроэлементов служит в основном мышечная ткань и в меньшей мере печень и икра.

Химический состав отдельных органов и частей рыбы

Рыба, часть тела или орган	Содержание			
	влага	жир	белок	минеральные вещества
Карась				

голова	62,1	12,9	14,6	7,0
внутренности	61,9	10,2	21,4	0,8
хвост и плавники	56,6	7,3	17,6	14,4
икра	67,5	2,8	10,8	1,6
молоки	70,3	12,1	12,6	2,6
Щука				
голова	70,5	1,1	17,4	6,4
кости	69,7	1,3	15,9	14,4
внутренности	65,4	2,5	8,0	1,1
икра	75,8	1,9	20,3	1,1
молоки	78,6	4,3	15,6	1,7
печень	73,6	4,2	20,8	1,5

6. Пищевая и биологическая ценность мяса рыб

Рыба и рыбопродукты занимают значительное место в питании населения.

По пищевой ценности мясо рыб в среднем равноценно мясу домашних животных. Так, например, энергетическая ценность 100 г мяса карпа (ккал/кДж) составляет 96/402, мойвы осенней – 212/887, телятины I категории – 90/377, говядины II категории – 144/602, свинины мясной – 355/1485.

Пищевая и биологическая ценность заключается в том, что рыба является источником:

- полноценного белка,
- легкоусвояемого жира, богатого жирорастворимыми витаминами;
- рыба, особенно морская, содержит значительное количество разнообразных минеральных элементов.

Вследствие малого содержания соединительной ткани рыба после тепловой обработки приобретает нежную консистенцию, легко переваривается организмом человека и хорошо усваивается.

Рыба содержит полноценные белки. Белок составляет в среднем 15–19% съедобной части рыбы, сбалансирован по аминокислотам. В белке довольно высокое содержание метионина, лизина, триптофана, что делает рыбу необходимой в детском питании. По сравнению с мясом в рыбе в 6 раз меньше соединительной ткани, что обеспечивает быстрое ее разваривание.

Количество жира резко колеблется в зависимости от вида рыбы. Жир обладает высокой биологической ценностью за счет повышенного содержания полиненасыщенных жирных кислот (арахидоновой и др.), жирорастворимых витаминов А, D, витаминов группы В. Особенно высоко содержание ПНЖК в жире печени трески. Жиры рыб легко окисляются, подвергаются порче, поэтому рыба и рыбопродукты должны храниться при пониженных температурах.

Рыба, особенно морская, содержит большой набор минеральных солей и микроэлементов – йод, медь, фтор, цинк и др.

Экстрактивных веществ в рыбе меньше, чем в мясе животных, но они оказывают активное действие на секрецию пищеварительных желез. Экстрак-

тивные вещества легко переходят в воду при варке рыбы. Мясо рыб хорошо усваивается, но обладает слабовыраженным вкусом.

7. Прижизненные и посмертные изменения в тканях рыб

Различают прижизненные и посмертные изменения, которые возникают в теле рыбы.

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

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

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

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

Выделение слизи. Поверхность живой рыбы покрыта слоем прозрачной слизи. Ее выделяют особые клетки эпидермиса кожи. После смерти эти клетки еще некоторое время продолжают выделять слизь, и ее количество на поверхности при этом увеличивается. У только что уснувшей рыбы слизь прозрачная, но по мере хранения она мутнеет и приобретает темно-серую окраску из-за накопления в ней микроорганизмов. Микроорганизмы из слизи начинают проникать в тело рыбы и вызывать порчу, которая сопровождается гнилостным запахом. Выделение слизи прекращается перед наступлением посмертного окоченения, и если ее удалить с поверхности в проточной воде, то можно сохранить качество рыбы более длительное время.

Посмертное окоченение. Посмертное окоченение рыбы начинается с голо-

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

Главную роль в мышечном сокращении играют миофибриллы. Процесс начинается с гидролиза гликогена и накопления в мышцах молочной кислоты, вызывающей понижение рН. В результате реакция среды сдвигается в кислую сторону (рН снижается до 5,6). В утомленных мышцах гликогена меньше, поэтому рН у них несколько выше. Повышение кислотности стимулирует деятельность ферментов, гидролизующих органические фосфатиды. Присутствие в мышцах аденозинтрифосфата (АТФ) препятствует образованию актомиозинового комплекса из белков актина и миозина. При распаде АТФ до 10-15% от его начального количества создаются условия для образования этого комплекса за счет энергии, выделившейся при распаде АТФ и других соединений. Скорость распада зависит от вида и физиологического состояния рыбы, температуры ее хранения. При хранении во льду распад основной массы АТФ (до 75%) происходит в течение 1-2 суток, а у некоторых рыб и дольше.

Образование актомиозинового комплекса вызывает сокращение миофибрилл мышечных волокон и наступает посмертное окоченение. При наступлении окоченения происходит снижение пластичности мышц. Свежая рыба, непосредственно после убоя и до начала посмертного окоченения имеет большой угол прогиба. Период посмертного окоченения включает в себя несколько этапов: начало окоченения, начало полного окоченения, максимум окоченения, начало расслабления и конец расслабления. С наступлением каждого из этапов угол прогиба резко уменьшается, а при наступлении расслабления снова увеличивается.

Характерной особенностью мышечного окоченения является снижение влагоудерживающей способности, которая проявляется в отделении мышечного сока. Это вызвано рядом факторов, к которым относятся сокращение мышц, уменьшение рН, увеличение проницаемости мембран.

Посмертное окоченение обуславливает длительное сохранение свежей рыбы. Чем позднее оно начинается и дольше продолжается, тем позднее наступает стадия автолиза и бактериального разложения мяса. Большинство микроорганизмов хорошо развивается в щелочной среде. До начала посмертного окоченения мясо рыбы имеет нейтральную (рН 7,03-7,2) или слабощелочную реакцию (у утомленных рыб – рН 6,2-6,4), при этом микроорганизмы могут проявлять свою активность.

Время наступления и продолжительность посмертного окоченения зависят от вида рыбы, орудий и способов лова, продолжительности предсмертной агонии, механических воздействий на тело рыбы и ее температуры. У подвижных рыб, совершающих быстрые и энергичные движения, окоченение наступает и заканчивается раньше, чем у малоподвижных рыб. У рыбы,

быстро вынутой из воды и немедленно убитой, окоченение наступает не так скоро, как у погибшей от удушья, и длится дольше, поэтому желательно искусственно умерщвлять рыбу. Чем ниже температура тела рыбы, тем позднее наступает посмертное окоченение и тем дольше оно длится. При низких температурах активность ферментов, расщепляющих креатинфосфат и гликоген, уменьшается, и задерживается накопление энергии для активизации миозиновой АТФ. На этом основано применение холода для сохранения рыбы-сырца.

У пресноводных рыб продолжительность от гибели до начала окоченения составляет 24-48 ч, продолжительность окоченения — 72 ч. Эта зависимость характерна для рыбы, убитой сразу после вылова и хранившейся во льду.

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

Окончанием процесса является расслабление мышц, которое наступает после полного распада АТФ. Отсутствие энергии в мышце вызывает распад актомиозинового комплекса с образованием белков миозина и актина. При этом восстанавливается структура мышц, повышаются рН, влагоудерживающая способность мышц и растворимость белков; мясо рыбы при этом отличается хорошим качеством, имеет приятный вкус и аромат, однако с повышением рН активизируются тканевые ферменты.

Автолиз. Это гидролитический распад (самопереваривание) многих органических веществ тела (гликогена, фосфатов, жира, белков и др.) под влиянием ферментов, содержащихся в мясе. В стадии посмертного окоченения рыба считается свежей, а при автолизе ее качество резко снижается.

Автолиз вызывается целой группой ферментов, включающих протеиназы, липазы и амилазы, но основная роль при этом отводится протеолитическим ферментам. Под действием протеолитических ферментов, разрушающих соединительнотканые белки (коллаген), изменяется структурная сетка мышечной ткани, обуславливающая упругость тела свежей рыбы. При автолизе белки под действием эндопептидазы распадаются до пептонов и полипептидов, а также до аминокислот. Некоторые аминокислоты под действием дезаминазы расщепляются с образованием аммиака. Увеличивается уровень свободных серосодержащих аминокислот, изменяется их качественный состав, что влечет за собой изменение вкуса и аромата мяса.

Под действием собственных липолитических ферментов происходит гидролиз и окисление липидов, содержащихся как в мышечной, так и в жировой тканях. Наиболее устойчивыми при этом остаются нейтральные жиры. При гидролизе под действием липаз глицериды распадаются на глицерин и жирные кислоты. Фосфолипиды под действием лецитиназ образуют жирные кислоты, холин и фосфорную кислоту. Изменяется качественный состав жирных кислот. Из ненасыщенных образуются низкомолекулярные насыщенные жирные кислоты. При окислении жирных кислот накапливаются перекиси, гидроперекиси, альдегиды, кетоны и др. Накопление продуктов распада жирных кислот способствует появлению прогорклого вкуса.

Автолиз не рассматривают как порчу мяса, но при этом создается благо-

приятная среда для развития микроорганизмов, которые и вызывают порчу рыбы. Поэтому автолиз постепенно переходит в бактериальное разложение. Эти процессы обычно не разграничивают.

Автолиз зависит от температуры тела. Чем она выше, тем быстрее идут ферментативные процессы. Для торможения этих процессов рыбу следует хранить при температуре, близкой к 0 °С.

Бактериальное разложение. При бактериальном разложении мясо рыбы теряет часть воды, которая вместе с растворенными в ней веществами выходит на поверхность рыбы, образуя слизь. На слизи быстро развиваются гнилостные микроорганизмы. Эта слизь по природе отличается от слизи, выделяющейся на поверхности тела после смерти и имеющей биохимическое происхождение. Слизь в стадии бактериального разложения имеет микробиологическое происхождение. На теле рыбы появляется зеленовато-желтое или серое окрашивание, чувствуется гнилостный запах.

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