

М 92
58/22

А. А. Воскресенский

Т
ТЕХНОЛОГИЯ
посола,
копчения
и сушки
РЫБЫ

Эта книга не выдается

Н. А. ВОСКРЕСЕНСКИЙ

ЧИТ. ЗАЛ

ТЕХНОЛОГИЯ ПОСОЛА, КОПЧЕНИЯ И СУШКИ РЫБЫ

2-е ИЗДАНИЕ
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ



ПИЩЕПРОМИЗДАТ
Москва • 1958

ГОС. ПУБЛИЧНАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА СССР

2637 $\frac{24}{59}$

В книге изложены основные положения теории и практики посола, копчения и сушки рыбы, дана краткая характеристика рыбообрабатывающей промышленности СССР и история ее развития.

Книга состоит из 17 глав технологического, технико-экономического направления и содержит сведения по товароведению рыбных продуктов.

В отличие от первого издания в значительной мере расширены разделы, в которых характеризуются технологические особенности рыбного сырья. Кроме того, в книгу включены три новых главы (III, XI и XIV), написанные на основании экспериментальных материалов, полученных или собранных автором за последние четыре года.

В этих главах приводятся новые сведения о коллоидно-химических свойствах мышечной ткани рыбы (гидрофильность, структурно-механические особенности и т. п.), излагаются основные положения технологии сушки рыбы методом сублимации и описываются результаты выполненных в СССР работ по интенсификации процессов копчения рыбы (электрокопчение, мокрое копчение).

При изложении теоретических основ консервирования рыбы автор применяет новый оригинальный метод анализа технологических процессов и явлений, происходящих в рыбе во время обработки, основанный на использовании комплекса положений и методов физики, биохимии, коллоидной химии и морфологии.

Книга предназначена для инженерно-технических и научных работников рыбной промышленности и может быть использована специалистами в области товароведения рыбных продуктов.

21

10869

~~М9/2~~
~~58-22~~

Спецредактор канд. техн. наук Т. И. МАКАРОВА

ПРЕДИСЛОВИЕ

За пять лет, прошедших со времени выхода в свет первого издания настоящей книги, выпущено много литературы по технике рыбной промышленности. Учитывая это, при работе над вторым изданием автор счел необходимым значительно сократить, а в некоторых случаях даже полностью исключить разделы, характеризующие технологическое оборудование. Поэтому в книге дается описание только основных аппаратов, в которых производится консервирование рыбы. Вместе с тем, в отличие от первого издания, значительно расширены технологические разделы, причем в книгу включены три новые главы (III, XI и XIV главы), написанные на основании практического и экспериментального материала, полученного автором в последние годы.

Во втором издании большее внимание обращается на методическую и теоретическую стороны анализа технологических процессов, так как в существующей литературе эти вопросы освещены недостаточно.

Одним из таких вопросов является рекомендуемая автором система анализа состояния и пищевой ценности мышечной ткани свежей и консервированной рыбы. В предлагаемую систему анализа включен следующий комплекс показателей: химический (валовой) состав, калорийность, усвояемость, органолептические показатели, структурно-механические свойства, содержание различных форм азота, содержание свободной и связанной воды, особенности строения.

Первые четыре показателя характеризуют пищевую ценность мышечной ткани рыбы и необходимы для ее товароведной оценки. Последние четыре показателя характеризуют состояние мышечной ткани и являются необходимым дополнением к первым при технологическом анализе влияния того или иного способа консервирования на первоначальные физико-химические свойства мышечной ткани рыбы. Данную систему анализа безусловно нельзя считать окончательной и установившейся. Наоборот, ее следует рассматривать только как основу для дальнейшего совершенствования методов исследования влияния технологических процессов на исходные качества консервируемого сырья.

Поскольку в систему анализа включен ряд новых, впервые применяемых в технологии рыбы, показателей, изложению их теоретической сущности и методике их определения в книге отводится значительное место.

Первая глава состоит фактически из двух частей. В первой части дается историческая справка развития рыбообрабатывающей промышленности с момента организации русского государства и до Октябрьской революции, а во второй — излагается развитие и технический прогресс рыбообрабатывающей промышленности в период после Октябрьской революции; в конце главы приводится сравнительная характеристика рыбообрабатывающей промышленности СССР и некоторых других стран, в которых рыбный промысел имеет большое значение.

Вторая глава посвящена характеристике производственного и технологического процессов и изложению необходимой теоретической и методической основ для анализа производственного процесса.

В третьей главе приводятся основные сведения о рыбе как о сырье для консервирования. Поскольку наибольшее пищевое значение имеет мышечная ткань рыбы, то на биохимические и коллоидно-химические свойства ее обращено основное внимание. Экспериментальный и фактический материал, приведенный в этой главе, служит для обоснования разработанной автором системы анализа качества (состояния) рыбы-сырца и рыбных продуктов. В предлагаемой системе анализа господствующий в настоящее время субъективный метод оценки качества подкрепляется некоторыми новыми объективными показателями (гидрофильность, структурно-механические свойства), характеризующими главным образом особенности строения консервируемого объекта.

В изложении материала IV и V глав существенных изменений по сравнению с первым изданием не произошло.

В VI—XIV главах излагаются основы теории и практики посола, маринования, сушки, вяления и копчения рыбы. В эти главы включен новый материал по технологии обработки морских рыб, а также освещены вопросы новой технологии (сушка под вакуумом, электрокопчение). Особо следует остановиться на XIII главе, в которой излагается сушка рыбы методом сублимации в вакууме. Разбираемый способ консервирования анализируется по следующей схеме: кинетика и динамика процесса; выбор и теоретическое обоснование оптимального режима сушки; влияние процесса на биохимические, коллоидно-химические и пищевые свойства консервируемого объекта. В результате даются теоретически обоснованные режимы сушки рыбы методом сублимации и технологические рекомендации для организации производства нового вида сушеного продукта.

В XV—XVII главах излагаются вопросы, связанные с уборкой, товароведением и хранением рыбной продукции.

Исследования, результаты которых приведены в книге, выполнены в технологической лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), в лаборатории коллоидной химии Института общей и неорганической химии Академии наук Украинской ССР, а также на многих рыбных предприятиях.

Автор приносит глубокую благодарность действительному члену АН УССР В. А. Думанскому, оказавшему большую помощь при разработке теории процессов консервирования рыбного сырья.

Значительная помощь при создании данной книги оказана старшим научным сотрудником Т. И. Макаровой и лаборанткой З. В. Мелковой, которым автор приносит большую благодарность.

Все критические замечания читателей автором будут приняты с вниманием и благодарностью.

ГЛАВА I. РЫБООБРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ СССР

Задолго до образования Киевского государства многочисленное русское население на Дону, Днепре, на побережье Азовского и Черного морей наряду с земледелием занималось добычей и обработкой рыбы.

Жители русских поселений являлись поставщиками свежей рыбы и рыбных продуктов греческим городам-колониям и, безусловно, оказывали влияние на организацию лова и обработки рыбы в Азово-Черноморском бассейне. Есть основания считать, что вяление рыбы, посол икры и подледный лов осетровых в этом бассейне были впервые применены русскими.

В древней Греции и Риме из различных способов обработки рыбы применяли только посол, квашение и сушку [125, 134, 150].

Для перевозки соленой рыбы греки еще в IV в. до н. э. применяли корчаги (большие глиняные сосуды славянской русской конструкции), которые были удобнее греческих глиняных сосудов (амфор, пифосов и стамиосов). О способе перевозки соленой рыбы в корчагах упоминается, например, в речи греческого государственного деятеля Демосфена: «Корабль из Пантикапея (Керчь) вез в Феодосию шерсть, несколько корчаг с соленой рыбой и козьи шкуры» [42].

По-видимому, сначала русские солили рыбу в растворе соли, а посол сухой солью был заимствован ими позднее у тюркских народов. В древнеславянском языке имеется упоминание о «разсоле» (соленой жиже)—средстве, применяемом при солении [19].

В Аварском государстве, где рыбный промысел играл значительную роль, мастерами по дереву и, в частности, по изготовлению бочек были главным образом русские из племен древлян, северян, родимичей и вятичей. Название деревянной посуды — жбань (жбан), обруч, корыто, бочка — прославянского, а дежа (кадка), кадь (чан), бодня, ведро — древнеславянского (русского) происхождения¹ [19, 42].

¹ Долбленная бочка с древних времен применялась русскими сначала для хранения меда, а затем и других продуктов; а составная (сборная) бочка была изобретена, по-видимому, не позднее IX в.

Русские вплоть до распада Киевского государства вели активную торговлю с Персией, Византией, западноевропейскими государствами, умело используя свое удобное географическое положение.

Торговым путем из «варяг в греки» русские купцы доставляли в Византию невольников, кожу, мед, воск, рыбу, икру (Salsamenta), моржовый зуб и меха [170]. Как видно из этого перечня, рыбные продукты (по-видимому, вяленая и соленая рыба) и особенно икра являлись у Киевского государства предметом вывоза в страны Средиземного и Черного морей.

Мореплавание и рыболовство в море до XI в. русские осуществляли на судах — «однодеревках», выдолбленных или выжженных из толстых деревьев, с бортами из толстых досок. Искусством изготовления таких судов особенно славились жители северных лесных районов страны — кривичи и лучане [34].

В древней Руси русские «дроводелы» уже используют осетровый клей при изготовлении различных деревянных изделий и, в частности, при изготовлении стрел [42, 51, 170].

В древнерусском государстве (до XI в.) рыбу добывали главным образом в Азовском море, в устьях Дона и Днепра и в значительных количествах в реках и озерах, находившихся на территории Киевского, Новгородского и Суздальского княжеств.

По материалам Скальковского [150], уже в период образования Киевского государства ежегодно со всех концов южной и западной части России тысячи бурлаков стекались в устье Дона для лова и скупа рыбы.

Сухие и вяленые продукты, приготовленные, по-видимому, из судака, осетровых, тарани, леща, шемаи и рыбца, развозили по всей России, а также в значительных количествах вывозили в другие государства.

Возможно, что норвежцы и шведы (норманы), ведя торговлю с Византией через русскую территорию (путь из «варяг в греки»), переняли у русских некоторые приемы сушки рыбы (подсаливание, сушка в подвешенном положении).

Рыбу употребляли главным образом в свежем, свежемороженом, соленом, сушеном и соленосушеном (вяленая) виде.

Для посола употребляли галичскую и крымскую соль; в древней Руси существовал специальный торговый соляной путь — из Киева в северную часть Крыма (к Крымским озерам).

Галичская соль до XIII в. для Киевской Руси имела весьма важное значение, о чем свидетельствует высказывание летописца: «Не пустиша гостей из Галича, ни людей из Перемышля и не быть соли во всей Русской земле» [170].

Из-за недостатка соли старались готовить малосоленную рыбу, и для хранения ее в теплый период года в земле выкапывали специальные ямы — погребя.

В древней Руси многие озера и часть речных пространств находились в распоряжении князей и монастырей, которые «своих ловлей» собирали оброк рыбой или посылали туда крестьян на промысел [4].

По утверждению Аристова [4], существовала также и свободная добыча рыбы, которой занималась определенная группа людей («частные рыболовы»). По-видимому, из этой группы людей и вышли рыбопромышленники, которые, проникая на север, а затем на восток и юг страны, способствовали развитию рыбного промысла.

Особенно большое экономическое значение имел рыбный промысел в Новгородском, Псковском и Суздальском княжествах, в которых условия для развития сельского хозяйства были менее благоприятными, чем в Киевском княжестве, а реки и озера здесь изобиловали рыбой. Так, например, в 1354 г., по описанию летописца, новгородцы ловили рыбу руками [22].

Промысел рыбы был сосредоточен главным образом на озерах Онежском и Ладожском и в реках Неве и Волхове, а с XI в. — и в Двинской земле, т. е. на берегах Белого моря [13, 131].

В озерных и речных водоемах добывали осетра, лосося, леща, щуку, окуня, ерша, ряпушку, корюшку, мойву и снетка. Кроме того, ловили неизвестную нам в настоящее время рыбу острицу. Наиболее высоко ценился осетр. Для его промысла в Неву съезжались рыбаки — «осетринники» не только новгородских князей, но также и князей из городов Нарвы и Ревеля [22, 170].

Большое значение в северных княжествах имел снетковый промысел и добыча другой мелкой рыбы (малицы). Эту рыбу сушили в русских печах, делали из нее муку и, перемешивая ее с мякиной и соломой, приготавливали в голодные годы хлеб.

В XII в., по утверждению Аристова [4], рыбные промышленники составляли в Новгороде значительную прослойку (разряд) населения и, как видно из уцелевших грамот, активно боролись за свои права. Заключая договоры с князьями, новгородцы чрезвычайно точно определяли районы и время княжеской рыбной ловли, ограждая, очевидно, интересы частных рыболовов из жителей городов и деревень.

В то время довольно широкое распространение имела организация лова рыбы ватагой вольных дружинников, которые вели лов во всех водоемах, в том числе и в княжеских угодьях.

В XIII в., когда Киевское государство пришло в упадок, на первое место в торговле, главным образом на Балтийском море, выдвигаются Новгород и Псков и несколько позднее Москва [25, 38, 42]. Здесь же начинают быстро развиваться соляной

и рыбный промыслы (до XII в. соль ввозили из Венгрии и Крыма).

Появившиеся на побережье Белого моря в XI в. и расселившиеся сначала между Онегой и Северной Двиной, а затем (в XII и XIII вв.) по Мезени, Печоре и Терскому берегу Белого моря русские занимались пушным промыслом, солеварением и добычей рыбы, главным образом наваги, сига и семги и вели торговлю этими продуктами с Псковом, Новгородом, Москвой и другими городами Новгородского, Московского и Суздальского княжеств.

В XIV в. объектом промысла становится треска и сельдь. Треска поступает на рынок в соленом и сушеном виде, а сельдь в соленом виде, приготовленная бочковым посолом. Впервые бочковый посол в нашей стране применили монахи Соловецкого монастыря [13, 136, 137, 170].

В XV в. русские занимают на Европейском Севере уже территорию, по площади равную Архангельской области. Лов рыбы и бой морского зверя в Белом и Баренцевом морях в это время достигает значительных размеров [13].

В XIII и XIV вв., в период монгольского нашествия, хлеб и рыба были основными предметами внутренней торговли, в связи с чем значительных размеров достиг промысел во внутренних водоемах — реках и озерах, производившийся главным образом неводами и сетями.

В то же время расширяется торговля со странами северо-запада Европы, примыкающими к Балтийскому морю. Предметами вывоза, наряду с мехами и другими товарами, являются сначала рыбий клей, а затем соленая семга и соленая икра [9, 170].

С XIV в. частный рыбный промысел постепенно начинает попадать под влияние феодалов, монастырей и купцов, и в XV в. становится в основном их собственностью.

В XIV и XV вв., еще в период расцвета Казанского и Астраханского ханств, русские ведут активный рыбный промысел в низовьях Волги и выходят в Каспийское море.

В XV в. образуется Московское государство, закладывается политическая основа для создания всероссийского рынка, что способствует расширению рыбного промысла на Европейском Севере, в верхнем и среднем течении Волги и Дона и образованию рыбопромышленных купеческих фирм, которые в последующие века постепенно занимают монопольное положение в деле освоения рыбных богатств России.

В XVI в. рыбный промысел в центральной части России (ныне Украинская ССР, Курская и Воронежская области) теряет прежнее значение и полностью уступает место земледелию.

До середины XVII в. Европейский Север являлся основным поставщиком рыбы, морского зверя и поваренной соли Московскому государству [134, 170].

В XVI и XVII вв. в продажу поступает рыба в свежем, мороженом, соленом и сушеном виде; в значительных количествах готовят икру осетровых рыб и щуки. Паюсную или, как ее в то время называли, мятую икру осетровых рыб ценили дороже зернистой [32, 170].

В значительных размерах рыбные товары вывозили за границу. Соленого палтуса и в небольших количествах соленую треску вывозили в Англию; соленую семгу особенно охотно покупали Голландия и Франция. Большое количество соленой осетровой икры покупали Англия, Нидерланды, Франция и особенно Италия. Таким образом, уже в XVI в. на международном рынке по торговле рыбными товарами Россия занимает видное место [136, 170].

В XVII в. в России происходят важные социально-экономические изменения: растет общественное разделение труда и развиваются торговые связи между отдельными областями и районами страны, возникают мануфактуры.

В середине XVII в. создается всероссийский рынок путем слияния областей, земель и княжеств в одно целое. «Слияние это вызывалось усиливающимся обменом между областями, постепенно растущим товарным обращением, концентрированием небольших местных рынков в один всероссийский рынок. Так как руководителями и хозяевами этого процесса были капиталисты-купцы, то создание этих национальных связей было ничем иным как созданием связей буржуазных»¹. Этот фактор оказывает большое влияние на развитие в России рыбного промысла.

Однако после распада Киевского государства Россия в течение пяти столетий по существу была континентальным государством. Только Белое море, замерзающее на значительную часть года, принадлежало России. Балтийским морем и его юго-восточным побережьем, ранее принадлежавшим России, распоряжалась Швеция, Черным, Азовским и Каспийским морями — Турция и Персия. Татары опустошили южные и восточные районы страны и препятствовали организации рыбного промысла в нижнем течении Волги, Дона и Днепра. Богатейшие соляные промыслы на юге России находились под контролем татар.

Наиболее энергичные меры с целью превращения России вновь в морскую державу, какой она была в период расцвета Киевского государства, были предприняты Петром I.

В результате успешного окончания войн с татарами, Турцией и Швецией Россия выходит на побережья Балтийского, Азовского, Черного и Каспийского морей, а также в устья рек Волги, Урала, Дона, Днепра, Буга и Невы.

¹ В. И. Ленин, Соч., т. 1, изд. 4, стр. 137—138.

Многочисленные экспедиции XVIII и XIX вв., связанные с изучением Арктики, Антарктики, рек Сибири и морей Дальнего Востока, сыграли большую роль в развитии мореплавания и определили дальнейшее развитие рыбного и зверобойного промыслов.

В XVIII в. поморские кочи (морские суда) поддерживали постоянные связи с Шпицбергенем, где в то время русские поселки располагались на побережье многих фиордов, в том числе и на крайнем севере архипелага. Промысел морского зверя достигает больших размеров, боем зверя занимаются до 2000 поморов, многие из которых оставались на Шпицбергене на зимовку [13]. В последней четверти XVIII в. первые русские поселения возникли на северо-западе Америки (Аляска).

В конце XVII в., после того как устья Волги, Дона, Днепра, Азовское море и часть Каспийского были присоединены к России, центр рыбной промышленности с севера Европейской части страны постепенно перемещается в южные бассейны, наличие больших запасов ценной и разнообразной рыбы в которых способствовало быстрому их освоению.

Сравнительно хорошая связь с центром России по Волге, Дону, Днепру и с государствами Европы морским путем через Азовское и Черное моря в XVIII и XIX вв. явилась одной из основных причин превращения Астрахани, и особенно городов, расположенных на берегу Азовского моря, в центры крупной торговли рыбными товарами.

В 1730 г. только в Турцию из Керчи, Феодосии и Одессы было вывезено около 10 000 пудов осетровой икры. За 1828—1830 гг. из Таганрога было вывезено за границу 36 млн. пудов икры осетровых рыб, а в 1844 г. только на Дону было приготовлено для экспорта 10 000 пудов осетровой икры и 5000 пудов вяленых балычных изделий [69, 95, 149, 150, 170].

Вторым районом торговли рыбными товарами в этот период следует считать Балтийское побережье; Архангельск к этому времени теряет прежнее значение [25]. По данным академика Бэра, в 60-х годах XVIII в. уловы рыбы в русских владениях Балтийского бассейна достигали нескольких сотен тысяч пудов [22].

До XX в. одним из факторов, ограничивающих развитие рыбного промысла в России, следует считать недостаток соли. Особенно сильно он чувствовался в северных районах страны. Соль, добываемая в Архангельской губернии выварочным способом, употреблялась главным образом как столовая и была слишком дорога.

Вплоть до 1917 г. Север страны снабжался английской солью, а Дальний Восток — японской, порт-саидской и даже германской.

В южных водоемах по этой же причине большое количество сельди до середины XIX в. использовали на жиротопление; себе-

стоимость соленой сельди была слишком высокой, и экспортировать ее было невыгодно.

Во второй половине XVIII в. развитие промышленности происходит в острой борьбе между капиталистической и крепостнической формами. На основе роста производительных сил развиваются новые капиталистические производственные отношения. К этому периоду относится начало бурного развития рыбной промышленности в России, которое уже в самом начале пошло по капиталистическому пути, особенно в южных районах.

Получив в XVIII и XIX вв. ряд новых выходов к морям, Россия начинает усиленно развивать морской зверобойный промысел (бой котиков) в северной части Тихого океана.

XIX в. характерен тем, что усиленно развивается морской промысел в южной части России (Каспийское и Азовское моря); происходит концентрация капитала в руках крупных рыбопромышленников и торговых компаний. Особенно большое значение приобретает Волго-Каспийский бассейн, который уже в середине XIX в. дает около 5 млн. ц товарной рыбы, что составляет 75% общего количества рыбных товаров, выпускаемых рыбообрабатывающими предприятиями во всех бассейнах России [149].

В 90-х годах прошлого столетия в погоне за большими уловами и лучшей по качеству рыбой усиливается промысел в северной части Каспийского моря. По мере развития промысла происходит разделение труда — рыбаки только занимаются ловом, а на специальных судах скупщики рыбы принимают ее в открытом море и на месте обрабатывают посолом. С этой целью были построены специальные суда — плавучие рыбозаводы; некоторые из них сохранились еще и до наших дней. Таким образом, Волго-Каспийский бассейн можно считать родиной организации экспедиционного лова рыбы с использованием одних судов для добычи, а других — для обработки рыбы и транспортировки готовой продукции. По этому принципу у нас и в настоящее время развивается экспедиционный лов сельди и других рыб в открытом океане.

В XIX в. промысел в Баренцевом море, реках Сибири, Аральском море и Тихом океане еще не имеет существенного значения. Только в конце XIX и начале XX вв., с постройкой железнодорожных магистралей, соединяющих центр России с Белым морем и Тихим океаном, а также с развитием морского судоходства рыболовство в этих бассейнах начинает развиваться довольно быстро.

Рыбная промышленность в царской России находилась в руках капиталистов-рыбопромышленников, мало заботившихся о техническом совершенствовании рыбообрабатывающих предприятий. Тем не менее уже в XVII в. и особенно в XIX в. в на-

шей стране производство рыбной продукции осуществляется в особом направлении, которое в отличие от американского и японского следует считать русским направлением.

Характерной особенностью его является разнообразный ассортимент рыбной продукции с преобладанием в то время таких способов консервирования, как посол, копчение, вяление, сушка и в зимнее время замораживание рыбы.

Именно этими способами обработки наша рыбообрабатывающая промышленность консервирует ценные в пищевом отношении виды рыб (лососевые, осетровые, сиговые и т. д.), выпуская наиболее вкусные и питательные рыбные товары, получившие позднее название балычных изделий.

Развитию в России производства рыбных товаров довольно широкого ассортимента по сравнению с другими странами способствовали разнообразный видовой состав вылавливаемых рыб, особенно в южных бассейнах, и их высокие пищевые и вкусовые качества.

Серьезным препятствием для расширения и улучшения ассортимента рыбных товаров была техническая отсталость рыбообрабатывающих предприятий царской России и их раздробленность между отдельными купеческими фирмами. В состав рыбообрабатывающих предприятий в то время (XVIII и XIX вв.) входили посольные и коптильные цехи, ледники и ледники-выхода. На предприятиях преобладал ручной труд и почти не было внутризаводского транспорта.

Обширность территории и недостаточно развитый транспорт, особенно железнодорожный, были также одной из причин выпуска главным образом крепкосоленых товаров из сельдевых, частичковых, тресковых рыб, которые могли выдержать продолжительное хранение и транспортировку.

В конце XIX и в первые 12 лет XX в. (до империалистической войны) русские рыбопромышленники начали строить предприятия для производства консервов, пресервов и мороженых товаров, пытаясь таким образом расширить ассортимент рыбных товаров.

По данным Арнольда [5], в России насчитывалось около 40 рыбных и рыбо-овощных консервных заводов.

Главными центрами рыбоконсервного производства в царской России были Одесса, Балаклава, Феодосия (на Черном море), Ревель и Рига (на Балтийском море). Кроме того, консервные предприятия находились в устьях Оби, Амура; один недолго просуществовавший завод был в дельте Волги.

Предприятия, расположенные в Черноморском бассейне, выпускали преимущественно консервы в томатном соусе из скумбрии, кефали, бычка и, в меньших количествах, из осетра и белуги. На предприятиях Балтийского побережья преобладал выпуск пресервов «Ревельская килька» и консервов «Шпроты в масле». В Сибири и на Дальнем Востоке выпускали консервы

из сиговых, осетровых и лососевых рыб в томатном соусе и в небольшом количестве—пищевые (натуральные) консервы. К первой международной рыбопромышленной выставке, открытой в 1902 г. в Петербурге, впервые были изготовлены консервы из тихоокеанского лосося в собственном соку [36].

Консервы из печени трески в этот период в России не выпускали; в устье Оби фирма Плотникова изготавливала консервы из печени налима.

Гораздо большим спросом, чем консервы, пользовалась охлажденная рыба, которую с рыбных предприятий Азовского моря и из Астрахани в больших количествах доставляли во многие города европейской части России.

Значительное место в торговле, особенно на Волге и Дону, занимает также живая рыба. Например, судак с астраханских промыслов поступает главным образом в живом виде; его транспортировали и сохраняли до продажи в прорезях. Только с промыслов рыбопромышленника Базилевского в г. Царицын свозилось около 60 000 ц живого судака в год [5, 22, 25, 129, 149, 150, 167].

Техническое оснащение рыбообрабатывающих предприятий за этот период (конец XIX и первое десятилетие XX вв.) фактически не меняется.

Русским рыбопромышленникам оказалось не под силу перестроить отсталый рыбный промысел и рыбообрабатывающие предприятия и значительно увеличить выпуск консервов, пресервов и других рыбных товаров повышенного качества и организовать снабжение ими городов и крупных промышленных центров.

* *
*

Великая Октябрьская социалистическая революция, ликвидировав господство капиталистов и помещиков в нашей стране, создала новый, принципиально отличный общественный строй—советский социалистический строй.

Под руководством Коммунистической партии советский народ в невиданно короткий исторический срок восстановил народное хозяйство от разрушений, причиненных империалистической и гражданской войной, и приступил к индустриализации страны.

Историческим решением XIV съезда партии был указан путь социалистической индустриализации нашей страны.

Политика партии и правительства, направленная на широкую индустриализацию страны, позволила уже в тридцатых годах приступить к технической реконструкции не только тяжелой, но и легкой промышленности, в том числе рыбной.

Глубокие изменения, которые происходили в народном хозяйстве страны, оказывали соответствующее влияние на рыбную промышленность.

За сравнительно короткий срок на Дальнем Востоке создана мощная консервная промышленность для переработки рыбы и крабов и рефрижераторный флот; построены холодильники, утилизационные заводы и другие предприятия. На севере европейской части страны создан многочисленный траловый флот и крупные рыбообрабатывающие предприятия, в том числе крупнейший рыбопромышленный порт в Мурманске. В Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах построены крупные рыбные комбинаты и заводы, в том числе Астраханский, Гурьевский, Мариупольский и другие.

За годы первых трех пятилеток кустарные рыбообрабатывающие предприятия превращены в крупные промышленные предприятия — создана социалистическая рыбная промышленность.

Ведущую роль на рыбообрабатывающих предприятиях начинают играть техники и инженеры, оканчивающие высшие и средние учебные заведения; они во всех звеньях рыбной промышленности занимают командные посты и совместно с мастерами и рабочими-передовиками ведут большую работу по развитию промышленности, внедрению новой техники и технологии.

В период Великой Отечественной войны в Сибири и на Дальнем Востоке ведется большое строительство флота и рыбообрабатывающих предприятий на базе оборудования, эвакуированного из западных районов нашей страны.

После окончания второй мировой войны Советское правительство уделяет много внимания восстановлению разрушенных рыбообрабатывающих предприятий и дальнейшему развитию рыбной промышленности, особенно морского рыболовства.

В Северном море, в Атлантике, а также в северной части Баренцева моря развивается промысел сельди; на Дальнем Востоке освоен лов скумбрии и жирующей сельди; в 1947 г. советские китобои начали промысел китов в Антарктике. Значительный рост добычи рыбы в открытом море виден из рис. 1.

За период пятой пятилетки рыбная промышленность в техническом отношении значительно выросла, пополнилась большим количеством промысловых и транспортных судов.

С каждым годом в строй вступают новые рыбообрабатывающие предприятия, расширяется ассортимент и увеличивается производство копченых, маринованных и пряных товаров, мороженой, охлажденной и свежей рыбы, рыбного филе, рыбных консервов и пресервов.

Таким образом, направление в производстве рыбной продукции, зародившееся в нашей стране в XVIII в., в условиях социалистического планового хозяйства получает полное развитие.

В 1956 г. по сравнению с 1913 г. выпуск рыбных товаров в герметической таре (консервы, пресервы) увеличился более чем в 65 раз, а мороженой, копченой и маринованной рыбы — более чем в 17 раз.

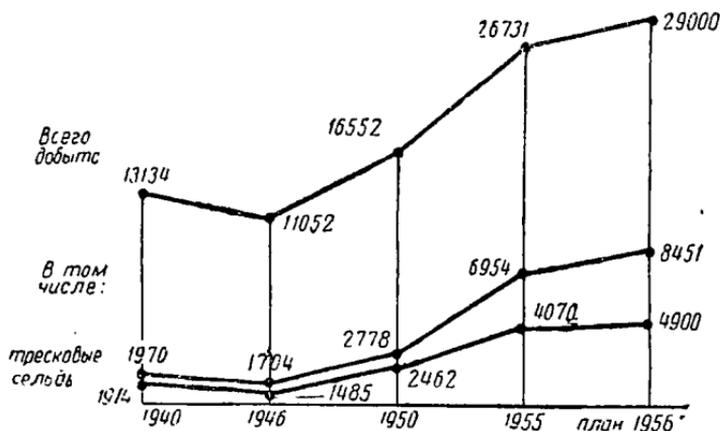


Рис 1. Рост добычи рыбы и морского зверя (в тыс. ц).

В 1957 г. емкость холодильников достигла 146 400 т с производительностью морозилок 3 500 т в сутки; общая возможная производительность консервных заводов составляет 768 млн. банок в год. В 1913 г. емкость рыбных холодильников составляла всего 8200 т, производительность морозилок 300 т в сутки, а производительность консервных заводов 8 млн. банок в год. Приведенные цифры показывают, как сильно в техническом отношении за годы советской власти выросла рыбообрабатывающая промышленность.

Рыбообрабатывающая промышленность нашей страны выпускает пищевую рыбную продукцию более 700 наименований, в то время как, например, ассортимент Америки насчитывает не более 200 наименований.

Помимо увеличения добычи рыбы и усовершенствования способов ее обработки, за годы Советской власти значительного развития достигло искусственное разведение рыбы в прудовых хозяйствах, на рыбоводных заводах и в естественных водоемах — озерах, водохранилищах и т. п. Нагульные площади прудов в 1956 г. увеличились по сравнению с 1913 г. почти в 7 раз, а выход товарной продукции — почти в 40 раз.

По вылову рыбы Советский Союз занимает второе место в мире. Тем не менее нашей стране только в Баренцевом, Бал-

тийском, Каспийском и Черном морях принадлежит ведущее место в промысле рыбы. В остальных открытых морях и океанах и особенно в бассейне Тихого океана участие Советского Союза в промысле совершенно недостаточное. В этом бассейне еще плохо освоены активный промысел сельдевых и тресковых рыб и только еще начинает развиваться активный промысел тунца и лососевых рыб.

В настоящее время на Дальнем Востоке создается все необходимое для быстрого развития активного, в том числе трапового рыболовства. В этот район перебазируется большое количество средних рыболовных траулеров; увеличен рефрижераторный флот. С применением активного рыболовства здесь предстоит освоить новые районы рыбного промысла, значительно расширить промысел сельдевых, тресковых, палтуса, морских ершей (красных окуней) и освоить промысел тунцовых рыб и сайры.

Серьезные недостатки имеются и в нашей рыбообрабатывающей промышленности.

Выпуск соленых товаров в ассортименте преобладает и составляет 54,5%, причем большинство тресковых рыб продолжает еще направляться в посол. Выпуск консервов хотя и достиг весьма большой величины (602 000 туб¹), но по сравнению с США мы делаем консервов в 2 раза меньше.

Техническое оснащение наших рыбообрабатывающих предприятий и особенно консервных заводов в значительной мере устарело. Поточные линии, отдельные станки и механизмы работают на малых скоростях. Например, производительность консервных линий на наших заводах не превышает 70 банок в минуту, в то время как в Канаде и США производительность их достигает 150 и более банок в минуту.

В директивах XX съезда партии указывается, что наша страна располагает теперь всеми необходимыми условиями для того, чтобы на основе мирного экономического соревнования решить в исторически кратчайшие сроки основную экономическую задачу — догнать и перегнать наиболее развитые капиталистические страны по производству продукции на душу населения.

Для того чтобы решить эту основную экономическую задачу, нужно значительно повысить производительность труда и расширить производственные мощности.

При решении вопроса о повышении производительности труда на предприятиях рыбной промышленности необходимо учитывать присущие ей специфические особенности.

Основное количество рыбных предприятий находится на окраинах нашей страны, и во многих случаях они не имеют

¹ 1 туб. — тысяча условных (учетных) банок вместимостью 350 см³ каждая.

органической связи не только с предприятиями других отраслей промышленности, но в некоторых случаях и между собой. Поэтому необходима организация обмена техническим опытом в централизованном порядке.

Условия труда в рыбной промышленности очень тяжелые, поэтому особое значение приобретает механизация процессов добычи и обработки рыбы.

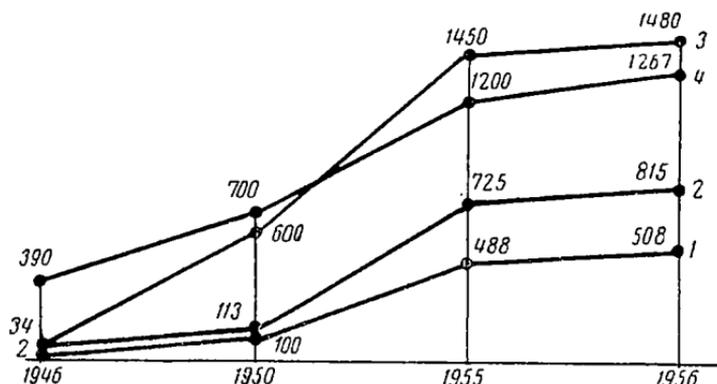


Рис. 2. Рост основных средств механизации:

1—транспортно-подъемные механизмы; 2—механизированные линии для посола сельдевых рыб; 3—механические пресс-жомы; 4—рыбонасосные установки.

В результате сезонности лова рыбы многие предприятия в течение года загружены неравномерно. С целью продления сроков работы предприятий принимаются меры к организации экспедиционного лова и созданию запасов сырья.

Специфические особенности рыбного сырья, которые выражаются в непостоянстве размеров и формы рыбы, быстрая ее порча, а также сравнительно небольшая механическая прочность тела и органов рыбы весьма затрудняют создание машин и аппаратов для лова и особенно обработки рыбы. По этим причинам в рыбной промышленности еще преобладают ручной труд и ручное обслуживание машин. Правильная организация ручного труда наряду с созданием рыбообработывающих машин и механизированных линий является важным резервом повышения производительности труда.

В послевоенный период большие работы проведены по механизации береговой обработки рыбы. За период с 1946 по 1956 г. объем работ, выполняемых при помощи механизмов, увеличился в 10 раз, а по отдельным механизмам значительно больше (рис. 2).

Однако этот большой рост механизации береговой обработки рыбы далеко не обеспечивает нормального обслуживания рыбопромыслового флота. За указанный период упор делался

главным образом на механизацию внутризаводского транспорта, а абсолютное большинство технологических операций до сих пор выполняется вручную или механизмами весьма несовершенной конструкции. В результате этого на некоторых береговых предприятиях в настоящее время образовалась диспропорция между производительностью транспортно-подъемных механизмов и машин для обработки рыбы (табл. 1), что является серьезным тормозом в увеличении производительности труда.

Т а б л и ц а 1

Вид механизации	Единица измерения	Годы	
		1945	1956
Механизированная транспортировка рыбы	тыс. ц	4000	18 830
Грузоподъемные краны	шт.	390	960
Ленточные транспортеры	"	600	2 350
Механизированная разделка рыбы	тыс. ц	200	4 700
Рыборазделочные машины	шт.	162	720
Обработка рыбы на механизированных линиях	тыс. ц	—	4 100

В шестой пятилетке предусмотрено оснащение береговых предприятий и судов главным образом механизмами по обработке рыбы.

Продукты, выпускаемые рыбной промышленностью, можно разделить на следующие группы:

пищевые — продукты повседневного питания, употребляемые людьми в больших количествах, являющиеся источником белков, жиров, солей и витаминов, необходимых человеческому организму; к этим продуктам относится рыба различных способов обработки, консервы, балычные и кулинарные изделия, ракообразные, пищевой жир из рыбы и морского зверя; к пищевым относятся также некоторые продукты переработки рыбы, морского зверя и водорослей, которые не употребляются непосредственно в пищу, но используются на пищевых предприятиях при производстве того или иного пищевого продукта (кондитерских изделий, мороженого, вин и т. п.); в число этих продуктов входят пищевой рыбный белок, агар-агар и агароид, рыбный клей, пищевой желатин, альгинаты, маннит, рыбные гидролизаты и т. п.;

лечебные — продукты, употребляемые людьми в небольших количествах при заболеваниях; в первую очередь к ним относятся медицинский жир из печени рыб и морского зверя, а так-

же сушеные водоросли (морская капуста); возможно приготовление и других ценных лечебных препаратов — кампалона, инсулина, лецитина, однако производство их не получило пока большого развития;

технические — продукты, применяемые в сельском хозяйстве, кожевенной, текстильной, мыловаренной и других отраслях промышленности; к ним относятся удобрительные туки, технический жир, агар-агар, шкуры рыбы и морского зверя (в свежем, соленом и сушеном виде), клей, жемчужный пат, спермацет, китовый ус, технический желатин, технический белок из рыбы и морского зверя;

кормовые — кормовая мука из рыбы и морского зверя, свежее и соленое мясо морского зверя¹, свежие и консервированные кислотой рыбные отходы, используемые для нужд животноводства, птицеводства и звероводства.

Из перечисленных выше продуктов в большинстве стран, в том числе и в СССР, как в весовом, так и в стоимостном выражении преобладают продукты первой и четвертой группы. Однако продукты второй группы хотя и занимают меньший удельный вес, но имеют очень большое значение для здравоохранения. Такие продукты, как медицинский рыбий жир, концентраты витамина А и сушеная морская капуста, являются очень ценными и по существу незаменимыми лечебными средствами.

В табл. 2 приводятся данные, характеризующие соотношение этих групп продуктов, вырабатываемых рыбной промышленностью в нашей стране (данные за 1956 г.).

Т а б л и ц а 2

Группа продукции	Выработано	
	в тыс. ц	в %
Пищевая	16 552	95,3
Лечебная	119	0,7
Техническая	254	1,4
Кормовая	462	2,6
Итого	17 387	100,0

В СССР только 12% веса добываемого сырья используется на выработку технического жира и кормовой муки, причем для

¹ Делаются опыты приготовления пищевых продуктов из китового мяса, но в массовых количествах они пока не выпускаются.

этой цели используются главным образом морские млекопитающие, что можно объяснить следующими причинами: большой потребностью населения в пищевых рыбных продуктах; преобладанием в ассортименте таких видов рыбных товаров, при производстве которых образуется очень мало отходов; недостаточной производственной мощностью утилизационных заводов; недостаточным вниманием к расширению производства технического жира и особенно кормовой муки.

Большим тормозом в расширении производства рыбной муки было установление на нее чрезмерно низких сбытовых цен, в настоящее время пересмотренных. Неполностью используются также сырьевые ресурсы для производства медицинского жира и лечебных препаратов.

По выработке кормовых, технических продуктов и лечебных препаратов наша страна пока еще отстает от США.

Как уже говорилось, отечественная рыбная промышленность выпускает рыбные товары более 700 наименований.

При планировании работы рыбообрабатывающей промышленности трудно учитывать такой большой ассортимент рыбных товаров, поэтому в общегосударственном масштабе как у нас в стране, так и за границей статистические данные приводятся только по способам обработки сырья с выделением тех продуктов, которые выпускаются в сравнительно больших количествах или имеют большое пищевое значение.

В табл. 3 приводятся данные, характеризующие направление сырья на обработку в основных рыбопромышленных бассейнах нашей страны (данные за 1956 г.) без морского зверя и водорослей.

С учетом специфических особенностей организации добычи рыбы, технoхимических свойств сырья, климатических условий и производственно-экономической целесообразности в каждом бассейне в области организации выпуска рыбной продукции сложилось определенное направление, в известной мере присутствующее только данному бассейну.

В Волго-Каспийском бассейне в связи с преобладанием в уловах ценных рыб (карповые, осетровые) значительное количество рыбы направляют на производство свежих (14,0%), мороженых (26,4%), вяленых (2,4%) и копченых (3,0%) товаров, а также соленого полуфабриката для последующего приготовления из него в пунктах потребления копченых товаров. Производство соленых товаров из частиковых рыб в этом бассейне с каждым годом сокращается. Однако в связи с увеличением уловов кильки, направляемой главным образом в посол, выпуск соленых товаров предприятиями Каспийского бассейна достигает еще значительной величины (40,8%). За последние годы резко увеличился выпуск консервов и пресервов из анчоусовидной кильки. Каспийскому бассейну принадлежит также первое место по выпуску соленой икры осетровых рыб.

Наименование бассейнов	Направление сырья (в %) на выработку следующих видов продукции									
	охлажденной и живой	мороженой	соленой	спецосола и маринадов	копченой	сушеной и вяленой	балычных изделий	консервов и пресервов	икры	прочих и щевых
Волго-Каспийский . .	14,0	26,4	40,8	3,4	3,0	2,5	0,2	9,3	0,3	0,1
Азово-Черноморский .	24,8	10,4	34,8	10,5	3,4	0,9	0,1	14,9	0,1	0,1
Европейский Север .	19,7	15,8	60,7	1,8	0,3	0,1	0,1	1,3	0,1	0,1
Балтийское море . . .	13,8	12,9	37,7	18,1	0,7	1,1	0,3	15,2	—	0,2
Дальневосточный . . .	12,4	22,6	50,6	0,4	0,4	0,1	0,2	11,4	1,8	0,1
Внутренние водоемы (реки и озера) . . .	24,0	19,2	40,4	5,7	4,8	2,9	0,1	2,5	0,1	0,3
Всего по рыбной промышленности ¹	17,9	18,7	49,6	4,9	1,8	1,2	0,2	5,1	0,4	0,2

¹ В итоговые данные таблицы не включена продукция Главмясо-рыбторга, предприятия которого значительное количество охлажденных и соленых товаров используют для производства копченых, маринованных и других товаров.

Аналогичное направление имеет рыбообрабатывающая промышленность Азовского моря.

В Черном море за последние годы наблюдается увеличение добычи ставриды, скумбрии, пелагиды, барабули и кефали — весьма ценного сырья для производства копченых товаров и консервов.

Значительное количество соленых товаров (34,8%) в Азово-Черноморском бассейне выпускается в основном из тюльки и хамсы.

В бассейнах Белого и Баренцева морей основную массу рыбных товаров вырабатывают из трески. Уловы тресковых в этом бассейне составляют около 85% от общего количества добываемой рыбы; в последние годы весьма усилился лов морского окуня. Посол тресковых и особенно морского окуня не следует считать целесообразным способом их обработки, поэтому производство соленых товаров из этих рыб с каждым годом сокращается за счет увеличения производства в основном охлажденных, мороженых, а также копченых товаров.

В этом бассейне на выпуск мороженых и охлажденных товаров направляется большое количество сырья (35,5%).

За последние годы существенно увеличился выпуск консервов из печени трески за счет оснащения многих траулеров кон-

сервными установками и расширились заготовки полуфабриката печени с последующей ее обработкой на береговых предприятиях.

Кроме того, из добываемых в реках этого района таких ценных рыб, как семга и сиговые, изготавливают деликатесные соленые, копченые товары и консервы. Часть этой рыбы в свежем и мороженом виде реализуется в пределах Архангельской области.

В связи с развитием активного лова сельди вдали от берегов в северной и западной частях Баренцева моря и в Атлантике производство соленых товаров из этой рыбы уже достигло значительных размеров.

Балтийское море не отличается разнообразием вылавливаемой рыбы. Рыбообрабатывающая промышленность этого бассейна состоит из большого количества предприятий, на которых из салаки, кильки, трески и камбалы вырабатывают консервы, пресервы, копченые и соленые товары. В этом бассейне на производство консервов и пресервов направляется значительное количество сырья (15,2%), причем в ассортименте консервов преобладают консервы «Шпроты в масле» из кильки и салаки, а также пресервы.

Рыбой в свежем виде (13,8%) снабжают главным образом города и поселки республик Балтийского побережья, Калининградской и Ленинградской областей; в глубь страны рыбу в свежем виде вывозят в небольших количествах. Выпуск соленых товаров в этом бассейне за последние годы резко сократился; на этот вид обработки направляют главным образом сельдь (36,3%), добываемую в Северной Атлантике, и незначительное количество мелкой трески (1,4%), так как для нее еще не найдены более рациональные способы обработки. Мороженые товары производятся главным образом из салаки, чатиковых рыб и трески.

Основным объектом промысла на Дальнем Востоке являются лососевые, сельдевые рыбы и скумбрия. Уловы трески и камбалы пока невелики (8,0% от общего вылова в год).

Отдаленность рыбных предприятий от центральных районов страны, а также кратковременность хода рыбы, вынуждающая за несколько дней перерабатывать десятки и сотни тысяч центнеров рыбы, являются основными причинами довольно узкого ассортимента рыбной продукции; на производство соленых товаров направляется еще более половины улова рыбы (50,8%).

На Дальнем Востоке в довольно значительном количестве выпускают малосольную сельдь и лосося в ящичной упаковке (15,0%), которые используют главным образом как полуфабрикат для приготовления маринованных и копченых товаров высокого качества в пунктах потребления. Скумбрию направляют на приготовление консервов в собственном соку и в масле, а также выпускают в соленом и копченом виде. Из ло-

сосевых рыб (кета, нерка, горбуша) в значительном количестве готовят консервы в собственном соку.

Большое внимание уделяется строительству на Дальнем Востоке береговых холодильников и рефрижераторного флота, консервных заводов, которые должны послужить базой для увеличения в первую очередь добычи тресковых, камбаловых и лососевых рыб и производства из них мороженых товаров и консервов.

За последние годы мощность тихоокеанского рефрижераторного флота значительно увеличилась, что дает возможность уже более 22% добываемого сырья замораживать.

Дальневосточный бассейн является единственным поставщиком соленой икры лососевых (кеты, горбуши, нерки, кижуча)—этого весьма питательного и вкусного продукта, который пользуется в нашей стране большим спросом.

Из внутренних водоемов наибольшее значение имеют реки и озера Сибири, основным богатством которых являются осетровые и сиговые рыбы; из них готовят весьма ценные пищевые продукты—консервы, мороженые и копченые товары (45% всей продукции).

Приготовление соленых товаров из абсолютного большинства рыб в этом бассейне является нецелесообразным, но, учитывая отдаленность многих рыбных предприятий от населенных пунктов и трудность сообщения, промышленность Сибири пока вынуждена прибегать к этому способу консервирования.

В соленом виде хорошим вкусом отличаются омуль и муксун, однако и для этих рыб горячее и холодное копчение следует считать более целесообразным способом консервирования. Сосвинская сельдь (тугун) отличается хорошими вкусовыми качествами при обработке ее пряным посолом.

Для сравнения рыбообрабатывающей промышленности СССР и некоторых капиталистических стран в табл. 4 приводятся данные, характеризующие направление сырья в обработку в СССР, США, Японии, Норвегии, Англии и Франции (1956 г.).

Из данных табл. 4 видно, что наша страна по выпуску некоторых видов рыбной продукции и по потреблению рыбы на душу населения еще отстает от ряда капиталистических стран. Если производство консервов составляет в США более 1250 млн. условных банок, то в нашей стране—600 млн. условных банок. По производству консервов СССР занимает второе, а по выпуску свежей и мороженой рыбы четвертое место в мире.

В США рыбное сырье направляют преимущественно на производство свежей, мороженой рыбы, консервов, технического и медицинского жира и кормовой муки. Другие виды рыбной продукции (копченые, маринованные, соленые и т. п.) составляют в ассортименте ничтожную долю (не более 3%). Хорошо развитый транспорт и наличие непрерывной холодильной цепи

Таблица 4

Страны	Потребление рыбы на 1 человека в год в кг в пересчете на рыбусырец ¹	Направление сырья (рыбы, водорослей, моллюсков) в обработку (в % к общему вылову)				
		свежие	замороженные	соленые, сушеные, копченые	консервы	жир, мука и другие продукты
Все страны мира (без СССР)	—	42,0	7,6	24,1	8,9	17,3
Япония	36,5	30,5	8,2	47,5	7,3	6,5
СССР	11,4	17,5	18,0	42,8	6,9	15,3
США	12,9	29,8	13,8	1,8	23,2	31,4
Норвегия	40,0	10,1	4,7	27,1	1,8	56,3
Англия	14,7	79,3	7,3	3,6	1,2	8,6
Франция	9,4	54,5	—	29,4	16,0	0,1

¹ Данные приводятся без учета импорта и любительского рыболовства.

дает возможность рыбной промышленности США около 10,5 млн. ц рыбы реализовать в свежем и мороженом виде [203].

Несмотря на большое количество выпускаемых консервов, ассортимент их очень узкий: выпускаются консервы в собственном соку из лососевых и тунцовых рыб и консервы в масле главным образом из тихоокеанской сардины.

Около 40% всего вылова рыбы и, кроме того, все отходы от ее обработки используют для получения кормовой муки. Такое использование сырья в США считается рентабельнее, чем производство копченых, маринованных и соленых товаров.

Для рыбной промышленности США характерны узкая ее специализация и до возможного предела упрощение технологических процессов. В результате создается необходимая основа для полной механизации и частичной автоматизации производственного процесса, а поэтому высокой производительности труда.

Совершенно на другом принципе построена рыбообрабатывающая промышленность Японии, для которой характерно преобладание в ассортименте свежей, соленой, сушеной и копченой рыбы и производство тука для удобрения рисовых полей.

Япония является островным государством, поэтому почти половина всего улова (44,5%) рыбы реализуется в свежем виде. Немного более трети (34,5%) сохраняется в сушеном, соленом и копченом виде. В питании населения большое значение имеют моллюски и водоросли, которые в количестве более 8 млн. ц используются в свежем виде и около 4 млн. ц заготов-

ляются в сушеном виде. Для обрабатывающей промышленности Японии характерна низкая механизация.

Рыбообрабатывающая промышленность Норвегии приспособлена к потребностям международного рынка. Более 70% выпускаемой в Норвегии продукции в виде мороженой, соленой и сушеной рыбы, рыбьего жира и кормовой муки является предметом экспорта.

Весьма характерным для Норвегии является большой масштаб производства кормовой муки и жира из сельди.

Англия, так же как и Япония, является островным государством, поэтому в ассортименте рыбных товаров преобладает свежая рыба. Хорошо развитая сеть железных и шоссейных дорог позволяет рыбопромышленникам доставлять свежую рыбу в любой город и населенный пункт Англии. Широко развита торговля кулинарными изделиями из рыбы и производство полуфабрикатов в виде подкопченного филе из мелкой пикши или трески и кипперсов из сельди. Соленая рыба (сельдь), соленосушеная треска (клипфиск) являются главным образом предметом экспорта.

Во Франции фактически нет производства мороженой рыбы, но хорошо поставлена торговля свежей рыбой, ракообразными и моллюсками. Более 54% добываемой рыбы и морских нерыбных продуктов население Франции получает в свежем виде. Остальное сырье используется на производство консервов. Из печени трески получают медицинский жир. Большим спросом пользуются устрицы, моллюски, омары и другие ракообразные, добыча которых составляет около 25,0% общего улова.

В Китайской Народной Республике большинство населения живет в относительно широкой прибрежной морской полосе или вблизи многочисленных рек. Близость мест сбыта от районов лова позволяет реализовать большую часть улова в свежем виде. В Китае консервная промышленность только зарождается. В свежем и сушеном виде используются все виды моллюсков и в значительном количестве морские водоросли. Крупные ракообразные подвергаются замораживанию. Из печени акул, скатов и некоторых рыб готовят медицинский жир. Отходы обрабатывающей промышленности используют на приготовление рыбной муки и клея.

В основе правильной организации рыбообрабатывающей промышленности должно лежать стремление рационально использовать сырье, направлять для приготовления пищевых продуктов только ценную в пищевом отношении часть тела рыбы, а все отходы, получаемые при разделке рыбы, полностью направлять для производства технического и пищевого жира, кормовой муки, медицинских препаратов (витамины и т. п.) и технических продуктов.

Советский потребитель получает рыбу главным образом или в круглом виде, т. е. совершенно неразделанную, или разде-

ланную только на колодку, т. е. с удалением внутренностей. У такой рыбы несъедобные или в пищевом отношении малоценные части составляют до 40%. Эти так называемые кухонные отходы в большинстве случаев не используются ни населением, ни промышленностью.

Наиболее экономичным и технологически целесообразным способом разделки рыбы при производстве охлажденных, мороженых, соленых и копченых товаров из рыбы средних и крупных размеров является разделка на филе и филейчики (стеки).

Ассортимент рыбных товаров в большинстве государств и особенно в таких, как Норвегия, Голландия, Дания, Польша, Англия, Восточная и Западная Германия расширяется главным образом за счет применения различных способов обработки.

В нашей стране имеющиеся в этом отношении возможности используются далеко не достаточно.

Увеличение производства продуктов из моллюсков, водорослей и других так называемых нерыбных объектов характерно главным образом для рыбной промышленности восточных стран. В нашей стране использование нерыбных объектов начало усиливаться только в последнее время.

Успешной реализации рыбных товаров способствует удобная и красиво оформленная упаковка, сделанная из жести, стекла, картона, целлофана и других материалов. В нашей стране этому вопросу в последние годы придается серьезное значение.

В шестой пятилетке перед рыбной промышленностью СССР стоит задача в значительной мере расширить ассортимент и улучшить качество рыбной продукции, для чего широко используется передовой опыт работы отечественной рыбной промышленности и зарубежных стран.

ГЛАВА II. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

При анализе деятельности того или иного предприятия очень важно четко различать понятия—производственный и технологический процесс. Только путем тщательного и точного хронометража всего производственного процесса можно установить недостатки в его организации и разработать обоснованные мероприятия по их устранению.

Производственным процессом следует называть последовательное расположение всех операций, применяющихся на данном предприятии при производстве данного продукта.

В производственный процесс мы включаем следующие группы операций (обозначаемые условно индексами А, Б, В, Г, О): технологические (основные), транспортные, вспомогательные, контроль производства, ожидания ¹.

К технологическим операциям (А) относятся такие, которые изменяют форму, химический состав и другие свойства исходного сырья с целью получения продукта необходимого качества.

При помощи транспортных операций (Б) сырье доставляют с причала на завод и перемещают в процессе обработки от одного рабочего места до другого. Транспортные операции можно осуществлять вручную (носилки), при помощи приспособлений (тачка) или транспортно-подъемными механизмами (конвейеры, элеваторы и т. п.).

Вспомогательные операции (В) ускоряют и облегчают труд рабочих, занятых на основных операциях, обеспечивают бесперебойную работу машин и аппаратов (сортировка рыбы, обслуживание аппаратов и механизмов).

Задачей операции контроля производства (Г) является проверка качества сырья, полуфабриката и готовой продукции, точности дозировки консервирующих и пищевкусовых веществ, употребляемых при производстве данного продукта, и т. д.

¹ Операцией следует называть в известной мере самостоятельную часть производственного процесса, выполняемую на определенном рабочем месте одним рабочим или организационно связанной группой рабочих (бригадой), одной машиной или организационно связанной группой однотипных машин.

При движении обрабатываемого сырья от одной операции до другой иногда происходят задержки, условно обозначаемые операцией «ожидание» (О). На отдельных участках производственной линии в ожидании обработки может скапливаться большое количество сырья. Эти нежелательные явления на производстве обычно появляются в результате неправильной расстановки рабочей силы, несоответствия производительности отдельных машин и механизмов в линии, неудачной планировки завода или неудачного расположения оборудования на заводе, периодичности работы аппаратов и устройств.

Непосредственное отношение к производственному процессу имеют операции, направленные на поддержание на предприятии определенного санитарно-гигиенического режима. Прямого влияния на ход и организацию производственного процесса они не оказывают, но существенно влияют на качество выпускаемой продукции.

Производительность труда может быть повышена за счет либо сокращения количества операций, либо сокращения времени, потребного на выполнение той или иной операции, что может быть достигнуто совершенствованием технологических операций, составляющих основу производственного процесса, совершенствованием рабочих мест, где применяется ручной труд, который еще нельзя заменить машинами, внедрением наиболее производительных машин, аппаратов и методов организации производственного процесса, а также путем модернизации действующего оборудования.

Основным фактором, сдерживающим в настоящее время механизацию и автоматизацию производственного процесса, является большая продолжительность процессов консервирования рыбы (посола, копчения, сушки и т. п.), что исключает возможность создания аппаратов непрерывного действия.

Для того чтобы перейти на скоростные методы консервирования рыбы, научные и технические работники используют современные достижения в области физики, химии и других наук для разработки технологических процессов на совершенно новой основе (токи высокого напряжения и частоты, ультразвук и т. п.).

Оборудование, используемое на предприятиях рыбной промышленности, можно разделить на следующие основные группы: машины-двигатели, технологические машины и аппараты, транспортные механизмы, вспомогательные приспособления и машины.

Машины-двигатели (электромоторы, паровые и другие машины) приводят в движение так называемые рабочие машины, т. е. машины остальных трех групп.

При оценке машин-двигателей учитывается прежде всего их относительная производительность, определяемая коэффициентом полезного действия, т. е. полнотой использования энергии,

наименьшими потерями при переработке энергии. Другим критерием оценки совершенства машин-двигателей является их экономичность при постройке и эксплуатации.

При оценке рабочих машин учитывают главным образом их абсолютную производительность, выражаемую количеством обработанного ими сырья в единицу времени.

Полный цикл рабочей машины включает время, необходимое на производство тех операций, для которых машина предназначена (рабочее время), и время, расходуемое на вспомогательные операции, — установку обрабатываемого объекта, возвращение рабочих органов машин в исходное положение для нового цикла и т. п. (вспомогательное время). Чем меньше полный цикл машины, тем выше ее производительность.

У многих рабочих машин вспомогательное время составляет значительную часть цикла, поэтому сокращение его является весьма существенным фактором в повышении производительности машин. Решающее значение принадлежит автоматизации, при которой вспомогательные операции выполняются самой машиной.

Более высоким этапом автоматизации являются автоматические линии, т. е. система рабочих машин, объединенных автоматическими транспортирующими устройствами и вспомогательными механизмами. Автоматические линии не только облегчают труд, но их введение сокращает потребность в производственных площадях и делает производство строго ритмичным.

В рыбной промышленности наиболее совершенными, автоматически работающими линиями являются линии по изготовлению цилиндрических жестяных консервных банок и переработке рыбы на жир и муку.

Основой всякого производства является та технология, по которой осуществляется обработка сырья, поэтому производство принято характеризовать не только по тому, как на нем организован производственный, но и как организован технологический процесс.

Под технологическим процессом следует понимать совокупность всех технологических операций, необходимых для производства продукта заданных качеств. На отечественных однотипных заводах технологический процесс является одинаковым, так как организуется согласно единой технологической инструкции. Изменять его можно только после того, как узаконена новая технологическая инструкция или внесены соответствующие изменения или дополнения в действующую инструкцию.

Технологический процесс является частью и основой производственного процесса.

Производственный и технологический процессы принято изображать в виде схемы (рис. 3). На рис. 3 видно, что производственная схема значительно сложнее, чем технологическая. Даже на однотипных заводах производственные процессы никогда

не бывают одинаковыми. Наиболее совершенны они на тех заводах, где: административно-технические работники отличаются высокой общей и технической культурой, умеют правильно организовать производственный процесс, умело используют оборуду-

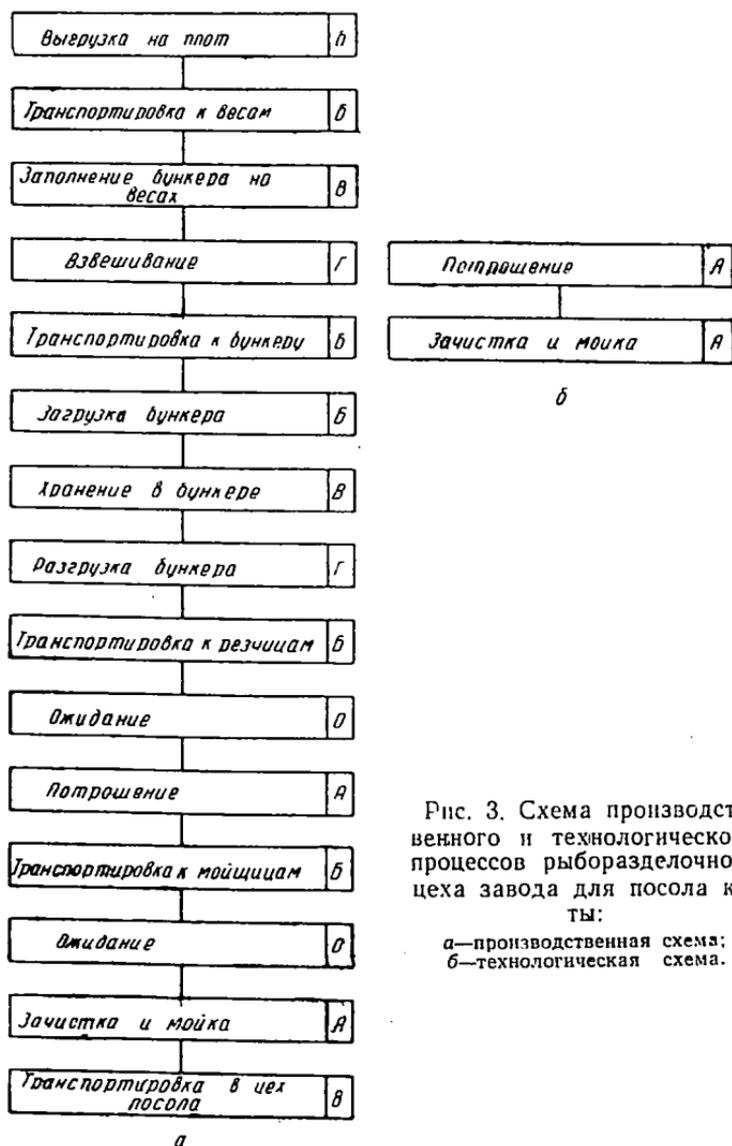


Рис. 3. Схема производственного и технологического процессов рыбоборозделочного цеха завода для посола кеты:

а—производственная схема;
б—технологическая схема.

дование; рабочие имеют высокую квалификацию и активно участвуют в совершенствовании производственного процесса; размеры производственного помещения и его планирование позволяют наиболее рационально расставить оборудование; проявляется необходимая забота об условиях труда рабочих.

Совершенство производственного процесса может быть охарактеризовано следующими показателями.

1. Продолжительность производственного процесса (в часах), которую находят из формулы

$$x = A + B + B + \Gamma + O; \quad (1)$$

где: A, B, B, Γ, O —продолжительность соответственно производственного процесса, технологических, транспортных, вспомогательных операций, контроля и ожидания.

Чем меньше продолжительность производственного процесса, тем более совершенна его организация.

2. Коэффициент непрерывности обработки сырья, находимый из формулы

$$\alpha_1 = \frac{A}{x}, \quad (2)$$

где: α_1 — коэффициент непрерывности обработки сырья;
 A — продолжительность всех технологических операций;
 x — продолжительность производственного процесса.

Этот коэффициент показывает, насколько непрерывно проходит обрабатываемое сырье от одной технологической операции до другой или какую часть продолжительность технологического процесса составляет от продолжительности производственного процесса. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем более совершенен производственный процесс, т. е. тем меньше времени используется непроизводительно. С этой целью необходимо всемерно сокращать количество транспортных и вспомогательных операций, а также их продолжительность, не нарушая технологического процесса; при хорошо организованном производственном процессе операций ожидания не должно быть.

3. Коэффициент транспортировки, который находится из формулы

$$\alpha_2 = \frac{B}{A}, \quad (3)$$

где: α_2 — коэффициент транспортировки;
 B — продолжительность транспортных операций;
 A — продолжительность технологических операций.

Чем меньше коэффициент α_2 , тем быстрее сырье подается от одной технологической операции к другой. Этот коэффициент показывает не только компактность производственной линии, но и скорость транспортировки. Чем ближе между собой сдвинуто технологическое оборудование, тем компактнее линия и тем она короче. В идеальном случае $\alpha_2=0$, т. е. производственная линия представляет собой один агрегат, где транспортные операции совпадают с технологическими операциями. Примером такого агрегата могут служить современные жиромучные установки, для которых значение коэффициента α_2 не превышает 0,08.

4. Коэффициент механизации показывает, какая часть операции в производственном процессе выполняется с помощью механизмов.

Находят его из формулы

$$\alpha_3 = \frac{x_1}{x}, \quad (3a)$$

где: α_3 — коэффициент механизации;

x_1 — продолжительность механизированных операций;

x — продолжительность производственного процесса.

Этот коэффициент только с некоторым приближением характеризует степень совершенства производственного процесса, так как применение механизмов, как правило, сокращает продолжительность операций. В результате по сравнению с немеханизированным производством в формуле (3a) числитель уменьшается на большую величину, чем знаменатель, в который входит часть операций, еще выполняемых вручную. В результате значение коэффициента α_3 оказывается меньше действительного.

Более точным методом следует считать включение в расчетную формулу числовых значений всех механизированных операций из расчета, если бы эти операции выполнялись вручную.

5. Коэффициент автоматизации показывает, какая часть операций в производственном процессе выполняется с помощью автоматически работающих машин и механизмов. Этот коэффициент находится из следующей формулы:

$$\alpha_4 = \frac{x_2}{x}, \quad (36)$$

где: α_4 — коэффициент автоматизации;

x_2 — продолжительность автоматизированных операций;

x — продолжительность производственного процесса.

Замечания о методике расчета по формуле (3a) относятся и к методике расчета по формуле (36).

Производственный процесс начинается с выгрузки рыбы из трюма судна или автомашины и заканчивается сдачей готовой продукции на склад.

Обычно последней стадией производственного процесса приготовления рыбных продуктов является та технологическая операция, в результате которой в обрабатываемом сырье происходят наиболее значительные физико-химические изменения, придающие сырью новые пищевые особенности и способствующие его консервированию.

Так, например, при приготовлении консервов такой технологической операцией является стерилизация, копченых товаров — копчение, соленых — посол и т. д. Концом посола, например, следует считать тот момент, когда концентрация соли в клеточном соке рыбы становится равной концентрации соли в растворе (тузлуке), окружающем рыбу, т. е. когда просалива-

ние рыбы заканчивается. Созревание соленой рыбы мы не включаем в производственный процесс, так как оно может осуществляться вне пределов завода (в пути, на складах), а если оно осуществляется на заводе, то не находится при этом в процессе труда. Для определения продолжительности отдельных операций производственного процесса под контроль берут 1 ц свежей рыбы и ведут хронометраж движения этой партии рыбы от одной операции до другой. Результаты замеров времени записывают в таблицу, имеющую следующую форму:

Наименование операции	Индекс, характеризующий группу операций	Время прохождения	Продолжительность операции

Чтобы контролируемую партию не перепутать в общем потоке сырья, рыбу необходимо положить в противни и в них ее транспортировать от одной операции до другой. Однако никаких привилегий контролируемой партии рыбы делать не следует — она должна двигаться в общем потоке обрабатываемого сырья. В том случае, если данную партию рыбы укладывают в аппарат большой емкости и дальше ее выделить уже невозможно, берут среднее время.

Например, на выгрузку 20 ц соленой сельди из чана требуется 40 мин. Отсюда на выгрузку контролируемой партии рыбы с учетом утечки (18%) в результате посола потребуется

$$\frac{40 \times 0,82}{20} = 1,64 \text{ мин.}$$

ГЛАВА III. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СВОЙСТВА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ

Мышечная ткань, или, как принято называть, мясо рыбы, является ее основной съедобной частью. Поэтому все существующие способы предварительной обработки рыбы перед консервированием предусматривают в первую очередь ее разделку для отделения несъедобных частей от мяса. В среднем вес мяса у разных видов рыбы составляет около 50% веса всей рыбы.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РЫБЫ

Различают элементарный и валовой химический состав рыбы. Элементарный состав характеризует количество отдельных химических элементов в целой рыбе или в различных органах и тканях. К настоящему времени в составе тела рыбы найдено около 60 химических элементов, в том числе O, H, C, N, Ca, S, P, K, Mg, Na, Cl, Cu, Br, I, Fe и многие другие. Элементы, которые встречаются в рыбе в количестве 0,2% и более на сухое вещество, принято называть макроэлементами, а остальные элементы, встречающиеся в меньших количествах, относят к микроэлементам. Несмотря на малое содержание в рыбе, микроэлементы имеют очень важное физиологическое значение, так как участвуют в процессе обмена веществ в живом организме.

В мышечной ткани морского окуня, пикши и трески, по данным ВНИРО, содержится (в % на сухое вещество): Ca от 0,2 до 0,3; Mg от 0,09 до 0,13; P от 0,85 до 1,2; K от 1,28 до 1,9; Fe от 0,003 до 0,005.

Значительно больший интерес для технолога представляет знание так называемого валового химического состава рыбы, т. е. содержания в рыбе, ее органах и тканях, особенно в мышечной ткани, отдельных образующих их веществ — воды, азотистых белковых и экстрактивных веществ и жиров, а также общего количества минеральных веществ. Углеводов (гликогена) в мышечной ткани рыбы очень мало, поэтому при технологической характеристике рыбы их обычно не учитывают.

По вопросу о валовом химическом составе рыбы имеется довольно обширная специальная литература, поэтому ниже дается только минимум необходимых сведений.

Изучение химического состава рыбы в России было начато в 1882—1883 гг. В. В. Поповым и П. Костычевым; однако до Октябрьской социалистической революции подобные исследования не получили большого развития. За годы советской власти, особенно за последние 15 лет, произведены многочисленные анализы свежей рыбы и различных рыбопродуктов. Работы эти проводили главным образом сотрудники ВНИРО и его бассейновых институтов под руководством А. А. Лазаревского, И. В. Кизеветтера, Т. И. Макаровой и В. В. Колчева.

Средний химический состав мышечной ткани некоторых основных видов промысловых рыб приведен в табл. 5. Количество белков и минеральных веществ (зола) в мышечной ткани различных видов рыбы меняется незначительно, в то время как содержание воды и жира подвержено большим колебаниям.

Таблица 5

Название рыбы	Валовой химический состав рыбы в %			
	вода	жир	белок	минеральные вещества
Треска	80,8	0,4	17,6	1,2
Щука	79,4	0,7	18,8	1,1
Судак	78,9	0,8	19,0	1,3
Вобла	78,1	2,2	18,3	1,4
Лещ	76,5	4,0	18,3	1,2
Сазан	78,0	2,7	18,2	1,1
Горбуша	70,5	7,1	21,0	1,4
Морской окунь	74,9	5,9	17,8	1,4
Осетр	71,4	10,9	16,4	1,3
Севрюга	69,8	11,9	17,2	1,1
Кета амурская	67,4	11,0	20,7	0,9
Кета камчатская	69,4	5,6	22,0	1,1
Белорыбца	57,3	21,5	20,1	1,1
Угорь	53,5	30,5	14,5	1,5
Сиг	72,0	7,3	19,6	1,1
Минога каспийская	55,1	30,3	13,2	1,4
Лосось (семга)	62,9	15,1	20,8	1,2
Камбала дальневосточная	78,2	2,8	17,0	2,0

Пищевую и товарную ценность рыбы принято характеризовать по величине калорийности ее мяса, которая зависит в первую очередь от содержания жира в мясе, поскольку жир обладает более высокой калорийностью, чем белок.

Содержание жира в мясе различных видов рыбы колеблется в больших пределах. По этому признаку различают рыбу тощую — с содержанием жира в мясе до 1%, средней жирности — с количеством жира в пределах от 1 до 8% и жирную — свыше 8%. Эта классификация является произвольной и поэтому условной.

Химический состав рыбы не является постоянным и меняется в зависимости от ее возраста и пола, времени года, кормовой базы водоема, в котором живет рыба, и других факторов. Эти изменения у некоторых рыб, особенно проходных (например, лососевых), бывают весьма значительными.

Рыбы являются важнейшим источником не только белка, жира и некоторых необходимых для человеческого организма веществ (J, Bг, Сц, Р и т. п.), но также и многих витаминов, встречающихся в икре, молоках, печени и других органах рыбы и относящихся к двум основным группам: жирорастворимым и водорастворимым.

К жирорастворимым относятся витамины А, А₁, А₂, D, D₁ и D₂, а также провитамины (эргостерин), а к водорастворимым — витамины группы В и витамин С. Витамины в отдельных частях и органах рыб распределены неравномерно.

По данным Е. И. Новиковой, наибольшее количество витаминов группы В у большинства рыб содержится в печени, глазах, внутренностях и в меньших количествах — в молоках и икре, совершенно незначительное количество — в мышечной ткани. Так, например, в треске содержится следующее количество витаминов В₁ и В₂ (в гаммах на 1 г):

	Витамин В ₁	Витамин В ₂
Икра	0,88	1,02
Молоки	1,44	0,92
Печень	3,45	0,92
Внутренности	1,72	1,61
Глаза	13,15	0,72
Мышцы	0,23	0,64

Витамины группы А и D содержатся главным образом во внутренностях рыб; в мышечной ткани они пока найдены в очень небольших количествах. По данным Р. Р. Переплетчик, содержание витамина А в печени рыб колеблется от 30 до 8400 инт. ед. на 1 г печени. В печени сома, например, содержание витамина А достигает 8400, трески 500 инт. ед. на 1 г печени.

В 1 г печеночного жира тресковых содержится от 10 до 250 инт. ед. витамина D. Кроме того, в жире рыб содержится большое количество провитамина D. Как показали работы В. Н. Бу-

кина и И. Н. Ерофеева, после облучения жира печени тресковых рыб ртутно-кварцевой лампой ПРК-4 количество витамина D достигает 3000—7000 инт. ед. на 1 г жира.

СТРОЕНИЕ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ

Изучение строения тела рыбы, ее отдельных органов и тканей является предметом специальной науки—морфологии, которая состоит из трех в известной мере самостоятельных разделов: учения об органах (анатомия), учения о тканях (гистология) и учения о клетках (цитология). Как известно, строение тканей изучают с помощью микроскопа, а строение клетки—при применении специальных микроскопов (фазово-контрастный, ультрафиолетовый и другие).

При помощи этих приборов удается обнаружить объекты размером не менее 1 μ . Только с открытием электронного микроскопа морфологи стали изучать строение клетки (субмикроскопическую структуру), а рентгеновский анализ дал возможность установить ее молекулярную структуру. При изучении структуры ткани и клетки столкнулись интересы двух наук: морфологии и коллоидной химии.

Для объяснения ряда явлений, происходящих в процессе консервирования рыбы, необходимо иметь достаточно ясное представление о строении мышечной ткани рыбы.

Для изучения строения мышечной ткани рыбы был проделан опыт с атлантической треской. Кусочек мышечной ткани трески замораживали, после чего из него методом сублимации удаляли около 30% воды. Затем из кусочка вырезали пластинки мышечной ткани толщиной 1—2 мм и исследовали ее строение под микроскопом при увеличении в 10, 40 и 100 раз. Длину и ширину мышечных волокон измеряли окулярным микрометром с точностью до 0,005 мм. На замораживающем микротоме делали срезы толщиной 8—10 μ . Строение мышечной ткани трески, щуки, сома и карпа, кроме того, изучали обычным методом при увеличении в 400 и 200 раз. Срезы окрашивали гематоксилином, эозином и заливали глицерином для просветления тканей.

Полученные результаты мы излагаем на основании работ Энгельгардта [173—175], Бладергрена [11], Заварзина [65], Гауровитца [35] и Фрей-Висслинга [168].

Мышечную ткань рыбы можно рассматривать как сплошную коллоидную систему, состоящую из трех основных образований: септ, мышечных волокон и эндомизия.

Септы разделяют соматическую мышечную систему рыбы на поперечные участки (миомеры). Состоят они главным образом из коллагена и эластина, образующих в септе мелкую структурную сетку, заполненную вязким белково-солевым раствором.

Между септами вдоль тела рыбы расположены мышечные волокна, имеющие веретенообразную форму и с обоих концов прочно прикрепленные к септам («врастают» в септы) при помощи большого количества гибких нитей, состоящих, по-видимому, из эластина (рис. 4). Как показали наши наблюдения, при чрезмерном растяжении ткани мышечные волокна разрываются в первую очередь в средней части, а не в местах прикрепления к септам.

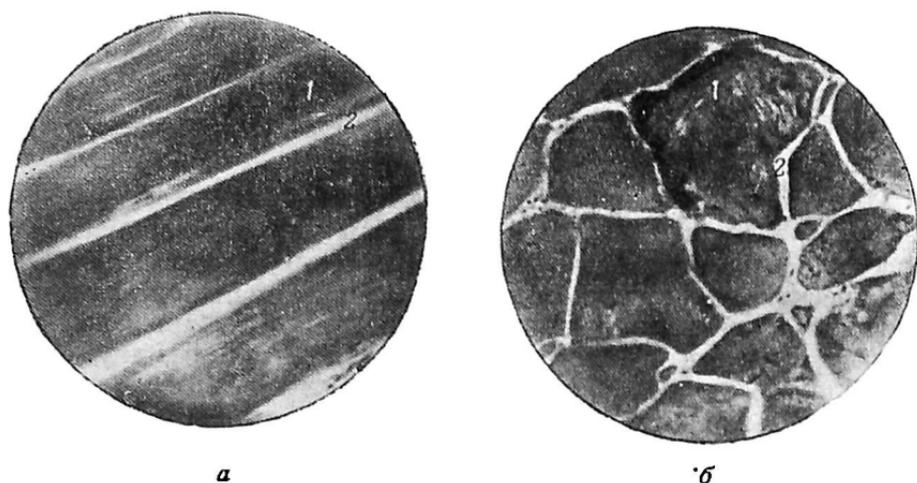


Рис. 4. Строение мышечной ткани рыбы:

а—продольный разрез; б—поперечный разрез; 1—мышечное волокно; 2—эндомизий.

Мышечные волокна соединены между собой прослойками рыхлой соединительной ткани (эндомизия) и, таким образом, плотно упакованы в пространстве между септами. Рыхлая соединительная ткань заполнена вязкой слабоструктурированной жидкостью, которая по своей коллоидно-химической природе, по-видимому, близка к золю саркоплазмы.

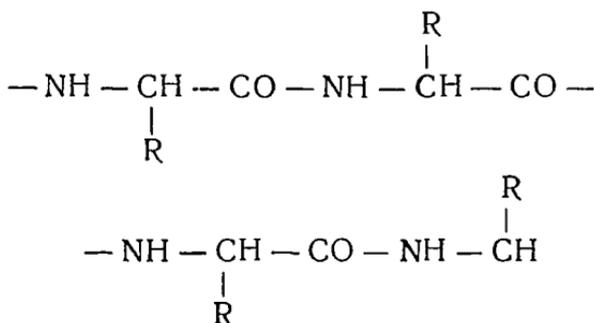
Ширина отдельных мышечных волокон у трески средних размеров (весом около 4 кг) колеблется в пределах от 0,1 до 0,325 мм, а длина — от 8,25 до 14,005 мм.

Мышечное волокно состоит из трех основных частей [173]: вязкого белкового раствора (саркоплазмы), гелеобразного волокнистого образования (миофибрилл) и оболочки, окружающей мышечное волокно (сарколеммы).

Саркоплазма представляет собой вязкий слабоструктурированный белково-солевой раствор, состоящий из миоальбумина, миогена А и В, глобулина Х и миоглобулина, липоидов и различных неорганических солей. Структурообразующим элементом саркоплазмы являются полипептидные цепи. После смерти организма под действием неорганических солей, а также других факторов часть белковых веществ саркоплазмы, вероятно,

коагулирует. в результате чего происходит дальнейшее структурирование саркоплазмы. Мы не склонны считать, в противоположность некоторым авторам [11], что все белковые вещества, находившиеся в живом организме в состоянии золя, после его смерти полностью переходят в состояние геля. Можно с некоторым допущением считать, что вся водорастворимая фракция белков мышечной ткани мертвой рыбы находится в состоянии золя, так как в противном случае, перейдя в состояние геля после смерти организма, белки должны были бы полностью утратить способность растворяться в воде.

Миофибриллы представляют собой гель, по всей вероятности, с частой структурной сеткой, которая образуется за счет протеиновых цепей с наиболее короткими боковыми цепями (группа R):



Миофибриллы, как струны, протянуты в мышечном волокне от одного его конца до другого, и их можно назвать плотной основой мышечного волокна. В их состав входят пучки параллельных субмикроскопических элементарных фибрилл¹. Особенностью структуры миофибрилл является их равномерная полосатость, т. е. правильное чередование так называемых светлых Q и слабоанизотропных темных дисков I (рис. 5).

Миофибрилла — плотное гелеобразное волокнистое образование — является менее оводненной частью мышечного волокна, чем саркоплазма. В миофибрилле белковые частицы находятся в довольно плотной упаковке. Состоят миофибриллы в основном из миозина, который, по утверждению Энгельгардта, находится в виде практически нерастворимого геля, содержащего 80% воды [173]. Кроме миозина, миофибриллы содержат актин и актомиозин.

По утверждению Энгельгардта и Любимовой [174], молекулы миозина в миофибриллах строго ориентированы, что доказывается резко выраженной оптической анизотропностью мышечного волокна. Удлиненная нитевидная форма макромолекул

¹ Миофибриллы имеют толщину около 1 μ, а элементарные фибриллы — от 50 до 100 Å.

миозина и актина, по-видимому, способствует образованию структурной сетки, отличающейся большой эластичностью.

Сарколемма — это структурированная твердообразная система, построенная из фибриллярных белков (коллагена и эластина). Энгельгардт [173] относит сарколемму к наиболее нерастворимой структурной основе «механопассивной части мышечного аппарата». Упругие свойства мышечного волокна, по мнению Энгельгардта, обуславливаются только сарколеммой; что же касается «мышечного вещества», под которым надо понимать саркоплазму, то оно никакой упругости не обнаруживает. По выражению Энгельгардта [163], «все упругие силы мышечного волокна сосредоточены в его соединительной структуре».

Сарколемма, являющаяся оболочкой мышечного волокна, представляет собой гель с частой структурной сеткой, которая, по-видимому, образуется за счет протеиновых цепей с наиболее короткими боковыми цепями, имеющими значительное количество гидрофобных групп.

Михайлов [119] подсчитал, что в структуре коллагена только $\frac{1}{3}$ всех аминокислотных звеньев имеет гидрофильный характер.

Цистин, присутствующий в белках соединительнотканного

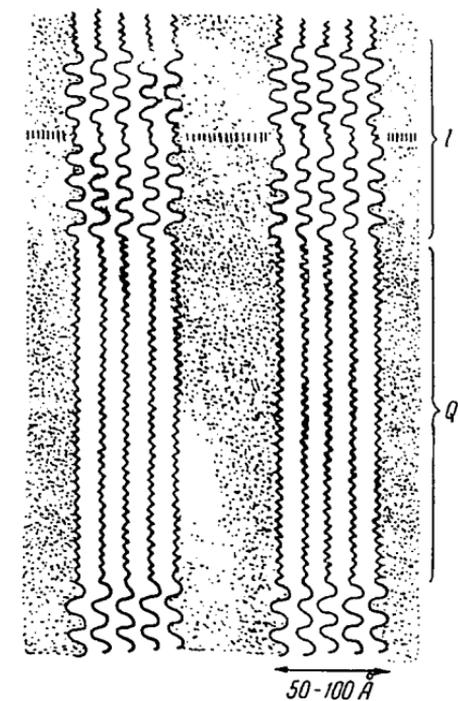


Рис. 5. Субмикроскопическая структура мюнофибрилл (схема Хюртля).

характера, входящих в состав сарколеммы, придает ей гибкость — свойство весьма важное для мышечной ткани рыбы. В целом сарколемма, как образование с наиболее частой и прочной структурной сеткой, придает мышечной ткани рыбы прочность и упругие свойства.

Мышечная ткань мертвой рыбы в отличие от живой имеет сравнительно постоянную (застывшую) структуру, в которой места сцепления пептидных цепей довольно строго фиксированы. Изменение этой структуры под влиянием ферментов и других факторов происходит сравнительно медленно и только в одном направлении — в направлении разрушения структуры (автолиз).

На рис. 6 схематически изображено строение мышечной тка-

ни рыбы. Остов мышечной ткани рыбы состоит из сарколеммы, миофибрилл, септ и эндомизия, прочно соединенных между собой в одну непрерывную систему, которая придает мышечной ткани эластичность, гибкость и способность противостоять разрыву. В самом остове и в свободном пространстве этого остова расположены так называемые промежуточные и межмицеллярные вещества, имеющие тонкую структуру [35].

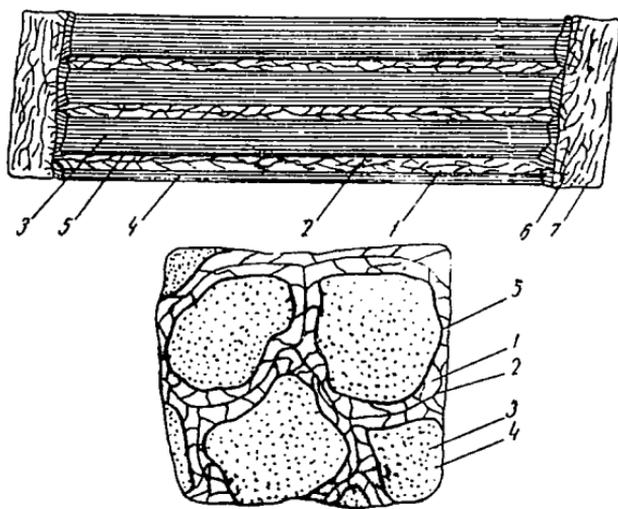


Рис. 6. Схема строения мышечной ткани рыбы:
1—эндомизий; 2—структурная решетка эндомизия; 3—мышечное волокно; 4—миофибриллы; 5—сарколемма; 6—септа; 7—структурная решетка септы.

В совокупности все элементы, составляющие мышечные волокна, а также септы и эндомизий придают мышечной ткани свежей рыбы свойства упруго-пластично-вязкого тела.

При употреблении в пищу вареной или жареной рыбы возникают ощущения сочности, нежности и жесткости ее мышечной ткани. Ощущение сочности вызывается, вероятно, изменением белков в саркоплазме и миофибриллах, сопровождающимся отделением от них части воды, а ощущение жесткости — уплотнением эластина, который при обычной варке не разрушается и не растворяется. Коллаген, переходя при тепловой обработке рыбы в растворимую форму — глютин, придает мышечной ткани рыбы нежность и клейкость. Присутствие жира еще более усиливает ощущение нежности.

Таким образом, следует считать, что консистенция мяса рыбы зависит от соотношения количества саркоплазмы, миофибрилл, сарколеммы, септ и эндомизия в мышечной ткани, от содержания в ней жира, белковых веществ, воды и характера связи воды с белковой системой.

Мясо трески, например, имеет весьма развитую соединительную ткань и поэтому в вареном виде более жестко, чем мясо сома, сазана, леща, карася, у которых соединительная ткань развита слабо и ее роль в известной мере выполняют мышечные кости. Промежуточное положение между этими группами рыб занимает судак и щука.

В мясе рыбы количество соединительной ткани меньше, чем в мясе наземных животных, что отражается на его консистенции. На влияние соединительной ткани, как на фактор, отрицательно сказывающийся на качестве мяса, в 1938 г. совершенно правильно указали Лобанов и Климова [100].

БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ

При переработке рыбы мы имеем дело с мертвыми организмами, поэтому о биохимических свойствах рыбы и, в частности, ее мышечной ткани, можно говорить только условно. В данном случае можно говорить только о ферментах как части живого и одностороннем их действии, направленном на разрушение органических веществ и в первую очередь белков, входящих в состав тела рыбы. Смерть организма является следствием в первую очередь нарушения обмена веществ и денатурации белков, так как они являются основным компонентом структуры протоплазмы.

«Белок — самое неустойчивое из всех известных нам соединений углерода. Он распадается, лишь только он теряет способность выполнять свойственные ему функции, которые мы называем жизнью, и в его природе заключается то, что эта неспособность, раньше или позже, наступает»¹.

Замечательной способностью живого организма и является способность сдерживать денатурацию белков и в процессе обмена веществ непрерывно создавать новые, живые клетки.

Денатурация белков порождает смерть, и сам этот процесс является следствием смерти клетки.

Совершенно иное происходит в мертвом организме. Мертвый организм подвергается воздействию своих ферментов и живых существ — микроорганизмов, также вырабатывающих ферменты.

Таким образом, под биохимическими свойствами мертвой рыбы следует подразумевать способность ферментов мышечной ткани и других органов и частей тела рыбы осуществлять химические процессы, связанные с разрушением (расщеплением) органических веществ (белков, жиров), из которых состоит рыба. Протекающие в мертвой рыбе процессы денатурации белковых веществ, имеющие физико-химическую природу, не следует относить к биохимическим свойствам. В уснувшей рыбе происходят весьма сложные химические процессы, природа ко-

¹ Ф. Энгельс, Диалектика природы, Госполитиздат, 1948, стр. 245.

торых изучена только в самых общих чертах. Трудности заключаются в том, что под влиянием ферментов и других факторов из первоначальных сложных веществ (например, белков) образуется большое количество разнообразных более простых веществ, непрерывно меняется среда, в которой действуют ферменты.

Учитывая известную специфичность ферментов, непрерывное разрушение организма можно распределить на стадии, причем в каждой из них наибольшую активность проявляет определенная группа ферментов.

Ферменты, присущие мышечной ткани рыбы, обычно разделяют на три основные группы: амилалитические (действуют на углеводы), протеолитические (действуют на белки) и липолитические (действуют на жиры)¹.

Углеводов в мышечной ткани рыбы содержится очень незначительное количество, а потому их обычно не учитывают при общей химической характеристике рыбы. Важнейший представитель этой группы веществ — гликоген — содержится в мышечной ткани рыбы в количестве не более 1%.

Азотистые вещества и, в частности, белки во многом определяют биохимические свойства рыбы, так как большинство ферментов является белками и, кроме того, белки являются той средой, на которую главным образом действуют ферменты в процессе посмертного изменения рыбы.

Азотистые вещества, находящиеся в мышечной ткани рыбы, обычно разделяют на две основные группы: белковые и небелковые или экстрактивные вещества.

В зависимости от растворимости белки делят на три фракции: растворимые в воде — альбумины; растворимые в растворах солей — глобулины; нерастворимые в воде и растворах солей остаточные белки — миостромины, или белки стромы.

К альбуминам относятся миоген, миоальбумин и глобулин X. В мышечной ткани трески около 21% всех белков составляют альбумины, в том числе миоген 6%, миоальбумин 7% и глобулин X 8% [33].

В группу глобулинов входят миозины (около 80% всех белков мышечной ткани рыбы), и в первую очередь актомиозин, тропомиозин и нуклеопротомиозин [33]. В чистом виде миозин в мышечной ткани рыбы присутствует, по-видимому, в небольших количествах.

Белки стромы в мышечной ткани рыбы составляют в среднем 3% от общего количества белков, в то время как в мышечной ткани наземных животных количество их достигает 16% [33]. Эти цифры весьма характерны и ясно показывают, насколько

¹ Мы согласны со Смородинцевым [151], что данная классификация ферментов недостаточно точная; однако она является широко распространенной и мы не считаем возможным от нее отказываться.

менее развита соединительная ткань в мышцах рыбы по сравнению с наземными животными.

Экстрактивные, или небелковые, вещества у костистых рыб составляют от 9 до 18% всех азотистых веществ, а у хрящевых

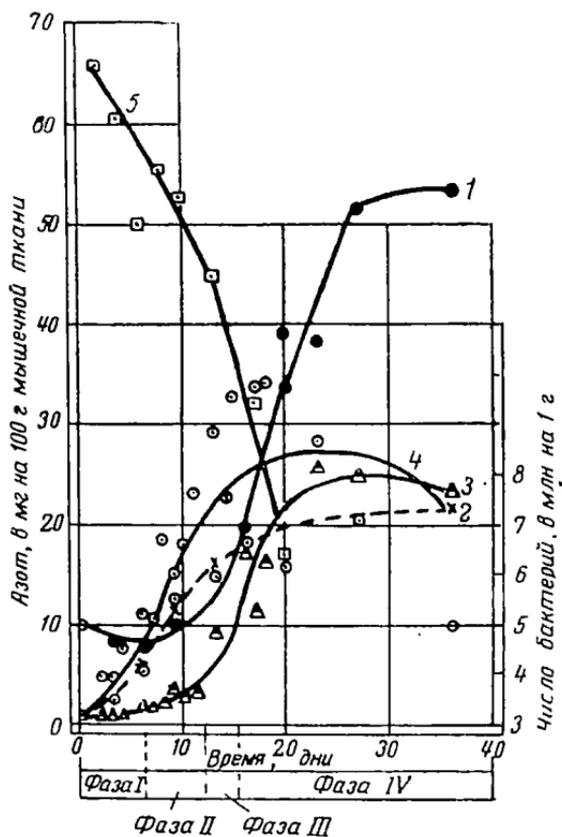


Рис. 7. Изменение содержания летучих оснований, триметиламинооксида и числа бактерий в мышцах пикши при ее хранении на льду:

1—аммиак; 2—число бактерий; 3—триметиламин; 4—диметиламин $\times 10$; 5—триметиламинооксид.

триметиламина и аммиака в свежей рыбе содержится очень мало, но при порче рыбы количество их значительно возрастает (рис. 7). В мясе свежей пикши обнаружены только аммиак и триметиламинооксид. Во время хранения пикши на льду в течение 35 суток содержание триметиламинооксида в мясе быстро падает, а количество аммиака вначале немного уменьшается, но затем, по мере усиления жизнедеятельности микроорганизмов, быстро увеличивается, по-видимому, главным образом за счет дезаминирования аминокислот, образующихся в результате гидролиза белков.

Интенсивное образование триметиламина наблюдается в

рыб (скат, собачья акула) их количество достигает 34—38% [172]. Экстрактивные азотистые вещества не только (наравне с белками) имеют высокую пищевую ценность, но и придают рыбе присущий ей специфический рыбный вкус и запах. Для развития микроорганизмов они представляют более благоприятный питательный субстрат, чем белки, а поэтому скорость порчи рыбы во многом зависит от количества и химической природы входящих в ее состав экстрактивных веществ. Экстрактивные азотистые вещества, найденные в мышцах рыбы, представлены в основном следующими соединениями [172]: летучие основания, триметиламмониевые основания, производные гуанидина, производные имидазола и глиоксолина.

Летучих оснований в виде моно-, ди- и тримети-

тот период, когда в мышечной ткани процессы бактериального происхождения преобладают над автолитическими (фазы III и IV, рис. 7). Содержание диметиламина в мышечной ткани начинает быстро возрастать уже в первые дни хранения рыбы и достигает максимума на 20 день хранения (рис. 7). Поскольку большое количество диметиламина образуется еще до начала бактериального разложения мышечной ткани рыбы, образование этого вещества следует отнести к совместному действию катепсинов рыбы и ферментов, вырабатываемых микроорганизмами.

Из числа аммониевых оснований наибольшее значение имеет триметиламиноксид (Т.М.О.), поскольку он обуславливает наличие специфического рыбного запаха у свежей рыбы. Известно, что у морских рыб этот запах более сильно выражен, чем у пресноводных, что полностью согласуется с приведенными ниже данными о содержании этого вещества в мясе различных рыб [172].

Виды рыб	Содержание триметиламиноксида в мышечной ткани в мг %
Пресноводные рыбы	
Налим	116
Форель	66
Сиг	11
Морские рыбы	
Треска	470
Сельдь атлантическая	250
Камбала тихоокеанская	150

Содержание триметиламиноксида в мышечной ткани рыбы с возрастом увеличивается. При сильном нагревании Т.М.О. распадается на диметиламин и формальдегид, в результате чего в некоторых рыбных продуктах часто формальдегида содержится больше, чем в свежей рыбе.

Во время посмертного изменения рыбы содержание Т.М.О. в мышечной ткани уменьшается, но вместе с тем образуются триметиламин, бетаины и другие продукты распада азотистых веществ, сообщающие лежалой и испорченной рыбе присущий ей особый неприятный запах.

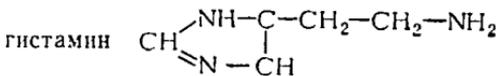
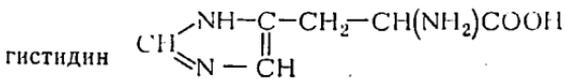
Бетаины встречаются в мышечной ткани рыбы в виде глицинбетаина и бутиробетаина [172].

Экстрактивные вещества в виде производных гуанидина (креатина и аргинина), так же как и производных имидазола или глиоксолина (ансерина, карнозина и гистидина) являются важными компонентами мышечной ткани рыбы и входят в состав мышечного сока (табл. 6). Количество креатина и аргинина составляет около 0,5% от веса сырой мышцы [172].

Таблица 6

Вид рыб	Содержание в мг на 100 г сырой мышцы		
	гистидин	карнозин	ансерин
Пескарь	229,6	0	0
Окунь	217,6	0	0
Белуга	0	306	0
Треска	0	0	150
Карп	242	—	—

При порче рыбы под действием бактерий гистидин, карнозин и ансерин могут распадаться с образованием веществ, обладающих токсическими свойствами. Гистидин, например, декарбоксилируется, превращаясь в гистамин, являющийся довольно ядовитым веществом:



Отравления людей скумбрией, сардиной и тунцом обычно вызываются гистамином.

Помимо вышеуказанных веществ, в рыбе найдены также некоторые другие небелковые азотистые соединения и, в частности, мочевины и производные пурина.

Сведений о количественном содержании производных пурина в мышцах рыбы очень мало. Что же касается мочевины, то имеется большое количество данных о содержании ее в мышцах различных рыб, особенно морских. Установлено, что в мышцах морских хрящевых рыб мочевины содержится около 2000 мг %, в мясе пресноводных хрящевых рыб около 600 мг %, а в мясе костистых рыб только около 3 мг % [172]. Мочевина $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и другие производные угольной кислоты, содержащие остаток аммиака, играют большую роль в обмене веществ в животном организме. Однако, являясь продуктом конечного распада белков, пищевого значения мочевины не имеет.

Жир рыбы по составу и свойствам сильно отличается от жиров наземных животных. В жире рыбы насыщенные кислоты составляют около 16 %, а ненасыщенные — около 84 % общего

количества жирных кислот; этим объясняется их жидкая консистенция при комнатной температуре.

По данным Ловерна [101], состав жирных кислот в жирах рыб зависит от места их обитания. В табл. 7 приводятся средние данные о содержании насыщенных кислот в жирах пресноводных, эвригалинных и морских рыб [101].

Т а б л и ц а 7

Тип рыб	Общее количество различных жирных кислот в %	Содержание ненасыщенных кислот с разной длиной углеродной цепи (в % от общего количества жирных кислот)			
		C ₁₆	C ₁₈	C ₂₀	C ₂₂
Пресноводные	40	20	40	13	25
Эвригалинные	30	15	35	17,5	9
Морские	25	10	25	25	15

Как видно из данных табл. 7, жиры пресноводных рыб имеют наиболее разнообразный состав, причем в них преобладают кислоты с более низким молекулярным весом и меньшей неопределенностью, чем в жирах морских рыб.

Свежая рыба поступает для переработки в живом и снулом (убитом) состоянии. Таким образом, технолога могут интересовать два рода изменений в рыбе — прижизненные и посмертные.

Прижизненные изменения наблюдаются у рыбы при выдерживании ее в садках, аквариумах и других устройствах. Длительное выдерживание рыбы в таких условиях сопровождается истощением рыбы и ухудшением ее качества.

Наряду с понижением жирности рыбы под влиянием голодания, физического и нервного утомления происходит накопление в крови и тканях рыбы продуктов распада органических веществ, принимающих участие в жизненном цикле организма. В частности, распад гликогена и связанное с ним накопление в крови рыбы молочной кислоты оказывает угнетающее влияние на эритроциты, и они постепенно теряют способность поглощать кислород, в результате чего рыба погибает от удушья (асфиксия).

Накоплению молочной кислоты в крови предшествует образование ее в клетках мышечной ткани, откуда она и диффундирует в кровь.

Указанное явление следует считать основной причиной весьма быстрой гибели после вылова рыб, способных к энергичным движениям (скумбрия, кефаль, сельдь, пикша и др.). Установлено, что быстрые и энергичные движения способствуют скорейшему распаду гликогена и накоплению молочной кислоты

в тканях рыбы. Наоборот, рыбы, которые после вылова и при выдерживании в садках и аквариумах ведут себя сравнительно спокойно (сазан, сом, стерлядь и другие), выживают значительно дольше.

При асфиксии саркоплазма переходит в более жидкое состояние, по-видимому вследствие разъединения гомеопольярных связей в структурной полипептидной решетке в результате гидrogenизации [35]. По этой причине некоторое время после смерти рыбы ее мышечная ткань обладает наиболее нежной и сочной консистенцией.

Посмертные изменения в рыбе проходят в несколько стадий, которые следует рассмотреть отдельно.

1-я стадия — выделение слизи. Поверхность живой рыбы, только что вынутой из воды, покрыта тонким слоем прозрачной слизи, содержащей глюкoпротеид — муцин, выделяемый железистыми клетками эпидермиса кожи. После смерти рыбы слизистые железы еще некоторое время продолжают выделять слизь, количество которой на поверхности рыбы заметно увеличивается. Слизь у только что уснувшей рыбы прозрачная, по мере хранения она мутнеет и приобретает неприятный темно-серый цвет. Запах слизи постепенно переходит в гнилостный. Это происходит под воздействием микроорганизмов, для которых слизь является хорошей питательной средой.

Неприятный гнилостный запах, исходящий от слизи, не является признаком порчи рыбы, так как микроорганизмы еще находятся только на поверхности рыбы и не начали своей разрушительной работы в мышечной ткани. Путем тщательной мойки рыбы в проточной воде эту слизь можно сравнительно легко удалить. Выделение слизи прекращается перед наступлением посмертного окоченения рыбы.

2-я стадия — посмертное окоченение. Посмертное окоченение начинается с головы, постепенно переходит на мышцы туловища, а затем хвостовой части. Процесс разрешения посмертного окоченения происходит в обратном порядке, т. е. от хвоста к голове.

Внешне посмертное окоченение проявляется в том, что тело рыбы трудно поддается сгибанию, вследствие затвердевания (окоченения) спинных мышц: челюсти крепко сжаты, жаберные крышки плотно прилегают к жабрам; мясо твердое, при нажатии на него пальцем ямочки не образуются. Вызывается посмертное окоченение разрушением аденозинтрифосфата и накоплением молочной кислоты в мышцах вследствие распада гликогена [33, 151].

Посмертное окоченение оказывает большое влияние на длительность сохранения свежей рыбы. Чем позднее оно начинается и дольше продолжается, тем дальше отодвигается период бактериального разложения мяса. Известно, что микроорганизмы хорошо развиваются в щелочной среде; при посмерт-

ном окоченении мясо рыбы имеет нейтральную и даже слабокислую реакцию; в таких условиях микробы не могут в значительной мере проявить свою активность.

На продолжительность посмертного окоченения (по Ф. С. Касаткину) большое влияние оказывает температура тела рыбы (табл. 8).

Т а б л и ц а 8

Температура в °С	Время наступления посмертного окоченения пикши после смерти рыбы	Продолжительность посмертного окоченения пикши
35	5 мин.	40 мин.
25	35 "	3 "
15	2 часа	10 "
10	4 "	36 "
5	10 часов	2,5 дня
1	35 "	3—4 "

Как видно, чем ниже температура тела рыбы, тем позднее наступает посмертное окоченение и тем дольше оно продолжается. Отсюда вполне понятно, какое большое значение при прочих равных условиях имеет применение холода с целью сохранения рыбы-сырца.

3- и 4-я стадии — автолиз и бактериальное разложение. Автолиз — это самопереваривание тканей рыбы под влиянием присущих ей ферментов.

В начале автолиза преобладают процессы, связанные с деятельностью мышечных ферментов (катепсинов) рыбы, которые, разлагая белки, создают благоприятную среду для деятельности гнилостных микроорганизмов. Затем постепенно роль микроорганизмов в процессах распада тканей рыбы начинает преобладать и наступает так называемое бактериальное разложение рыбы.

В стадии посмертного окоченения рыба совершенно свежая, при автолизе товарные качества ее постепенно ухудшаются. Внешне это проявляется в размягчении мышц, западании и помутнении глаз, побледнении жабр. При автолизе в рыбе происходит разрушение белков, жиров, входящих в состав мышечной ткани и других частей и органов тела рыбы.

Автолиз вызывается целой группой ферментов, включающих протеазы, липазы и амилазы, но основную роль в этом процессе играют протеолитические ферменты, так как под действием их разрушается структурная сетка мышечной ткани, построен-

ная из белков, которая придает телу свежей рыбы упруго-пластичные свойства.

В результате разрушения под действием ферментов скелетно-опорная роль соединительнотканых белков и, в частности, коллагена понижается, вследствие чего мышечная ткань рыбы приобретает вначале мягкую, а затем и дряблую консистенцию.

Из химических компонентов, входящих в состав мяса рыбы, наибольшие изменения во время автолиза претерпевают белки, которые подвергаются расщеплению до альбумоз, пептонов, полипептидов и отдельных аминокислот. Разрушение аминокислот происходит только в результате деятельности микроорганизмов, которые вырабатывают более активные ферменты и в большем количестве.

Автолитический распад мышечной ткани рыбы, как уже отмечалось выше, постепенно переходит в бактериальный; ограничить эти процессы очень трудно.

При бактериальном разложении в результате синерезиса мышечная ткань рыбы отдает часть воды, которая вместе с растворенными веществами выходит наружу и покрывает поверхность рыбы слоем слизи; часть сока стекает с рыбы. На этой слизи бурно развиваются гнилостные микроорганизмы, в результате жизнедеятельности которых слизь окрашивается в зеленовато-желтый и серый цвета. Водная вытяжка из мяса такой рыбы имеет светло-зеленый цвет. Если сразу после смерти рыбы слизь, выделяющаяся на поверхности тела рыбы, имеет биохимическое происхождение, то в стадии бактериального разложения она уже коллоиднохимического и микробиологического происхождения.

Микроорганизмы вызывают разложение белков и продуктов первичного расщепления при автолизе до так называемых конечных продуктов белкового распада, к которым относятся летучие азотистые основания, свободные жирные кислоты, летучие сернистые соединения в виде сероводорода и меркаптанов, а также углекислота, водород и азот.

В зависимости от степени развития гнилостного процесса в рыбе образуются газы, в большей или меньшей степени вспучивающие брюшко, которое становится дряблым; при прокалывании брюшка внутренности издадут неприятный запах; жабры теряют свой ярко-красный цвет, бледнеют и покрываются дурно пахнущей слизью; глаза мутнеют и впадают в орбиты, кожные покровы тускнеют, слизь приобретает темно-серый цвет и неприятный запах.

Для того чтобы задержать наступление бактериального разложения рыбы и замедлить его протекание, очень важно поддерживать в цехах и трюмах судов чистоту. В этом отношении очень показательны цифры, полученные Фишер [188]. Количество бактерий в различных местах транспортного судна при

перевозке рыбы составило (количество бактерий на 1 см² анализируемой площади):

Палуба	6 161 000
Пол трюма	17 680 000
Стены трюма	57 662 000
Ящик до укладки в него рыбы	119 250 000

Тара, в которой перевозят рыбу, особенно сильно загрязняется микроорганизмами.

С повышением температуры скорость протекания отдельных стадий посмертных изменений заметно возрастает. Так, например, по данным ТИПРО, при хранении охотской кеты на воздухе при температуре 10—15° посмертное окоченение продолжалось 18 час., а порча наступила через 4 суток; при хранении же на воздухе при температуре 0—2° окоченение продолжается более 2 суток, а порча наступает через 12 суток. По данным ТИПРО, накопление азота летучих оснований в мясе охотской кеты в случае хранения при температуре 0—2° характеризуется следующими данными (в мг%):

До окоченения	29,4
Окоченение	27,3
Автолиз	29,2
Слабые признаки порчи	31,6
Явные признаки порчи	40,7

Как видно из приведенных данных, при низких температурах хранения порча кеты сопровождается относительно небольшим увеличением в мясе количества азота летучих оснований.

Гистологические изменения в мышечной ткани рыбы изучали немногие исследователи. Наиболее полные данные приведены в работе Казабата Тошхару, который провел тщательное и весьма разностороннее исследование посмертных изменений в мышечной ткани тунца альбакора. В табл. 9 приводятся некоторые данные проведенных им наблюдений.

Вследствие того что мясо рыбы хранилось при высокой температуре, уже через 2 часа оно находилось в состоянии глубокого посмертного окоченения (рН 5,89), через 16 час.—в начальной стадии автолиза, а через 31 час было уже непригодным в пищу.

В мышечной ткани свежего тунца перед хранением миофибриллы были расположены в волокнах параллельно и в поперечной полосатости четко просматривались темный и светлый слой; сарколемма плотно охватывала миофибриллы без каких-либо заметных изменений; ядра яйцеобразной или эллипсоидной формы были расположены непосредственно под сарколеммой длинной осью параллельно волокнам.

С понижением свежести мяса его прозрачность и блеск уменьшились. В начальной стадии посмертного изменения (через 2 часа) поперечная полосатость стала неясной вследствие

Таблица 9

Продолжительность хранения в часах	0	2	10	24	31
Температура хранения в °С	26	28,5	27,5	27,5	30
Запах	Нормальный	Нормальный	Слегка затхлый	Затхлый	Гнилостный
Внешний вид и консистенция	Нормальная	Нормальная	Слегка липкая	Липкая, размягченная	Липкая, размягченная, тусклого цвета
pH	6,01	5,89	6,10	6,17	6,31
Летучие азотистые основания в мг %	27,0	27,5	31,2	35,1	48,6
Количество неизменившихся волокон (в % от первоначального количества)	96	86	—	80	43

сокращения мышечных волокон при наступлении посмертного окоченения. В дальнейшем мясо на некоторое время сделалось снова прозрачным, затем поперечная полосатость стала опять неясной; миофибриллы все с большим трудом поддавались окраске, а мышечные волокна превратились в почти бесформенную массу. В мышечной ткани, расположенной ближе к поверхности, наблюдалось увеличение количества бактерий и частичное разрушение сарколеммы, однако во внутренние слои мяса бактерии еще не проникли.

Через 24 часа после начала хранения у рыбы появился легкий гнилостный запах, указывающий на наступление процесса гниения. Произошло резкое увеличение содержания в мясе летучих азотистых оснований, разрушение и исчезновение клеточных ядер эпителиарного слоя и значительные изменения клеток; сарколемма постепенно утрачивала свою упругость; во внутренних слоях мяса начинается легкое восковое видоизменение, происходит сокращение ядер, но поперечная полосатость все еще не исчезает.

Через 30 час. с развитием порчи значительно возросло pH и количество летучих азотистых оснований. В этой стадии волокна поверхностного слоя и ядра очень плохо поддавались окраске и форма их стала неясной.

По мере дальнейшего гниения ядра исчезли полностью, волокна совершенно утратили упругость и мясо стало совершенно мягким и бесформенным.

Под коллоидно-химическими свойствами рыбы следует понимать свойства коллоидных систем, образующих отдельные органы и части тела рыбы и в первую очередь мышечную ткань.

Мертвую рыбу в несколько упрощенном виде можно рассматривать как гель очень сложного строения.

Полипептидные цепи, соединенные между собой различными типами связей, являются основным материалом, из которого построены структурные решетки (остов) рыбы. Теория образования подобных органических структур достаточно подробно изложена в работах Фрей-Висслинга [168] и Бладергрена [11].

В теле рыбы большинство азотистых веществ образует сплошную структуру, которая и придает отдельным тканям и органам рыбы определенную форму, механическую прочность, упругость и гибкость.

На рис. 8 показана электронография геля стенки клетки, из которой видно, что стенка клетки имеет вид сетки из переплетенных между собой микрофибрилл [168].

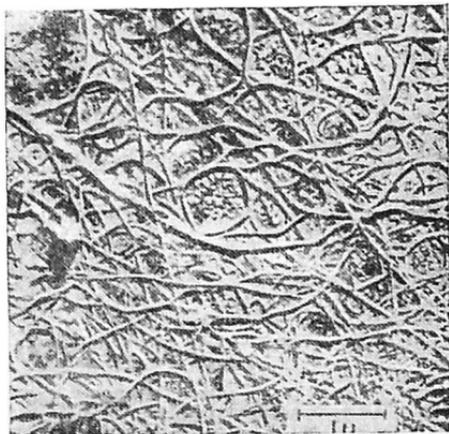


Рис. 8. Электронография стенки клетки (по Фрей-Висслингу).

В отличие от обычных гелей структурный остов тела рыбы заполнен очень большим количеством химических веществ, образующих структурированные вязкие растворы, в которых вода выполняет роль дисперсионной среды. Наличие ферментов также придает рыбе как коллоидному телу специфические особенности. Таким образом, рыбу можно рассматривать как биолоидное тело.

До 1955 г. коллоидно-химические свойства рыбы не были предметом специального изучения, и поэтому проведенные автором в последние годы исследования гидрофильности и структурно-механических свойств мышечной ткани рыбы можно считать началом использования методов коллоидной химии в изучении рыбного сырья и продуктов его переработки.

Ниже излагаются основные сведения о коллоидных свойствах мышечной ткани рыбы, необходимые для правильного понимания процессов ее консервирования.

Формы связи воды в мышечной ткани рыбы

В настоящее время предложено несколько классификаций форм связи воды в материалах, подразделяемых нами на две

группы, в основу которых положены, с одной стороны, гидрофильная частица, и с другой,—гидрофильный материал.

К первой группе относятся классификации, предлагаемые Думанским [61], Кройтом [87, 88] Дерягиным [49] и Буллом [21]. По мнению первых трех авторов, вокруг поверхности частицы имеется три различной толщины слоя воды, а именно: адсорбционный (плотный), диффузный (граничный) и свободный (рис. 9). При этом под адсорбционной или связанной водой понимают воду, прочно связанную с частицей молекулярными силами у поверхности раздела или у определенных радикалов.

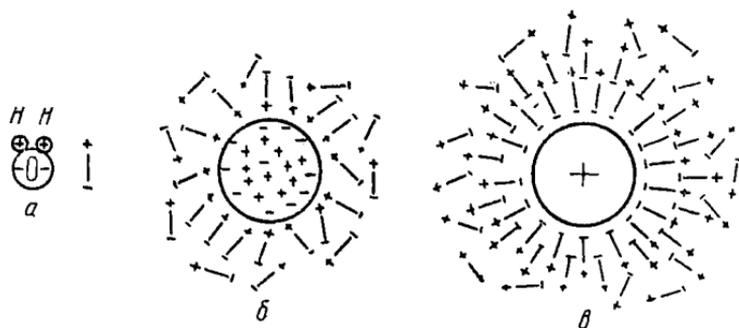


Рис. 9. Строение гидрофильной частицы:

a—модель молекулы воды и схема диполя; *б*—гидратация изоэлектрической коллоидной частицы; *в*—гидратация заряженной коллоидной частицы (по Палляману).

Вода диффузного слоя, в отличие от адсорбционного, не прочно связана с частицей, или, точнее, с адсорбционным слоем, но в то же время отличается от свободной воды, обладая модулем сдвига. Толщина диффузного слоя воды значительно больше, чем адсорбционного. Так, например, по данным Думанского, на поверхности частицы крахмала слой адсорбционной воды составляет 3 \AA , а диффузного — около 800 \AA [58, 59].

Свободная вода, или, как ее называет Дерягин [49], вода объемной фазы, по своим физико-химическим свойствам ничем не отличается от обычной воды.

Классификация Дерягина [49] несколько отличается от классификации Думанского и Кройта, хотя он и признает наличие у поверхности частиц трех слоев воды, называя их адсорбционным монослоем, граничной фазой и объемной фазой.

По мнению Дерягина [49], существует резкая граница раздела между свободной водой (объемной фазой) и диффузной (граничной фазой), т. е. между этими фазами предусматривается наличие скачка.

Думанский [59, 61] наличия границы между слоями не отрицает, но в то же время считает, что диффузный слой не является однородным и в разных его участках свойства воды различны, в результате чего диффузный слой по мере удаления от ад-

сорбционного постепенно; без скачка приближается к свободной воде.

Классификация, изложенная Буллом [21], предусматривающая деление воды на две формы — свободную и связанную, является наиболее простой, и этой классификации придерживаются многие исследователи.

Ко второй группе относятся классификации, разработанные Думанским [58, 59, 61] и Ребиндером [143, 144, 145].

По Думанскому, вода, находящаяся в гидрофильном материале, делится на адсорбционную и свободную, удерживаемую структурной сеткой студня (геля). К последней категории относится вода, удерживаемая в порах, капиллярах, внутри мицелл (внутримицеллярное набухание) и между мицеллами (межмицеллярное набухание) студня.

В классификации Ребиндера по существу учитываются те же формы воды, но им дано иное название и принят новый принцип их систематизации.

В основу системы Ребиндера положено количество энергии, которое необходимо затратить, чтобы испарить ту или иную форму воды из материала. По этому признаку Ребиндер [143] делит воду на гидратную, адсорбционную, осмотическую, структурно- и капиллярносвязанную, а также удерживаемую поверхностью тела (связь смачивания).

В классификациях Думанского и Ребиндера мы не указали химически связанную воду, которая в технологии рыбы не может иметь значения.

При разработке классификации форм воды для мышечной ткани рыбы за основу были приняты теория Думанского о строении гидрофильной частицы и теория Ребиндера о связывании воды структурированными системами. Учитывая, что вода в мышечной ткани рыбы неотделима от белковой системы золь—гель, предопределяющей известные особенности ее строения, мы предложили деление воды в мышечной ткани рыбы на две основные формы: связанную и свободную воду с дальнейшим подразделением связанной (адсорбционной) воды на воду геля и золя и свободной воды — на иммобилизованную, структурно свободную и смачивания.

При этом под связанной понимается вода, прочно связанная с молекулами растворенных и нерастворенных гидрофильных веществ, входящих в состав мышечной ткани, к которым относятся азотистые вещества, главным образом белки и минеральные соли. Связывание воды с белковыми или другими гидрофильными веществами при помощи водородных или других форм связи изменяет физические свойства воды, что важно знать для правильного понимания процессов консервирования рыбы, в частности посола и сушки.

Связанная вода в отличие от обычной или свободной не является растворителем, замерзает при температуре значитель-

но ниже 0°; для ее испарения требуется больше тепла. Связанная вода в зависимости от состояния веществ, которые ее связывают, подразделяется на воду, связанную белковыми веществами, находящимися в состоянии геля, т. е. образующими структурный каркас мышечной ткани (адсорбционная вода геля), и на воду, связанную белковыми и другими веществами, находящимися в растворенном состоянии, т. е. в виде золя или в близком к этому состоянию (адсорбционная вода золя).

Такое деление связанной воды на две формы несколько условно, так как физико-химическая сущность связывания в обоих случаях одинакова; однако оно в то же время необходимо ввиду того, что роль веществ, находящихся в состоянии геля (структурная сетка) и золя (водорастворимая часть), в мышечной ткани рыбы совершенно различна.

В обоих случаях вода связывается преимущественно по определенным радикалам молекул азотистых веществ и, по-видимому, в меньшей мере всей поверхностью частиц и стенок скелета.

Свободная вода в мышечной ткани рыбы удерживается структурной сеткой, образуемой азотистыми веществами.

В сарколемме, миофибриллах и септах структурная сетка образует микропоры и микрокапилляры, из которых воду извлечь механическим путем без полного разрушения структуры невозможно.

Иммобилизованной водой мы называем воду, механически захваченную структурной сеткой (гелем) мышечной ткани рыбы. По физико-химическим свойствам эту воду можно разделить на воду диффузного слоя и свободную. Воду диффузного слоя мы полностью считаем растворителем и поэтому относим к свободной, но, поскольку она обладает модулем сдвига, то отпрессовать ее из мышечной ткани рыбы в обычных прессах невозможно.

Структурно свободной мы называем ту часть свободной воды, которую можно выделить из мышечной ткани рыбы путем прессования. Фрей-Вислинг [168] считает, что в саркоплазме и особенно в рыхлой соединительной ткани размер ячеек структурной сетки довольно большой и значительно превосходит размер частиц воды. В промежутках структурной сетки вода может свободно двигаться и в том или ином количестве может быть отпрессована из мышечной ткани рыбы.

По наблюдениям автора, содержание этой формы воды может служить хорошим показателем степени разрушения структурной сетки мышечной ткани при консервировании рыбы, например сушкой.

Водой смачивания условно называется пленка воды, остающаяся на поверхности рыбы после мойки; эта пленка воды удерживается на поверхности рыбы силами поверхностного натяжения и оказывает определенное влияние на процесс консер-

вирования рыбы (например, посола и маринования), причем нередко служит источником ошибок при определении истинного веса рыбы.

Белки в мышечной ткани свежей рыбы находятся в набувшем состоянии и образуют, применяя термин Ребиндера [143], сплошную структуру. Вода адсорбционная и диффузного слоя обуславливает постепенный переход жидкой (золя) части мышечной ткани в твердую (гель).

В результате мышечная ткань рыбы, являясь химически неоднородной, имеет однородную консистенцию.

Иммобилизованная вода, по-видимому, придает мышечной ткани рыбы нежную консистенцию, а связанная — плотную.

В настоящее время нет экспериментальных данных, показывающих влияние характера связи воды с белком на консистенцию мышечной ткани рыбы. Тем не менее есть все основания утверждать, что характер связи воды с основными элементами, входящими в состав рыбы, оказывает большое влияние на ощущение консистенции и вкуса рыбы, возникающие при употреблении ее в пищу.

В качестве примера можно привести замораживание рыбы. В этом случае вода из рыбы не удаляется, но при замерзании связь воды с белковыми веществами нарушается и впоследствии после размораживания полностью не восстанавливается. В результате этого мышечная ткань рыбы в значительной мере теряет свои первоначальные свойства (упругость), и консистенция ее становится более водянистой, что особенно характерно для мороженой рыбы, продолжительное время хранившейся на холодильнике или неоднократно замороженной.

Гидрофильность мышечной ткани рыбы

В настоящее время установлена величина гидратации многих веществ и простейших дисперсных систем. В частности, установлены коэффициенты гидратации некоторых видов белков, но гидрофильные свойства мышечной ткани рыбы в целом до сих пор не изучались. Отсутствие обстоятельных данных о содержании различных форм воды в рыбном сырье является серьезным пробелом, весьма затрудняющим теоретическое обоснование и выбор наиболее рациональных режимов консервирования рыбы.

Планк [135], ссылаясь на работы Овертона, Энзена, Фишера, Рубнера и Хилла, утверждает, что в животных тканях содержится связанной воды от 2 до 6% на сырое вещество.

По данным японских исследователей Kiichi M. и Kiichi O. [172], количество связанной воды в мышечной ткани рыбы больше и составляет 35% от веса сухого вещества.

Прежде чем перейти к подробному изложению результатов наших экспериментальных работ, необходимо дать определение понятия гидратации и коэффициента гидратации.

Под гидратацией понимается процесс присоединения воды к свободным гидрофильным центрам (участкам) вещества или системы веществ, сопровождающийся соответствующим тепловым эффектом. Присоединившуюся при этом к веществу воду А. В. Думанский называет адсорбционной, или связанной [58, 59].

Чтобы обнажить свободные гидрофильные центры, обычно прибегают к высушиванию исследуемого объекта, а затем при определенных условиях его смачивают водой. Таким образом, гидратация является частью процесса оводнения сухого коллоидного гидрофильного вещества или, точнее, началом процесса оводнения.

Под коэффициентом гидратации следует понимать отношение количества воды в граммах, присоединяющееся к 1 г абсолютно сухого вещества (системы веществ) с соответствующим тепловым эффектом.

Исходя из положения, что вода, присоединенная к абсолютно сухому веществу с соответствующим тепловым эффектом, является связанной, Думанский [58] предложил следующую формулу для подсчета количества связанной воды по теплоте смачивания вещества:

$$x = \frac{Q}{80} 100, \quad (4)$$

где: x —количество связанной воды в % от веса сухого вещества;

Q —количество тепла в кал, выделяющегося при смачивании водой 1 г сухого вещества.

Объектом наших исследований была мышечная ткань свежей (только что уснувшей) рыбы—сома, карпа, щуки и мороженой трески, гидрофильность которой определялась по теплоте смачивания и содержанию связанной воды.

Теплота смачивания мышечной ткани рыбы. Теплота смачивания, определяемая в калориметре, показывает выделение энергии в результате перехода воды из свободного в связанное состояние.

При полном смачивании абсолютно сухого гидрофильного вещества общая теплота смачивания подчиняется следующему уравнению Гибса-Гельмгольца [1]:

$$(-\Delta H_{m.жс}) = S \left(F_{жс} - T \frac{dF_{жс}}{dT} \right), \quad (5)$$

где: $(-\Delta H_{m.жс})$ —выделяющаяся теплота или теплота смачивания;

S —площадь чистой поверхности, доступной для адсорбции;

$F_{жс}$ —уменьшение свободной энергии;

$T \frac{dF_{жс}}{dT}$ —скрытая теплота процесса,

В дальнейшем мы теплоту смачивания будем обозначать через Q . Поскольку мышечная ткань рыбы состоит не только из ограничено и неограниченно набухающих коллоидов, но в состав ее также входят неорганические соли и азотистые вещества, растворимые в воде, необходимо различать кажущуюся и истинную теплоту смачивания. В данном случае, вводя эти понятия, мы используем терминологию, которая принята в сорбционной технике при классификации плотности адсорбентов [53, 54, 55].

Под кажущейся теплотой Q_{κ} смачивания мы понимаем суммарный тепловой эффект, полученный в калориметре при смачивании объекта в результате его гидратации и частичного растворения. Таким образом, кажущаяся теплота смачивания подчиняется следующему уравнению:

$$Q_{\kappa} = Q_{\text{гидрат}} + (-C), \quad (6)$$

где: Q_{κ} — кажущаяся теплота смачивания;

$Q_{\text{гидрат}}$ — истинная теплота смачивания (теплота гидратации);

C — тепловой эффект разрушения структуры твердого тела (теплота растворения).

При смачивании водой, например абсолютно сухой мышечной ткани рыбы, наблюдается не только гидратация, но и растворение некоторых веществ мышечной ткани (соли, азотистые вещества). Как будет показано дальше, процесс растворения этих веществ протекает со значительным поглощением тепла ($-C$).

Под истинной теплотой смачивания $Q_{\text{гидрат}}$ мы понимаем теплоту, выделяемую только в результате собственно гидратации. Установить ее непосредственным определением при смачивании такой сложной коллоидной системы, как мышечная ткань, невозможно, так как процессы гидратации и растворения, как правило, протекают одновременно.

Опыты по определению теплоты смачивания мышечной ткани рыбы проводили в калориметре адиабатного типа (рис. 10). Измерения делали при 20° по методике, разработанной Думанским, Меженным и Некрячем [57]*.

Для определения кажущейся теплоты смачивания образцы мышечной ткани измельчали в мясорубке и сушили методом сублимации при температуре 60° и остаточном давлении 0,8 мм рт. ст. до содержания воды не более 4%; высушенный фарш при помощи вальцовой мельницы растирали в порошок, который просеивали через сито с отверстиями 0,2 мм и затем высушивали до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 120° ; сухой порошок помещали в ампулы, которые пос-

* Опыты автор проводил в лаборатории коллоидной химии Института общей и неорганической химии Академии наук УССР.

ле взвешивания запаивали и закладывали в стакан калориметра. Предварительно было установлено, что дегазирование объекта увеличивает теплоту смачивания на 5%.

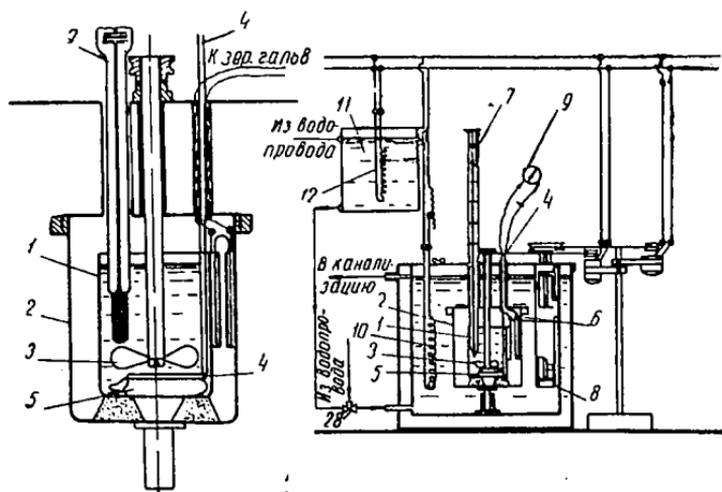


Рис. 10. Калориметр адиабатного типа:

1—внутренний стакан калориметра; 2—наружный стакан калориметра; 3—мешалка внутреннего стакана; 4—давилка; 5—стеклянная ампула с исследуемым веществом; 6—термобатарея; 7—термометр Бекмана; 8—мешалка воды в калориметре; 9—зеркальный гальванометр; 10—элемент для подогревания воды; 11—сосуд для горячей воды; 12—элемент для подогревания воды в сосуде.

Результаты определения кажущейся теплоты смачивания мышечной ткани разных видов рыбы представлены в табл. 10.

Как видно из данных табл. 10, кажущиеся теплоты смачивания сухой мышечной ткани карпа и сома, имеющей близкий химический состав, различаются мало.

Таблица 10

Вид рыбы	Кажущаяся теплота смачивания в кал/г	Состав абсолютно сухой мышечной ткани в %			
		жир	азотистые вещества (N×6,25)	минеральные вещества (зола)	водорастворимые вещества
Карп	15,71	5,26	90,30	6,37	26,14
Сом	16,85	5,76	90,06	5,96	27,09
Щука	14,45	2,85	89,29	6,28	40,25
Треска	18,38	2,96	91,89	4,71	19,04

Наименьшую кажущуюся теплоту смачивания имела сухая мышечная ткань щуки, что объясняется повышенным содержа-

нием в ней водорастворимых, в частности, азотистых веществ, что способствовало увеличению теплового эффекта растворения и соответственно уменьшению теплового эффекта смачивания.

Наибольшая кажущаяся теплота смачивания оказалась у мышечной ткани трески, что объясняется не только повышенным содержанием в ней азотистых веществ, но и меньшим, чем у других образцов, содержанием водорастворимых веществ.

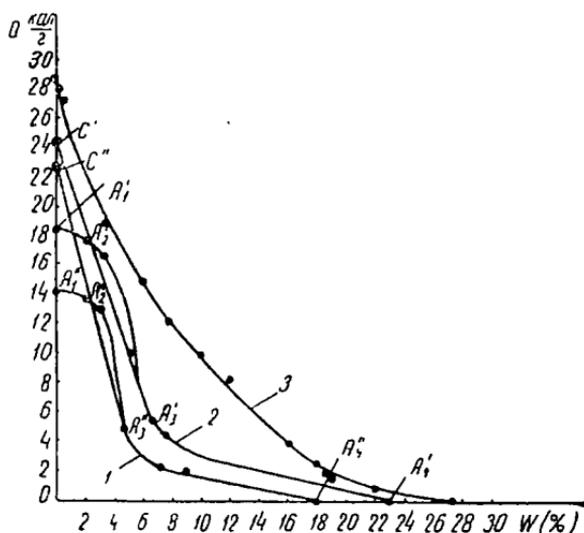


Рис. 11. Кривые гидратации:
1—для щуки; 2—для трески; 3—для крахмала.

Истинную теплоту смачивания определяли на образцах мышечной ткани свежей щуки и мороженой трески следующим образом. Мышечную ткань измельчали на мясорубке и сушили под вакуумом при остаточном давлении 0,5—2,0 мм рт. ст. и температуре 20—100° с таким расчетом, чтобы получить ряд образцов с разным остаточным содержанием воды. Для получения абсолютно сухой ткани высушенный под вакуумом образец после измельчения и просеивания досушивали в обычном сушильном шкафу при 120°. Образцы с максимальным содержанием воды 13,5% были получены путем сушки фарша на воздухе при температуре 25°. Для всех образцов были определены, как описано выше, показатели кажущейся теплоты смачивания, по которым были построены представленные на рис. 11 кривые гидратации, характеризующие зависимость между кажущейся теплотой смачивания и остаточным содержанием воды в сушеной мышечной ткани. Для сравнения на этом же рисунке, по данным А. В. Думанского, приведены аналогичные кривые для картофельного крахмала.

Кривые гидратации мышечной ткани трески и щуки имеют весьма характерную форму. Вначале они слегка наклоняются

к оси абсцисс, а затем в точке A'_2 и A''_2 , резко меняют направление и круто идут вниз; в точках A'_3 и A''_3 вторично происходит резкое изменение направления кривых, они медленно сближаются с осью абсцисс.

Таким образом, кривая гидратации абсолютно сухой мышечной ткани рыбы может иметь, по крайней мере, четыре критические точки.

Первая критическая точка (A_1) соответствует началу гидратации, когда содержание воды $W=0$, а теплота смачивания Q имеет максимальное значение для данного вещества (системы веществ).

Вторая критическая точка (A_2) обозначает конец растворения водорастворимых веществ; в условиях нашего опыта эти вещества уменьшают на участке кривой $A_1—A_2$ тепловой эффект смачивания. Для мышечной ткани щуки кривая гидратации начинается при меньшем значении Q и имеет на участке A_1A_2 меньший наклон, чем для трески. Это вполне закономерно, так как сухая мышечная ткань щуки содержит водорастворимых азотистых веществ и солей 40,25%, а трески — только 19,04% (табл. 10).

На кривой гидратации крахмала этого участка нет, так как водорастворимые вещества из крахмала перед опытом были удалены. Начиная со второй критической точки (A_2), кривая гидратации резко идет вниз до точки A_3 , после которой происходит присоединение больших количеств воды с малым тепловым эффектом.

Четвертая критическая точка (A_4) соответствует окончанию процесса гидратации, когда $Q=0$, а W достигает своего максимального значения для данного вещества (системы веществ).

Основное количество тепла выделяется в первый период гидратации ($A_1—A_2$), хотя в это время к веществу присоединяется небольшое количество воды. По-видимому, вода в первую очередь присоединяется к тем гидрофильным группам (центрам), которые обладают наибольшей свободной энергией и наиболее доступны молекулам воды. В результате этого наблюдается большой тепловой эффект при сравнительно малом расходе воды. Во второй период гидратации ($A_3—A_4$) вода присоединяется, по-видимому, к менее активным гидрофильным группам, чем в первый период.

Анализируя кривые гидратации с обратной стороны, легко установить, что на участке $A_4—A_2$ форма кривой гидратации рыбы полностью соответствует форме кривой гидратации картофельного крахмала. В дальнейшем, начиная с точки A_2 , кривые гидратации рыбы меняют свое направление под влиянием, как уже было отмечено, растворения солей и части азотистых веществ.

Если допустить, что в мышечной ткани рыбы не содержится водорастворимых веществ, то тогда кривая гидратации рыбы,

очевидно, должна иметь такую же форму, как кривая крахмала, т. е. не должна менять своего направления в точке A_2 . Исходя из этого, можно было бы, проведя линию через точки A_3 — A_2 и продолжив ее далее до пересечения с осью ординат, определить таким путем истинную теплоту смачивания сухой мышечной ткани рыбы.

Однако в данном случае применение метода экстраполяции дает большую ошибку, так как нет возможности точно установить на кривой гидратации точку A_2 . Поэтому истинная теплота смачивания была установлена экспериментально путем исследования сухой измельченной в порошок мышечной ткани трески и щуки, предварительно освобожденной от водорастворимых веществ, и составила соответственно 24,74 и 23,62 кал/г, т. е. оказалась значительно больше кажущейся теплоты смачивания (табл. 10).

Отложив эти величины на оси ординат (рис. 11) и соединив найденные точки прямой линией с точками A_3 кривых, находим в месте пересечения прямых линий с кривыми гидратации истинное положение точек A_2 , показывающих конец первого периода гидратации. При этом кривая $CA_2A_3A_4$ будет характеризовать гидратацию геля мышечной ткани рыбы.

Содержание связанной воды геля в мышечной ткани рыбы. Содержание связанной, или адсорбционной, воды геля в мышечной ткани щуки и трески можно определить по истинной теплоте смачивания, по эффекту сжатия воды при связывании ее материалом при увлажнении и по насыщению вещества водой в ксилоле. Поскольку в литературе нет подробного описания этих методов и для рыбы они применены нами впервые, считаем необходимым дать их описание¹.

Определение по теплоте смачивания. На основании установленной величины истинной теплоты смачивания мышечной ткани рыбы, пользуясь формулой Думанского, можно подсчитать количество адсорбционной воды. Однако полученные этим путем данные не будут характеризовать истинного количества адсорбционной воды, так как не учитывают относительное содержание гидрофильных веществ геля в мышечной ткани рыбы.

С учетом последнего фактора количество адсорбционной воды в мышечной ткани рыбы предлагается вычислять по следующей формуле:

$$x = \alpha \frac{Q_{ист}}{80} 100, \quad (7)$$

¹ Порядок проведения наших опытов соответствовал методикам, применяемым в коллоидной лаборатории Института общей и неорганической химии Академии наук УССР, но применительно к специфическим особенностям рыбы по ходу анализа были внесены некоторые дополнения и изменения.

где: x —количество адсорбционной воды в мышечной ткани рыбы в % на абсолютно сухое вещество;

α —коэффициент, характеризующий содержание гидрофильных веществ геля в мышечной ткани рыбы;

$Q_{ист}$ —истинная теплота смачивания.

При подсчете по этой формуле количество адсорбционной воды в мышечной ткани трески и щуки было найдено равным соответственно 24,95 и 17,88% (на абсолютно сухое вещество).

Определение по методу насыщения водой в ксилоле¹. Образцы сухой мышечной ткани для анализа приготавливают так же, как при определении истинной теплоты смачивания.

2—3 г порошка мышечной ткани зашивают в мешочки, сделанные из сложенной вдвое марли, помещают их в эксикатор, в который налиты вода и поверх нее слой ксилола (рис. 12); эксикатор с пробями выдерживают 60 дней в термостате с температурой 20°.

На протяжении опыта ксилол в эксикаторе полностью насыщается водой.

Спустя 60 дней пробу исследуемого материала вместе с 100 мл

Рис. 12. Эксикатор для определения связанной воды:
1—ксиллол; 2—кусочки сухой мышечной ткани; 3—вода; 4—сетка.

ксилола помещают в колбу отгонного аппарата, в котором в течение 2—3 час. отгоняют воду.

Количество адсорбционной воды подсчитывают по следующей формуле:

$$W_{адс} = \frac{\alpha [G_2 - (G_3 + G_4)]}{G_1} 100, \quad (8)$$

где: $W_{адс}$ —количество адсорбционной воды в % на абсолютно сухое вещество;

α —коэффициент, характеризующий содержание гидрофильных веществ геля в мышечной ткани рыбы;

G_1 —навеска сухого материала в г, взятая для опыта;

G_2 —вес отогнанной воды в г;

G_3 —вес воды в г в 100 г ксилола;

G_4 —вес воды в г в марле, из которой сделан капсоль.

¹ В проведении опытов вместе с автором принимала участие З. В. Мелкова.

Определение по эффекту сжатия материала при увлажнении¹. Порядок заготовки проб для анализа тот же, что и при определении истинной теплоты смачивания.

Сухую пробу мышечной ткани рыбы весом около 2 г помещают в пикнометр и подвергают дегазации, для чего пикнометр устанавливают в эксикатор, который подключают к вакуум-насосу. Пробу дегазируют при остаточном давлении 0,01 мм рт. ст. в течение 4 час., затем пикнометр под вакуумом заполняют бензолом, после чего дегазацию периодически продолжают до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков воздуха из содержимого пикнометра.

После этого уровень бензола в пикнометре доводят точно до метки и пикнометр взвешивают (P_1). Затем из пикнометра сливают 4—5 мл бензола и добавляют в него около 1 мл дистиллированной воды (W). Через 24 часа содержимое пикнометра вновь доводят до метки, добавляя бензол, и пикнометр взвешивают (P_2).

Вес вытесненного водой бензола определяют по формуле

$$B = P_1 + W - P_2, \quad (9)$$

а количество адсорбционной воды вычисляют по следующей формуле:

$$W_{адс} = \frac{\alpha \left(W - \frac{d_s}{d_c} B \right) \frac{100}{P_0}}{1 - \frac{d_s}{d_c}}, \quad (10)$$

где: $W_{адс}$ — количество адсорбционной воды в % на абсолютно сухое вещество;

α — коэффициент, характеризующий содержание гидрофильных веществ геля в мышечной ткани рыбы;

W — вес воды, залитой в пикнометр, в г;

B — вес вытесненного водой бензола в г;

P_0 — навеска материала в г;

d_s — удельный вес воды;

d_c — удельный вес связанной воды;

d_b — удельный вес бензола.

Показатели содержания адсорбционной воды геля в мышечной ткани трески, найденные описанными выше тремя способами, оказались весьма близкими (табл. 11).

¹ В проведении опытов вместе с автором принимала участие З. В. Мелкова.

Наименование объекта	Содержание адсорбционной воды в % на абсолютно сухое вещество, найденное разными методами		
	по теплоте смачивания	по эффекту сжатия	по насыщению в ксилоле
Мышечная ткань трески	24,95	25,92	23,40
Мышечная ткань щуки	17,88	—	—

Зная количество связанной воды геля в мышечной ткани, можно установить, в какой мере гидрофильные центры структурной сетки мышечной ткани рыбы участвуют в связывании воды. С этой целью, пользуясь аналитическим методом Путиловой [141], в основе которого лежит допущение, что в белковой молекуле все гидрофильные центры являются свободными и связывают воду, следует вычислить максимально возможное количество адсорбционной воды, связываемой белками, образующими структурную сетку мышечной ткани рыбы по следующей формуле:

$$W_{адс} = (N_{общ} - N_a) \cdot 6,25 \cdot 0,47, \quad (11)$$

где: $W_{адс}$ — максимальное (теоретически возможное) количество связанной воды в % на абсолютно сухое вещество;

$N_{общ}$ — содержание общего азота в % на абсолютно сухое вещество;

N_a — содержание водорастворимого азота в % на абсолютно сухое вещество;

6,25 — коэффициент пересчета общего азота мышечной ткани рыбы на белок;

0,47 — коэффициент гидратации белков, установленный И. В. Путиловой.

При расчете мы исключаем водорастворимую фракцию азотистых веществ, так как они входят в состав золя мышечной ткани.

Сопоставляя количество связанной воды геля в мышечной ткани щуки и трески, найденное по истинным теплотам смачивания с количеством связанной воды, вычисленным по методу Путиловой (табл. 12), видим, что действительная гидрофильность азотистых веществ структурной сетки мышечной ткани рыбы значительно меньше теоретически возможной.

Из этого следует, что не все гидрофильные центры азотистых веществ, образующих структурную сетку мышечной ткани рыбы, являются свободными и могут участвовать в связывании воды. Значительная часть гидрофильных центров азоти-

Объект исследования	Содержание связанной воды геля (в % на абсолютно сухое вещество)	
	по истинной теплоте смачивания	по методу Путиловой
Мышечная ткань щуки . . .	17,88	26,83
Мышечная ткань трески . .	24,95	33,22

стых веществ (33%) участвует в образовании связей между главными пептидными цепями или отдельными молекулами и агрегатами молекул белков, т. е. участвует в построении структурной сетки (геля) мышечной ткани рыбы.

Содержание связанной (адсорбционной) воды золя в мышечной ткани рыбы. Воду, связываемую веществами, входящими в состав золя мышечной ткани рыбы, определяем по разности между общим количеством связанной воды в мышечной ткани и содержанием связанной воды в ее геле.

Все известные методы и определения общего количества связанной воды предусматривают предварительное высушивание или замораживание исследуемого материала. Чтобы избежать этого, автор разработал новый метод, предусматривающий выдерживание образцов в абсолютно сухом углеводороде и, в частности, в ксилоле.

В основе этого метода лежит допущение, что если сырую мышечную ткань рыбы положить в абсолютно сухой углеводород, то через некоторое время из нее будет извлечена вся иммобилизованная вода, включая и воду диффузного слоя. Оставшуюся в образце воду, не подчиняющуюся законам диффузии, можно считать связанной. Метод дает возможность использовать для опытов свежую рыбу, так как при погружении в ксилол она оказывается в антисептических условиях.

Опыты проводят следующим образом. Из мышечной ткани рыбы вырезают пластинки толщиной 2—3 мм и весом 10—12 г, которые после взвешивания помещают в эксикатор, заполненный сухим ксилолом. Чтобы ксилол на протяжении опыта сохранялся сухим, на дно эксикатора кладут кусочки прокаленного хлористого кальция. Через шесть месяцев образцы рыбы вместе с 50 г ксилола переносят в колбу перегонного аппарата и отгоняют из них воду¹. Количество связанной воды вычисляют по формуле

$$W_{ca} = \alpha_1 \frac{G_1 100}{G_2}, \quad (12)$$

¹ В данном случае опыт проводили при температуре 20°.

где: $W_{св}$ — количество связанной воды в % на абсолютно сухое вещество;

G_1 — вес отогнанной воды в г;

G_2 — вес образца рыбы в г;

α_1 — коэффициент для пересчета на сухое вещество.

Найденное общее содержание связанной воды в мышечной ткани трески и щуки оказалось близким и составило соответственно 5,7 и 5,4% в расчете на сырое вещество, или 30,4 и 28,6% в расчете на абсолютно сухое вещество. Количество связанной воды золя в мышечной ткани, установленное по разности между общим количеством связанной воды и содержанием ее в геле, показано в табл. 13.

Таблица 13

Объект исследования	Содержание связанной воды в % на абсолютно сухое вещество		
	гель	золь	всего
Мышечная ткань трески	24,9	5,5	30,0
Мышечная ткань щуки	17,9	10,7	28,6

Содержание структурно свободной воды в мышечной ткани рыбы¹. Содержание структурно свободной воды в мышечной ткани зависит в основном от вида рыбы и от стадии ее пост-смертного изменения.

Методика определения этой формы воды в рыбе была разработана нами на основании утверждения Думанского [59] о том, что свободная вода легко отпрессовывается из коллоида.

Для отжимания мышечной ткани была использована специальная прессформа (рис. 13) в виде цилиндра, разделенного на две части поперечной перегородкой с отверстиями диаметром 3 мм. Верхняя часть прессформы служит камерой для прессования, нижняя является сборником отпрессованной жидкости и проходящих через перегородку частиц мышечной ткани.

Перед прессованием в нижнюю часть прессформы помещают взвешенную бюксу, накрытую марлей, а в верхнюю часть кладут два вкладыша с более мелкими и чаще расположенными отверстиями, чем в перегородке. Затем в прессформу помещают кусочки мышечной ткани рыбы весом около 20 г, и поршнем пресса давлением до 40 кг/см² их сжимают в течение 1 мин.; вся мышечная ткань вместе с отпрессованной жид-

¹ В проведении опытов вместе с автором принимали участие К. В. Мартемьянова и З. В. Мелкова,

костью (соком) должна перейти в нижнюю часть прессформы (сборник). Отпрессованная жидкость пропитывает марлю и стекает на дно бюксы, а отжатая мышечная ткань остается в отверстиях вкладышей. До и после прессования мышечную ткань взвешивают.

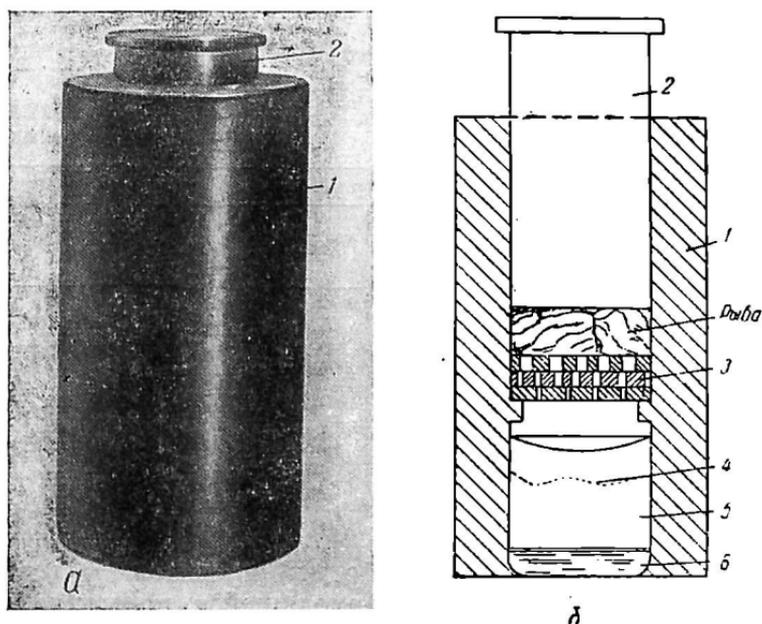


Рис. 13. Прибор для определения свободной воды:
 а—общий вид; б—разрез; 1—корпус; 2—устройство для прессования; 3—
 вкладыши; 4—марля; 5—бюкса; 6—отпрессованная вода.

Путем высушивания отпрессованной жидкости, собранной в бюксу и пропитавшей марлю, устанавливают содержание в ней воды.

Количество структурно свободной воды вычисляют по формуле

$$W_{св} = \frac{\alpha (G_1 - G_2)}{G_1} 100, \quad (13)$$

где: $W_{св}$ — количество структурно свободной воды в % на сырое вещество;

G_1 — вес мышечной ткани рыбы до прессования в г;

G_2 — вес мышечной ткани рыбы после прессования в г;

α — коэффициент, характеризующий количество воды в отпрессованной жидкости.

Условность данной методики заключается в выборе величины давления и продолжительности прессования. Сравнительно небольшое давление (40 кг/см^2) было принято с таким рас-

четом, чтобы избежать значительного разрушения структурной сетки мышечной ткани и по возможности не затронуть воду диффузного слоя. Продолжительность прессования в течение 1 мин. была установлена после соответствующих сравнительных опытов, показавших нецелесообразность более продолжительного прессования. Существенных различий в содержании структурно свободной воды в мышечной ткани рыбы разных видов, находящейся в начальной стадии автолиза, не наблюдается (табл. 14).

Таблица 14

Вид рыбы	Время улова	Состав мышечной ткани в % на сырое вещество				
		белок (N×6,25)	жир	зола	общая вода	структурно свободная вода
Треска	Октябрь	19,56	0,24	1,05	80,74	—
Карп	Апрель	18,06	4,92	1,33	75,71	4,6
Щука	Апрель	21,56	0,69	1,16	79,21	6,1
Сом	Апрель	18,00	2,22	1,09	80,52	5,9
Сазан	Май	19,18	3,58	1,27	78,61	6,8

Содержание структурно свободной и связанной воды в мышечной ткани свежей рыбы, находящейся примерно в одном состоянии посмертного изменения, не может иметь больших колебаний, так как количество азотистых веществ и солей в мышечной ткани различных рыб можно рассматривать как величину постоянную, равную в среднем 20% в расчете на сырое вещество. Содержание в мышечной ткани рыбы иммобилизованной воды увеличивается главным образом с увеличением общего количества воды.

В процессе посмертного изменения рыбы количество структурно свободной воды в мышечной ткани рыбы уменьшается (табл. 15).

Можно было предполагать, что по мере разрушения структуры мышечной ткани под действием ферментов количество структурно свободной воды в ней должно увеличиться, однако в действительности этого не оказалось. Объяснение этому явлению мы дадим в следующих разделах.

Определение структурно свободной воды методом прессования, несмотря на его условность, дает сравнимые объективные данные, позволяющие достаточно точно судить об изменении структуры мышечной ткани рыбы. Аналогичный метод применяла В. П. Воловинская для характеристики консистенции вареных колбас и получила также, как и мы, данные, соответствующие органолептическим показателям.

Характеристика мышечной ткани рыбы	Время от момента умерщвления рыбы в часах	Вода в % на сырое вещество	
		общая	в том числе структурно свободная
Лещ (температура хранения 4°)			
Мышечная ткань плотная и упругая, запах свежей рыбы	12	78,66	8,0
Мышечная ткань упругая, слегка ослабевшая, запах свежей рыбы	34	78,84	7,1
Мышечная ткань ослабевшая, легкий запах испорченной рыбы .	132	79,20	6,6
Мышечная ткань ослабевшая. Куски рыбы покрылись слизью с гнилостно-кислым запахом . . .	156	78,80	7,2
Мышечная ткань мягкая. Куски рыбы покрылись слизью, имеют сильный запах испорченной рыбы	186	78,80	2,7
Щука (температура хранения 25°)			
Мышечная ткань плотная, упругая, запах свежей рыбы	0,5	79,91	10,4
То же	3	79,82	9,04
Мышечная ткань слегка ослабевшая. Куски рыбы имеют небольшой налет слизи	24	79,58	6,1
Мышечная ткань ослабевшая. Куски рыбы покрылись слизью с гнилостным запахом	48	79,48	7,3
Сазан (температура хранения 25°)			
Мышечная ткань плотная, упругая, запах свежей рыбы	2	78,69	7,4
Мышечная ткань слегка ослабевшая, запах свежей рыбы	8	76,36	6,8
Мышечная ткань ослабевшая, запах испорченной рыбы. Куски рыбы покрылись слизью	30	80,71	6,8
Мышечная ткань мягкая, издает сильный гнилостно-кислый запах. Куски рыбы покрылись большим налетом слизи	50	81,04	—
Мышечная ткань имеет мажущуюся консистенцию, издает сильный гнилостно-кислый запах. Куски рыбы покрылись большим налетом слизи серовато-желтого цвета	80	80,34	3,8

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

Азотистые, главным образом белковые, вещества являются основой структурной сетки мышечной ткани рыбы, и поэтому от их механических свойств во многом зависят механические свойства мышц. В технологии рыбных продуктов изменение химических свойств белковых веществ мышечной ткани рыбы в процессе консервирования или посмертных изменений принято оценивать по изменению их растворимости. С этой целью белковые вещества мышечной ткани рыбы делятся на три основные группы (фракции): водорастворимую, солерастворимую и щелочерастворимую. При более детальном анализе учитывается еще небелковый и аминный азот.

Содержание различных форм азота в мышечной ткани рыбы

Различные формы азота (общий, водорастворимый, солерастворимый и небелковый) определяли в мышечной ткани щуки, карпа, сома и сазана, взятых не позже чем через час после умерщвления.

Для анализов использовали только мышечную ткань из спинной части приголовка рыбы, измельченную и тщательно растертую в ступке. Общий азот находили методом сжигания по Кьельдалю, водорастворимый—путем определения общего азота в водной вытяжке из материала, солерастворимый—путем определения общего азота в солевой вытяжке (7%-ный раствор NaCl), небелковый—определением общего азота в водной вытяжке после осаждения белков трихлоруксусной кислотой. Результаты опыта приведены в табл. 16.

Т а б л и ц а 16*

Виды рыбы	Химический состав в % при пересчете на сырое вещество					
	вода	жир	зола	весь белок (N×6,25)	в том числе	
					водорастворимый белок	солерастворимый белок
Карп	79,30	4,32	1,33	15,32	2,68	5,43
Щука	81,17	1,09	1,16	14,35	5,06	4,13
Сом	80,82	1,77	1,02	14,55	3,18	6,46
Сазан	78,69	3,58	1,27	16,72	3,24	7,45

* Данные о небелковом азоте в таблице не помещены; его количество в мышечной ткани карпа, сома, сазана и щуки колеблется в пределах 0,30—0,37% к весу сырого вещества.

Химические анализы выполняли К. В. Мартемьянова, Т. В. Сергеева, М. Н. Еремеева.

Как видно из данных табл. 16, мышечная ткань карпа, сома и сазана содержит значительно больше солеорастворимых, чем водорастворимых белков. Полученные данные согласуются с существующими представлениями о химическом составе мышечной ткани вообще и рыбы в частности.

Несколько необычными являются данные по щуке, в мышечной ткани которой водорастворимых белков значительно больше, чем в мышечной ткани других исследованных нами рыб. Поскольку аналогичные данные приводятся в работах, выполненных под руководством Лобанова [99, 100], а также в книге Смородинцева и Крыловой [151], можно считать, что химические свойства мышечной ткани щуки имеют специфические особенности, в чем мы убедились также при установлении гидрофильных свойств мышечной ткани щуки.

Влияние посмертных изменений на содержание различных форм азота в мышечной ткани рыбы

При установлении зависимости между посмертным изменением коллоидно-химических свойств белков и консистенцией мышечной ткани рыбы мы исходим из следующих положений:

а) в мышечной ткани рыбы водорастворимые фракции белка находятся в виде золя или в близком к этому состоянии, а все остальные белки, в том числе и значительная часть солеорастворимых, участвует в образовании геля;

б) уменьшение растворимости белковых веществ есть признак их денатурации, которая выражается в уплотнении и других физико-химических изменениях белковых молекул;

в) увеличение небелкового азота является признаком гидролиза, который выражается в разрушении (расщеплении) ферментами белковых молекул и, в частности, в уменьшении длины протеиновых цепей и в уменьшении силы взаимодействия между этими цепями;

г) в результате уплотнения белковых молекул и агрегатов белковых молекул и, как следствие этого, выжимания из них воды уменьшается объем дисперсной фазы, но зато увеличивается объем дисперсионной среды мышечной ткани рыбы [132, 176]; при этом количество иммобилизованной воды не уменьшается, а только меняется характер расположения воды в структурной сетке мышечной ткани рыбы;

д) в результате гидролиза белковых молекул число полярных пептидных связей в протеиновых цепях уменьшается, а поэтому уменьшается и число межмолекулярных водородных мостиков. Это положение мы высказываем на основании работы Harris, Misely и Taut [179].

Последние четыре положения являются наиболее характерными и важными при анализе посмертных изменений коллоидно-химических свойств мышечной ткани рыбы.

Данные, характеризующие изменение различных форм азота в мышечной ткани леща и сазана по мере протекания посмертных изменений, приведены в табл. 17.

Т а б л и ц а 17*

Время взятия пробы после умерщвления в часах	Общий азот в % на сырое вещество	Содержание различных форм азота в % от общего азота			
		водорастворимых белков	соле-растворимых белков	небелковый	аминокислотный
Лещ					
12	3,32	13,30	33,30	10,06	—
32	—	—	—	—	—
132	3,24	14,25	30,30	11,30	—
156	3,20	9,36	28,80	12,15	—
186	3,18	8,65	27,40	12,5	—
Сазан					
2	3,31	15,22	24,78	10,71	1,34
8	3,00	—	—	13,36	2,72
30	2,79	—	—	18,92	6,71
50	2,72	—	—	24,19	10,59
80	2,96	14,61	5,61	24,79	16,08

* Химические анализы выполняли Г. В. Сергеева и И. В. Чибирева.

Леща хранили при температуре воздуха 4°, а сазана— при 25°.

Из данных табл. 17 видно, что по мере протекания посмертных изменений количество азота водорастворимых и соле-растворимых белков непрерывно уменьшается, а количество небелкового и аминокислотного азота, наоборот, увеличивается. Низкое содержание азота соле-растворимых фракций белков в первых, наиболее свежих образцах мышечной ткани леща объясняется тем, что мы не имели возможности начать опыты немедленно после умерщвления рыбы. Известно, что соле-растворимые белки мышечной ткани рыбы особенно неустойчивы и после смерти клетки немедленно подвергаются довольно значительной денатурации, выражающейся в уменьшении их растворимости.

Данные табл. 17 показывают также влияние температуры на скорость протекания посмертных изменений в рыбе и, в частности, изменения ее химических свойств. Гидролиз в мышечной ткани рыбы значительно интенсивнее протекает при повы-

шенных температурах (сазан), что следует объяснить биохимической активностью микроорганизмов, а также действием ферментов самой мышечной ткани. При этом вначале происходит уменьшение размеров белковых молекул за счет их расщепления до альбумоз и пептонов и других более простых соединений, а затем эти соединения разрушаются до аминокислот и газообразных продуктов белкового распада.

В результате гидролиза нарушается связь между отдельными молекулами белков, соединительная ткань мышц рыбы разрушается, мышечная ткань постепенно становится мягкой, затем дряблой и в стадии бактериального (гнилостного) разложения превращается в мазеобразную вязкую массу. Это последнее качество мышечная ткань, надо полагать, приобретает не только вследствие гидролиза, но также и денатурации белковых веществ.

В результате денатурации белков увеличивается общее количество воды с внешней поверхности белковых частиц, а поэтому увеличивается «смазывающее действие воды» [176] на осколки молекулярных цепей белков в септах и в мышечном волокне, взаимосцепление пептидных цепей ослабевает и в значительной мере нарушается.

В результате гидролиза и денатурации белковых частиц и, как следствие этого, разрушения структурной сетки мышечной ткани рыбы, казалось бы, должна освобождаться иммобилизованная вода. Однако методом прессования мышечной ткани нам не удалось этого обнаружить (табл. 15). По-видимому, в данном случае мы сталкиваемся с явлением связывания воды по новым гидрофильным центрам, освобождающимся в результате расщепления белковых частиц. Кроме того, часть воды участвует в гидролизе азотистых веществ. Значительное увеличение азота небелкового и аминокислот в мышечной ткани испорченной рыбы является основанием к такому предположению.

Из осколков белковых молекул в мышечной ткани рыбы образуется новая, менее жесткая, более пластичная структурная сетка, из которой, как показали наши опыты, методом обычного прессования отжать воду невозможно.

В результате двух, казалось бы, совершенно противоположных процессов—денатурации и гидролиза белковых частиц—мышечная ткань рыбы теряет свои характерные первоначальные особенности—упругость и прочность. В зависимости от того, какой из процессов преобладает (денатурация или гидролиз), в той или иной мере изменяются показатели, характеризующие консистенцию и структурно-механические свойства мышечной ткани рыбы.

Гистологическую картину разрушения (порчи) мышечной ткани рыбы изучал Бромлей [16]. По мере протекания посмертных изменений каверны в мышечной ткани рыбы вначале по-

являются в эндомизинуме, а затем в мышечных волокнах. Коллаген септ расплывается с появлением каверн, сарколемма разрушается. В конечном итоге происходит слияние каверн с постепенным полным уничтожением соединительно-опорной ткани. В результате первоначальная структура мышечной ткани рыбы в значительной мере разрушается, рыба становится непригодной в пищу.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ

Под механическими свойствами тела понимают способность его противодействовать механическому воздействию внешней силы. Эти свойства зависят от его структуры и химического состава.

Мышечная ткань рыбы по структурно-механическим свойствам занимает промежуточное положение между жидкими и твердыми телами и ее можно отнести к упруго-пластичным телам.

Многие дисперсные системы, в том числе и мышечная ткань рыбы, представляют собой сплошную структуру, придающую системе своеобразные механические особенности и свойства. Для мышечной ткани рыбы эти особенности заключаются в упругости, пластичности и прочности, зависящих от химических свойств ткани и определяющихся молекулярными силами сцепления между элементами структуры, а также степенью развития структуры во всем объеме мышечной ткани.

Рассматривая мышечную ткань рыбы как сплошную структуру, не следует считать ее однородной: мышечное волокно, как основа мышечной ткани рыбы, само по себе неоднородно и состоит, как указывалось выше, из трех основных частей, не только химически неоднородных, но и отличающихся различной степенью упаковки в них протенновых цепей.

В настоящее время имеется два наиболее полно разработанных метода измерения структурно-механических свойств дисперсных систем.

По методу Ребиндера [120, 143—145], прочность структуры оценивается одним показателем—степенью проникновения конуса металлического наконечника в глубь дисперсной системы под действием постоянной нагрузки. Результат определения выражается величиной предельного сдвига, который характеризует собой прочность структуры при малых скоростях деформации. Одного этого показателя в большинстве случаев бывает недостаточно для оценки структуры сложных структурированных систем и, в частности, таких, как рыбное сырье и продукты его переработки.

Немецкий метод основан на использовании универсального консистометра, при помощи которого определяют эластичность, твердость и вязкость исследуемого объекта [46].

Однако ввиду специфических особенностей строения мышечной ткани рыбы эти методы для характеристики и анализа ее структурно-механических свойств оказались непригодными. При разработке нового метода мы исходили из положения, что все виды деформации в мышечной ткани рыбы являются следствием следующих факторов.

Белковые частицы (мицеллы, макромолекулы) и, в частности, пептидные цепи частиц, содержащие большое число звеньев, способны менять свою форму, вращаясь и изгибаясь под влиянием деформирующей силы, причем существовавший порядок в расположении частиц совсем не меняется или наблюдается только сдвиг частиц. При снятии внешнего воздействия деформация исчезает со скоростью, зависящей от того, в какой мере произошло растяжение или сжатие частиц и имел ли место частичный разрыв внутримолекулярных и межмолекулярных связей в результате сдвига частиц.

Деформация может практически исчезнуть мгновенно, если не произошло сдвига частиц и разрушения структурной сетки (упругая деформация), или с некоторым запозданием, если изменилась конфигурация пептидных цепей с разрывом валентных и межмолекулярных связей (высокоэластическая деформация).

Белковые частицы перегруппировываются, причем частично или полностью меняется существовавший порядок в их расположении. В последнем случае наблюдается разрушение структурной сетки. При снятии внешнего напряжения деформация в первом случае полностью не исчезает (эластическая деформация), а во втором случае совершенно не исчезает (пластическая деформация).

Для характеристики структурно-механических свойств мышечной ткани рыбы были выбраны три объективных показателя, которым мы дали название эластичности, эластической прочности и пластической прочности.

Эластичность характеризует способность мышечной ткани рыбы или точнее ее структурной сетки восстанавливать свои первоначальные геометрические размеры после снятия деформирующей силы. Эластичность является очень важным показателем при определении степени свежести рыбы. Органолептически она характеризуется по степени восстановления формы тела рыбы после нажимания на него пальцами, т. е. путем зрительных ощущений.

Эластическая прочность характеризует способность мышечной ткани рыбы противодействовать движению тупого тела, сжимающего ткань под действием деформирующей силы. Этим путем устанавливаются величины прочности главным образом межмолекулярных участков структурной сетки и вязкость белково-солевого раствора в мышечной ткани рыбы.

Органолептически этот показатель определяют путем сдавливания (прощупывания) рыбы пальцами, т. е. при помощи осязательных ощущений. Если тело рыбы упругое, то рыба считается вполне доброкачественной, если мягкое, — то не первой свежести (задержанной), а если дряблое и к тому же с неприятным запахом, то рыба считается испорченной (несъедобной). Таким образом, по ослаблению консистенции мышечной ткани рыбы в известной мере судят о степени ее ферментативного распада. Субъективность такого способа оценки качества рыбы очевидна.

Пластическая прочность характеризует способность мышечной ткани рыбы противодействовать движению острого тела, сжимающего и разрезающего ткань под действием деформирующей силы. Движение такого тела в мышечной ткани сопровождается не только растяжением и сжатием, но и разрушением структурной сетки. По величине этого показателя судят о прочности всех звеньев структурной сетки и вязкости белково-солевого раствора в мышечной ткани рыбы. Органолептически пластическая прочность мышечной ткани свежей рыбы обнаруживается по степени трудности (или легкости) растирания ее пальцами, т. е. путем осязательных ощущений.

Эластичность, эластическую прочность и пластическую прочность мышечной ткани рыбы определяли на приборе, сконструированном автором, который по принципу действия сходен с пластометром Ребиндера [143], но отличается от него наличием наконечников нескольких типов.

Корпус прибора (рис. 14) снабжен направляющим устройством, в котором ходит шток, имеющий в верхней части приспособление для надевания гирек и стрелку, а в нижней — гнездо для наконечника. Шток закрепляют в направляющем устройстве специальным винтом. На площадке имеется ограничитель для размещения на нем гнезда с кусочком рыбы. Параллельно направляющему устройству на корпусе прибора закреплена счетная миллиметровая линейка с ценой деления в 1 мм.

Для измерения эластичности, эластической прочности и пластической прочности применяют соответственно наконечники № 1, № 2, и № 3, 4 и 5 (рис. 15). На рис. 15 изображен пластометр облегченного типа.

Техника измерения эластической и пластической прочности заключается в следующем. Из рыбы вырезают кусочек мышечной ткани длиной 3 см, шириной 2 см и толщиной 2 см и помещают его на ограничитель. В гнездо штока вставляют наконечник и опускают шток с таким расчетом, чтобы кончик наконечника коснулся поверхности кусочка рыбы. После этого шток зажимают винтом и на измерительной линейке с точностью до 0,2 мм (с помощью лупы) отмечают нулевое положение наконечника (h_0). Затем прижимной винт вывинчивают и наконечник под действием собственного веса, веса штока и

груза, находящегося на площадке штока, проникает внутрь исследуемого объекта. Отмечают новое положение наконечника на измерительной линейке (h) и по разности в показаниях ($h-h_0$) находят глубину погружения наконечника в испытуемый образец под действием деформирующей силы Q .

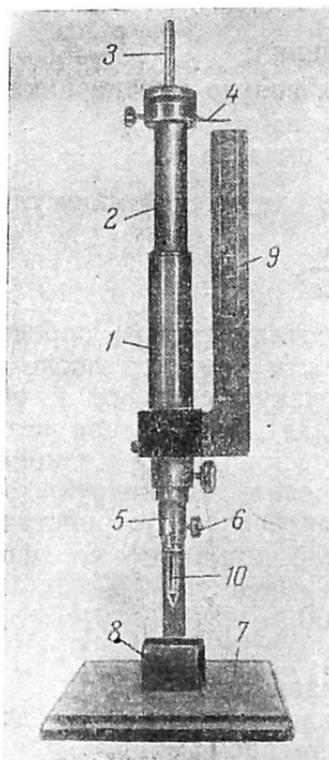


Рис. 14. Прибор для определения структурно-механических свойств рыбы:

1—направляющее устройство; 2—шток; 3—приспособление для надевания гирек; 4—стрелка; 5—гнездо для наконечника; 6—винт; 7—площадка для рыбы; 8—ограничитель; 9—счетная линейка; 10—наконечник.

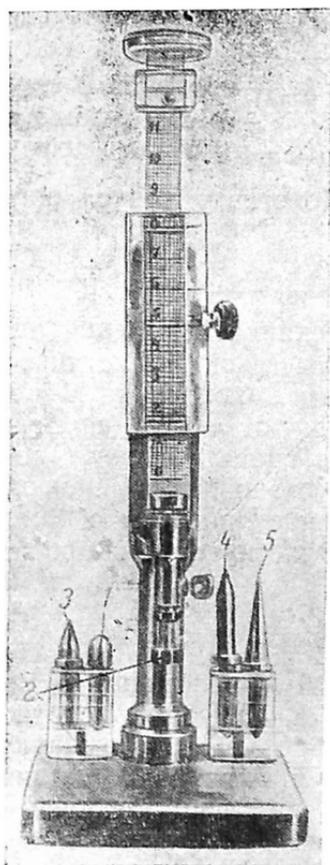


Рис. 15. Пластометр облегченного типа.

Значение деформирующей силы Q находят из следующего уравнения:

$$Q = G_1 + G_2 + G_3, \quad (14)$$

где: Q — величина деформирующей силы в г;

G_1 — вес наконечника в г;

G_2 — вес штока в г;

G_3 — вес гирек в г.

Значения эластической и пластической прочности подсчитывают по формуле Ребиндера [143], которая имеет следующий вид:

$$P_s = K'_\alpha \frac{F}{h_m^2}, \quad (15)$$

где: P_s — напряжение сдвига;

K'_α — константа конуса наконечника;

h_m — величина в см погружения конуса наконечника в образец рыбы за время опыта;

F — нагрузка (деформирующая сила) в г.

Константу конуса определяют из следующей формулы:

$$K'_\alpha = \frac{1}{n} \operatorname{ctg}^2 \frac{\alpha}{2}. \quad (16)$$

Техника измерения эластичности отличается от определения эластической и пластической прочности тем, что после погружения наконечника в образец нагрузку снимают и образец оставляют лежать свободным в течение 1 мин., после чего стержень снова опускают до соприкосновения конца наконечника с восстановленной поверхностью образца и фиксируют его положение при этом с помощью измерительного устройства.

Эластичность мышечной ткани рассчитывают по формуле

$$A_2 = \frac{h - h_1}{h} 100, \quad (17)$$

где: A_2 — эластичность мышечной ткани рыбы в %;

h — глубина погружения наконечника в мм под действием деформирующей силы за время τ ;

h_1 — глубина впадины в образце в мм после снятия деформирующей силы и выдерживания образца в течение времени τ .

При сильной деформации мышечной ткани рыбы, когда в ней остается достаточно глубокая яма, трудно точно установить момент соприкосновения наконечника № 1, 2 с поверхностью образца. Учитывая этот недостаток стержневых приборов, удобнее для определения эластичности мышечной ткани применять прибор Николаева [124].

Основной частью этого прибора (рис. 16) является полукруглый диск. С одной стороны к диску прикреплена стрелка, а с противоположной — стержень для подвешивания площадки с грузом. Стержень вращается в подшипниках и при нулевом положении уравнивается стрелкой.

Техника проведения опытов на этом приборе заключается в следующем. На площадку помещают кусочек мышечной ткани рыбы или целую рыбу, если она имеет небольшие размеры,

и при помощи винта площадку поднимают вверх до тех пор, пока исследуемый объект соприкоснется с диском и стрелка станет в нулевое положение на циферблате. Затем на стержень подвешивают площадку с грузом, в результате чего происходит сжатие объекта диском. Степень сжатия отсчитывают на циферблате по положению стрелки, которая при этом поднимается вверх.

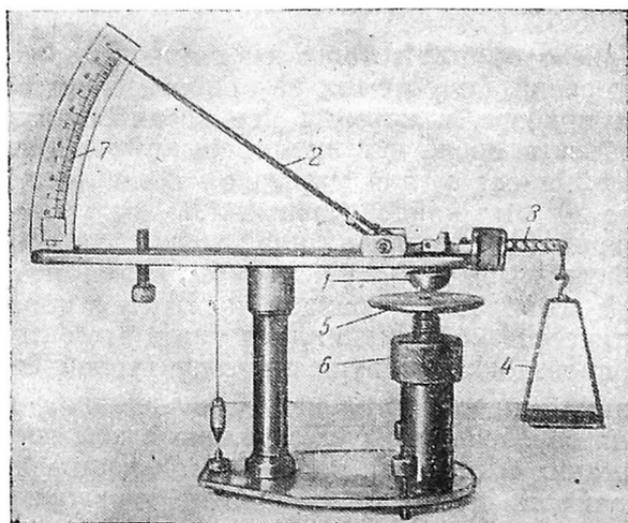


Рис. 16. Прибор Николаева:

1—полукруглый диск; 2—стрелка; 3—стержень; 4—площадка с грузом; 5—площадка для исследуемого объекта; 6—винт; 7—циферблат.

Через определенный промежуток времени со стержня снимают площадку с грузом, для того чтобы восстановились первоначальные размеры сжатого образца.

Эластичность, или как называет Николаев, упругость исследуемого объекта рассчитывают по формуле

$$A_2 = \frac{(h - h_1)}{h} 100, \quad (18)$$

где: A_2 — эластичность в %;

h — показание прибора при действии деформирующей силы Q в течение времени τ ;

h_1 — показания прибора после снятия деформирующей силы.

Конструкция прибора Николаева не является вполне совершенной, и при измерениях на нем наблюдается скольжение диска по поверхности образца, нарушающее равновесие между

стержнем и стрелкой, если стрелка не находится в нулевой точке. Для компенсации этого недостатка, несколько искажающего результаты определения, в формулу должен быть введен поправочный коэффициент α_2 , учитывающий сопротивление диска после снятия деформирующей силы. При этом расчетная формула примет следующий вид:

$$A_2 = \frac{\alpha_2(h - h_1)}{h} 100. \quad (19)$$

Коэффициент α_2 был установлен нами путем сопоставления данных измерений, получаемых на приборе Николаева и нашем стержневом приборе, в котором нет препятствий для восстановления объекта после снятия деформирующей силы. Поправочный коэффициент α_2 для мышечной ткани свежей рыбы при температуре 20° был найден равным 1,4.

При разработке методики определения структурно-механических свойств мышечной ткани рыбы методом конического пластометра мы предусматриваем испытание образцов в пределах эластической деформации, так как в этом случае, как известно, не происходит разрушения структурной сетки.

Необходимая продолжительность воздействия деформирующей силы на образец рыбы установлена путем построения кривых деформации мышечной ткани доброкачественного и испорченного сазана на основе измерений, проводившихся на приборе Николаева с применением деформирующей силы в 70 г.

Как видно из рис. 17, эластическая деформация в мышечной ткани доброкачественной рыбы заканчивается через 150 сек., а испорченной рыбы — через 90 сек. За точками A_1 и A_2 уже происходит пластическая деформация, сопровождающаяся разрушением структуры мышечной ткани рыбы. На основании кривых деформации продолжительность воздействия деформирующей силы величиной не более 70 г при определении эластичности и эластической прочности мышечной ткани свежей рыбы принята равной 1 мин., а пластической прочности 2 мин.

При расчете по формуле (15) истинные значения напряжения сдвига получаются при условии, если происходит только течение материала вдоль поверхности погружаемого наконечника. Такие условия соблюдаются при испытании слабоструктурированных материалов.

Мышечная ткань рыбы относится к системам с сильно развитой структурой, поэтому при погружении в нее наконечника избежать деформации сжатия (смятия) невозможно.

Таким образом, в наших опытах величина предельного напряжения сдвига оказывается несколько завышенной и поэтому условной. Однако в предлагаемом методе это не имеет значения, так как мы ставим перед собой задачу не изучения деформации сдвига в мышечной ткани рыбы, а установления срав-

нительных объективных показателей, в известной мере характеризующих ее консистенцию.

Для случая чистого сдвига упруго-пластично-вязкие свойства структурированных дисперсных систем и растворов высокополимеров в большинстве случаев характеризуются одной из следующих типов кривых (рис. 18). Первый тип кривой

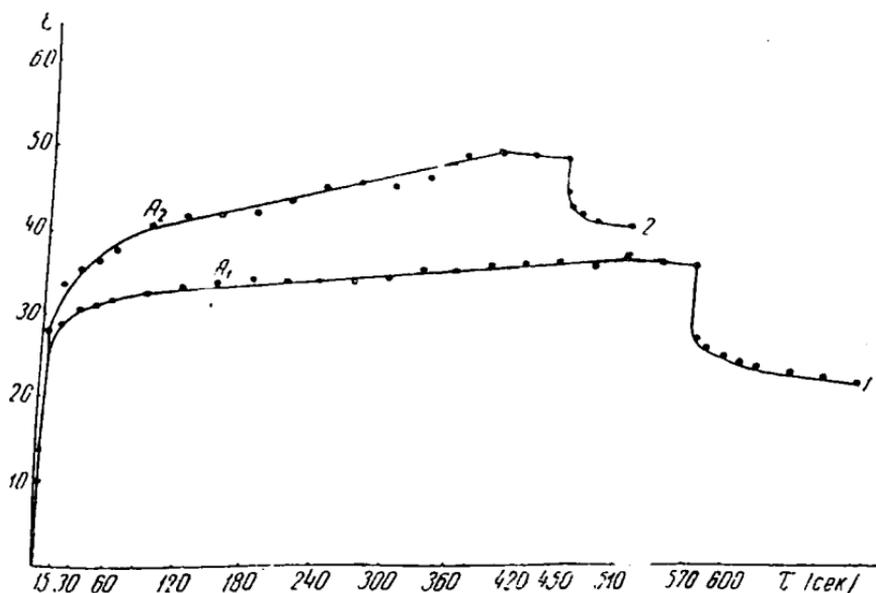


Рис. 17. Кривые деформации мышечной ткани:
1—доброкачественный сазан; 2—испорченный сазан.

(рис. 18,а) характеризует кинетику развития деформации, которая ограничивается одним упругим последствием и достигает верхнего предела, сохраняющегося далее постоянным. При этом вся возникшая деформация является обратимой и после разгрузки постепенно спадает до 0 [145].

Второй тип кривой (рис. 18,б) характеризует нарастание остаточной деформации с переходом к стационарному течению после того как упругое последствие в потоке завершено. Условно мгновенная ϵ_0 и последующая (эластическая) деформация $\epsilon_m - \epsilon_0$ полностью сохраняют свое значение в потоке и после разгрузки системы. Пластическая деформация ϵ_p является необратимой [145].

Оба эти типа кривых справедливы для случая чистого сдвига, который пока доступен определению только в слабо структурированных дисперсных системах и растворах высокополимеров. Для таких сильно структурированных систем, как мышечная ткань рыбы, и к тому же имеющих сложное гистологическое строение пока еще не созданы приборы для их испытания по описанному методу. Поэтому мы устанавливаем кривые

деформации исследуемого объекта путем испытания его на сжатие, сохраняя при этом существующую терминологию.

Для сохранения терминологии у нас есть достаточные основания, так как полученная нами кривая (рис. 18,б) напоми-

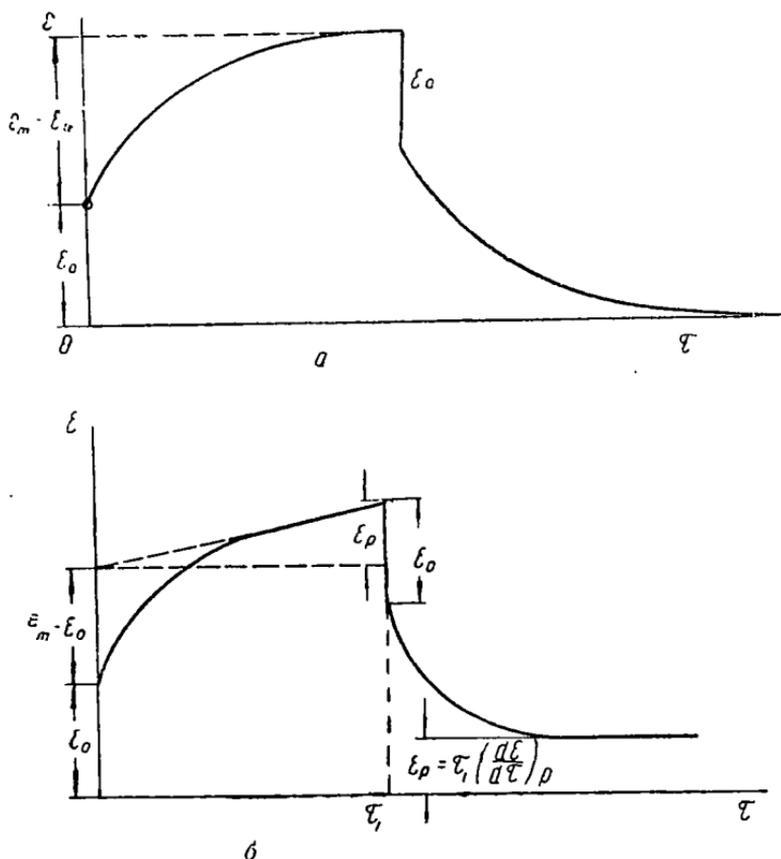


Рис. 18. Кривые, характеризующие кинетику развития деформации:

а—кривая первого типа; б—кривая второго типа; ϵ_0 —условно мгновенная деформация; $\epsilon_m - \epsilon_0$ —эластическая деформация; ϵ_p —пластическая деформация; τ_1 —время пребывания системы под нагрузкой; P —постоянное напряжение.

нает второй тип кривой Ребиндера с той только разницей, что в ней не соблюдается принципа суперпозиции. Таким образом, метод, изложенный в работах Ребиндера, с известным ограничением можно использовать при испытании образцов рыбы.

В табл. 18 приведены данные, характеризующие структурно-механические свойства мышечной ткани некоторых видов рыб.

Как видно, результаты измерений по всем показателям достаточно хорошо согласуются с субъективными представлениями о консистенции мышечной ткани этих рыб (табл. 18).

Например, небольшая величина эластической прочности мышечной ткани у кильки подтверждает установившееся мнение

Виды рыб	Структурно-механические свойства мышечной ткани ¹			Состояние рыбы
	эластическая прочность в г/см ²	эластичность в %	пластическая прочность в г/см ²	
Лещ . . .	227	95,2	92	Рыба через 12 час. после умерщвления, в стадии автолиза ($t=4^{\circ}$)
Карп . . .	275	88,1	134	Рыба через 2 часа после умерщвления, в начальной стадии окоченения ($t=16^{\circ}$)
Треска . .	176	51,8	—	Рыба через 15 час. после умерщвления, в стадии автолиза ($t=8^{\circ}$)
Сазан . . .	392	83,2	148	Рыба через 2 часа после умерщвления, в стадии окоченения ($t=30^{\circ}$)
Щука . . .	206	58,0	171	Рыба через 13 час. после умерщвления, в стадии автолиза ($t=16^{\circ}$)
Килька каспийская анчоусовидная	88	98,0	—	Рыба через 10 мин. после умерщвления ($t=5^{\circ}$)

¹ Все данные представляют среднее из пяти измерений.

о том, что мясо этой рыбы является гораздо более нежным, чем у других исследованных рыб. Весьма характерно, что у щуки и трески, имеющих жесткую консистенцию, эластическая прочность мышечной ткани даже в стадии глубоко зашедшего автолиза оказалась больше, чем у кильки.

Несомненно, что в более свежем состоянии мышечная ткань этих рыб имеет еще большую эластичность и пластическую прочность. Следует обратить внимание на низкое значение эластичности мышечной ткани щуки и трески, которое не может объясняться только влиянием ферментативного процесса и, по-видимому, связано с особенностями строения и коллоидно-химическими свойствами мышечной ткани этих рыб.

Из данных опыта с мышечной тканью леща, хранившейся при 4° (табл. 19), видно, что изменения структурно-механических свойств мышечной ткани рыбы полностью согласуются с изменением ее химических свойств. По мере протекания ферментативного распада мышечной ткани заметно ослабевает ее механическая прочность, что находит свое выражение в уменьше-

Таблица 19

Время взятия пробы после умерщвления в часах	Органолептическая оценка	Структурно-механические свойства			Содержание некоторых форм азота в % от общего азота			
		эластичность в %	эластическая прочность в г/см ²	пластическая прочность в г/см ²	небелковый	водораствори- мых белков	солеораствори- мых белков	аминнокислот- ный
	Лещ (температура хранения 4°)							
12	Мышечная ткань плотная, упругая. Запах свежей рыбы	95,7	164,7	92,5	10,00	23,20	33,30	—
24	Мышечная ткань упругая, слегка ослабевшая. Запах свежей рыбы	78,2	149,9	82,0	10,60	—	—	—
132	Мышечная ткань ослабевшая. Легкий запах испорченной рыбы	70,6	131,6	64,1	11,50	25,75	30,30	—
150	Мышечная ткань ослабевшая, покрылась слизью. Издает неприятный, гнилостный запах	53,1	123,6	60,6	12,15	21,51	28,80	—
180	Мышечная ткань мягкая, покрылась слизью. Издает сильный, неприятный запах испорченной рыбы (несъедобная)	33,9	102,8	53,6	12,65	21,30	27,40	—
	Сазан (температура хранения 25°)							
2	Мышечная ткань плотная, упругая. Запах свежей рыбы	83,1	394,4	148,8	10,71	—	—	1,94
8	Мышечная ткань слегка ослабевшая. Запах свежей рыбы	75,3	292,6	110,5	13,36	—	—	2,72
20	Мышечная ткань ослабевшая. Запах испорченной рыбы, покрылась слизью	60,0	181,6	74,0	18,92	—	—	6,71

Время взятия пробы после умерщвления в часах	Органолептическая оценка	Структурно-механические свойства			Содержание некоторых форм азота (в % от общего азота)			
		эластичность в %	эластическая прочность в г/см ²	пластическая прочность в г/см ²	небелковый	водорастворимых белков	солеорастворимых белков	аминнокислотный
50	Мышечная ткань мягкая. Издаёт гнилостно-кислый запах, покрылась большим налетом слизи (несъедобная)	36,7	116,3	53,5	24,19	..	—	10,59
70	Мышечная ткань мажущаяся. Издаёт сильный гнилостный и кислый запах, покрылась большим налетом слизи серовато-желтого цвета (несъедобная) . . .	28,8	92,8	50,5	24,79	—	—	16,08

нии в первую очередь показателей пластической прочности и эластичности. Весьма характерно, что гнилостный запах появляется у ткани, обладавшей еще довольно высокой эластической прочностью (131 г/см²) и эластичностью (70,6%), но со значительно понизившейся пластической прочностью (64,2 г/см²). Когда эластическая прочность снизилась до 102 г/см², эластичность — до 33,9% и пластическая прочность — до 53 г/см², мышечная ткань оказалась совершенно несъедобной, имела мажущуюся консистенцию и издавала гнилостно-кислый запах.

В опыте с мышечной тканью сазана (табл. 19) результаты получены в общем виде такие же, как с лещом, но так как сазан хранился при более высокой температуре воздуха (25°), ферментативные процессы протекали быстрее и уже через 2 часа после умерщвления рыбы эластичность мышечной ткани значительно уменьшилась, чего не наблюдалось у мышечной ткани леща даже через 12 час.

Следует считать, что в результате ферментативного распада и денатурации белков мышечная ткань постепенно превращается из упруго-пластичного в пластично-вязкое тело, а в стадии далеко зашедшего бактериального разложения — в мажеобразную вязкую массу. Из осколков белковых молекул в испорченной мышечной ткани образуется новая менее прочная и менее эластичная структурная сетка.

Если показатели абсолютно свежей рыбы принять за единицу, по отношению к которой выразить показатели рыбы на

разных стадиях хранения в виде соответствующих коэффициентов, то изменение некоторых коллоидно-химических свойств мышечной ткани леща в случае хранения на воздухе при температуре 4° будет характеризоваться следующими относительными величинами (табл. 20).

Т а б л и ц а 20

Продолжительность хранения в часах	Эластическая прочность	Эластичность	Пластическая прочность	Водорастворимый азот	Солерастворимый азот	Небелковый азот
12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
24	0,85	0,76	0,84	—	—	0,07
132	0,79	0,74	0,67	0,9	0,90	1,14
150	0,76	0,56	0,61	0,71	0,87	1,21
180	0,62	0,36	0,55	0,66	0,82	1,26

Данные табл. 20 показывают, что в результате гидролиза и денатурации белковых веществ особенно сильно уменьшаются значения эластичности и пластической прочности.

Результаты наших опытов согласуются с гистологическими наблюдениями Бромлея [16]. По его данным, во время автолиза в первую очередь происходит разрушение структуры эндомизия; соответственно чему на этой стадии в наибольшей степени уменьшается эластичность мышечной ткани рыбы. В дальнейшем начинается разрушение структуры септ и мышечных волокон; в результате происходит уменьшение эластической и пластической прочности мышечной ткани рыбы.

Необходимо отметить, что значения коэффициентов, характеризующих эластичность, эластическую и пластическую прочность мышечной ткани леща, уменьшаются в значительно большей степени, чем значения коэффициентов, характеризующих изменение химических свойств. Этот весьма интересный вопрос, связанный с разрушением коллоидной системы мышечной ткани рыбы, требует специальных исследований.

Описанные опыты с лещом и сазаном были проведены с кусочками мышечной ткани рыбы, поэтому мы не могли фиксировать стадии посмертных изменений рыбы в целом. Соответствующий опыт с целой рыбой был проведен на анчоусовидной каспийской кильке. Кильку, добытую с помощью электролова, сразу на борту судна охлаждали до 5°, помещали в ящиках в холодный трюм, а после доставки на берег хранили в холодильнике при 0°.

Низкая температура (0°) в значительной мере задержала ферментативные процессы в мышечной ткани кильки (табл. 21). Только через 60 час. хранения появились признаки начинающейся порчи рыбы, которые удалось обнаружить главным образом по объективным показателям, особенно по изменению структурно-механических показателей и аминокислотному азоту, а также наличию лопанца.

Время после умерщвления рыбы	Органолептические показатели	Обсемененность поверхности рыбы микроорганизма- ми в тыс. на 1 см ²	Химические показатели			Показатели структурно- механических свойств		
			общая кислотность в мг КОН на 1 г	небелковый азот в % на сырое веще- ство	аминокислотный азот в % на сырое вещество	эластичность в %	эластическая проч- ность в г/см ²	количество рыбок с лопачем в % по счету
10 мин.	Тело рыбы упругое, плотное, гибкое, глаза нормальные, жабры красные, запах свежей рыбы	—	—	—	—	98,0	89,4	0,0
25 "	Тело рыбы упругое, плотное, но не гибкое, глаза нормальные; начало посмертного окоченения; запах свежей рыбы	—	—	—	—	89,5	77,4	0,0
36 час.	Тело рыбы упругое, плотное, гибкое, глаза опали; запах свежей рыбы; стадия автолиза	221,20	2,43	0,38	0,048	70,0	63,2	17,0
60 "	Тело рыбы ослабевшее, гибкое, глаза опали, запах свежей рыбы; стадия автолиза	812,0	2,37	0,39	0,070	61,5	40,8	18,0
61 "	Тело рыбы гибкое, ослабевшее, глаза опавшие; запах свежей рыбы	850,0	—	—	—	—	—	29,0

Время после умерщвления рыбы	Органолептические показатели	Обсемененность поверхности рыбы микроорганизмами в тыс. на 1 см ²	Химические показатели			Показатели структурно-механических свойств		
			общая кислотность в мг КОН на 1 г	белковый азот в % на сырое вещество	аммионокислотный азот в % на сырое вещество	эластичность в %	эластичная прочность в г/см ²	количество рыбок с лопанем в % по счету
108 час.	Тело рыбы гибкое, мягкое, потускнело, появилась слизь, глаза опавшие; слабый затхлый запах; стадия бактериального разложения	4730,0	2,38	0,39	0,071	61,5	37,8	65,0
132 часа	Тело рыбы гибкое, дряблое, с гнилостным запахом; слизь зеленовато-мутного цвета; стадия бактериального разложения; рыба испорченная	9900,0	2,31	0,39	0,083	61,5	35,7	70,0
204 .	Тело рыбы гибкое, дряблое, уменьшилось в объеме (усадка), выделилось большое количество слизи с затхлым запахом; слизь зеленовато-мутного цвета; стадия глубокого бактериального разложения; рыба испорченная	—	2,11	0,46	0,135	40,0	29,5	67,0

* Рыбу хранили при температуре 0°.

Примечание. Микробиологические и химические анализы рыбы выполнены научными сотрудниками ВНИИ Г. А. Носковой и А. П. Варноваловой; подсчет лопанца сделан С. И. Гакичко.

Через 108 час. появились заметные органолептические признаки понижения качества рыбы: значительный налет на поверхности рыбы слизи серовато-желтого цвета с гнилостным запахом, опавшие и помутневшие глаза, легкие кровоподтеки на жаберных крышках (розовощечка). Весьма характерно, что в период между 60 и 108 час. не произошло изменения химических показателей рыбы. Что же касается структурно-механических свойств, то у мышечной ткани, выделенной из спинной части тела рыбы, произошли незначительные изменения только пластической прочности. Это следует объяснить тем, что в указанный период ферменты, вырабатываемые микроорганизмами, только накапливались в мышечной ткани рыбы и еще не проявили в полной мере своей активности. В брюшной полости рыбы ферменты основательно разрушили ткань, так как количество лопанца в брюшке увеличилось более чем в 3 раза.

Таким образом, органолептические показатели создавали ошибочное впечатление об испорченности рыбы, так как после смывания водой слизи с поверхности рыба имела запах доброкачественного продукта и достаточно плотную консистенцию.

При дальнейшем хранении до 132 час. произошло увеличение количества аминокислотного азота и уменьшение общей кислотности рыбы, что является признаком бактериального разложения. Значительно увеличилась также обсемененность рыбы микроорганизмами. В то же время показатели, характеризующие структурно-механические свойства рыбы, изменились незначительно. Это свидетельствует о том, что ферменты не успели в значительной мере разрушить структуру септ, сарколеммы и особенно кожи, которая сохранила достаточную прочность и гибкость. В стадии глубоко зашедшего ферментативного распада тканей рыбы эластичность ее тела несколько увеличилась, что следует объяснить явлением синергизма.

Субъективные и объективные показатели, характеризующие качество рыбы через 204 часа хранения, полностью согласуются между собой и дают достаточно полное представление о порче кильки. В последний период хранения — с 132 до 204 час. произошли значительные изменения как химических, так и структурно-механических свойств рыбы. В стадии бактериального разложения в значительной мере разрушилась структура тела и особенно мышечной ткани, консистенция которой стала дряблой и мажущейся. Кожа рыбы в спинной части в это время сохранила еще прочность, гибкость и способность растягиваться.

Подводя итоги наблюдениям, можно сделать вывод, что предлагаемый метод характеристики состояния мышечной ткани по ее структурно-механическим свойствам является в достаточной мере точным и может быть рекомендован для применения на практике при товароведческой экспертизе рыбы как дополнение к органолептическому испытанию.

ГЛАВА IV. КОНСЕРВИРУЮЩИЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПОВАРЕННАЯ СОЛЬ

Поваренная соль (хлористый натрий) встречается в природе в виде залежей в недрах земли, на дне соленых озер, на поверхности земли в виде соляных источников и, наконец, входит в состав морской воды, где содержится в количестве около 3%.

Главной составной частью поваренной соли является хлористый натрий. Как типичная соль с полярным расположением атомов, он образует ионную решетку, в которой правильно чередуются ионы натрия и хлора. Эти ионы в решетке не соединяются попарно в отдельные молекулы, а располагаются попеременно на одинаковых расстояниях один от другого.

Наблюдая при помощи электронного микроскопа снимок пучка рентгеновских лучей, прошедших сквозь кристалл NaCl, физики установили прерывность структуры кристалла хлористого натрия и многих других солей. Каждый ион в ионной решетке окружен шестью ионами

противоположного знака (рис. 19). Расстояние между ионами Na и Cl составляет $2,814 \cdot 10^{-8}$ см [92].

Таким образом, кристалл NaCl нельзя рассматривать как однородное (непрерывное) тело. В решетке кристалла NaCl имеются пустоты микроскопических размеров, что имеет большое значение при растворении этих кристаллов в воде.

Хлористый натрий широко распространен в природе, но в чистом виде встречается редко и обычно находится в смеси с другими солями щелочных и щелочноземельных металлов.

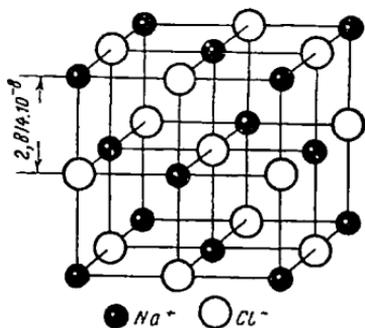


Рис. 19. Пространственная решетка кристалла NaCl.

Поваренная соль из различных месторождений имеет удельный вес от 2,1 до 2,6; насыпной вес соли в зависимости от величины помола 1,38—1,80 [160]. Китайская (дайренская) соль, по нашим данным, имеет насыпной вес 0,8—0,9. Поваренная соль делится на три вида: самосадочную, выварочную и каменную.

Самосадочной солью называется соль, которую добывают со дна соленых озер; в некоторых озерах залежи соли образуют значительный по толщине слой. Образовалась она вследствие кристаллизации части соли из соленой воды озера и осаждения ее на дно; процесс этот длится веками и продолжается сейчас.

Поверхность некоторых озер, как например озера Саки, расположенного на Крымском полуострове, покрыта рапой (новосадка), т. е. слоем кристаллической соли, образовавшейся в результате испарения воды, под которой иногда находится слой черного или серого минерального ила (грязи), обладающего лечебными свойствами. На некоторой глубине под илом располагается довольно значительной толщины слой донной соли.

Донные соляные отложения получили различные названия, а именно: соляной корень, соляное сердце, соляная матка, корневая соль и т. п.

Озера с донными соляными отложениями называются корневыми.

В большинстве случаев поваренную соль добывают из тех озер, в которых отсутствуют поверхностные отложения ила. В таких озерах обычно имеется три слоя поваренной соли, а именно: верхний, средний и нижний.

Верхний, сравнительно недавно образовавшийся слой соли содержит значительное количество воды и много солей-примесей и носит название новосадки.

Второй, более глубокий слой состоит из соли вполне удовлетворительных качеств, по способу добычи получившей название экскаваторной; эта соль главным образом используется рыбной промышленностью.

Нижний слой состоит из наиболее крупных кристаллов соли с наименьшим количеством посторонних примесей; эта соль отличается наибольшей консервирующей способностью и получила название коренной, или гранатки.

Наиболее крупными солеными озерами в нашей стране являются Баскунчак и Эльтон. Отличительной особенностью соли, добываемой в оз. Баскунчак, является меньшее, чем в соли из оз. Эльтон, содержание примесей и главным образом $MgCl_2$.

Разновидностью самосадочной соли следует считать садочную соль, получаемую путем выпаривания солнечным теплом морской воды в специальных бассейнах.

Выварочной солью называется соль, полученная путем выпаривания воды из соляных источников¹. Необходимо отметить, что люди впервые научились добывать соль именно путем выпаривания (выпаривания) морской воды в специальных сосудах, располагаемых над огнем, в связи с чем эта соль и получила свое название. Выварочная соль поступает в продажу под названием столовой соли и используется главным образом при изготовлении консервов; для посола рыбы применяется редко.

Каменной солью называется соль, которая залегает в земле большими пластами, подобно каменному углю. Образовалась она в течение тысячелетий, по-видимому, из самосадочной соли, после того как озеро полностью высохло и было постепенно занесено землей.

Для добычи каменной соли строят специальные шахты. Начало промышленного добывания каменной соли относится к XVI—XVII вв. Соляная промышленность нашей страны за последние годы значительно увеличила добычу этой соли, но выпускает ее в большинстве случаев слишком крупного помола, а иногда даже глыбами. Для посола рыбы соль эта вполне пригодна, если по своему химическому составу она удовлетворяет требованиям, предъявляемым к поваренной соли первого сорта.

Каменная соль, встречающаяся в СССР, содержит по сравнению с другими видами соли наименьшее количество воды и наибольшее количество хлористого натрия (96,0—99,5%). Большие залежи каменной соли имеются в Артемовском районе УССР, а районе Соль-Илецка и Чапчачи, а также в Средней Азии и на севере Сибири.

В СССР географическое расположение солепромышленных и рыбопромышленных районов определило естественные пути снабжения рыбных промыслов солью. Так, Волго-Каспийский, Урало-Каспийский и частично Азово-Донской районы снабжаются баскунчакской самосадочной солью; Азово-Черноморский — преимущественно крымской самосадочной и выварочной солью; Урал и Сибирь — павлодарской самосадочной солью.

Два района большого рыболовства — Северный (Мурманский) и Дальневосточный — в смысле снабжения солью находятся в самых неблагоприятных условиях². Эти районы не имеют поблизости своих солепромышленных районов и пользуются только привозной солью. В настоящее время Север снабжа-

¹ Большое количество соленых источников имеется в Архангельской области, где еще в XV в. добывали около 0,5 млн. пудов соли [131].

² Соляные предприятия Архангельской области готовят мелкую столовую соль из соленых источников, которая непригодна для посола тресковых рыб.

ют баскунчакской солью, доставляемой в основном водным путем.

Дальний Восток получает соль в больших количествах с Павлодарских соляных промыслов, которые были созданы фактически заново в годы первой пятилетки.

Различают поваренную соль мелкокристаллическую (выварочную), молотую — различной крупности помола (величина зерна до 4,5 мм), дробленку, или зерновую, с величиной зерна до 40 мм и глыбовую — в виде кусков (глыб) весом 5—50 кг.

Мелкую выварочную соль необходимо хранить упакованной в тару в закрытых складах или под навесами, предохраняющими ее от атмосферных осадков.

Соль самосадочную или каменную крупной помола обычно хранят россыпью, причем в случае отсутствия закрытых помещений ее можно хранить на открытых площадках: цементных, деревянных, вымощенных камнем или грунтовых, специально подготовленных и утрамбованных. В этом случае ее необходимо накрывать брезентом или рогожей, а вокруг площадки устраивать канавы шириной 30 см и глубиной не менее 15 см для отвода атмосферных вод.

По качеству пищевая поваренная соль делится на четыре сорта: экстра, высший, I и II. Соль разных сортов должна иметь следующие показатели (табл. 22).

Т а б л и ц а 22

Наименование сорта	Содержание хлористого натрия на сухое вещество в %, не менее	Содержание нерастворимых в воде веществ на сухое вещество в %, не более	Содержание влаги в %, не более	Содержание примесей на сухое вещество в %, не более	
				Ca ^{..}	Mg ^{..}
Экстра	99,2	0,05	0,5	—	0,03
Высший	98,0	0,2	Для каменной соли 0,8, для других видов соли 4,0	0,6	0,1
I	97,5	0,5	Для каменной соли 0,8, для садочной и самосадочной 5,0, для выварочной 6,0	0,6	0,1
II	96,5	1,0	Для каменной соли 0,8, для садочной и самосадочной 5,0, для выварочной 6,0	0,8	0,25

Как видно из данных табл. 22, наибольшее содержание воды допускается в выварочной соли.

Для посола рыбы используют соль высшего и I сорта.

Соль молотую в зависимости от размера зерен делят на сле-

дующие номера помолов, устанавливаемые просевом соли через сито с определенным размером ячеек (табл. 23).

Т а б л и ц а 23

Сорт соли и номер помола	Размер стороны ячеек сита в мм	Количество соли, проходящей через сито в %, не менее
Для высшего и I сортов:		
помол № 0	0,8	90
„ № 1	1,2	90
„ № 2	2,5	90
„ № 3	4,5	85
Для II сорта:		
помол № 1	1,2	90
„ № 2	2,5	90
„ № 3	4,5	85

При посоле рыбы обычно употребляют соль помолов № 2 и 3 и реже № 1.

Как правило, поваренная соль содержит большее или меньшее количество различных примесей, которые можно разделить на две группы: химически индифферентные и химически активные.

К первой группе относятся вода и все нерастворимые в воде и в растворе соли вещества, образующие так называемый нерастворимый остаток.

Ко второй группе примесей относятся хлористые и сернокислые соли кальция, магния и железа, а также сульфат натрия¹.

Вода в соли является наиболее меняющейся составной частью, так как соль сравнительно быстро и в больших количествах может поглощать влагу из окружающего воздуха, если относительная влажность его больше 75%, и наоборот, соль довольно быстро высыхает, если относительная влажность воздуха менее 70%.

На практике известно много фактов, когда отправленная с соляных промыслов (например, на Дальний Восток) стандартная по содержанию влаги соль после непродолжительного хранения на рыбном предприятии становилась нестандартной из-за повышенного содержания в ней воды.

В атмосфере влажного воздуха содержание влаги в соли может достигать до 12%, а при продолжительном хранении в

¹ Данные соли получили название балластных солей.

сыром месте — даже больше. При наличии 8—10% влаги соль становится сырой на ощупь и слипается в комки; при высыхании молотая каменная соль образует трудно разбиваемые комья. Мелкие кристаллы соли задерживают больше влаги, чем крупные.

Способность соли сравнительно быстро менять влажность имеет большое практическое значение при посоле рыбы. В инструкциях по посолу рыбы дозировка соли указывается в расчете на сухую стандартную соль, и на практике, если соль имеет повышенное содержание влаги, дозировка ее должна быть соответственно увеличена, что не всегда учитывается мастерами.

В местностях с влажным климатом соль следует хранить в хорошо закрывающихся помещениях, защищенных от атмосферных осадков и почвенных вод.

Нерастворимый остаток в соли состоит главным образом из минеральных веществ в виде частиц песка и глин, а также небольшого количества углекислого (мел) и сернокислого (гипс) кальция, сопутствующего хлористому натрию; в составе этого остатка могут быть также некоторые органические вещества.

Наличие нерастворимого остатка в соли является крайне нежелательным при посоле рыбы, так как он загрязняет поверхность рыбы и тем самым затрудняет ее просаливание и мойку высоленной рыбы.

При перевозке соли в открытых вагонах или баржах, а также при хранении под открытым небом количество нерастворимого остатка значительно увеличивается.

Химически активные примеси в поваренной соли значительно отличаются по своей растворимости. Кроме того, их растворимость также зависит от температуры (табл. 24).

Т а б л и ц а 24

Температура в °С	NaCl	Растворимость химически активных примесей поваренной соли в 100 частях воды		
		CaCl ₂	MgCl ₂	MgSO ₄
0	35,5	49,6	52,8	26,9
5	35,6	54,0	—	29,3
10	35,7	60,0	53,5	31,5
20	35,9	74,0	54,5	36,2

Как видно из табл. 24, растворимость CaCl₂ и MgCl₂ значительно превышает растворимость NaCl, причем с повышением температуры она значительно увеличивается. Растворимость

NaCl в присутствии этих солей вследствие их большей растворимости несколько уменьшается, что является нежелательным фактом при посоле рыбы.

Соли CaCl_2 и MgCl_2 имеют горький вкус. По данным ВНИРО, горечь в водном растворе этих солей начинает ощущаться при концентрации ионов кальция и магния 0,15—0,18%. В искусственном насыщенном тузлуке такая концентрация ионов достигается при условии общего содержания кальция и магния в поваренной соли в количестве 0,6% (на сухое вещество), что весьма близко установленному стандартом максимально допустимому содержанию этих примесей в соли высшего и I сортов (Ca^{++} —0,6% и Mg^{++} —0,1%, всего 0,7%).

Каменная соль в большинстве случаев содержит наименьшее количество балластных солей вообще, а CaCl_2 и MgCl_2 в особенности, что является преимуществом этого вида соли перед выварочной и особенно самосадочной¹.

Нежелательно также присутствие в поваренной соли примесей солей калия, придающих ей неприятный (царапающий горло) привкус и содержащихся в большем количестве в каменной соли (до 0,18%) и примеси сульфата натрия, имеющего горький вкус.

В поваренной соли содержатся некоторые виды микроорганизмов, способные развиваться в растворах солей одновалентных и двухвалентных металлов и получившие поэтому название галофильных, т. е. солелюбивых.

В большем количестве эти микроорганизмы встречаются в самосадочной соли, так как они распространены в соленых озерах. В выварочной и каменной соли в момент их добычи этих микроорганизмов нет, но обсеменение микрофлорой происходит во время транспортировки и при хранении на рыбных предприятиях. Практически все транспортные средства и площадки для хранения соли заражены этими весьма стойкими микроорганизмами.

Для улучшения качества самосадочной соли ее после добычи длительное время выдерживают в буграх на открытом воздухе, чтобы освободиться от легкорастворимых примесей и дать окислиться части органических соединений; при этом уменьшается также обсемененность соли микроорганизмами. Такая соль получила название выдержанной. Она имеет желтоватый цвет, а невыдержанная — белый. Добытая каменная и выварочная соль сразу поступает в продажу.

ВОДА

Вода обладает рядом замечательных свойств. Перечислим некоторые из них.

¹ При посоле особенно ценных рыб количество ионов Ca не должно превышать 0,5, а Mg 0,1%.

1. Вода является очень хорошим растворителем. Вследствие высокой диэлектрической постоянной электролитическая диссоциация растворенных в ней веществ значительно больше, чем в любом другом растворителе¹.

Вода является полярным соединением, поэтому ее растворяющая способность тесно связана с полярными свойствами растворяемого вещества. Соли, особенно минерального происхождения, являются также полярными соединениями и по этому признаку имеют большое средство с водой, хорошо в ней растворяются.

2. Вода обладает самым большим поверхностным натяжением из всех жидкостей, за исключением ртути, чем в значительной степени обуславливаются явления адсорбции, а следовательно, и моющая способность воды.

3. В процессе гидролиза, сопровождаемого лишь незначительным превращением энергии, вода вступает в реакцию с органическими веществами. Это свойство воды имеет исключительное значение при ферментативном процессе, способствующем так называемому созреванию некоторых рыбных товаров (соленые, вяленые)².

В рыбной промышленности требования, предъявляемые к воде, зависят от тех целей, для которых вода применяется. По характеру использования различают воду, идущую на непосредственные нужды технологического процесса (промывка сырья и полуфабриката, растворение консервирующих веществ, кристаллизация и т. д.), для целей охлаждения, для парового хозяйства.

Вода для технологических нужд, как и питьевая, должна быть бесцветной, без запаха и без вкуса. Из химических загрязнений недопустимыми считаются сероводород и соли тяжелых металлов—меди и свинца. Соли железа и марганца должны быть в концентрации не выше 0,1 мг/л; жесткость воды желательна не выше 30°з.

Титр кишечной палочки для воды, подаваемой водопроводом для питьевых целей, должен быть ниже 100 [96].

КОПТИЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ

Коптильная жидкость является антиокислительным средством, задерживающим окисление жира в рыбе, особенно соле-

¹ Электрической диссоциацией называется процесс распада электронейтральных молекул на электрoзаряженные ионы.

² В данном случае мы имеем в виду влагу, находящуюся в мясе рыбы и главным образом входящую в состав протоплазмы клеток.

³ Жесткость выражается в немецких градусах. Один немецкий градус соответствует концентрации 10,0 мг СаО или 7,14 мг MgO в 1 л.

ной. Кроме того, при соответствующих дозировках она придает соленой рыбе своеобразный запах и вкус.

Из всех известных антиокислителей коптильная жидкость является наиболее надежным и дешевым средством, предотвращающим в течение длительного времени окисление жира в соленой рыбе. Коптильная жидкость представляет собой темно-бурого цвета жидкость со специфическим смолистым запахом. Получают ее из подсмольной жидкости — продукта сухой перегонки древесины после удаления из нее смолы.

По данным Суржина [90], подсмольная вода из воздушно-сухой древесины лиственных пород имеет, примерно, следующий состав (в %):

Вода	80
Уксусная кислота	7—10
Смола растворенная	5—7
Метиловый спирт и ацетон	2—3
Формальдегид	1—2
Фурфурол	1
Метилацетат	0,2—0,4

Обработка подсмольной воды для получения коптильной жидкости включает следующие три основные операции:

1) рафинацию подсмольной воды путем нагревания до 100° для удаления низкокипящей (головной) фракции, представляющей собой смесь продуктов с температурой кипения в пределах 56—95° (ацетон, метиловый спирт, амиловый спирт и т. п.); присутствие этих веществ в коптильной жидкости является нежелательным, так как часть из них имеет неприятный запах и другие свойства, которыми не должен обладать пищевой продукт;

2) нейтрализацию рафинированной подсмольной воды, имеющей кислую реакцию, бикарбонатом натрия NaHCO_3 ; при этом часть растворенной в подсмольной воде смолы выделяется в виде сгустков на поверхности жидкости, и их удаляют путем счерпывания; вследствие изменения реакции жидкости из кислой на нейтральную или слабощелочную увеличивается ее восстанавливающая способность;

3) облагораживание нейтрализованной жидкости с целью освобождения ее от остатков неприятно пахнущих веществ и придания ей необходимого цвета и аромата коптильной жидкости; это достигается путем нагревания жидкости до 85° при одновременном продувании через нее струй воздуха. При облагораживании не только удаляются легко окисляющиеся органические соединения, но происходит также некоторое сгущение жидкости вследствие упаривания.

Готовая коптильная жидкость должна иметь следующие показатели:

Связанные летучие кислоты в пересчете на уксусную кислоту в % (по объему)	9,0—14,0
Летучие альдегиды в 100 мл коптильной жидкости в мг (в расчете на ацетальдегид)	Не более 20,0
Фенолы в 100 мл коптильной жидкости (в расчете на фенол) в мг	Не менее 350,0
Восстанавливающая способность 100 мл коптильной жидкости по раствору Феллинга в мл	Не менее 250,0
Формальдегид	—

Коптильную жидкость необходимо хранить в стеклянных хорошо закрытых бутылках, упакованных в корзины, выстланные внутри мягкой подстилкой. Срок хранения при температуре 10—15° до 1 года.

Как антиокислитель коптильную жидкость добавляют в тузлук в количестве 1% к весу рыбы. Для этого тузлук откачивают из чана или ларя в специальную посуду, добавляют в него коптильную жидкость, перемешивают и затем выливают обратно в чан (ларь). Коптильную жидкость применяют также при копчении рыбы (мокрое копчение), но технологический процесс ее приготовления еще более сложный и в настоящее время для производственных условий он не разработан.

УКСУСНАЯ КИСЛОТА

Уксусная кислота по способу приготовления разделяется на уксусную эссенцию и бродильный уксус.

Уксусная эссенция является продуктом сухой перегонки дерева; бродильный уксус получается в результате жизнедеятельности микроорганизмов в жидкостях, содержащих алкоголь. В зависимости от сырья, из которого получен бродильный уксус, его называют спиртовым, винным, яблочным и т. п. Бродильный уксус не отличается большой крепостью, так как микробы, вызывающие брожение алкоголя, не переносят больших концентраций кислоты и по мере накопления ее в растворе погибают.

В настоящее время в рыбной промышленности чаще применяют уксусную эссенцию. Ее выпускают с содержанием 60 или 80% уксусной кислоты.

Уксусную эссенцию используют при производстве консервов, при специальных посолах и мариновании рыбы. Согласно стандарту, она должна иметь удельный вес при 20° 1,070—1,063, сухой остаток не более 0,01%; при смешивании с водой в лю-

бых пропорциях не должно наблюдаться помутнения и опалесценции раствора.

Количество уксусной эссенции и воды, которое необходимо взять для получения раствора уксусной кислоты (уксуса) с концентрацией от 1 до 10%, показано в табл. 25.

Таблица 25

Уксусная эссенция 60%			Уксусная эссенция 80%		
концентрация уксуса, которую требуется получить, в %	сколько частей взять		концентрация уксуса, которую требуется получить, в %	сколько частей взять	
	воды	эссенции		воды	эссенции
1	95,3	1,7	1	98,7	1,3
2	96,8	3,2	2	97,5	2,5
3	95,0	5,0	3	96,3	3,7
4	93,3	6,7	4	95,0	5,0
5	91,6	8,4	5	93,7	6,3
6	90,0	10,0	6	92,5	7,5
7	88,3	11,7	7	91,3	8,7
8	86,6	13,4	8	90,0	10,0
9	85,0	15,0	9	88,7	11,3
10	83,3	16,7	10	87,5	12,5

Если уксусная эссенция по крепости не стандартная, то количество воды, которое необходимо добавлять к ней для получения раствора уксуса заданной концентрации, можно вычислить по следующей формуле:

$$W = k \frac{A}{B}, \quad (20)$$

где: W — количество воды в кг;

A — количество раствора уксуса в кг;

B — сумма частей воды и уксусной кислоты;

k — коэффициент, показывающий соотношение воды и уксусной кислоты в уксусе.

Коэффициент k находят из формулы

$$k = \frac{a - c}{c}, \quad (21)$$

где: a — концентрация уксусной кислоты в %;

c — концентрация раствора уксуса в %.

Например, имеется уксусная кислота с концентрацией 66%. Необходимо определить, сколько потребуется воды и уксусной кислоты для приготовления 30 кг уксуса с концентрацией кислоты 4%.

По формуле (21) находим значение k :

$$k = \frac{66 - 4}{4} = \frac{62}{4} = 15,5.$$

По формуле (20) находим потребное количество воды для получения заданного количества уксуса требуемой концентрации

$$W = 15,5 \frac{30,0}{16,5} = 27,9 \text{ кг.}$$

Тогда количество уксусной кислоты, которое надо взять, чтобы получить 30 кг 4%-ного уксуса, составит

$$30 - 27,9 = 2,1 \text{ кг.}$$

ПРЯНОСТИ

Пряностями называются вкусовые продукты растительного происхождения, прибавляемые к пище для придания ей приятного вкуса и запаха. Пряности вызывают усиленное выделение пищеварительных соков и поэтому повышают усвояемость пищи.

В состав пряностей входят углеводы, белковые и жировые вещества, эфирные масла, минеральные вещества.

Количество углеводов в пряностях колеблется (в сухом веществе) от 20 до 62%, азотистых веществ от 5 до 16%, жира от 0,5 до 34%, минеральных веществ от 1,5 до 10%.

Ценность пряностей зависит главным образом от содержания в них эфирных масел, которые придают им своеобразный запах и вкус.

Пряности имеют большое применение для производства различных видов рыбных продуктов (пряной и маринованной рыбы, пресервов, консервов и кулинарных изделий). Кроме того, ряд пряностей (гвоздика, корица, черный и душистый перец) обладают антиокислительными свойствами, что имеет определенное значение при производстве соленых товаров из жирных рыб.

Ниже дается краткая характеристика основных видов пряностей, применяемых при обработке рыбы.

Горчица. Горчицу получают из семян растения того же названия. При производстве специальных рыбных маринадов используют горчичный порошок, который, согласно требованиям ГОСТа, должен иметь следующий химический состав (в % на сухое вещество):

	I сорт	II сорт
Вода, не более	10	10
Алиловое масло, не менее	1,1	0,9
Жир	11—16	11—14
Азотистые вещества, не менее	42	38
Зола, не более	5,5	6,0

Мускатный орех является плодом мускатного дерева, растущего в тропических странах. Мускатные орехи содержат около 34% жира и 4—15% эфирного масла; в продажу поступают обычно в целом виде.

В рыбной промышленности мускатный орех применяют в небольших дозах при приготовлении томатного соуса для закусовых консервов и при специальных посолах.

Кардамон — черные мелкие зерна (семена), извлеченные из плодов вечнозеленого тропического растения. Семена содержат 3—4% эфирного масла; количество золы в кардамоне не должно превышать 10%.

Кардамон имеет приятный, нерезкий запах и вкус; применяется при мариновании и пряных посолах рыбы и приготовлении соусов в консервном производстве.

Черный перец — снятые в недозрелом виде и быстро высушенные ягоды тропического растения. Чем тяжелее, тверже и темнее зерна, тем лучше их качество. Черный перец содержит немного (до 3%) эфирного масла, но зато содержит до 13% пиперина, придающего ему специфический жгучий вкус. Пиперин плохо растворим в воде, даже кипящей, поэтому только незначительная часть его переходит из перца в соус или пряную заливку. Однако и этого количества оказывается достаточно, для того чтобы влиять на вкус и запах продукта. Чтобы усилить выделение пиперина, зерна перца измельчают.

Душистый перец имеет немного больше эфирных масел, чем черный перец (до 5%); пиперин в нем отсутствует. Зерна душистого перца имеют темно-коричневый цвет, приятный вкус и приятный тонкий аромат. В измельченном виде душистый перец входит в набор пряностей при пряном посоле рыбы.

Корица — кора молодых побегов вечнозеленого тропического дерева. Корица поступает в продажу в виде длинных трубочек и кусочков неправильной формы светло-коричневого цвета; содержит не менее 10% эфирных масел. Худшие сорта корицы имеют темно-коричневый цвет и неровную поверхность.

Кориандр — семена светло-бурого и бурого цвета с ароматным специфическим запахом и сладко-пряным вкусом. Содержит до 1,5% эфирных масел. Кориандр представляет собой плоды однолетнего растения, культивируемого у нас в Воронежской и Сталинградской областях, УССР и других районах страны. Он входит в состав набора пряностей при изготовлении товаров пряного посола.

Лавровый лист — продолговатые листья с ровными, слегка волнистыми краями, длиной 4—6 см, шириной 2—3 см, желтовато-зеленого цвета. Благородный лавр у нас в стране

разводят на южном берегу Крыма, Черноморском побережье Кавказа (Сочи и южнее), в Грузии.

Лавровый лист содержит до 3,0% эфирного масла, используется в целом виде при производстве различных рыбных товаров.

Анис — плоды однолетнего растения из семейства зонтичных, культивируемого главным образом в Воронежской области. Советский анис считается лучшим в мире; его очень мелкие сероватого цвета семена содержат до 3% эфирного масла. Анис применяется при производстве маринованных и пряных соленых рыбных продуктов.

За последние годы в рыбной промышленности стали применять многие новые виды пряностей отечественного происхождения. Приведем характеристику важнейших из них¹.

Зубровка — наземная часть растения, широко распространенного в европейской и азиатской частях Союза, имеющего светло- или сизовато-зеленый цвет, сильный душистый запах, напоминающий запах свежего сена, и вяжущий вкус.

Дягиль — корневище годичного травянистого растения из семейства зонтичных. Высушенное корневище имеет красновато-бурый или серый цвет, слегка бугристое, внутри белого цвета; запах сильный ароматный, особенно при измельчении; вкус остро-горьковатый.

Аирный корень — многолетнее корневище травянистого растения, растущего около прудов, на болотах, по берегам рек и ручьев, имеющего белый или розоватый цвет с желтым оттенком и пряно-горький вкус.

Ягоды можжевельника — зрелые, высушенные плоды вечнозеленого кустарника из семейства кипарисовых, имеющие черно-бурый цвет, слегка смолистый запах, сладковато-пряный вкус. Плоды содержат 0,5—1,0% эфирных масел и значительное количество сахара (глюкозы).

Калган — многолетнее корневище травянистого растения из семейства разноцветных. Снаружи корневище имеет красновато-бурый или темно-бурый цвет; запах слабый, вкус сильно вяжущий и горьковатый.

Хранение пряностей

Пряности должны храниться в плотной укупоренной таре, в сухом, хорошо вентилируемом складе с относительной влажностью воздуха не выше 75%. Содержание влаги в пряностях не должно превышать 12%. Пряности гигроскопичны; при хранении в сыром помещении они поглощают из воздуха влагу и легко поражаются плесенью. Необходимо учитывать, что на

¹ С. И. Землянскнй, Лекарственные растения СССР, Москва, 1949.

большинстве пряностей всегда имеются споры микроорганизмов, а также вегетативные клетки (кокки), которые при благоприятных условиях могут испортить продукт. Пряности должны быть хорошего качества, невыдохшиеся и незагрязненные. Длительное хранение пряностей, особенно в измельченном виде, нежелательно, так как со временем они теряют эфирные масла и другие летучие ароматические и вкусовые вещества. При необходимости длительного (более 4 месяцев) хранения пряности следует сохранять в целом (недробленом) виде.

ГЛАВА V. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАСТВОРАХ КОНСЕРВИРУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЫБООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Растворами в широком смысле слова называются системы, состоящие из двух и более веществ, из которых одно распределено (растворено) в другом.

Ниже будут рассматриваться только истинные жидкие растворы твердых веществ, которые имеют большое применение при консервировании рыбного сырья.

Истинными называются растворы, в которых диаметр растворенных частиц меньше $1 \cdot 10^{-6}$ мм [96].

Характерной особенностью истинных растворов является равномерное пространственное распределение растворенного вещества в растворителе при установившемся состоянии равновесия. Кроме того, они представляют равномерную устойчивую систему, не стремящуюся к разделению на отдельные фазы. Раствор поваренной соли в воде относится к истинным растворам.

КОНЦЕНТРАЦИЯ РАСТВОРОВ

Концентрацией называется количество растворенного вещества в единице объема или веса раствора. Для ее выражения предложено несколько обозначений: объемная, весовая, молекулярная и нормальная. В технике пользуются двумя первыми обозначениями.

Объемной концентрацией называется количество вещества в граммах, находящееся в 1 л раствора. Расчет расхода соли и воды при приготовлении раствора соли (тузлука), предназначенного для посола рыбы, обычно ведут по объемной концентрации.

Весовой концентрацией называется количество вещества в граммах, содержащееся в 1 кг раствора. Как объемная, так и весовая концентрация могут быть выражены в процентах. В табл. 26 представлены данные, характеризующие зависимость между объемной и весовой концентрацией и удельным весом раствора поваренной соли в воде при 18° [96].

Как видно из табл. 26, с увеличением концентрации поваренной соли в растворе удельный вес последнего увеличивается.

Т а б л и ц а 26

Объемная концентрация в г/л	Весовая концентрация в %	Удельный вес раствора
10,06	1,0	1,01
46,44	5,0	1,04
101,5	10,0	1,07
160,5	15,0	1,11
223,4	20,0	1,15
283,4	25,0	1,19
323,1	26,8	1,21

Наличие прямой зависимости между изменением концентрации и удельного веса является одной из характерных особенностей растворов, что имеет большое значение в технике. Второй особенностью растворов является повышенная температура кипения и пониженная температура замерзания по сравнению с чистым растворителем. Так, например, насыщенный водный раствор NaCl при атмосферном давлении кипит при 107° и замерзает при -21°, в то время как вода (растворитель) кипит при 100° и замерзает при 0°.

В табл. 27 приведены значения криогидратных¹ точек для растворов некоторых солей [68, 92, 121].

Т а б л и ц а 27

С о л ь	Весовая концентрация в %	Температура замерзания в °С
NaCl	22,4	-21,2
KCl	19,8	-11,1
MgCl ₂	20,6	-33,6
CaCl ₂	29,9	-55,0

При посоле клеточные соки рыбы насыщаются солью, в результате чего значительно понижается точка замерзания рыбы. Например, крепкосоленая рыба с небольшим содержанием жира замерзает при температуре около -25°.

¹ Криогидратной точкой называется температура, при которой раствор замерзает.

РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ

Растворимость обычно выражают количеством граммов вещества, которое может раствориться в 1 л растворителя. Растворимость хлористого натрия при 18° составляет 323,1 г в 1 л воды (табл. 26). При дальнейшем добавлении в раствор поваренной соли она при данной температуре уже не будет растворяться.

Растворимость твердых тел зависит от природы растворяемого вещества и растворителя и от температуры.

В настоящее время достаточно хорошо изучено влияние температуры на растворимость различных веществ. Установлено, что с повышением температуры растворимость веществ, находящихся обычно в твердом состоянии, увеличивается и может быть выражена следующей функциональной зависимостью:

$$\alpha = a + bt + ct^2 + \dots, \quad (22)$$

где: α — растворимость при данной температуре;
 a, b, c — эмпирические коэффициенты;
 t — температура растворителя.

Растворимость в пределах от 0 до 25° можно вычислить по следующим формулам [92]:
 для хлористого натрия

$$\alpha = 25,8 + 0,00248t;$$

для хлористого калия

$$\alpha = 28,4 + 0,288t.$$

Из приведенных формул видно, что растворимость NaCl меньше, чем KCl, и с повышением температуры увеличивается также в значительно меньшей степени.

В зависимости от природы растворителя и растворяемого вещества процесс растворения идет с поглощением или выделением тепла. Получаемый при этом тепловой эффект принято относить к одному молю растворяемого вещества. Процесс растворения поваренной соли в воде идет с поглощением тепла, что при посоле рыбы имеет важное значение.

Ниже показаны [92] теплоты растворения отдельных солей, входящих в состав поваренной соли (плюс — теплота выделяется, минус — теплота поглощается) в ккал/моль.

NaCl	—1,2
KCl	—3,39
K ₂ SO ₄	—6,38
MgCl ₂	+35,92
CaCl ₂	+17,41

Эти данные относятся к химически чистым, негидратированным солям. На практике обычно соли бывают в гидратирован-

ном состоянии, т. е. к их молекулам бывает присоединена одна или несколько молекул воды. Например, гидратированные молекулы NaCl и CaCl_2 имеют следующие формулы $\text{NaCl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

При растворении гидратированных молекул солей тепловой эффект растворения понижается. Например, теплота растворения безводного CuSO_4 равна $+15,8$ ккал, а гидратированной молекулы $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ —только $+2,8$ ккал [92]. Это объясняется тем, что при гидратации молекулы (образовании кристаллогидратов) из безводных солей часть тепла уже выделилась.

Теплота растворения безводных солей Q зависит от двух факторов—теплоты гидратации (для водных растворов) q и теплового эффекта разрушения структуры твердого тела c , связанных между собой следующим уравнением [92]:

$$Q = q + (-c). \quad (23)$$

При разрушении структуры твердого тела теплота, как правило, затрачивается, поэтому перед c стоит знак минус. У солей с прочной ионной решеткой $c > q$, поэтому растворение таких веществ сопровождается поглощением тепла; при растворении сильно гидратирующихся солей и к тому же со слабой решеткой тепло выделяется, так как $q > c$.

Растворение кристаллического вещества состоит из двух одновременно протекающих процессов: гидратации частиц и разрушения кристаллической решетки. Растворение происходит в том случае, когда силы сцепления между молекулами растворителя и частицами растворяемого вещества больше сил взаимного притяжения частиц растворяемого вещества между собой. На рис. 20, 21 показана схема растворения кристалла NaCl в воде (по А. Г. Кульману).

Как видно из рис. 20, 21, ионы кристалла NaCl взаимодействуют с дипольными молекулами воды¹, которые постепенно проникают между ионами Na и Cl , отрывая их от кристаллической решетки. Характерной особенностью этого процесса является взаимодействие диполей воды с ионами Na и Cl , находящимися на поверхности кристалла.

Таким образом, чем крупнее кристалл, тем при прочих равных условиях он медленнее растворяется, так как с увеличением размера кристалла отношение его поверхности к объему уменьшается.

На основании нового взгляда процесс растворения твердых (кристаллических) веществ может проявляться одновременно в большей или меньшей степени как диффузионный, так и чисто химический или межфазный процесс².

¹ Молекулы, у которых ясно выражены два полюса (положительный и отрицательный), называются диполями.

² Сообщение о научных работах членов Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, вып. 1, АН СССР, 1949.

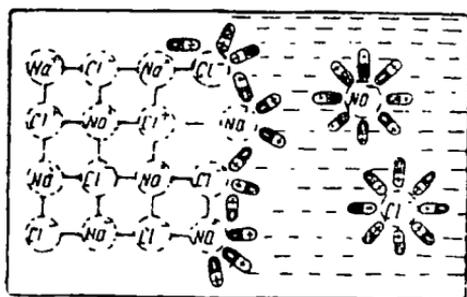
Вначале протекает межфазный процесс на поверхности кристаллов по уравнению

$$dx = KS(C - C_x) d\tau, \quad (24)$$

а затем диффузионный отвод растворившегося вещества с поверхности кристалла в основную массу растворителя по уравнению

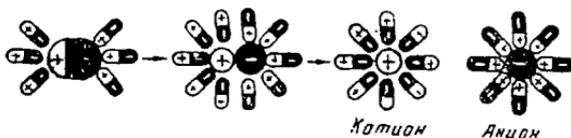
$$dx = \frac{D}{\delta} S(C_y - C_x) d\tau, \quad (25)$$

где: K — константа химического растворения;
 S — поверхность раздела двух фаз;
 C — концентрация у поверхности кристалла;
 C_y и C_x — концентрация растворяемого вещества на разделе двух фаз и в самом растворителе;
 D — коэффициент диффузии;
 δ — толщина межфазного слоя;
 τ — время.



а

Рис. 20. Схема процесса растворения кристалла NaCl во воде.



б

Рис. 21. Схема ионизации полярного электролита.

Растворенное вещество в растворе может находиться в виде молекул и ионов. Существование ионов в растворах обуславливается двумя причинами: притяжением ионов друг к другу и гидратацией ионов.

Сила, действующая между заряженными частицами в растворах, характеризуется следующим уравнением [97]:

$$P = \frac{Q_1 Q_2}{Ar^2}, \quad (26)$$

где: Q_1 и Q_2 —заряды частиц;
 r —расстояние между частицами;
 A —диэлектрическая постоянная растворителя.

Вода, диэлектрическая постоянная которой равна 78 (при 25°), уменьшает силу, действующую между ионами в кристаллах, в 78 раз, что в значительной мере повышает растворимость кристаллов. Гидратация ионов понижает потенциальную энергию и тем самым также способствует разделению ионов.

Если концентрация растворяемого вещества в растворе при данной температуре меньше растворимости этого вещества, то раствор считается ненасыщенным. При добавлении в такой раствор растворяемого вещества процесс растворения будет продолжаться до тех пор, пока концентрация его в растворе не достигнет предела. При дальнейшем добавлении растворяемого вещества оно уже не сможет растворяться; такие растворы получили название насыщенных.

В насыщенных растворах концентрация растворенного вещества равна его растворимости при данной температуре. Насыщенные растворы поваренной соли, как мы увидим дальше, при посоле рыбы играют весьма важную роль.

Если насыщенный при высокой температуре раствор охлаждается, избыток растворенного вещества будет в виде кристаллов выпадать из раствора.

ДИФФУЗИЯ В РАСТВОРАХ

Диффузией в общем смысле этого понятия называется процесс уравнивания концентраций в газах (парах), жидкостях и твердых телах, обусловленный беспорядочным тепловым движением молекул. Явление диффузии в жидкости наиболее легко наблюдать при растворении цветных кристаллов солей (например $KMnO_4$). Если на дно сосуда, наполненного водой, опустить несколько кристаллов $KMnO_4$, то вначале вокруг кристаллов образуется розовое облако окрашенной воды. Постепенно, по мере растворения кристаллов, окрасится вся вода у дна сосуда, а затем начнут окрашиваться вышерасположенные слои воды. Так, на примере окрашивания воды в стакане легко проследить проникновение (диффузию) частиц растворенного вещества ($KMnO_4$) в чистый растворитель (H_2O) в вертикальном направлении (снизу вверх), т. е. в направлении, противоположном силе тяжести.

По-видимому, такое необычное явление может происходить только в том случае, если частицы растворителя и особенно растворенного вещества находятся в постоянном движении, и в растворе существуют какие-то силы, которые стремятся на-

править движение молекул в зону, где имеется наименьшее количество растворенного вещества. Такой силой является осмотическое давление, создаваемое разностью концентраций растворенного вещества.

Процесс диффузии очень медленный; в некоторых случаях он длится днями и даже месяцами. Количество вещества dQ , проходящего в процессе диффузии (в нашем случае снизу вверх) через поверхность S (в нашем случае горизонтальную), выражается уравнением [21]

$$dQ = -DS \frac{dC}{dX} d\tau, \quad (27)$$

где: τ —время;

$\frac{dC}{dX}$ —градиент концентрации;

D —коэффициент диффузии, зависящий от рода диффундирующего вещества и той среды (в нашем случае жидкой), в которой диффузия происходит.

Коэффициент диффузии увеличивается с повышением температуры, так как при этом уменьшается вязкость растворителя (воды) и увеличивается осмотическое давление. Если разделить это равенство на $d\tau$, то получим скорость диффузии:

$$\frac{dQ}{d\tau} = -DS \frac{dC}{dX}. \quad (28)$$

Это уравнение напоминает уравнение теплопередачи, в котором разность температур заменена на разность концентраций, а коэффициенту пропорциональности D дается другой физический смысл. Применение уравнения теплопередачи в теории растворов оказалось возможным после высказанной Фиком гипотезы, что проникновение растворенного вещества в растворитель совершенно аналогично проникновению теплоты в проводник тепла и с математической точки зрения для него могут быть использованы те же уравнения, которые Фурье применил к проблемам теплопроводности.

Для того чтобы более ясно представить физическую картину диффузии и физический смысл формулы Фика, воспользуемся графическим методом, изложенным в книге Булла [21]. Допустим, что раствор концентрации $C=C_0$ (рис. 22,а) находится в соприкосновении с чистым растворителем $C=0$ и что диффузия происходит только в горизонтальном направлении; знак X отрицателен в направлении растворителя и положителен в направлении раствора.

Тогда через промежуток времени τ_1, τ_2, τ_3 зависимость между концентрацией C и растворителем X можно изобразить в виде кривых (рис. 22,б), показывающих проникновение растворенного вещества в растворитель в зависимости от времени, если другие факторы остаются постоянными.

Первая кривая, соответствующая промежутку времени τ_1 , — начальный период диффузии, когда поток растворенного вещества только начал двигаться и проник в растворитель на расстояние $X = (-X_1)$.

Вторая кривая, соответствующая промежутку времени τ_2 , показывает промежуточный период диффузии, когда первые частички растворенного вещества достигли правой крайней точки диффузионного столба ($-X_2$).

Из первых двух кривых легко заметить, что на сколько единиц уменьшается концентрация растворенного вещества в левой части диффузионного столба, на столько же единиц она увеличивается в правой части диффузионного столба; концентрация растворенного вещества в левой части диффузионного столба уменьшается неравномерно и так же неравномерно она увеличивается в правой части диффузионного столба. Третья линия (прямая), соответствующая промежутку времени τ_3 , показывает конец диффузии, когда система пришла в относительное равновесие; концентрация растворенного вещества во всех частях диффузионного столба равновелика и равна $\frac{C_0}{2}$.

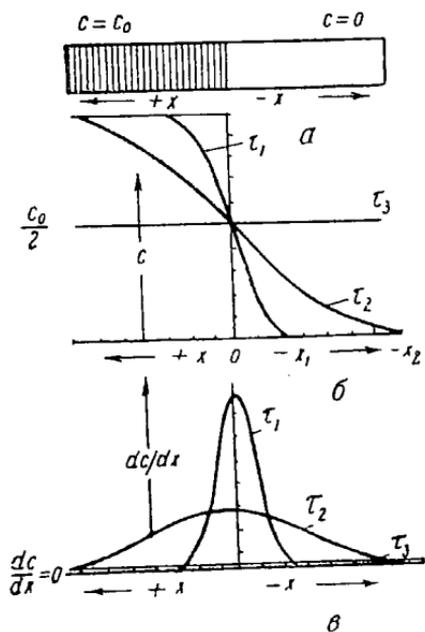


Рис. 22. Зависимость между концентрацией и расстоянием в диффузионном столбе.

В нижней части рис. 22, б изображены кривые зависимости градиентов концентраций от расстояния, соответствующие тем же промежуткам времени.

По мере протекания диффузии, как это видно из нижнего графика, градиент концентраций постепенно уменьшается и на всем протяжении диффузионного столба стремится к нулю.

В конце диффузии, что соответствует промежутку времени τ_3 , градиент концентрации $\frac{dC}{dX} = 0$.

При практическом пользовании формулой наибольшую трудность представляет нахождение числового значения коэффициента диффузии.

В тех случаях, когда нет экспериментальных данных о коэффициенте диффузии, для ориентировочного подсчета можно воспользоваться формулой Эйнштейна [21]:

$$D = \frac{KT}{6\pi r \eta}, \quad (30)$$

где: η — вязкость среды;

r — радиус молекулы диффундирующего вещества;

K — постоянная Больцмана, которая для всех веществ и во всех состояниях равна $1,38 \cdot 10^{-6}$ эрг/град;

T — абсолютная температура.

Коэффициент диффузии зависит от температуры; с повышением температуры на 1° он увеличивается на 2—3,5%.

Если в качестве растворителя использовать воду, что обычно наблюдается при консервировании рыбы, и осуществлять диффузионный процесс при температуре 18° , то формулу Эйнштейна можно значительно упростить:

$$D = \frac{KT}{N} \cdot \frac{1}{6\pi r \eta} = \frac{2,13 \cdot 10^{-13}}{r}. \quad (30a)$$

Формула Эйнштейна дает сравнительно точные решения только для тех систем, у которых размеры частиц растворенного вещества превышают размеры частиц растворителя [21].

ОСМОС

Осмозом в строгом смысле этого слова называется процесс проникновения частиц растворителя через полупроницаемую перегородку из менее концентрированного в более концентрированный раствор. Полупроницаемой перегородкой называется перегородка, способная пропускать только частицы растворителя и не пропускать частицы растворенного вещества. К полупроницаемым перегородкам относятся оболочки клеток, пергамент и т. д. Понятие о полупроницаемой перегородке, так же как и об осмосе, условно; оно возникло тогда, когда существовало мнение об отсутствии у коллоидных веществ способности к диффузии¹.

В настоящее время известно, что даже живые клетки проницаемы не только для воды, но и для электролитов и неионизированных органических молекул. В мертвых клетках эти явления также наблюдаются, но носят неорганизованный характер.

Все клетки (живые и мертвые) проницаемы для воды; это происходит под действием разности осмотических давлений. Под влиянием этих же сил происходит проникновение электролитов, но они проникают через клеточные мембраны значительно медленнее, чем вода. Одной из замечательных особенностей живых клеток является их высокое электрическое сопротивление

¹ Это мнение в середине прошлого столетия было высказано Томасом Гремом; последующими работами установлено, что коллоидные частицы диффундируют, но очень медленно.

ние, в результате которого ионы входят в живую клетку и выходят из нее с трудом.

Мертвая клетка более доступна для проникновения в нее электролитов, причем по мере протекания в ней посмертных изменений проницаемость мембраны клетки увеличивается.

Вопрос о том, проникают ли электролиты в клетку только в виде ионов или также в виде недиссоциированных молекул, до сих пор не выяснен.

При посоле рыбы мы сталкиваемся не только с явлением осмоса ионов электролитов в мертвые клетки (рыб), но также и в живые клетки — микроорганизмы, которые могут присутствовать не только на поверхности, но и в тканях рыбы. В растворах соли, особенно насыщенных, под действием осмотического давления большинство вегетативных клеток погибает, что имеет очень важное значение при посоле рыбы.

Применительно к растворам обычно принято говорить об осмотическом давлении раствора; в действительности осмотическое давление присуще не раствору в целом, а лишь растворенным частицам.

Вант-Гофф, проведя аналогию между идеальными газами и разбавленными растворами, пришел к выводу, что «...осмотическое давление растворенного вещества в растворе равно тому газовому давлению, которое это вещество имело бы, если бы оно в виде газа занимало при той же температуре тот же объем, что и раствор».

Отсюда, заменяя в уравнении $PV=RT$ молекулярный объем V на концентрацию ($V=\frac{1}{C}$), Вант-Гофф предложил формулу для вычисления осмотического давления [21]:

$$p_0 = RTC, \quad (31)$$

где: p_0 — осмотическое давление растворенного вещества в *атм*;

C — концентрация растворенного вещества в растворе;

R — универсальная газовая постоянная, равная 0,0820 л *атм град*.

В формуле не учитывается расщепление (диссоциация) молекул в растворе на ионы, что характерно для многих веществ и, в частности, для NaCl. Если учитывать этот фактор, то формула примет следующий вид:

$$p_0 = iRTC, \quad (32)$$

где i — изотонический коэффициент, учитывающий диссоциацию вещества; при полной диссоциации вещества $i=2$.

Различие между газовым и осмотическим давлением заключается в том, что газовое давление воздействует на стенки сосуда, в который заключен газ, а осмотическое давление —

только на полупроницаемую перегородку, разделяющую сосуд на две части. Осмотическое давление можно наблюдать только при наличии полупроницаемой перегородки, причем совершенно не обязательно, чтобы сосуд был герметически закрыт. Газовое давление можно наблюдать только в герметически закрытом сосуде.

Сходство между газовым и осмотическим давлением заключается в том, что в основе этих явлений лежит тепловое движение частиц газа или растворенного вещества и растворителя (броуновское движение).

Булл [21], преобразуя формулу Вант-Гоффа, дает следующую расчетную формулу для определения осмотического давления с учетом некоторых физических особенностей растворенного вещества и растворителя:

$$p_0 = \frac{\rho_1 R T C}{100 M_2}, \quad (33)$$

где: ρ_1 — плотность растворителя;

M_2 — молекулярный вес растворенного вещества;

C — концентрация, выраженная в граммах вещества, растворенного в 100 г растворителя.

Эта формула имеет большое значение для понимания диффузионных процессов (посола, отмочки, копчения, маринования и т. п.), которые являются главными в технологии консервирования рыбы. Скорость этих процессов зависит от величины осмотического давления, которое, как видно из приведенной формулы, пропорционально температуре и концентрации растворенного вещества. Для того чтобы ускорить процесс консервирования рыбы химическими веществами (например, NaCl), необходимо осуществлять этот процесс при максимально возможной температуре T и концентрации C консервирующего вещества.

Плотность растворителя ρ_1 и молекулярный вес M_2 растворенного вещества не могут заметно влиять на скорость процесса, так как выбор растворителя и растворенного вещества при консервировании рыбы посолом, копчением и маринованием ограничен. В качестве растворителя применяется вода, а растворенными веществами в зависимости от способа консервирования могут являться при посоле, мариновании и копчении рыбы соответственно поваренная соль, уксусная кислота, фенолы и другие составные части дыма.

ГЛАВА VI. ПОСОЛ РЫБЫ

Посол рыбы возник около 3500—4000 лет до н. э. в Китае и Египте [70]. Несколько столетий спустя этот способ консервирования стал известен арабам; по данным Кереева, в перечень товаров древней торговли арабских государств уже входила соленая рыба [74].

После того как у стран Востока завязались торговые отношения с Римской империей и Грецией, посол рыбы становится известен и народам, живущим на побережье средней и западной частей Средиземного моря. Однако соленая рыба как продукт питания и тем более как предмет торговли начинает в бассейне Средиземного моря иметь некоторое значение только за семь-восемь столетий до начала летоисчисления [134, 150, 161, 195].

В VI в. до н. э. греки в бассейнах Средиземного, а затем Черного моря с торговой целью организуют рыбный промысел и прибегают при этом в первую очередь к посолу и сушке рыбы, как наиболее надежным способам консервирования из известных им в то время.

На побережье Черного и Азовского морей они создают торговые колонии, приобретают у местного населения хлеб и рыбу, которую в соленом, сушеном или маринованном виде отправляют в Грецию и другие страны Средиземного моря [4, 69, 125, 191]. По данным Келена [201], уже в то время греки подразделяли соленую рыбу на три вида (сорта) — крепкосоленую (тари-хос телейос), среднесоленую (гамитарихос) и малосоленую (акропастос).

В посол направляли такие виды рыб, как анчоус, скумбрия, пеламида, осетр и лосось [201]. Рыбу солили в чанах, сделанных из камня [161]; малосоленую рыбу готовили в специальных глиняных сосудах с узким горлышком (пифосах, амфорах).

Близость греческих городов Азовского и Черного морей к Киевскому княжеству, оживленная торговля, которую русские вели с Византией и странами Востока, способствовали распространению посола рыбы в Киевском княжестве, а затем и дальше на север — в Новгородском княжестве, где рыбный промысел имел большое значение. Есть все основания считать, что новгородцы, расселявшиеся в XI в. на побережье Белого моря, уже имели достаточный опыт по посолу рыбы.

В странах Западной Европы посол рыбы с торговой целью стал применяться с XII в. [177], в Англии, по-видимому, раньше.

С развитием рыболовства возрастало и значение консервирования рыбы поваренной солью, которая до XIX в. играла роль единственного консервирующего средства. И только со второй половины XIX в. начинают применяться другие способы консервирования (искусственное замораживание, баночное консервирование), которые постепенно вытесняют посол. Тем не менее и до сих пор посол как массовый и наиболее простой способ консервирования во многих странах, в том числе и в СССР, сохраняет еще преобладающее значение.

Посол необходим не только при приготовлении соленых продуктов, но также и при обработке рыбы копчением, вялением и другими способами консервирования. Основное назначение его в этом случае заключается в сохранении полуфабриката от порчи в период его обработки. Находящийся в рыбном мясе раствор соли парализует жизнедеятельность микроорганизмов, поэтому посол рыбы как элемент предварительного консервирования является необходимым.

Кроме того, посол придает продукту дополнительные вкусовые качества. Например, предварительно не подсолённая рыба горячего копчения менее вкусна, чем слегка подсолённая. Наконец, посол придает стойкость готовому продукту в период его хранения или транспортировки. Особенно это важно для продуктов вяленых и холодного копчения.

Посол для многих рыб, в первую очередь для сельдевых и некоторых лососевых, является одним из наиболее целесообразных способов консервирования, поэтому, очевидно, и в будущем он будет иметь в рыбной промышленности большое значение.

УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОСОЛА РЫБЫ И ТЕХНИКА ПОСОЛА

Применяемые в рыбной промышленности устройства, в которых просаливают рыбу, можно разделить на две группы — периодического и непрерывного действия.

Рыбопосольные устройства периодического действия отличаются прерывностью (циклическостью) работы. Свежую рыбу и консервирующее вещество (соль, раствор соли) в определенной пропорции загружают в устройство и выдерживают в нем до тех пор, пока рыба не достигнет требуемой солености. Затем это устройство освобождают (разгружают) от соленой рыбы, раствора соли, нерастворившейся соли и после мойки загружают новой партией свежей рыбы и консервирующего вещества.

Рыбопосольные устройства периодического действия

К ним относятся чаны, лари, бочки и ящики.

Чаны и лари. Посол в чанах получил широкое распространение сравнительно недавно. В начальный период существования

рыбного промысла в России рыбу хранили и даже солили в ямах или засаливали штабелями на поверхности земли.

Ямы различной глубины, которые выкапывали на берегу реки или моря недалеко от места добычи рыбы, обычно имели прямоугольную форму. На дно ямы, выстланное рогожей, камышом или другими материалами, укладывали рыбу, обваленную в соли, причем каждый ряд рыбы дополнительно обильно посыпали солью. Когда яма была заполнена, рыбу сверху покрывали ветками, рогожей, камышом или другими имеющимися в распоряжении рыбака материалами; на Камчатке ее обычно еще засыпали землей [85].

Начало усовершенствования ямного посола относится примерно к XV в., когда на средней Волге дно и боковые стороны ямы стали мостить и укреплять камнем [78]. Примитивный ямный посол на юге России был в основном ликвидирован во второй половине XVIII в.; на севере и особенно на Дальнем Востоке он и так называемое ямное квашение рыбы просуществовали значительно дольше.

Квашение рыбы в ямах особенно было распространено на Камчатке среди местного населения (камчадалов, коряков, курилов). Объясняется это тем, что на Камчатке местное население не умело готовить соль из морской воды и поэтому вынуждено было с давних времен прибегать к квашению рыбы в ямах.

По этому способу потрошеную, а иногда и в целом виде рыбу кучей складывали в ямы, устланные листьями, и затем покрывали травой и засыпали землей; в ямах рыбу хранили до глубокой осени [85]. В результате более чем двухмесячного лежания в земле в летнее время года рыба основательно скисала и издавала кислый (квашеный) запах; это квашение в то время считалось одним из лучших.

При квашении образуются кислоты, происходит снижение рН, а это в известной мере предотвращает бактериальное разложение и способствует сохранности продукта.

Чан как устройство для посола рыбы занимает в рыбной промышленности прочное место с середины XIX в., когда волжские и, в частности, астраханские рыбопромышленники начали в массовом количестве направлять сельдь в посол, резко сокращая использование ее для жиротопления.

Чан отличается от ларя¹ значительно меньшими размерами. Максимальная вместимость чана не превышает 100 ц рыбы, а в ларь обычно вмещается не менее 150 ц рыбы. В Дагестане до сих пор еще сохранились лари вместимостью 200 ц. Кроме того, лари отличаются особенностью устройства: их делают из

¹ Посол в ларях отождествляется с чановым посолом. В Волго-Каспийском бассейне до сих пор ларь и чан принято называть рыбопосольной посудой.

брусков толщиной около 20 см без стягивания обручами; ларя-ми заполняют все рабочее пространство ледника-выхода.

Чаны делают из дерева или цемента. Цементные чаны удобнее в эксплуатации; они хорошо держат тузлук; срок их службы исчисляется десятками лет. Цементные чаны делают прямоугольной формы, а деревянные — круглой и стягивают обруча-ми.

Внутренние размеры цементного чана вместимостью 80 ц ры-бы следующие: высота 1,6 м, ширина 2,6 м, длина 2,7 м и объем 11,2 м³.

Внутренние размеры круглого деревянного чана той же ем-кости таковы: высота 1,7 м, максимальный диаметр (у дна) 3,15 м, объем 11,5 м³.

Формулу для расчета вместимости G чана прямоугольного сечения можно представить в следующем виде:

$$G = qabh, \quad (34)$$

где: q — насыпной вес рыбы в т/м³;

a — ширина чана в м;

b — длина чана в м;

h — высота чана в м.

Ниже приведена формула для расчета вместимости кругло-го чана:

$$G = \frac{1}{8} \pi hq (d_1^2 + d_2^2), \quad (35)$$

где: d_1 — диаметр чана у днища в м;

d_2 — диаметр чана у верхнего обруча в м.

Круглый чан делают по высоте слегка на конус, причем диа-метр верхней части чана бывает несколько меньше, чем нижней.

Вновь строящиеся цехи для посола рыбы оборудуют главным образом цементными (железобетонными) чанами.

Расчет вместимости G деревянного чана эллипсоидной фор-мы производят по следующей формуле:

$$G = \frac{1}{8} \pi hq (d_1 D_1 + d_2 D_2), \quad (36)$$

где: d_1 — длина малого диаметра у днища в м;

D_1 — длина большого диаметра у днища в м;

d_2 — длина малого диаметра в верхней части чана в м;

D_2 — длина большого диаметра в верхней части чана в м.

Чаны эллипсоидной формы или ванны делают небольших размеров и обычно небольшой высоты ($h < 0,7$ м); используют их главным образом для посола и замораживания особенно ценных рыб, а также для отмочки соленой рыбы. Чаны эти не-стационарные, изготавливают их только из дерева и стягивают об-

ручами, обычно стальными; по высоте их делают слегка на конус, поэтому $d_1 D_1 > d_2 D_2$.

Если чан имеет высоту не более 0,7 м, формулу для определения его вместимости можно написать в более простом виде:

$$G = \frac{1}{4} \cdot h q \pi d_1 D_1. \quad (37)$$

Другими устройствами для посола рыбы являются бочки и ящики, в которых рыбу не только солят, но и транспортируют.

Бочки и ящики в зависимости от вида рыбы и способа ее разделки делают различных размеров. Максимальная вместимость бочки, разрешаемая стандартом, в нашей стране составляет 300 л, а ящика 130 кг.

Таким образом, в настоящее время по типу применяемых рыбосолевых устройств различают три способа посола рыбы, а именно: чановый, бочковый и ящичный.

Перед посолом рыбы внутри чана (ларя) у стенки (в чанах прямоугольного сечения обычно в углу) вертикально устанавливают так называемый колодец, представляющий собой обычный желоб, сбитый из двух расположенных под прямым углом досок. Назначение его — облегчить наблюдение за изменением концентрации раствора соли в чане при посоле; кроме того, через этот колодец удобнее перекачивать солевой раствор (тузлук) из нижней части чана в верхнюю, чтобы уравнять концентрацию раствора по всему сечению чана.

Техника чанового посола заключается в следующем: тщательно вымытую рыбу обваливают в соли и рядами укладывают в чан; каждый ряд рыбы, в свою очередь, посыпают солью. Мелкую рыбу, а также сельдь (кроме крупной и отборной) ссыпают в чан, разравнивают гребком и посыпают солью по слоям. На дно чана предварительно насыпают слой соли или наливают тузлук (смешанный посол).

В таком порядке чан полностью заполняют рыбой и солью; незаполненным остается только пространство, ограниченное стенками колодца. Сверху рыбу также покрывают слоем соли.

Примерно через сутки рыба покрывается раствором соли в виде жидкости красного или буровато-красного цвета, образовавшейся за счет растворения соли в воде, выделяющейся из рыбы¹.

Удельный вес раствора соли больше удельного веса рыбы, поэтому вся масса рыбы, находящаяся в чане, всплывает. Для предотвращения этого поверх рыбы в чан помещают специальные деревянные решетки, на которые кладут груз (гнет). В качестве груза обычно употребляют бочки или ящики, наполненные солью или крупными камнями. По мере просаливания рыбы

¹ Окрашивание тузлука происходит за счет крови, извлекаемой из жабр и внутренних органов рыбы.

удельный вес ее увеличивается; однако к концу процесса он все же бывает меньше удельного веса раствора соли, в котором рыба просаливается. Поэтому при хранении соленой рыбы в чанах груз (гнет) с нее не снимают, но немного уменьшают, чтобы не подвергать рыбу излишнему сдавливанию.

Чановый посол получил в нашей стране широкое распространение, так как во всех районах большого рыболовства, особенно при лове проходных рыб и рыб, нерестующих у морских берегов (например, сельдь), ход рыбы бывает кратковременным и массовым. Для того чтобы быстро обработать большие уловы (несколько тысяч центнеров в сутки), необходимы простые и вместительные устройства. Чан полностью удовлетворяет этим требованиям.

В большинстве случаев, особенно в районах с теплым климатом, рыбу при посоле необходимо охлаждать льдом. При чановом посоле это легко сделать путем пересыпания рыбы по рядам (слоям) не только солью, но и льдом. При бочковом и ящичном посолах этого сделать невозможно.

Кроме того, при поступлении рыбы в больших количествах ее легче посолить в чанах, чем в бочках. Единовременная (в момент посола) затрата труда при чановом посоле меньше, чем при бочковом. Например, для посола 1 ц тюльки на механизированных линиях потребность в ручном труде при чановом посоле составляет 1,3, а при бочковом 2,7 чел.-час. В данном примере берется самый выгодный случай для бочкового посола, так как при посоле тюльки не требуется рядовой укладки.

Но чановый посол имеет и недостатки, из которых главными являются неравномерность просаливания рыбы по высоте чана и сдавливание рыбы во время посола. Оба эти недостатка имеют особенно большое значение при посоле жирных рыб с нежным мясом и наполненным пищеводом.

Первый недостаток объясняется тем, что нижние ряды рыбы поступают в посол раньше верхних, так как они первыми загружаются в чан и раньше покрываются тузлуком. В результате нижние ряды рыбы просаливаются несколько быстрее, чем верхние. При насыщенных посолах это обстоятельство не имеет большого значения, но при ненасыщенных может получиться значительная неравномерность (пестрота) просаливания рыбы.

Для того чтобы устранить этот недостаток чанового посола, иногда применяют так называемую кантовку рыбы. Смысл этой операции заключается в перемещении нижних рядов рыбы в чане наверх, а верхних рядов вниз. Осуществлять эту операцию следует в середине процесса посола, после того как содержание соли в рыбе достигнет 5—7%.

Из-за трудоемкости операции и неизбежных повреждений рыбы следует избегать применения этой операции, заменяя ее по возможности перекачкой тузлука в чане.

Второй недостаток чанового посола — сдавливание рыбы — более существен, чем первый, и является причиной снижения качества некоторых рыб при посоле (например, жирующей сельди).

Наиболее трудоемкой и тяжелой операцией при чановом посоле является выгрузка соленой рыбы из чана; эту операцию долгое время не удавалось механизировать. В настоящее время разработано и внедрено несколько способов механизированной разгрузки чанов, из которых особый интерес представляют предложения Ю. С. Покровского и П. И. Попова.

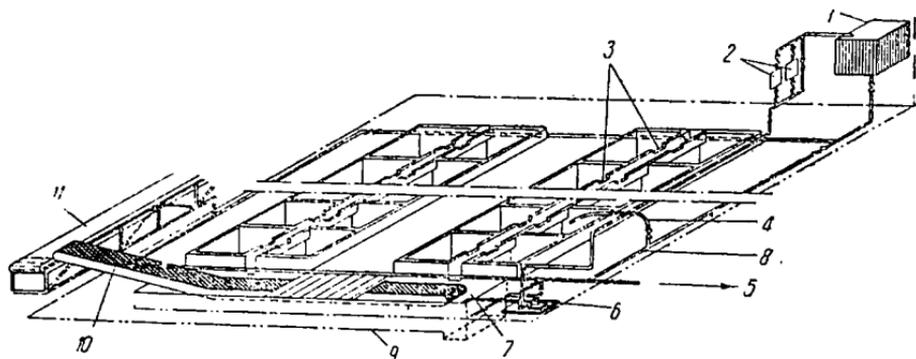


Рис. 23. Схема механизации разгрузки соленой сельди из чанов и подачи ее в уборочный цех:

1—напорный тузлучный бак; 2—тузлучные фильтры; 3—сливные окна; 4—шланг гибкий для подачи тузлука в чаны; 5—в канализацию; 6—центробежный насос; 7—сборный приямок для тузлука; 8—тузлучный трубопровод; 9—дно тузлукосборочного кодца; 10—сетчатый транспортер; 11—сортировочный ленточный транспортер.

Ю. С. Покровским был предложен способ выгрузки соленой сахалинской сельди из чанов путем наполнения их насыщенным раствором соли, основанный на разнице удельных весов сельди и тузлука. Удельный вес соленой сахалинской сельди составляет 1,12—1,16, а удельный вес тузлука 1,2. За счет разницы удельных весов сельдь всплывает на поверхность тузлука.

Как показано на рис. 23, между двумя рядами чанов устанавливают желоб со сливными окнами размером 500×300 мм, имеющий наклон в сторону тузлукосборника; дно желоба расположено ниже сливного окна.

Выливка из чанов готовой продукции происходит следующим образом: открывают вентили, включают насос и тузлук из сборного приямка по гибкому шлангу подают в чан. Сельдь при этом всплывает на поверхность в виде блока (глыбы), который разрушают гребком или струей тузлука из шланга; сельдь вместе с тузлуком попадает в желоб, по которому транспортируется до приямка, где тузлук сливается в приямок через сетчатый транспортер, а сельдь по транспортеру поступает к месту сортировки и укладки в тару. Отделенный тузлук забирают из приямка центробежным насосом и через фильтры солеконцентратора

вновь подают в разгружаемый чан. Производительность такой установки до 15 т/час.

При фильтрации циркулирующих тузлуков дополнительной мойки сельди перед укладкой не требуется.

На рыбообрабатывающих предприятиях Каспийского бассейна до 1948 г. рыбу из ларей выливали ручным способом или при помощи передвижного малого электрокрана грузоподъемностью до 120 кг, который, однако, большого распространения не получил из-за громоздкости, тяжести и неустойчивости при развороте стрел с наполненным каплером.

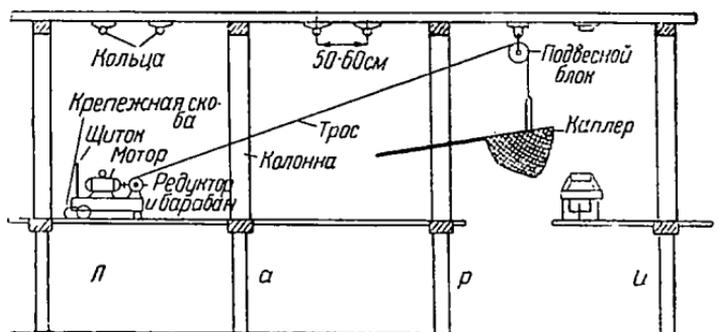


Рис. 24. Схема устройства для выгрузки соленой рыбы из ларей.

Для механизации указанного процесса механиком П. И. Поповым было предложено применять электролебедку, смонтированную на тележке (рис. 24).

Тележка весом около 100 кг представляет собой деревянную платформу размером 1670×400×200 мм, установленную на четырех колесах, из которых два поворотных ведущих. На деревянной платформе смонтированы: электромотор, соединенный эластичной муфтой с червячным редуктором; двубортный гладкий рабочий ролик диаметром 300 мм, поставленный на валике червячной шестерни редуктора; два упорных шипа с поперечной планкой и рамка с масляным рубильником-переключателем для изменения вращения электромотора.

Перед началом разгрузки в ларь с помощью центробежного насоса заливают тузлук, а высоленную, слежавшуюся рыбу разрыхляют, чтобы удобнее было захватывать ее каплером, вместимость которого 100—150 кг.

Тележку устанавливают на расстоянии 6—8 м от подготовленного для разгрузки ларя (в зависимости от величины свободной площадки) и закрепляют ее; разматывают грузовой трос с блоком, который накидывают на потолочный рым. Затем на грузовой крюк надевают сетчатый каплер, оборудованный рычажным замком.

Процесс выгрузки осуществляется следующим образом: рыбу, захваченную каплером из чана, поднимают вверх до определенной высоты, после чего, открывая рычажный замок, ее высыплют в вагонетку.

Каплер имеет длинную ручку, при помощи которой можно погружать его под слой рыбы в любом месте ларя.

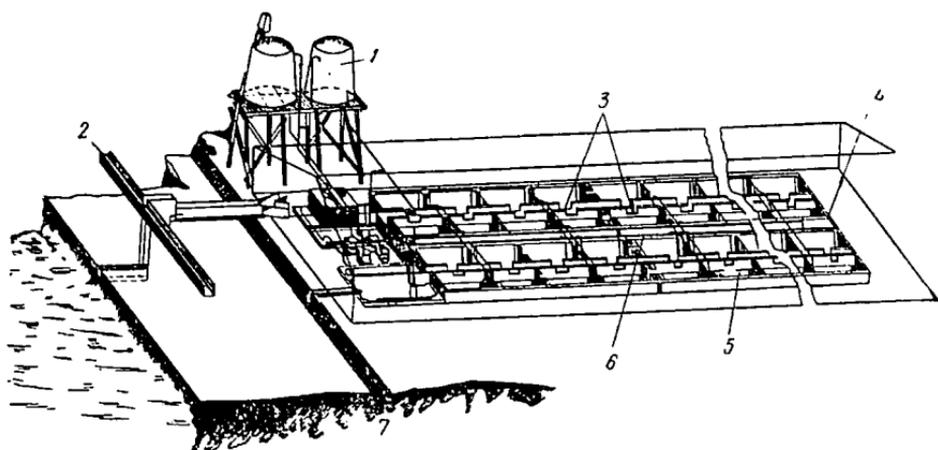


Рис. 25. План механизированной линии для посола сахалинской сельди в циркулирующих тузлуках:

1—солеконцентратор; 2—подача сельди-сырца; 3—разгрузочные окна; 4—желоб для подачи рыбы и стока воды; 5—посольные чаны; 6—подача тузлука в чаны; 7—подача соленой сельди в уборочный цех.

Чановый посол рыбы в циркулирующих тузлуках. В настоящее время в промышленность внедряются установки прерывного действия для посола рыбы в циркулирующих тузлуках. В основу конструкции этих установок положены три необходимых условия: расположение чанов в одной плоскости (Н. Т. Березин); применение гидравлической разгрузки соленой рыбы из чана с использованием для этой цели разности удельных весов тузлука и соленой рыбы (Ю. С. Покровский); наличие в линии резервного пустого чана для перегрузки просолившейся рыбы из чана в чан с целью кантовки (С. И. Гакичко).

На рис. 25 показан план механизированной линии для чанового посола сахалинской сельди в циркулирующих тузлуках, разработанный коллективом инженеров под руководством А. В. Терентьева и И. П. Леванидова.

Бочковый посол. Сущность бочкового посола заключается в том, что свежую рыбу, обваленную в соли, укладывают в бочки, которые выдерживают некоторое время для просаливания (осадки) рыбы, затем дополняют рыбой того же дня посола, укупоривают и отгружают потребителю, не применяя перекалывания рыбы. Для посола сельдевых и мелкой рыбы этот способ наиболее совершенный.

Преимущества бочкового посола по сравнению с чановым заключаются в том, что рыбу солят сразу в ту тару, в которой ее отгружают потребителю, вследствие чего количество производственных операций сокращается. Однако трудность механизации рядовой укладки рыбы в бочку и низкая производительность ручного труда на этой операции являются одной из основных причин, задерживающих внедрение бочкового посола сельди на береговых предприятиях. Кроме того, для размещения бочек с рыбой во время отстаивания (до докладки) необходима большая площадь.

Ящичный посол. Сущность ящичного посола заключается в том, что рыбу, обваленную в соли, укладывают в ящики, в которых она просаливается, и в них же ее отгружают потребителю. Образующийся тузлук вытекает из ящика и в посоле не участвует.

Этот способ посола не получил в промышленности большого распространения, так как вкусовые свойства продукта при ящичном посоле хуже, чем при чановом и тем более бочковом; емкость ящика используется недостаточно, поскольку в ящик закладывают свежую рыбу, объем которой при посоле значительно уменьшается; санитарные условия посола неудовлетворительные, так как в ящик попадает пыль и другие загрязнения. При стекании образующийся тузлук собирается вокруг штабеля ящиков, загрязняя площадку.

Основным преимуществом ящичного посола является его простота, он не требует специального оборудования и цехов. Обычно этот способ посола применяют при экспедиционном лове для посола рыбы на берегу или в трюмах судов. Комбинацией ящичного и чанового посола является посол рыбы в контейнерах (ящиках), размещаемых с рыбой в чанах (предложение Н. И. Сукрутова). Этот способ посола успешно прошел полупроизводственные испытания на одном из рыбозаводов Волго-Каспийского треста.

Рыбосолевые устройства непрерывного действия

Применение этих устройств основано на том, что свежую рыбу и консервирующие вещества (раствор соли) непрерывно подают в посолевое устройство и так же непрерывно удаляют из него посоленную рыбу и отработанный (пониженной концентрации) раствор соли.

До сих пор устройства непрерывного действия удалось применить в промышленности только для посола одной из наиболее мелких рыб — тюльки, для чего построены две установки, названные по имени их авторов тузлучными установками Тимофеева и Вечканова.

Установка Тимофеева. Установка (ванна) представляет собой бак длиной 84 м и поперечным сечением $1,20 \times 1,25$ м² (рис. 26).

В ванне через каждые 3 м расположены барабаны (мешалки) диаметром 0,7 м с лопастями длиной 0,5 м; всего по длине ванны установлен 21 барабан. Назначение барабанов — перемешивать рыбу с тузлуком (кантовать) и продвигать ее от загрузочного пространства к разгрузочному. Ванну обслуживают два рыбонасоса: один от приемных весов по трубам подает рыбу в ванну, а другой разгружает ванну и также по трубам тузлуком транспортирует уже соленую рыбу к уборочной площадке.

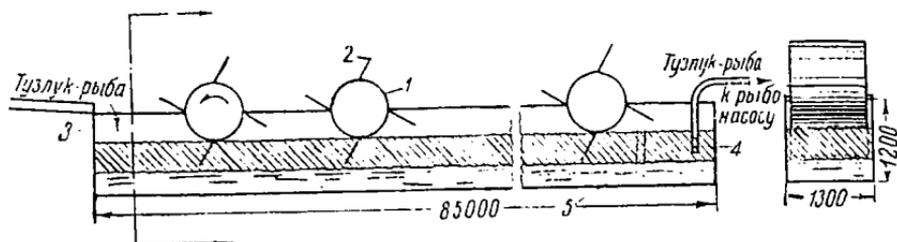


Рис. 26. Установка Тимофеева:

1—барабан (мешалка); 2—лопасти мешалки; 3—корпус ванны; 4—слой рыбы (тюльки); 5—тузлук.

Продолжительность нахождения рыбы в ванне при работе мешалок составляет не более 1,5 часа; за это время тюлька просаливается до содержания соли 8%. Кроме того, при транспортировке тузлуком по трубам рыба еще дополнительно просаливается на 3—4%. Конечное содержание соли в тюлке при посоле в этой установке составляет максимум 12%. Производительность установки 10 т/час.

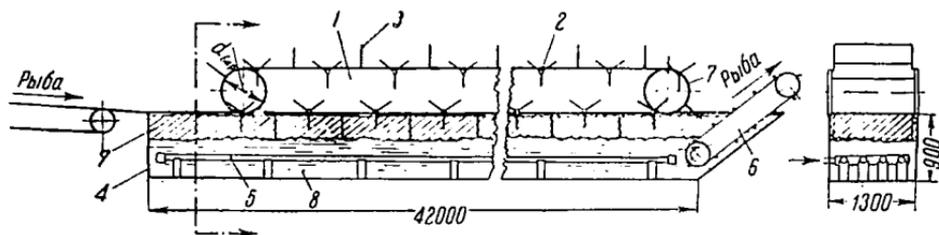


Рис. 27. Установка Вечканова:

1—скребковый транспортер; 2—мешалка; 3—скребок транспортера; 4—корпус ванны; 5—труба для подачи тузлука в ванну (барботер); 6—транспортер для выгрузки и стекания рыбы; 7—слой рыбы (тюльки); 8—слой тузлука.

Установка Вечканова. Установка Вечканова (рис. 27) представляет собой железобетонный резервуар длиной 42 м, шириной 1,8 м и высотой 1,14 м (размеры даются внешние); толщина стенок ванны 0,14 м. Сбоку ванны по длине расположены три колодца размером 0,6×1,2×1,14 м для контроля за крепостью тузлука.

На стенках ванны установлен каркас скребкового транспортера. Полотно скребкового транспортера состоит из двух параллельных ветвей с шагом 400 мм, соединенных между собой поперечниками с роликами на концах; последние катятся по направляющим (металлическим полосам), закрепленным на стенках ванны. К поперечникам прикреплены мешалки и скребки, которые по всей длине транспортера чередуются между собой.

Мешалки имеют вид металлических прутков диаметром 1 см и длиной 30 см; на каждой поперечине расположено 12 таких прутков-мешалок. Скребки представляют собой деревянные пластины длиной 1,5 м и шириной 0,36 м; их по длине транспортера насчитывается 98. При помощи скребков осуществляется продвижение рыбы в ванне, а мешалки перемешивают рыбу, находящуюся между скребками.

Скребковый транспортер может работать на трех скоростях; минимальная скорость 15 м/час. При такой скорости продолжительность пребывания рыбы в ванне составляет 2,5 часа; за это время тюлька просаливается до содержания соли 11%.

Над ванной расположена оросительная система, состоящая из 50 патрубков с отверстиями 0,1 мм, через которые в ванну подается тузлук, орошающий верхние слои рыбы.

Кроме того, на дне ванны, вдоль нее, для подачи тузлука проложены три ряда труб с отверстиями такого же диаметра, выполняющие роль барботера. Для отвода избытка тузлука в конце ванны имеется сливной желоб. Тузлук в оросительную систему и в ванну нагнетается четырехдюймовым насосом. Рыбу из разгрузочного пространства ванны выгружают сетчатым наклонным транспортером с ребрами (деревянными планками), захватывающими рыбу из тузлука. Производительность установки 5 т/час.

Преимуществом описанных установок является строгая нормализация процесса посола и полная его механизация.

Основными недостатками их являются громоздкость, потребность в большой площади для размещения. Даже такая мелкая рыбка, как тюлька (вес 1,5—2 г), просаливается в этих установках только до содержания соли 11—12%. Таким образом, посол более крупных рыб (например, сельди) в них невозможен, так как продолжительность процесса посола этих рыб даже при приготовлении малосоленой продукции исчисляется днями.

По этим причинам установки Тимофеева и Вечканова не получили распространения в промышленности. Они были сконструированы на основе ошибочного предположения, что посол в циркулирующих тузлуках по сравнению с сухим посолом сокращает продолжительность процесса в 7 и более раз. Этот вопрос подробно разобран в нашей статье [27].

Установкам непрерывного действия для посола рыбы безусловно принадлежит будущее, но для этого необходимо найти

способы значительного уменьшения продолжительности процесса просаливания рыбы.

Применением только циркулирующих тузлуков практически ускорить процесс посола невозможно.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА РАБОТЫ ЛИНИЙ ДЛЯ ПОСОЛА РЫБЫ

Механизация производственного процесса обработки рыбы находится в такой стадии, когда только количественное увеличение механизированных линий или отдельных механизмов не может удовлетворить промышленность. Главное внимание должно быть обращено на качество механизированных линий и правильную их эксплуатацию, в основном на полное использование их производительности.

При оценке совершенства конструкции механизированных линий большое значение имеет методика их испытания. Нередки случаи, когда в результате неправильно проведенных испытаний различных линий механизации и неправильной методики изучения и анализа работы эксплуатируемых линий делаются неправильные выводы.

По предлагаемой методике эффективность механизации характеризуется технологическими и производственно-эксплуатационными показателями.

В первую группу показателей включаются средняя скорость посола, равномерность посола, качество продукции, выход продукции, расход консервирующих материалов.

Ко второй группе относятся степень механизации технологических, вспомогательных и транспортных операций, потребность в ручном труде, расход топлива и электроэнергии, площадь, занимаемая установками, стоимость строительства и эксплуатации.

Технологические показатели

Средняя скорость посола. Средней скоростью посола мы называем количество соли (в %), проникшее в рыбу за единицу времени (час). Определяют ее по формуле

$$v_{cp} = \frac{C_2 - C_1}{\tau},$$

где: v_{cp} — средняя скорость посола в % в час;

C_1 — содержание соли в мясе рыбы в начале процесса посола в %;

C_2 — содержание соли в мясе рыбы в конце процесса посола в %;

τ — продолжительность посола в часах.

Равномерность посола. Равномерностью посола мы называем величину, характеризующую, в какой мере содержание соли в рыбе, взятой из различных мест рыбопосольного устройства в определенный период процесса посола, отклоняется от средней величины.

Для того чтобы установить этот показатель, необходимо одновременно не меньше чем из девяти мест рыбопосольного устройства (нижней, средней и верхней зоны) взять пробы рыбы для определения в них содержания соли. Из каждой зоны пробы берут по диагонали из одного угла, середины и противоположного угла.

Допустим, через время τ содержание соли в пробах рыбы в рыбопосольном устройстве составило: в первом ряду C_1, C_2, C_3 , во втором ряду C_4, C_5, C_6 , в третьем ряду C_7, C_8, C_9 .

Отсюда в момент процесса посола, соответствующий времени τ , среднее содержание соли в блоке рыбы, просаливаемом в данном рыбопосольном устройстве, составит

$$C_{cp} = \frac{C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9}{9}.$$

В общем виде эту формулу можно написать следующим образом:

$$C_{cp} = \frac{\sum C_n}{n}, \quad (38)$$

где: n — количество измерений;

C_n — значение каждого измерения.

Допустим, что C_6 имеет максимальное отклонение от C_{cp} , а C_2 — минимальное, тогда абсолютное отклонение от C_{cp} составит:

максимальное

$$C' = C_6 - C_{cp} \text{ (или } C_{cp} - C_6),$$

минимальное

$$C'' = C_2 - C_{cp} \text{ (или } C_{cp} - C_2).$$

Однако величины абсолютных отклонений еще не характеризуют режим посола в целом, потому что показатели по другим точкам (в нашем случае по семи из девяти) при этом не учитываются. Поэтому режим посола необходимо характеризовать некоторым относительным показателем в виде коэффициента равномерности просаливания K_1 , который можно определить из следующей формулы:

$$K_1 = 1 - \frac{1}{C_{cp}} [(C_{cp} - C') + (C'' - C_{cp})]. \quad (39)$$

Значения C'_{cp} и C''_{cp} находятся из формулы

$$C'_{cp} = \frac{\Sigma C_n}{n},$$

где каждое из значений $C_n \leq C_{cp}$, а C''_{cp} — из формулы

$$C''_{cp} = \frac{\Sigma C_n}{n},$$

где каждое из значений $C_n > C_{cp}$. Чем ближе K_1 к единице, тем более равномерно осуществляется процесс просаливания рыбы. Этот показатель очень важен для характеристики совершенства конструкции рыбопосольного устройства.

Качество продукции. Качество продукции оценивается согласно существующим стандартам. Желательно оценивать продукт по объективным показателям, но для соленых товаров такой метод еще не разработан.

Выход продукции. Выход продукции вычисляют по следующей формуле:

$$g = \frac{P_1 - (P_1 - P_2)}{P_1}, \quad (40)$$

где: g — выход продукции в %;

P_1 — вес рыбы до посола в ц;

P_2 — вес рыбы после посола в ц.

Расход консервирующих материалов. При посоле рыбы консервирующим материалом является соль, которую используют в кристаллическом виде или в виде тузлука. Расход соли рассчитывают по следующей формуле:

$$g_1 = \frac{G_1 - G_2}{P_1}, \quad (41)$$

где: g_1 — расход соли на 100 кг посоленной рыбы;

G_1 — вес соли, использованной в начале посола, в кг;

G_2 — вес соли, оставшейся после посола, в кг;

P_1 — вес рыбы до посола в кг.

При тузлучном или смешанном посоле необходимо вес тузлука пересчитать на кристаллическую соль. Порядок пересчета приводится при описании весового баланса посола.

Производственно-эксплуатационные показатели

Коэффициент экономии труда. Коэффициент экономии труда в результате применения механизации и автоматизации подсчитывается по формуле

$$n_1 = \frac{a}{A}, \quad (42)$$

где: n_1 — коэффициент экономии труда;
 a — количество сэкономленного труда в результате применения механизации (в чел.-час.);
 A — общая потребность в труде при обработке рыбы вручную (в чел.-час.).

Этот коэффициент показывает, в какой мере механизация и автоматизация повлияли на сокращение труда на данном заводе при производстве данного продукта. Чем ближе этот коэффициент к единице, тем большее влияние оказали совершенствование организации производственного процесса, механизация и автоматизация на сокращение труда, а поэтому и численности рабочих.

Потребность в ручном труде. Потребность в ручном труде на обработку 1 т рыбы-сырца рассчитывают по следующей формуле:

$$A = \frac{B}{P_1}, \quad (43)$$

где: A — потребность в ручном труде для переработки 1 т рыбы-сырца в чел.-час.;

B — количество затраченного труда на переработку заданного количества сырья (в чел.-час.);

P_1 — количество переработанного сырья в т.

При расчете по этой формуле следует брать не менее 1 т рыбы и учитывать только фактическую работу рабочих и средства механизации при полной загрузке их. Простой или работу механизмов на холостом ходу не учитывают.

Коэффициент полезного использования емкости рыбопосольных устройств. Площадь, занимаемая линией, в первую очередь зависит от размеров посольных устройств и использования их емкости. Транспортные устройства занимают сравнительно небольшую площадь и, таким образом, не оказывают значительного влияния на площадь, занимаемую линией, а поэтому и всего рыбопосольного цеха.

Емкость любого рыбопосольного устройства можно разбить на две зоны: рабочую, в которой находится просаливаемая рыба, и нерабочую зону, предусмотренную для обеспечения нормального протекания процесса посола рыбы. Например, нерабочей зоной в чане является пространство, расположенное между основным и ложным дном чана, а в установках Тимофеева и Вечканова — тузлучная подушка, которая занимает очень большой объем. Наиболее совершенной конструкцией является бочка, объем которой полностью используется для заполнения рыбой.

Коэффициент полезного использования емкости рыбопосольного устройства можно определить по следующей формуле:

$$K_2 = \frac{V_1}{V_2}, \quad (44)$$

где: K_2 — коэффициент полезного использования емкости рыбопосольного устройства;

V_1 — рабочий объем рыбопосольного устройства в m^3 ;

V_2 — общий объем рыбопосольного устройства в m^3 .

Чем ближе этот коэффициент к единице, тем более совершенным является рыбопосольное устройство.

Потребность в электроэнергии. Потребность в электроэнергии для переработки 1 т сырья подсчитывают по следующей формуле:

$$W_1 = \frac{W}{P}, \quad (45)$$

где: W_1 — потребность в электроэнергии для переработки 1 т сырья в $kвт-ч$;

W — расход электроэнергии при переработке данного количества P сырья в $kвт-ч$;

P — количество переработанного сырья в т.

Выпуск продукции на единицу площади, занимаемой установками. При вычислении этого показателя учитывают площадь, занимаемую всеми машинами, механизмами, устройствами и приспособлениями испытываемой линии. Количество выпущенной продукции за 1 час относят к вычисленной площади. Этот показатель высчитывают по следующей формуле:

$$P_2' = \frac{P_2}{S}, \quad (46)$$

где: P_2' — выпуск продукции на единицу площади, занимаемой установками, в t/m^2 час;

P_2 — выпуск продукции за 1 час в т;

S — площадь, занимаемая установками, в m^2 .

Этот показатель очень важный, так как можно иметь весьма производительные механизмы, но если они занимают слишком большую площадь, то использовать их в ряде случаев бывает экономически нецелесообразно.

Стоимость строительства и эксплуатаций. Механизированные линии для обработки должны быть не только высокопроизводительными, но и иметь сравнительно невысокую стоимость. Стоимость строительства и эксплуатации механизированных линий является очень важным показателем при установлении эффективности их работы.

В заключение следует отметить, что при испытании различных механизированных линий или отдельных механизмов для посола рыбы с целью их сравнения необходимо соблюдать сле-

дующие обязательные условия. Взятая для испытания рыба должна быть одного вида, размера, качества, химического состава и способа разделки. Процесс посола должен прекращаться при достижении определенной, заранее обусловленной солености рыбы, колебания содержания соли в рыбе допустимы в пределах $\pm 1\%$.

В табл. 28 приведена сравнительная характеристика различных линий для посола тюльки, составленная на основании расчетов, произведенных по изложенному выше методу.

Т а б л и ц а 28

Наименование показателя	Немеханизированный чановый посол	Механизированные линии				
		линия сухого чанового посола Горбунова	линия сухого чанового посола Буркальцева	линия тузлучного посола Вечканова	линия тузлучного посола Тимофеева	механизированная линия бочкового посола
Содержание соли в рыбе в %	11,60	11,60	11,60	11,70	12,40	10,40
Продолжительность посола в часах	2,15	2,15	2,50	2,50	1,85	2,50
Средняя скорость посола в % в час	5,95	5,95	4,65	4,70	5,70	4,16
Выход продукции в %	75,6	75,6	75,6	78,1	78,1	—
Качество продукции	Х о р о ш е е					
Производительность линии в <i>т/час</i>	10,0	20,0	12,0	5,0	10,0	10,0
Коэффициент экономии труда	0,0	0,40	—	0,51	—	0,65
Площадь, занимаемая посольными устройствами, в <i>м²</i>	113,0	152,0	113,0	100,8	124,0	—
Выпуск продукции на 1 <i>м²</i> площади, занимаемой посольным устройством, в <i>т/час м²</i>	0,13	0,13	0,10	0,05	0,08	0,06
Коэффициент использования емкости рыбопосольных устройств	0,90	0,90	0,90	0,40	0,40	1,00
Расход электроэнергии на 1 <i>т</i> обрабатываемой рыбы в <i>квт-ч</i>	—	2,62	2,32	4,86	4,49	1,60
Потребность в ручном труде на 1 <i>т</i> обрабатываемой рыбы в чел.-час.	14,10	7,71	7,90	6,65	6,68	4,97
Амортизационные и эксплуатационные начисления на 1 <i>т</i> обрабатываемой рыбы в руб.	62,15	38,64	40,85	56,70	52,80	25,66

Механизированные линии чанового посола по своим эксплуатационно-техническим показателям имеют существенные преимуще-

щества перед тузлучными линиями. Основными из них являются:

высокая производительность, что имеет очень важное значение при приемке рыбы от рыбаков и для сохранения качества рыбы-сырца;

возможность выпуска рыбы с любым содержанием соли, в том числе и крепосоленной;

меньшая потребность в площади на выпуск 1 т продукции. В настоящее время механизированные линии чанового посола являются наиболее эффективными.

Основными достоинствами линий бочкового посола являются более высокая степень механизации и, как следствие этого, наименьшая потребность в ручном труде.

Однако, несмотря на очевидные преимущества линий бочкового посола, они для посола кильки, тюльки и хамсы не получили большого распространения, так как при этом способе посола, как уже указывалось выше, необходимы большие площади для размещения бочек с рыбой во время их отстаивания. На всех заводах, где имеются достаточно большие площади, бочковый способ является наиболее эффективным.

СПОСОБЫ ПОСОЛА РЫБЫ

В процессе посола соль проникает в ткань рыбы под влиянием физических и химических факторов. К таким факторам относятся диффузия, осмос и весьма сложные биохимические процессы, связанные с изменением веществ, входящих в состав рыбы (в первую очередь белка).

Продвижение растворенного вещества от участков с большей концентрацией происходит под влиянием осмотического давления. Изменение осмотического давления на границе двух растворов хлористого натрия с разной концентрацией при температуре 18° характеризуется следующими величинами¹:

Концентрация NaCl в %				
первого раствора	26,8	26,8	26,8	26,8
второго раствора	0,3	10,8	15,8	24,9
Разность концентрации NaCl в % .	26,5	16,0	11,0	1,9
Осмотическое давление NaCl в				
атм	114,0	71,0	47,4	8,2

Тело рыбы можно рассматривать как сумму большого количества волокон и клеток, имеющих полупроницаемые перепонки и наполненных раствором различных химических веществ в воде.

¹ Расчет величины осмотического давления производили по формуле Булла [21].

Проникновение соли через полупроницаемые стенки клеток, из которых состоит мясо рыбы, основано на явлении осмоса. Растворы соли вне рыбы и находящиеся в клетках мяса рыбы стремятся уравнивать свои концентрации. Смешивание воды и раствора соли как внутри клетки, так и вне рыбы основано на явлении диффузии. Таким образом, для нормального осуществления процесса посола необходимо, чтобы поверхность рыбы окружал раствор соли, так как в кристаллическом состоянии соль, естественно, не может проникнуть в мясо рыбы.

Биохимические и химические процессы в рыбе при посоле протекают под действием ферментов и поваренной соли.

В результате этих процессов мясо соленой рыбы при созревании теряет вкус и запах сырой рыбы, уплотняется и становится годным к употреблению в пищу без дополнительной кулинарной обработки. Биохимические процессы в мясе рыбы при посоле протекают значительно медленнее, чем физические (диффузия и осмос).

Посол рыбы является весьма длительным процессом и в некоторых случаях продолжается 25—30 суток.

Началом процесса следует считать тот момент, когда поверхность рыбы соприкоснулась с солью, причем безразлично, в каком состоянии находится соль — в кристаллическом или в растворе. Практически началом процесса посола считают момент, когда чан, бочка или другое устройство для посола рыбы заполнены рыбой и солью.

Процесс посола заканчивается, когда вся рыба, находящаяся в рыбопосольном устройстве, достигла требуемой солености.

При правильной организации технологического процесса соленую рыбу необходимо быстро вынимать из чана, освобождать от остатков соли, промывать в тузлуке и укладывать в тару.

В случае если продукции предстоит длительное хранение на заводе, ее лучше после мойки хранить в чане залитой тузлуком. В этом случае качество соленой рыбы сохраняется лучше и за ее состоянием удобнее вести наблюдение.

В промышленности с давних времен применяются три основных способа посола: сухой, мокрый и смешанный.

Сухой посол. При посоле рыбу солят сухой солью и раствор соли образуется только за счет воды, извлекаемой из рыбы¹. Практически это значит, что рыбу, целую или разделанную, обваливают в соли, затем укладывают в рыбопосольный сосуд (чан, бочку и т. д.) и дополнительно по рядам пересыпают солью.

Таким образом, в начале процесса в рыбопосольном устройстве (например, чане) имеется кристаллическая соль и рыба;

¹ В промышленности сухой солью называется соль в кристаллическом виде, поэтому это понятие является условным.

раствор соли отсутствует. По этому признаку такой способ посола и называется сухим.

Далее под действием осмотических сил и гигроскопичности соли происходит поглощение выходящей из рыбы воды, а затем растворение соли в воде и сравнительно быстрое образование раствора, который в рыбной промышленности получил название естественного, или натурального, тузлука¹.

По наружному виду этот тузлук может быть бесцветным или иметь буроватую окраску различных оттенков, которая зависит от вида, состояния рыбы, способа посола, температуры и дозировки соли. Например, при посоле весенней охотской сельди при температуре до 5° с дозировкой соли до 18% тузлук имеет буровато-красный цвет, а при температуре выше 15° и дозировке соли 31% — слегка розовый. К концу процесса посола рыбы тузлук во всех случаях обычно бледнеет.

Сухой посол наиболее часто применяется при обработке рыб с содержанием жира не более 6% (тресковые, нерестующие сельди, вобла и т. п.), а также мелкой рыбы (хамса, тюлька и т. д.).

Вследствие растворения соли происходит охлаждение рыбы, что следует считать положительным фактором, особенно для района с жарким климатом.

Ниже приведены полученные нами данные, показывающие изменения температуры тюльки при сухом посоле в брезентовых чанах, расположенных на открытом воздухе (опыт проводился в мае при температуре воздуха 30°; температура соли была 26°).

Время, прошедшее после посола	Температура рыбы в °С
В начале посола	24
15 мин.	24
1 час	22
3 часа	21
4 "	20,5
5 часов	20,5

Как видно из этих данных, в процессе посола температура рыбы понизилась на 3,5°.

Сухой посол имеет два существенных недостатка.

Процесс приготовления соленых товаров, особенно из крупных рыб, при сухом посоле трудно механизировать. Наиболее трудоемки операции загрузки свежей рыбы в чаны и выгрузки соленой рыбы из них и все последующие, связанные с уборкой готовой продукции.

¹ Тузлук—это чувашское название раствора поваренной соли; оно прочно укоренилось в рыбной промышленности еще со времени организации промысла на Волге и массовой обработки рыбы посолом [78]. Тузлук, кроме того, образуется за счет воды, которая всегда в некотором количестве остается на поверхности рыбы перед посолом.

Применение кристаллической соли, а не ее раствора несколько задерживает процесс посола, так как тузлук образуется не сразу и проникновение соли в мышечную ткань рыбы начинается с некоторым опозданием.

При посоле рыбы в чанах большой высоты по этой причине происходит неравномерное просаливание рыбы по высоте чана, о чем говорилось раньше.

При посоле жирных рыб образующегося тузлука бывает недостаточно для того, чтобы полностью заполнить пустоты в чане; верхние ряды просаливаются не погруженными в тузлук. Жир в рыбе этих рядов окисляется, что понижает товарную и пищевую ценность продукта. Поэтому жирные рыбы сухим посолом не солят.

Разновидностью сухого посола является чердачный, или столовый, посол, сущность которого заключается в том, что рыбу солят кучами, стопами, штабелями; образующийся раствор соли (тузлук) стекает с рыбы и в посоле не участвует. При таком посоле рыба не только консервируется солью, но и обезвоживается (сушится), так как теряет не менее 40% первоначального количества воды.

Название чердачного этот способ посола получил в давние времена, когда русские поморы начали добывать треску в Баренцевом море на специальных парусных судах довольно большого размера (до 12 м); их трюмы имели перегородки, которые и получили название чердаков [137]. В этих чердаках солили рыбу.

На современных траулерах также имеются в трюмной части помещения, отдаленно сходные с чердаками. Поэтому и в настоящее время штабельный (сухой) посол рыбы на траулерах сохранил свое прежнее название чердачного. Таким способом обычно солят треску, пикшу и другие рыбы. К чердачному посолу на траулерах прибегают для того, чтобы до максимума использовать полезную емкость трюмов судна; кроме того, применение чанов на траулерах осложняет работу, особенно во время качки. При посоле на берегу этот вид посола получил название стопового, от слова «стопа» (штабель, бунт).

В нашей стране большое распространение стоповый посол имел раньше на Дальнем Востоке, где им обрабатывали ежегодно более 2 млн. ц лососевых. В настоящее время этот способ посола для лососевых не применяется и заменен более совершенным чановым посолом.

Мокрый посол. Мокрым, или тузлучным, посолом называется способ посола, при котором рыбу солят в заранее приготовленном для этой цели растворе соли, который получил название искусственного тузлука. Такой тузлук имеет слегка буроватый цвет, по-видимому, за счет примесей минеральных и органических веществ, присутствующих в соли.

После окончания процесса посола такой тузлук по внешнему виду приближается к натуральному, но всегда бывает менее интенсивно окрашенным и более прозрачным.

При мокром посоле свежую рыбу в целом или разделанном виде помещают в устройство (чан, ванну), наполненное насыщенным раствором поваренной соли, и выдерживают в нем в течение необходимого времени. Таким образом, при этом способе посола рыба сразу попадает в раствор соли, почему он и получил название мокрого.

Тузлучный посол особенно распространен при производстве слабосоленой рыбы, главным образом предназначенной для сушки при высоких температурах и для горячего копчения; он также применяется при приготовлении паюсной икры осетровых и зернистой икры лососевых рыб; при массовом производстве соленых товаров он не применяется.

Основным недостатком тузлучного посола является быстрое уменьшение первоначальной концентрации тузлука в процессе просаливания рыбы за счет извлекаемой из нее воды. Добавление соли в одно или несколько мест чана с целью предотвращения понижения концентрации тузлука должного эффекта не дает, так как быстрота растворения соли отстает от скорости выделения из рыбы воды, опресняющей тузлук. Кроме того, в неподвижных тузлуках процесс диффузии, а поэтому и выравнивание концентрации в чане происходит крайне медленно, что вызывает неравномерное просаливание рыбы, задерживает процесс посола и в итоге часто приводит к снижению качества и даже к порче рыбы.

По этим причинам тузлучный посол сравнительно редко применялся в промышленности. В 1939 г. научным сотрудником ТИПРО Т. М. Борисовым были проведены опытные работы по усовершенствованию этого способа посола.

Учитывая недостаток мокрого посола в виде неподвижности тузлука, Т. М. Борисов предложил непрерывно прогонять тузлук насосом по рядам рыбы, находящейся в чане, и в специальном аппарате — концентраторе — доводить концентрацию тузлука до насыщенного состояния, после чего опять использовать его для посола.

Одновременно он предложил при помощи тузлука путем устройства так называемых ступенчатых чанов механизировать процесс посола и, в частности, кантовку и выгрузку рыбы из чана. Так, в промышленности, благодаря трудам Т. М. Борисова, появилась особая разновидность мокрого посола, а фактически новый способ посола, который автор назвал посолом в циркулирующих тузлуках.

Преимуществом этого способа являются наиболее благоприятные условия для механизации производственного процесса посола рыбы.

Идея применения циркулирующих тузлуков в настоящее время положена в основу механизации производственного процесса посола некоторых мелких рыб (установки Вечканова, Тимофеева и другие), а также соответствующих установок для посола сельди, созданных в последние годы на Сахалине.

Смешанный посол. При смешанном посоле рыбу солят одновременно сухой солью и тузлуком, т. е. рыбу, обваленную в соли, загружают в чан, на дно которого предварительно налит искусственный тузлук. Таким образом, на рыбу одновременно воздействует соль и раствор соли (тузлук).

При этом способе соль, находящаяся на поверхности рыбы, препятствует опреснению тузлука и сама, растворяясь за счет воды, выходящей из рыбы, образует дополнительное количество тузлука. В результате тузлук остается насыщенным (устраняется недостаток мокрого посола) и процесс посола начинается немедленно, без резкого обезвоживания наружных слоев мяса рыбы (устраняется недостаток сухого посола).

При посоле жирных рыб в чан наливают больше тузлука, чем при посоле тощих, так как жирные рыбы медленнее выделяют воду и в меньших количествах, ввиду чего тузлука может оказаться недостаточно, для того чтобы заполнить чан.

При посоле жирных рыб особенно важно быстрое образование тузлука, так как продолжительное пребывание этих рыб на воздухе снижает их качество из-за окисления жира.

* *

*

Кроме деления по способу применения соли, посол в зависимости от температурных условий делится на теплый, охлажденный и холодный.

Основным средством охлаждения рыбы при посоле является лед, который в мелкодробленом виде вместе с солью укладывают в чан между рядами рыбы. С целью предотвращения опреснения тузлука количество соли в чане увеличивают с таким расчетом, чтобы ее хватило не только на просаливание рыбы, но и на образование дополнительного количества насыщенного тузлука за счет растаявшего льда.

Теплый посол. Теплым посолом называют посол рыбы без охлаждения ее льдом и в неохлаждаемых помещениях. Название это не совсем точное, так как в таком случае к теплomu посолу относятся посолы рыбы весной и осенью, когда температура воздуха низкая.

Теплый посол особенно распространен на севере; на юге без применения льда во все времена года солят мелкую, быстро просаливающуюся рыбу (килька, хамса), а более крупную — только ранней весной и поздней осенью.

Охлажденный посол. Этот способ посола предусматривает охлаждение рыбы мелкодробленным льдом в чане до температуры в пределах от 5 до 0°. К охлажденному посолу также относится посол рыбы в охлаждаемых помещениях, обычно имеющих температуру от 0 до 7° (ледники, ледники-выхода). Однако в последнем случае, особенно при посоле крупной жирной рыбы, в чаны следует добавлять лед.

Охлажденный посол наиболее распространен в нашей стране, особенно при посоле сельдевых и лососевых рыб. Важное значение при посоле рыбы этим способом имеет правильная дозировка льда и соли. Целью охлаждения является задержка автолитических и бактериальных процессов в мышечной ткани рыбы и, таким образом, сохранение ее качества во время просаливания.

При посоле рыбы с охлаждением на дно чана тонким слоем насыпают мелкодробленный лед с солью, на который укладывают слой рыбы. Поверх слоя рыбы насыпают тонкий слой соли, затем мелкодробленный лед и поверх него опять соль. После этого укладывают второй ряд рыбы, затем снова слой соли, льда и опять соли; в дальнейшем операции повторяются.

По мере заполнения чана необходимо увеличивать дозировку соли и льда для каждого слоя рыбы. По высоте чана общее количество засыпаемой в него смеси льда и соли распределяется следующим образом: на нижнюю треть чана приходится 15—20%, на среднюю 30—40% и на верхнюю треть 40—55%.

Такое распределение льда и соли по высоте чана обусловлено двумя основными причинами: во-первых, наибольшее поглощение тепла содержимым чана происходит сверху, с его открытой стороны, и меньше с боковой поверхности чана, соответственно чему наиболее интенсивное таяние льда наблюдается в верхних рядах рыбы; во-вторых, верхние ряды рыбы в последнюю очередь покрываются слоем тузлука и поэтому находятся в худших условиях.

Фактор образования воды за счет таяния льда необходимо учитывать и поэтому увеличивать дозировку соли на верхние ряды рыбы. Заниженная дозировка соли без учета образования воды от таяния льда вызывает опреснение тузлука, особенно в верхних слоях рыбы, вследствие чего может произойти снижение сортности рыбы или полная ее порча как результат замедленного просаливания.

Холодный посол. Холодным посолом называется способ посола с предварительным замораживанием рыбы. Рыбу замораживают льдосолевой смесью; применяют холодный посол для крупной жирной рыбы (белуга, белорыбица, семга, осетр, нельма, чавыча, крупные сельди и т. п.).

Целью замораживания рыбы перед посолом является предохранение от порчи глубоких слоев мяса рыбы, которые у крупной и тем более жирной рыбы просаливаются очень медленно.

Замороженную рыбу натирают солью, укладывают в чаны и солят обычно сухим способом.

Таким образом, при холодном посоле вначале консервирующим средством является холод, оказывающий более быстрое действие, чем соль, а позднее, по мере оттаивания рыбы, происходит ее просаливание, причем консервирование холодом заменяется консервированием солью.

Рыбу замораживают в обычных посолочных чанах, а также в обрезках и ваннах. С этой целью на дно чана кладут мелкодробленый лед слоем 4—5 см, и сверху его посыпают солью в количестве 10—12% к весу льда. Рыбу укладывают на льдосолевую смесь разрезом вверх (если она разделана) и слегка посыпают солью. На ряд рыбы кладут лед и соль в таком же количестве, как и на дно чана, затем укладывают второй ряд рыбы и т. д.

В наполненном чане на верхний ряд рыбы кладут вдвое большее количество льдосолевой смеси, чем на каждый из предыдущих рядов. Для уменьшения непроизводительных затрат холода верхний ряд смеси следует изолировать, покрывая его чаканом или другим изолирующим материалом. При замораживании расход льда колеблется в пределах 80—100% и соли 10—15% от веса рыбы-сырца.

После замораживания рыбы оставшуюся на поверхности соль очищают при помощи ножа или щетки; затем рыбу тщательно натирают солью с таким расчетом, чтобы соль тонким слоем покрыла всю поверхность тела рыбы и особенно на разрезах, а затем укладывают в чан.

Холодный посол очень трудоемкий и применяется главным образом при изготовлении малосоленого полуфабриката для копчения и вяления в процессе производства деликатесных балычных продуктов, а также при посоле крупных жирных сельдей, семги и других ценных рыб.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ ПОСОЛА РЫБЫ

При посоле рыбы очень важно знать и учитывать факторы, от которых зависит скорость просаливания рыбы, или, как принято называть, скорость посола.

Скорость посола является одним из наименее изученных вопросов теории посола. Достаточно сказать, что до сих пор нет общепризнанного определения этого понятия, и разные исследователи по-разному трактуют этот вопрос.

Вопрос о скорости посола был освещен нами ранее [27], поэтому в настоящей работе мы остановимся только на факторах, влияющих на продолжительность посола.

Продолжительностью посола принято считать время, необходимое для приготовления продукта требуемой солености. Соленость рыбы определяется химическим анализом мышечной тка-

ни на содержание хлористого натрия¹. В крепкосоленой рыбе количество хлористого натрия не превышает 20%, а обычно составляет 16—18%.

На продолжительность посола рыбы при избыточной дозировке соли влияют следующие факторы (случай законченного посола).

Способ посола. При сухом и смешанном посоле продолжительность его несколько больше, чем при посоле в циркулирующих тузлуках, что хорошо видно из представленных в табл. 29 данных наблюдений за процессом посола тюльки [27].

Т а б л и ц а 29

Способ посола	Содержание соли в тюлке в % через разные сроки посола				
	2 час.	4 час.	6 час.	8 час.	10 час.
Сухой	8,71	11,65	12,92	15,90	16,16
Смешанный	9,38	12,37	14,44	16,41	17,21
В циркулирующем тузлуке (установка Тимофеева)	10,89	12,71	14,98	16,66	17,40

Теоретически продолжительность посола в циркулирующих тузлуках уменьшается по сравнению с сухим посолом в 1,3 раза.

При мокром посоле в неподвижных тузлуках практически получить рыбу с содержанием соли 16—18%, т. е. приготовить ее крепкосоленой, нельзя. Для этого пришлось бы загрузить в чан тузлук и рыбу в соотношении минимум 10:1, т. е. нерационально использовать посольную емкость. Теоретически в циркулирующих тузлуках по сравнению с неподвижными продолжительность посола уменьшается в 1,8 раза.

Химический состав и степень измельчения соли. Повышенное количество кальциевых и магниевых солей задерживает проникновение соли в рыбу (особенно в первые дни посола), что можно видеть из данных наблюдений за посолом морского окуня [158], приведенных в табл. 30.

Относительно влияния размеров кристаллов соли на скорость проникновения ее в рыбу существует мнение, что мелкая соль замедляет процесс, что Л. П. Миндер объясняет сильным подсушиванием (обезвоживанием) поверхности рыбы и поверхностных слоев мяса (обжигание). М. И. Турпаев объясняет это

¹ В мелкой рыбе (например, тюлке) содержание хлористого натрия определяется в целой рыбке.

Химический состав соли	Соленость мяса рыбы в % при продолжительности посола в сутках			
	1	3	6	9
Химически чистый NaCl	9,8	16,0	19,7	22,4
99% NaCl+1% MgCl ₂	6,5	15,7	18,7	19,0
95,4% NaCl+4,6% MgCl ₂	5,9	12,7	17,1	18,0
90% NaCl+10% Na ₂ SO ₄	7,1	10,5	15,3	17,1

чрезмерно большой суммарной поверхностью мелких зерен соли по сравнению с крупными зёрнами [160], в результате чего влага, находящаяся на поверхности рыбы, впитывается солью без образования тузлука.

С целью выяснения этого вопроса был произведен посол кусочков мяса судака размерами 25×25×25 мм, вырезанных из спинной части рыбы и освобожденных от кожи. Для опытов использовали соль различного помола, причем результаты получены, противоположные существующему мнению (табл. 31).

Т а б л и ц а 31*

Характеристика соли	Содержание соли в рыбе в % через разное время посола в часах						
	0,5	1	2	4	6	8	10
Столовая	3,29	6,03	7,30	9,08	10,91	12,94	15,50
Помол № 2	3,78	5,58	5,94	8,47	10,82	12,92	14,92
Гранатка	2,55	4,11	5,77	6,99	10,86	12,53	13,44

* В проведении опытов вместе с автором принимала участие Э. Д. Афанасьева (Ейский рыбозавод),

Как видно из табл. 31, кусочки рыбы, посоленные мелкой (столовой) солью, просаливались быстрее, чем при посоле крупной солью.

Одновременно проводили опыты по определению содержания соли в кусочках рыбы по их сечению. Для этого каждый кусочек посоленной рыбы разрезали на три слоя одинаковой толщины (3 мм). Увеличение содержания соли во всех трех слоях куска рыбы, посоленной мелкой солью, в начале процес-

са происходило быстрее, чем в кусках, посоленных солью помола № 2 и особенно гранаткой (рис. 28). Таким образом, посол мелкой солью не задерживает процесса просаливания рыбы, а наоборот, ускоряет его.

На рис. 28 наглядно показано, как происходит проникновение соли внутрь куска рыбы. Химическим анализом обнаружено

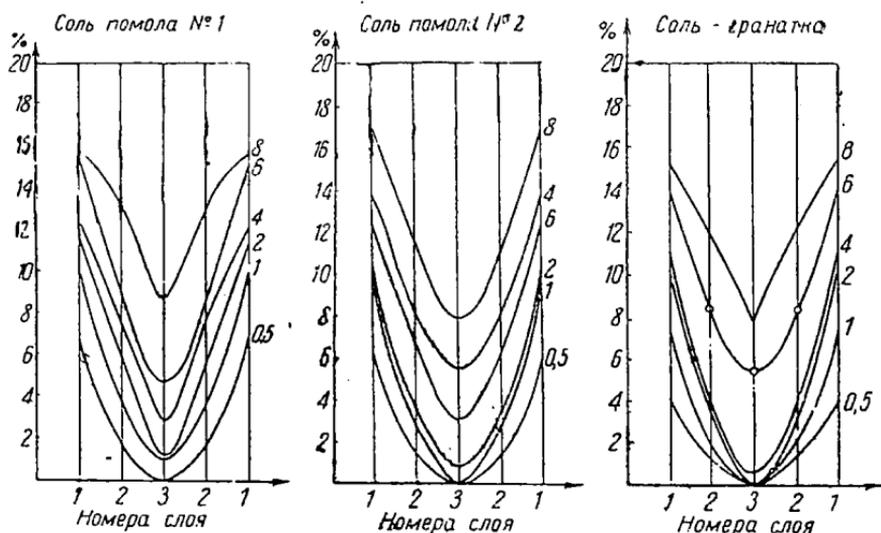


Рис. 28. Распределение содержания соли в кусочках судака в процессе посола солью различного помола. Слева на графике показано содержание соли в рыбе в процентах, а справа — продолжительность посола в часах.

небольшое количество соли (около 1%) в центральном — третьем слое куска рыбы при посоле мелкой солью через час, солью помола № 2 — через 2 часа и гранаткой — через 4 часа. Только через 8 час. посола резкая разница в содержании соли по слоям куска рыбы начинает при всех случаях посола уменьшаться.

Таким образом, данные табл. 31 и рис. 28 показывают, что при посоле кусочков из филе рыбы мелкой солью продолжительность посола не увеличивается, а уменьшается. Этот вопрос нуждается в проверке при посоле рыбы целиком и рыбы, разделанной без повреждения кожного покрова.

Обжигающее действие поваренной соли на поверхностные слои мяса рыбы мы склонны объяснять химическим составом соли, а не степенью ее измельчения. Повышенное содержание в поваренной соли балластных солей и особенно хлористого кальция и хлористого магния, по-видимому, и является причиной интенсивного обезвоживания поверхностного слоя мяса рыбы и свертывания белка в этом слое, что в первые дни посола и задерживает просаливание рыбы (табл. 30).

Повышенная влажность соли до известных пределов (до 5%) не влияет на продолжительность посола, но в этом случае не-

обходимо при посоле рыбы увеличивать количество (дозировку) соли: При сухом посоле слишком влажная соль, содержащая более 5% воды, если не увеличивать нормы дозировки соли, даст недостаточно крепкий тузлук, что уже заметно отражается на продолжительности процесса посола.

Размеры рыбы и отношение площади поверхности рыбы к ее толщине. Отношение площади поверхности рыбы к ее толщине оказывает большое влияние на скорость посола, что можно понять из уравнения диффузии:

$$dQ = -DS \frac{dC}{dx} d\tau, \quad (46)$$

где: S — поверхность рыбы;

x — можно приближенно считать как половину максимальной толщины рыбы.

Отсюда чем больше отношение $\frac{S}{x}$, тем при прочих равных условиях продолжительность посола меньше. Многие способы разделки применяются для того, чтобы уменьшить толщину рыбы и увеличить ее поверхность.

В табл. 32 приведены данные о просаливании каспийского леща в зависимости от его размеров (по Н. И. Сукрутову); опыты ставили с слегка подсоленной рыбой-сырцом для лучшего сохранения ее при транспортировке с места лова.

Т а б л и ц а 32

Размер рыбы	Содержание соли в % в сырце, посоленном перед началом опыта	Изменение содержания соли в % в мясе рыбы при продолжительности посола в сутках			
		1,5	3,5	5,5	8,0
Крупная	2,6	3,4	5,7	8,4	9,3
Средняя	2,5	5,0	8,2	9,2	11,6
Мелкая	3,2	6,8	8,6	9,8	13,3

Этот способ предварительной подсолки практикуется в Волго-Каспийском районе с целью предотвращения порчи рыбы во время транспортировки или хранения до момента обработки.

Наличие на поверхности рыбы кожи и чешуи. Рыба без кожи просаливается значительно быстрее, чем с кожей, что видно из данных табл. 33 [158].

Т а б л и ц а 33

Объект исследования	Количество NaCl в % в мясе рыбы	
	через 22 часа	через 4 дня
Треска без кожи	9,7	19,8
Треска с кожей	1,9	11,9

При посоле более жирной рыбы разница в солености получается менее значительная. Например, по данным И. П. Леванидова, через 48 час. посола мясо весенней сахалинской сельди содержало при посоле с кожей 5,9% и без кожи 12,2% соли. При посоле нагульной сахалинской сельди за тот же период разница в содержании соли в мясе сельди с кожей и без кожи незначительна и составляет 1,2%.

В данном случае большое влияние на просаливание рыбы имеет подкожный слой жира, который является более значительным препятствием для проникновения соли, чем кожа или чешуя.

При посоле в производственных условиях кожу с рыбы не снимают из-за трудоемкости операции и опасности загрязнения мяса.

А. М. Драгунов и Н. Е. Касимова [52], изучая влияние чешуи на скорость посола плотвы в насыщенных неподвижных тузлуках, обнаружили, что чешуя в значительной мере замедляет проникновение соли в рыбу (табл. 34).

Т а б л и ц а 34

Продолжительность посола в часах	Содержание соли в %	
	в рыбе с чешуей	в рыбе без чешуи
0,5	1,2	3,6
1,0	1,8	5,6
2,0	2,9	8,3
4,0	4,8	11,4
6,0	7,0	14,4

Однако чешую с рыбы специально при посоле не снимают из-за трудоемкости операции и ухудшения у многих рыб товарного вида.

Температура тела рыбы. С повышением температуры рыбы продолжительность посола уменьшается. Кривые посола тюльки майского улова в неподвижных насыщенных тузлуках при температуре тузлука 0, 15 и 30° приведены на рис. 29.* После 10-часового посола содержание соли в рыбе, посоленной при температуре тузлука 0°, достигло 11,5%. Из точки *B* проведем линию, параллельную оси абсцисс, до пересечения с линией ординат (пунктирная линия *AB*). Тогда по точкам пересечения этой линии с кривыми посола при температуре 15 и 30° можно установить продолжительность посола тюльки до содержания соли 11,5% при данных температурах тузлука (точки *C*₁ и *C*₂ на оси абсцисс).

Таким образом, при посоле тюльки до содержания соли 11,5% с повышением температуры тузлука от 0 до 15° продолжительность посола сокращается в $600:310=1,94$ раза, а при повышении температуры до 30°—в $600:200=3$ раза. Отсюда, при повышении температуры на 1° продолжительность процесса посола тюльки сокращается на 13 мин., что составляет 2,2% от времени, потребного для посола при 0°.

Однако к повышению температуры тузлука или рыбы при посоле надо относиться весьма осторожно, потому что просаливание рыбы все же идет медленнее протекания ферментативных процессов и развития микроорганизмов.

Поэтому для рыбы, имеющей значительную толщину и к тому же подкожный слой жира и кожу с плотной чешуей, оптимальной температурой посола, как показали наши наблюдения, следует считать 5—7°.

Мелкую рыбу (килька, тюлька, хамса и т. п.) можно солить при повышенной температуре, так как просаливание идет быстро, и необходимая концентрация хлористого натрия в мясе рыбы создается раньше, чем наступает порча мяса. Однако и для этих рыб при наличии у них повышенного содержания жира и наполненного пищевода посол при температуре 20° и выше является нецелесообразным, так как при этом значительно увеличиваются количество лопанца¹ и потери жира.

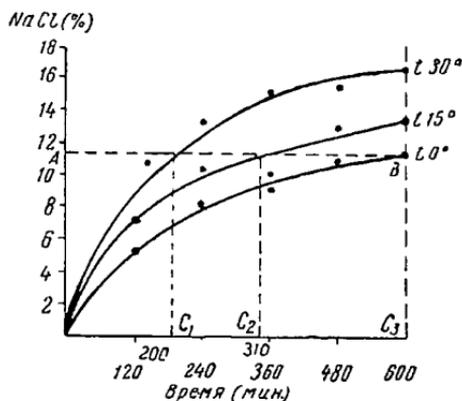


Рис. 29. Кривые посола тюльки при различной температуре.

* В проведении опытов вместе с автором принимала участие Э. Д. Афанасьева (Ейский рыбозавод).

¹ Лопанец — рыба с лопнувшим брюшком,

ЗАКОНЧЕННЫЙ И ПРЕРВАННЫЙ ПОСОЛ

Процесс посола характеризуется в первую очередь изменением (увеличением) содержания соли в рыбе.

Проникновение частиц поваренной соли в глубь тела рыбы и, в частности, ее мышечной ткани, протекает очень медленно. Специально поставленными опытами мы установили, что этот процесс идет в известной мере зонально. Если рассматривать срезы мышечной ткани при небольшом увеличении, то движение соли представляется в виде сплошного потока частиц соли, постепенно заполняющих весь объем образца просаливаемой рыбы.

Более точную картину движения соли в образцах мышечной ткани трески и судака при мокром посоле удалось установить А. И. Юдицкой гистохимическим методом. Согласно ее наблюдениям можно считать, что частицы соли движутся главным образом по рыхлой соединительной ткани, и этим же путем из рыбы извлекается вода.

Постепенно заполняя пространство эндомизиума миомера и окружая поверхность мышечных волокон, частицы соли через сарколемму проникают внутрь.

Таким образом, поток соли в мышечной ткани в известной мере движется как бы рывками, заполняя эндомизиум миомеров, а затем распределяясь в мышечных волокнах и проникая в септы.

Перегородки миомеров и септы являются своего рода препятствием, задерживающим движение (диффузию) частиц соли и воды в мышечной ткани рыбы.

Увеличение количества соли в рыбе продолжается до определенного предела, после которого система тузлук — рыба приходит в равновесие, движение частиц соли из тузлука в рыбу прекращается. Этот момент наступает после того, как концентрация раствора соли во всех частях тела рыбы достигла предела, соответствующего концентрации раствора соли, окружающей рыбу.

На рис. 30 и 31 приведены кривые, характеризующие изменение содержания соли и влаги в тюльке и охотской сельди в процессе посола и как следствие этого — изменение их веса при температуре тузлука соответственно 23 и 5°.

При анализе на содержание соли и влаги тюльку исследова-

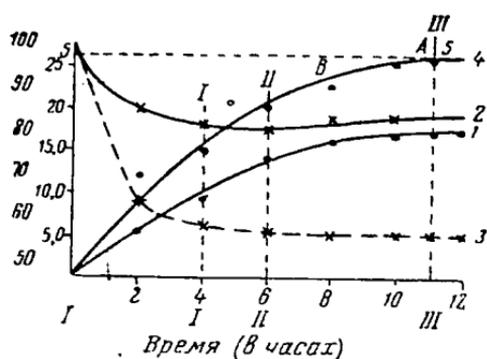


Рис. 30. Кривые, характеризующие кинетику процесса посола тюльки: 1—посола; 2—вес; 3—влажность; 4—содержание соли в клеточном соке; 5—концентрация тузлука.

ли в целом виде, а у охотской сельди — только мышечную ткань¹.

Кривая концентрации соли в клеточном соке мяса рыбы (рис. 30) совпадает в точке А с прямой концентрации насыщенного раствора соли (тузлука) вне рыбы. Точка А и характеризует конец процесса посола, т. е. процесса проникновения частиц соли в мясо рыбы, откуда и произошло название «законченный посол».

Все остальные точки (например, точка В) на кривой концентрации соли в клеточном соке мышечной ткани рыбы (рис. 30), расположенные ближе к началу координат; будут характе-

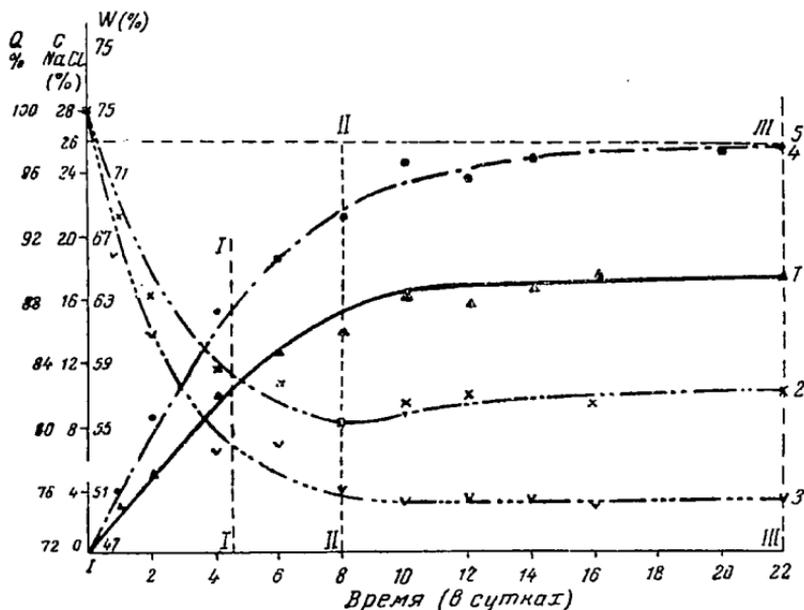


Рис. 31. Кривые, характеризующие кинетику процесса посола охотской сельди:

1—посол; 2—вес; 3—влажность; 4—концентрация соли в клеточном соке мяса рыбы; 5—концентрация соли в тузлуке; Q—вес рыбы в процентах; C— концентрация NaCl в %; W—содержание воды в %.

ризовать незаконченный процесс посола, так как насыщенный раствор соли во всех участках мышечной ткани рыбы еще не образовался, и поэтому проникновение частиц соли может продолжаться. Чтобы прекратить дальнейшее проникновение соли из тузлука в рыбу, необходимо рыбу из чана выгрузить, т. е. прервать процесс посола. Отсюда и произошло название «прерванный посол», или незаконченный.

Законченный посол охотской сельди изображен кривой концентрации соли в клеточном соке мышечной ткани рыбы, кото-

¹ В проведении опытов вместе с автором принимали участие Э. Д. Афанасьева (Ейский рыбозавод), О. Д. Наумова и Н. С. Переберина (Кухтуйский рыбозавод).

рая совпадает с прямой концентрации насыщенного раствора соли (тузлука), окружающего рыбу (рис. 31).

Анализируя кривые посола тюльки и охотской сельди (рис. 30 и 31), процесс посола рыбы можно разбить на три — стадии (периода).

Первая стадия (*I—I*) — система (рыба и раствор соли) находится под действием осмотического давления большой силы. Происходит интенсивное движение частиц соли в тело рыбы, сопровождающееся еще более интенсивным движением влаги из рыбы в раствор соли, окружающий рыбу. Под влиянием этих факторов (увеличение в клеточном соке рыбы количества соли — растворенного вещества и значительное уменьшение количества воды — растворителя) концентрация раствора соли в рыбе быстро увеличивается.

Эта стадия процесса посола характеризуется значительным уменьшением веса рыбы, потому что количество удаляемой влаги из рыбы по весу превосходит количество проникшей в рыбу соли.

В мясе рыбы еще не произошли глубокие химические изменения, в частности ее белковой части, поэтому мясо соленой рыбы имеет запах и вкус сырой рыбы. Внутренние слои мяса, а также внутренности еще не просолились, кровь в почках красного цвета. Все вышеперечисленные признаки характерны для прерванного посола при приготовлении малосоленой рыбы.

Вторая стадия (*II—II*) — система (рыба и раствор соли) продолжает находиться под действием осмотического давления, но меньшей силы, чем в первой стадии.

Разница в скорости движения частиц соли в рыбу и удаления влаги из рыбы в этот период незначительная, а к концу стадии движение влаги из рыбы в тузлук прекращается. В результате дальнейшего уменьшения веса рыбы не происходит. В мясе рыбы уже заметны некоторые изменения, связанные с изменением химических свойств белка (коагуляция); запах сырой рыбы отсутствует, кровь в почках рыб свернулась и имеет темно-красный цвет.

Все вышеперечисленные признаки характерны для прерванного посола при приготовлении среднесоленой рыбы.

Третья стадия (*III—III*) — система (рыба и раствор соли) продолжает еще находиться под действием осмотического давления, которое постепенно приближается к нулю. Движение частиц соли из тузлука в тело рыбы продолжается, а движение влаги из рыбы прекратилось. В результате вес рыбы увеличивается. Концентрация раствора соли в клеточном соке рыбы приближается к концентрации раствора соли вне рыбы и в точке *A* (см. рис. 29, 30) они уравниваются. Мясо рыбы полностью потеряло свойство свежей рыбы, ткани ее уплотнились и приобрели резко соленый вкус; запах и вкус сырой рыбы отсутствуют.

Эти признаки характерны для законченного посола при приготовлении крепкосоленной рыбы.

Наблюдаемое в третьей стадии прекращение движения влаги из рыбы в тузлук требует пояснения. Известно, что диффузия воды обуславливается разностью осмотических давлений растворенного вещества (в нашем случае NaCl). К концу второй стадии клеточный сок в поверхностных слоях тела рыбы уже полностью насыщается солью, образуя как бы барьер, задерживающий дальнейшее движение влаги из рыбы на ее поверхность. В начале процесса посола максимальная разность осмотических давлений наблюдается между раствором соли вне рыбы и внутри нее, и под влиянием этой силы (внешняя диффузия) происходит энергичное удаление влаги из рыбы. К концу второй стадии максимальная разность осмотических давлений имеется только между раствором соли в наружном и внутреннем слоях мяса рыбы.

Под влиянием этого фактора (внутренняя диффузия) происходит перераспределение частиц соли и влаги в рыбе. Уменьшение количества соли в наружном слое компенсируется новыми порциями соли, поступающими из тузлука.

Таким образом, в третьей стадии уже не может происходить движение воды из рыбы в тузлук, и поэтому дальнейшее уменьшение веса рыбы прекращается. Наоборот, вес рыбы начинает увеличиваться, но не за счет влаги, поступающей из тузлука (влага набухания), как это утверждают Л. П. Миндер и И. Я. Клейменов, а за счет увеличения количества соли в рыбе, потому что процесс проникновения соли в рыбу в третьей стадии посола еще продолжается. Все наши рассуждения относятся только к процессу посола и не затрагивают периода хранения соленной рыбы в тузлуке.

Понятие о законченном и прерванном посоле имеет не только теоретическое, но и большое практическое значение. Поэтому четко представлять технологический смысл этих понятий совершенно необходимо. Например, Вечканов назвал посол тюльки в циркулирующих тузлуках скоростным посолом. В действительности, как это было уже показано, нет никаких оснований называть этот способ посола скоростным. Вводя понятие «скоростной посол», сторонники посола рыбы и, в частности, тюльки в циркулирующих тузлуках не учитывают того, что в установке Вечканова и Тимофеева тюлька солится прерванным посолом. При приготовлении малосоленной и среднесоленной рыбы всегда применяется прерванный, или незаконченный, посол. В 1950—1952 гг. Т. Г. Черкасов на Охотском побережье провел работы по обоснованию возможности приготовления малосоленной сельди с пониженной дозировкой соли (до 12%). В основе этого метода лежит законченный посол, так как через определенный промежуток времени концентрация раствора соли в клеточ-

ном соке мяса рыбы уравнивается с концентрацией раствора соли вне рыбы.

Процесс посола принято анализировать, используя для этой цели кривые, характеризующие изменение содержания соли в рыбе и, как следствие этого, веса рыбы. Кривые строят в системе прямоугольных координат, где по оси абсцисс откладывают показатели времени, а по оси ординат — независимую переменную, характеризующую процесс. Такой метод графической обработки экспериментальных данных не всегда является достаточным. Например, для сравнительной характеристики процесса посола рыбы при различных дозировках соли этот метод не дает сравнимых данных.

Известно, что изменение веса рыбы и содержания в ней воды согласуется с количеством соли, проникшей в рыбу. В данном случае фактор времени не может являться основой для сравнения, поэтому вместо времени по оси абсцисс мы предлагаем откладывать содержание соли в рыбе. На рис. 32 приведены кривые изменения веса охотской сельди при посоле с дозировкой соли 12, 18, 24 и 31% в зависимости от изменения (увеличения) содержания соли в рыбе¹.

Как видно из рис. 32, в начале процесса до того момента, когда содержание соли в рыбе составит 6—8%, наиболее быстро убывает в весе сельдь, посоленная с дозировками соли 12 и 18%, и наиболее медленно — при дозировке соли 31%. Убыль веса рыбы, посоленной с дозировками соли 12 и 18%, соответственно прекращается при содержании соли в рыбе 7 и 9%, а при дозировке соли 24 и 31% — при содержании соли в рыбе 11 и 12%. Затем вес рыбы начинает увеличиваться (рис. 32, а).

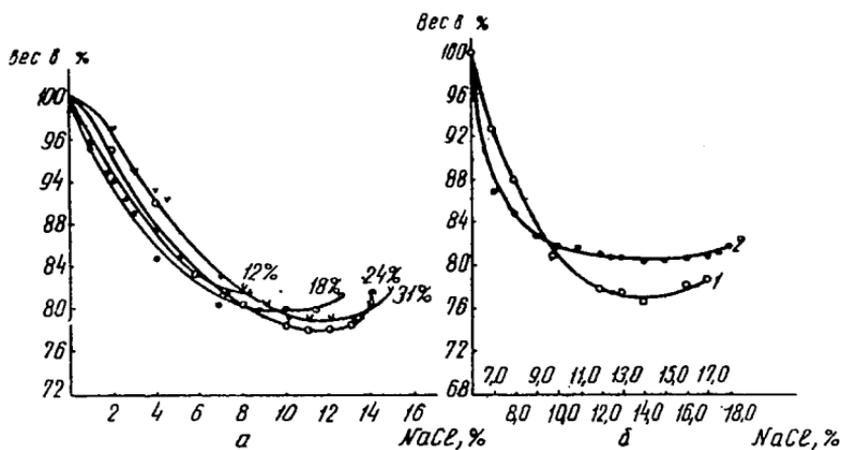


Рис. 32. Кривые изменения веса охотской сельди:

а—при посоле с различными дозировками соли (данные опытов в лабораторных условиях); б—при посоле с дозировкой соли 31%; 1—посол в бочках; 2—посол в чанах.

¹ В проведении опытов вместе с автором принимали участие О. Д. Наумова и Н. С. Переберина (Кухтуйский рыбозавод);

Максимальная утечка при посоле сельди с дозировкой соли 18, 24 и 31% наблюдается при содержании соли в рыбе 10—12% и колеблется в пределах 20—22,5%. Весьма характерно, что и в производственных условиях (при посоле в чанах) вес рыбы начиная с 13% в наших опытах увеличивается, хотя и не так заметно, как при посоле небольших партий рыбы (рис. 32,б).

ВЕСОВОЙ БАЛАНС ЧАНОВОГО ПОСОЛА

Весовой баланс посола составляют с целью определения расхода сырья и консервирующих материалов при производстве соленых товаров.

Мы рассмотрим чановый сухой посол как наиболее распространенный.

Содержимое чана при посоле рыбы следует рассматривать как две среды: первая среда — рыба, которую консервируют солью, и вторая среда — соль, которая является консервирующим средством.

Физико-химическая сущность процесса посола проявляется в перемещении отдельных веществ из одной среды в другую; процесс этот протекает в течение определенного времени, и окончание его обуславливается некоторым состоянием равновесия, возникающим в определенный момент процесса посола.

В результате одна среда — соль — меняет свое агрегатное состояние, частично или полностью переходит из кристаллического состояния в растворенное (жидкое) за счет воды, выходящей из рыбы, а другая среда — рыба (клеточный сок рыбы) — насыщается солью. Чтобы подойти к пониманию баланса посола, необходимо проследить количественные (весовые) изменения, происходящие в рыбе в процессе посола.

Установлено, что в процессе посола рыба теряет воду, органические вещества (белок, жир), часть чешуи, если она имеется на рыбе, и приобретает некоторое количество соли. Весовой баланс посола должен определить выход готовой соленой продукции от сырья (свежей рыбы), уложенного в чан, и расход консервирующих материалов (в данном случае соли), а также потерю рыбой органических веществ.

Расчет может быть сделан весовым, комбинированным или химическим методами.

Весовой метод. Баланс посола составляют путем взвешивания соли и рыбы перед загрузкой в чан и после окончания посола.

Количество соли, проникшее в ткани рыбы, по этому методу можно определить по следующей формуле:

$$g = G_1 - [(g_1 - g_2) + g_3], \quad (47)$$

где: g — количество соли, проникшей в рыбу;

G_1 — вес соли, взятой для посола рыбы;

g_1 — вес жировой соли ¹;

g_2 — вес примесей в жировой соли (чешуя, песок и т. п.);

g_3 — вес соли в тузлуке.

Количество соли в тузлуке g_3 можно определить по следующей формуле:

$$g_3 = ag_4, \quad (48)$$

где: a — коэффициент, характеризующий концентрацию тузлука;
 g_4 — вес тузлука.

Например при $t=18^\circ$ и удельном весе тузлука 1,21 коэффициент $a=0,26$; при удельном весе 1,11 $a=0,15$.

Уменьшение веса рыбы в процессе посола определяют по формуле

$$P = P_1 - P_2, \quad (49)$$

где: P_1 — вес свежей рыбы, загруженной в чан;
 P_2 — вес соленой рыбы, выгруженной из чана.

Весовой баланс чанового посола (при сухом способе посола) определяют по формуле

$$G_1 + P_1 - (g_1 + P_2 + g_4) = 0^*. \quad (50)$$

Практически весовой баланс чанового посола составляют следующим образом. Перед посолом рыбу и соль взвешивают и затем уже укладывают в чан. После окончания посола соленую рыбу вынимают из чана, причем тщательно освобождают от соли и взвешивают. Соль, снятую (очищенную) с поверхности рыбы, складывают в особый ящик и затем определяют ее вес, который приплюсовывают к весу жировой соли, собранной со дна чана. Для определения веса тузлука в чане определяют его объем, затем при помощи ареометра устанавливают его удельный вес; перемножением полученных величин находят истинный вес тузлука. Количество соли в насыщенном тузлуке определяют по формуле (48).

Полученные данные, характеризующие весовой баланс посола, записывают по следующей форме (табл. 35):

Т а б л и ц а 35

Загружено в чан в кг			Выгружено из чана в кг			
всего	в том числе		всего	в том числе		
	рыбы	соли		рыбы	соли	тузлука

¹ Жировой солью называется соль, оставшаяся в чане после окончания посола в нерастворенном состоянии.

* С некоторым приближением, так как имеет место конденсация влаги на поверхности тузлука или ее испарение.

В левую часть табл. 35 вносят вес сырья и соли, загружаемых в чан, в правую — вес готовой продукции, тузлука и остатка соли.

При правильной организации посола и взвешивания сумма веса левой части должна быть равна сумме веса правой части таблицы.

Однако на практике такое условие выполнить невозможно, и поэтому всегда имеются некоторые расхождения между итоговыми данными левой и правой частей таблицы. Пределом погрешности следует считать $\pm 5\%$ *.

В табл. 36 приведен пример весового баланса посола леща (колодки) охлажденным посолом в цехе (1) и в леднике-выходе (2 и 3).

Т а б л и ц а 36

Качество рыбы	Загружено в кг					Выгружено в кг				
	рыба	соль	тузлук	лед	всего	рыба	соль	тузлук	лед	всего
Лещ-сырец II сорта (1)	8630	2430	390	1550	12990	6800	100	5760	—	12660
Лещ-сырец I сорта (2)	8700	1850	—	990	11540	7160	60	4180	—	11400
Лещ-сырец III сорта (3)	8350	1770	—	920	11040	6780	50	4140	—	10970

Примечание. Баланс составлен по материалам старшего научного сотрудника Астраханского отделения ВНИРО Н. И. Сукрутова.

Весовой метод очень трудоемкий (приходится перевешивать большое количество рыбы, соли и тузлука) и недостаточно точен. Кроме того, этим методом не устанавливается потеря при посоле органических веществ рыбы (белка и жира).

Комбинированный метод. Баланс посола составляют путем химического анализа и взвешивания рыбы перед посолом и после окончания посола.

Для химического анализа берут свежую и соленую рыбу одного вида и размера. Особая трудность при этом методе заключается во взятии средней пробы, так как рыба при посоле по высоте чана находится в неодинаковых условиях. Средняя проба должна состоять из нескольких экземпляров соленой рыбы, взятых из нижних, средних и верхних рядов в чане.

Формулу для вычисления изменения веса рыбы и расхода соли при посоле, по данным химического анализа мяса свежей и соленой рыбы, можно вывести следующим образом.

* Происходит конденсация влаги на поверхности тузлука или ее испарение, потери при взвешивании, неточность взвешивания и другие ошибки.

Допустим, известен химический состав W , C , S свежей и W' , C' , S' соленой рыбы, выраженный в процентах¹.

Тогда в пределах ошибок анализа можно написать два уравнения:

$$\begin{aligned} W + C + S &= 100, \\ W' + C' + S' &= 100, \end{aligned}$$

где: W и W' — содержание воды в %;
 C и C' — содержание органических веществ в %;
 S и S' — содержание минеральных веществ в %.

Обозначив через h — количество воды, потерянной свежей рыбой, через g — количество соли, поглощенное рыбой, через Q — количество органических веществ, потерянных рыбой, и через P — общую потерю веса рыбы в процессе посола, а через P_1 и P_2 — вес свежей и соленой рыбы, мы можем вывести следующие уравнения:

количество воды, потерянное свежей рыбой,

$$h = \frac{P_1 W}{100} - \frac{P_2 W'}{100}; \quad (51)$$

количество органических веществ, перешедших из рыбы в тузлук,

$$Q = \frac{P_1 C}{100} - \frac{P_2 C'}{100}; \quad (52)$$

количество соли, поглощенное свежей рыбой,

$$g = \frac{P_2 S'}{100} - \frac{P_1 S}{100}. \quad (53)$$

Отсюда общую потерю веса рыбы в чане при посоле можно выразить следующим уравнением:

$$P = \left(\frac{P_1 W}{100} - \frac{P_2 W'}{100} \right) + \left(\frac{P_1 C}{100} - \frac{P_2 C'}{100} \right) - \left(\frac{P_2 S'}{100} - \frac{P_1 S}{100} \right)$$

или

$$P = h + Q - g. \quad (54)$$

Количество насыщенного тузлука, которое может образоваться при посоле за счет воды, извлекаемой из рыбы, находится путем решения уравнения

$$g_4 = h + \left(\frac{36 + h_1}{100} \right) h \quad (55)$$

¹ В данном случае мы придерживаемся метода рассуждения Турпаева [159] и используем его обозначения.

ИЛИ

$$g_4 = h \left(1 + \frac{36 + h_1}{100} \right), \quad (56)$$

где: h — количество воды, извлеченной из рыбы;
 h_1 — количество воды в соли.

Если полный химический состав рыбы до и после посола неизвестен, то количество влаги, извлеченной из рыбы, можно найти из формулы

$$h = (P_1 - P_2) + KP_2, \quad (57)$$

где K — коэффициент, учитывающий содержание соли в рыбе после посола.

Исходные данные для расчета весового баланса посола комбинированным методом следует записывать в таблицу по следующей форме¹ (табл. 37):

Т а б л и ц а 37

Загружено в чан в кг					Выгружено из чана в кг										
рыба				соль	всего	рыба				тузлук				жировая соль	всего
вода	органические вещества	итого	вода			органические вещества	соль	итого	органические вещества	соль	вода	итого			

На основании химического состава рыбы, выраженного в процентах, и веса рыбы определяют по соответствующим уравнениям абсолютный вес рыбы, тузлука, соли и записывают в указанную форму. При тщательной организации посола и взвешивания сумма веса в левой части таблицы должна быть равна сумме веса в правой ее части.

В табл. 37а в качестве примера приводится весовой баланс посола леща, подсчитанный по комбинированному методу.

На основании баланса посола леща можно установить, как влияет температура посола и свежесть сырья на потерю органических веществ, находящихся в рыбе (табл. 38).

¹ При более разностороннем анализе следует учитывать количество минеральных веществ в рыбе и содержание воды в соли.

Вид обработки	Загружено в чан в кг								
	рыба				соль			лед	всего
	вода	органиче- ские ве- щества	итого	NaCl	вода	итого	вода		
Охлажденный по- сол в леднике- выходе (сырец I сорта)	6270	2080	8350	1717	53	1770	920	11 040	
Охлажденный по- сол в цехе (сы- рец II сорта) .	6478	2152	8630	2444	366	2810	1550	12 999	
Охлажденный по- сол в леднике- выходе (сырец III сорта)	6200	2500	8700	1794	56	1850	990	11 540	

Продолжение таблицы 37а

Вид обработки	Выгружено из чана в кг											
	рыба					тузлук				жировая соль		всего
	вода	органиче- ские ве- щества	соль	итого	вода	органиче- ские ве- щества	соль	итого	NaCl	вода	итого	
Охлажденный по- сол в леднике- выходе (сырец I сорта)	3991	2001	788	8780	8195	—	945	4140	—	—	50	10 970
Охлажденный по- сол в цехе (сы- рец II сорта)	3800	2032	965	6797	4420	—	1340	5760	—	—	100	12 660
Охлажденный по- сол в леднике- выходе (сырец III сорта)	3970	2415	775	7160	3240	—	940	4180	—	—	60	11 400

* Баланс составлен по материалам Н. И. Сукрутова.

Химический (косвенный) метод. По этому методу, разрабо-
танному М. И. Турпаевым, общие потери веса рыбы при посоле
устанавливают только по данным химического анализа свежей и
соленой рыбы.

(на основании данных табл. 37а)

Баланс веществ при посоле леща, разделанного на колодку	Вид обработки		
	сырец I сорта, охлажденный посол в леднике-выходе	сырец II сорта, охлажденный посол в цехе	сырец III сорта, охлажденный посол в леднике-выходе
Соль			
в свежей рыбе в кг	30	32	25
в соленой рыбе в кг	788	965	775
поглощено в % к весу сырца . . .	9,0	11,2	8,6
Вода			
в свежей рыбе в кг	6270	6478	6200
в соленой рыбе в кг	3991	3800	3970
потери в % к весу сырца	27,3	31,9	25,6
Плотные вещества			
в свежей рыбе в кг	2050	2120	2475
в соленой рыбе в кг	2001	2045	2415
потери в % к весу сырца	0,58	1,12	0,69
Азот			
в свежей рыбе в кг	247	255	314
в соленой рыбе в кг	236	240	303
потери в % к содержанию в сырце	2,5	6,0	3,4

Если $W+C+S=100$ и $W'+C'+S'=100$, то можно написать следующие уравнения:

$$(W - h) + C + (S + G) = 100 - P;$$

$$\frac{W - h}{100 - P} = \frac{W'}{100};$$

$$\frac{S - G}{100 - P} = \frac{S'}{100}.$$

После соответствующих преобразований этих уравнений М. И. Турпаев выводит формулу потери веса рыбы при посоле, которая имеет следующий вид:

$$P = \frac{100(W + S - W' - S')}{100 - W' - S'}. \quad (58)$$

Значение P (утечка) выражено в процентах.

В этой формуле не учтены потери органических веществ, которые при посоле составляют сравнительно небольшую величину (табл. 37 и 38).

Если известно значение P , то для вычисления величины h и G М. И. Турпаев, соответственно преобразовав уравнение, предлагает следующие формулы:

$$h = W - W' + \frac{W'P}{100} \quad (59)$$

и

$$G = S - S' + \frac{S'P}{100}. \quad (60)$$

Комбинированный и химический методы нуждаются в значительном количестве химических анализов, поэтому они обычно применяются при экспериментальных работах, главным образом с научно-исследовательской целью. Эти методы дают возможность косвенным путем вычислить некоторые показатели, входящие в формулу весового баланса посола.

Например, зная химические показатели и вес рыбы до и после посола, по соответствующим формулам легко определить количество тузлука в чане без перевешивания его или потерю рыбой первоначального веса при посоле.

Комбинированный и особенно химический метод следует рекомендовать и производителям, особенно в тех случаях, когда необходимо расчетным путем определить предполагаемый выход продукции или расход консервирующих материалов.

Хотя М. И. Турпаев вывел формулу определения потери веса для целой рыбы, она справедлива только для случая посола рыбы, разделанной на филе; при любом другом способе разделки необходимо в формулу ввести поправочный коэффициент K , учитывающий наличие других частей тела рыбы (голову, внутренности и т. д.), а также неодинаковую величину потери ими веса при посоле.

Тогда формулу для определения потери веса рыбы при посоле для любого способа разделки можно написать в следующем виде:

$$P = \frac{K 100 (W + S - W' - S')}{100 - W' - S'}, \quad (61)$$

где: P — потеря веса рыбы при посоле в %;
 W — содержание воды в свежей рыбе в %;
 S — содержание золы в свежей рыбе в %;
 W' — содержание воды в соленой рыбе в %;
 S' — содержание золы (вместе с NaCl) в соленой рыбе в %;
 K — коэффициент, учитывающий неравномерность потери веса органов и частей тела рыбы после посола.

Технологический смысл коэффициента K станет понятным, если учесть, что при посоле рыбы части ее тела убывают в весе не на одинаковую величину, так как имеют различный химический состав и строение ткани.

В качестве примера приведем химический состав частей тела сельди-черноспинки и трески Баренцева моря (табл. 39).

На рис. 33 приведены кривые изменения веса составных частей тела охотской сельди (мышечная ткань, голова, внутренности, позвоночная кость) в зависимости от содержания в них соли при посоле рыбы в целом виде¹. По мере просаливания вес мышечной ткани, внутренностей и по-

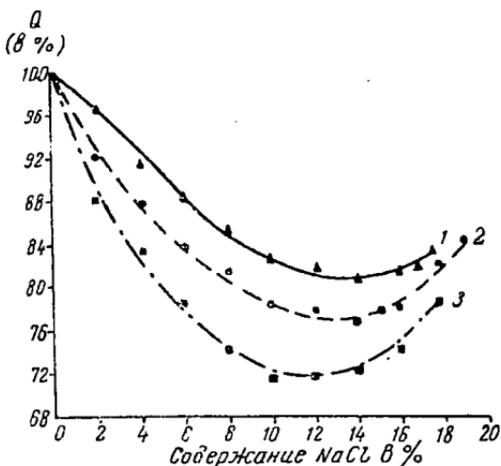


Рис. 33. Кривые веса составных частей тела охотской сельди при посоле рыбы целиком:

1—мышечная ткань (филе); 2—внутренние органы; 3—позвоночная кость.

Таблица 39

Наименование частей тела рыбы	Химический состав в % на сухое вещество			
	влага	жир	белок	зола
Черноспинка				
Мясо	68,4	9,6	20,0	1,2
Голова	62,3	9,2	19,9	7,0
Кости	54,3	12,8	19,9	12,3
Чешуя	51,6	1,1	28,8	18,1
Икра	72,3	2,5	23,7	1,4
Печень	73,7	4,9	19,9	1,3
Треска				
Мясо	80,8	0,3	17,6	1,2
Голова	79,0	0,4	14,2	5,7
Кости	74,0	0,5	14,9	10,5
Кожа	69,7	0,4	27,4	3,0
Икра	74,4	1,5	21,0	1,8
Печень	22,2	70,5	5,3	—

¹ В проведении опытов принимали участие О. Д. Наумова и Н. С. Пегерина (Кухтуйский рыбозавод).

звоночной кости до определенного момента посола уменьшается, а затем, когда содержание соли достигнет 12—14%, вес указанных составных частей рыбы (кроме головы) начинает увеличиваться. Весьма характерно, что вес головы у рыбы в процессе посола не меняется.

При посоле охотской сельди найдены следующие значения коэффициента K : для малосоленой сельди $K=0,82$, среднесоленой 0,86 и крепосоленой 0,90.

Пример 1. После выгрузки соленой (весенней) тихоокеанской сельди сухого посола в чане оказалось жировой соли 80 кг, в том числе примесей после просеивания соли 10 кг, тузлука 1000 кг. Требуется определить количество соли, проникшее в рыбу, если на посол ее было израсходовано 1000 кг. Посол производили при температуре 9°.

По формуле $g_3 = a g_4$ определяем количество соли в тузлуке:

$$a = 0,260; g_4 = 1000;$$

$$g_3 = 0,260 \cdot 1000 = 260 \text{ кг.}$$

По формуле $g = G_1 - [(g_1 - g_2) + g_3]$ определяем количество соли, проникшее в рыбу:

$$g = 1000 - (80 - 10 + 260) = 670 \text{ кг.}$$

Пример 2. Посолено 10 ц весенней тихоокеанской сельди до содержания соли 18%. Применяли сухой чановый (теплый) посол. Утечка при посоле 24%; расход соли 27%; количество жировой соли 0,6 ц. Определить количество образовавшегося тузлука и количество соли в тузлуке. Посол производили при температуре 9°.

По формуле $G_1 + P_1 - (g_1 + P_2 + g_4) = 0$ определяем количество тузлука:

$$g_4 = 1000 + 270 - (60 + 760) = 450 \text{ кг.}$$

Далее определяем количество соли в тузлуке:

$$g_3 = 0,26 \cdot 450 = 117 \text{ кг.}$$

Пример 3. На одном из заводов Охотского побережья было посолено 17 074 кг горбуши, разделанной на колодку. Горбушу посолили охлажденным посолом (до содержания соли 18%). После окончания посола вес соленой рыбы составил 13 359 кг. Расход соли (стандартной) при посоле 6991 кг, расход льда 3207 кг.

Требуется определить количество жировой соли, оставшейся в чане. Формула весового баланса сухого охлажденного посола имеет следующий вид:

$$G_1 + P_1 + A - (g_1 + P_2 + g_4) = 0,$$

где A — вес льда при посоле.

В этой формуле в данном случае неизвестны g_1 и g_4 .

Определяем количество извлеченной из рыбы влаги:

$$h = (P_1 - P_2) + K P_2 = (17074 - 13359) + 0,18 \cdot 13359 =$$

$$= 3715 + 2404 = 6119 \text{ кг.}$$

Общее количество воды с учетом таяния льда составит

$$W' = 3207 + 6119 = 9326 \text{ кг.}$$

Тогда вес насыщенного тузлука в чане можно определить по формуле

$$g_4 = h \left(1 + \frac{36 + h_1}{100} \right) = 9326 \left(1 + \frac{36 + 4}{100} \right) = 13056 \text{ кг.}$$

Из формулы баланса охлажденного посола находим вес жировой соли:

$$g_1 = 6991 + 17074 + 3207 - (13359 + 13056) = 862 \text{ кг.}$$

Пример 4. Весной 1951 г. на предприятии Охотского треста по предложению Н. Г. Черкасова применялся посол весенней сельди с пониженной дозировкой соли (12%). Были опасения, что при такой дозировке соли выделится недостаточное количество тузлука. В данном примере предлагается установить, какое количество образовалось тузлука при посоле 80 ц охотской весенней сельди с дозировкой соли 12%, если известно, что свежая рыба содержит воды 75,6%; содержание соли в малосоленой сельди 8,5%; уткача при посоле 20%, $K=0,82$.

По формуле определяем содержание влаги в соленой рыбе:

$$P = \frac{K 100 (W + S - W' - S')}{100 - W' - S'};$$

$$80 \cdot 0,8 = \frac{0,80 \cdot 100 (75,6 + 1,0 - W' - 8,5)}{100,0 - 75,6 - 1,0};$$

$$\text{отсюда } W' = \frac{80 \cdot 68,1 - 64,0 \cdot 23,4}{80,0} = 49,4\%.$$

В данном случае под W' следует понимать содержание влаги в рыбе целиком.

Количество тузлука, образовавшегося в чане, определяем по следующей формуле:

$$g_4 = 80,0 \cdot 0,12 - 65,5 + 80,0 = 24,1 \text{ ц.}$$

Для того чтобы процесс посола рыбы протекал нормально, необходимо иметь в чане минимум 30% тузлука к весу соленой рыбы.

В нашем случае (при теоретическом расчете) количество тузлука к весу соленой сельди составляет

$$24,1 : 65,0 \cdot 100 = 37\%.$$

Таким образом, нет основания опасаться, что при посоле с дозировкой соли в 12% в чане окажется недостаточное количество тузлука.

Этот вывод подтверждается опытами, проведенными нами в производственных условиях в 1952 г. При чановом посоле 81,8 ц весенней охотской сельди с дозировкой соли 11,6% было получено малосоленой сельди 76,4 ц и тузлука 23,8 ц, или 35,2%. Тузлука в чане было вполне достаточно для того, чтобы погрузить в него рыбу.

При бочковом посоле с дозировкой соли в 12% тузлука в бочке оказалось 31,5% к весу соленой рыбы.

Теоретический выход тузлука оказывается больше практического, что вполне закономерно, так как некоторое количество тузлука после стекания (в нашем случае стекание длилось 12 час.) все же остается на поверхности рыбы.

С теоретической и практической точек зрения метод Н. Г. Черкасова является правильным. Необходимо лишь по этому методу уточнить режимы посола сельдей, вылавливаемых в районах с холодным климатом, где он только и может быть применим.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ВЕСОВОГО БАЛАНСА ПОСОЛА

При анализе весового баланса посола с целью сравнения различных способов посола и выяснения причин образования утечки особый интерес представляют следующие сведения¹.

Количество воды, жира и белка, потерянное рыбой при посоле

Вода. Количество воды, извлекаемое из рыбы при посоле, является главным фактором, влияющим на выход соленой продукции. Соль, которая при посоле проникает в рыбу, по весу составляет меньшую величину, чем вес воды, извлекаемой из рыбы.

Чем больше дозировка соли, тем больше при законченном посоле, до известного периода процесса посола, из рыбы извлекается воды и поэтому тем больше она теряет в весе (см. рис. 32,а).

В промышленности разработаны дифференцированные нормы выхода соленых товаров, исходящие из принципа, что чем крепче посолена рыба, тем меньше выход продукции. В качестве примера приведем нормы выхода тихоокеанской сельди и воблы в зависимости от конечного содержания в них соли (табл. 40).

Таблица 40

Наименование	Количество NaCl в мясе рыбы в %	Выход соленой рыбы в % от веса сырья
Сельдь тихоокеанская весенняя		
малосоленая	До 10	80
среднесоленая	„ 14	78
крепосоленая	Более 14	76
Вобла		
малосоленая	До 10	91
среднесоленая	„ 14	88
крепосоленая	Более 14	81

¹ Утечкой при посоле называется разница в весе рыбы до и после посола (уменьшение в весе),

В действительности указанный принцип установления норм выхода соленых товаров не соответствует особенностям посола (см. рис. 30 и 31).

В крепкосоленой рыбе (с максимально возможным количеством соли) содержание соли в клеточном соке тканей соответствует предельной растворимости соли в воде при данной температуре.

Количество извлекаемой из рыбы воды зависит от способа посола.

Например, по данным Невтонова, при крепком сухом (чановом) посоле мурманская сельдь теряет влаги 30,7%, а при чердачном 43,9%.

На потерю воды из рыбы некоторое влияние оказывает и температура рыбы при посоле: чем ниже температура, тем меньше при прочих равных условиях теряет рыба влаги и тем меньше утечка.

Утечка при посоле прямо пропорциональна количеству извлекаемой из рыбы влаги. Чем больше при посоле теряется из рыбы влаги, тем больше утечка, а поэтому меньше выход готовой продукции. Кроме того, качество соленой рыбы также во многом зависит от конечного содержания влаги в рыбе. Значительное извлечение влаги из рыбы ухудшает ее вкус и задерживает процесс созревания.

Жир. Потери жира при посоле составляют небольшую величину, так как жир нерастворим в водном растворе минеральных солей и не может пройти через оболочку клеток в то время, когда происходит осмотическая диффузия частичек соли из солевого раствора. Потеря жира при посоле жирных рыб во многом зависит от характера его расположения в теле рыбы и температурных условий посола. При теплом посоле жира теряется больше, чем при холодном.

При теплом посоле сельди в Дагестане, по данным Турпаева [159], в тузлуке найдено жира 0,03% (к весу соленой рыбы).

Белок. Количество белка (азота), которое теряет рыба при посоле, не может быть вычислено путем сопоставления химического состава свежей и соленой рыбы. В этом случае применим только комбинированный метод. При посоле наблюдается увеличение относительного содержания органических веществ в рыбе, следовательно, и белковых веществ (азота), так как потеря органических веществ значительно меньше, чем убыль веса рыбы.

В табл. 41 приведены данные о потерях воды и белковых веществ при посоле волжской сельди и воблы [159].

Азотистые соединения, выделяющиеся в виде экстрактивных веществ в раствор соли, в котором рыба просаливается, образуются в результате частичного распада белковых веществ рыбы. Переходящие в тузлук экстрактивные вещества представляют собой не только небелковые, но и белковые вещества. Уста-

Таблица 41

Наименование рыбы	Вес све- жей рыбы в кг	П о т е р и			
		вода		белковые вещества	
		в кг	в %	в кг	в %
Сельдь волжская	168 800	41 837	24,7	2260	1,3
Вобла	16 877	2 904	17,2	102	0,4

Примечание. Посол сельди производился в ларях, посол воблы—в чанах.

новлено, что распад белковых веществ тем сильнее, чем слабее концентрация солевого раствора.

Ниже приводятся данные В. А. Кузнецова о количестве экстрактивного азота, выделившегося в тузлук при выдерживании кусочков размороженного мяса судака в солевых растворах различной концентрации в течение 54 суток (вес кусочков рыбы во всех случаях составлял 100 г, а солевого раствора—500 г).

Концентрация солевого раствора в % . 9,14 14,89 20,27 26,40

Азот экстрактивный в % к общему азоту 28,90 21,58 20,47 13,72

Надо полагать, что зависимость, установленная В. А. Кузнецовым для мяса размороженного судака, окажется справедливой и для мяса свежего судака. Следует учитывать, что при замораживании структурная решетка мышечной ткани рыбы частично разрушается и по этой причине создаются более благоприятные условия для осмоса экстрактивных веществ из рыбы в тузлук.

Приведенные данные показывают, что наименьшее количество экстрактивного азота теряется из рыбы при высокой концентрации раствора соли.

При посоле рыбы целиком и выдерживании ее в тузлуке потери азота будут меньше, чем полученные в опытах В. А. Кузнецова, так как кожа рыбы задерживает извлечение азотистых веществ.

Большое влияние на увеличение потери азотсодержащих органических веществ оказывает продолжительность посола, о чем свидетельствуют приведенные ниже данные о потерях азота при посоле каспийского пузанка в зависимости от его продолжительности (данные И. П. Леванидова, А. М. Гаджибабекова и В. И. Высоцкой).

Продолжительность посола в днях . 2 4 6 8 12 15

Потери азота в % к общему азоту
рыбы 1,7 3,0 3,9 4,3 5,7 6,0

Таким образом, с точки зрения максимального сохранения белковых веществ уменьшение продолжительности посола рыбы имеет весьма важное значение.

Потеря белковых веществ по сравнению с потерей воды составляет небольшую величину и несколько увеличивается в конце процесса посола и при хранении соленой рыбы в тузлуке.

Такой факт на первый взгляд кажется неестественным, если учесть, что в состав азотистых веществ мяса рыбы входит около 70% солерастворимых азотистых веществ; поэтому казалось бы, что потери белковых веществ из мяса рыбы при посоле должны быть значительно больше, чем наблюдается на практике.

Объясняется это тем, что насыщенный раствор поваренной соли способен не только растворять глобулины, но переводить основные их количества в нерастворимую форму — глобуланы [146], тем самым предотвращая потери значительного количества этой группы белка. По-видимому, большую роль в превращении глобулинов из растворимой формы в нерастворимую играет химически активная группа примесей в поваренной соли и большая концентрация раствора соли.

Количество соли, проникшее в рыбу и оставшееся неиспользованным, но участвующее в посоле

Соль, проникающая в рыбу при посоле, в известной мере компенсирует потерю веса рыбы, которая происходит за счет извлечения из нее воды и органических веществ. Рыба в процессе посола тем больше поглощает соли, чем продолжительнее находится в соприкосновении с солью или тузлуком, чем больше (до известного предела) соли участвует в посоле и чем выше температура тузлука.

Большое значение при этом имеет способ посола, что хорошо видно из представленных в табл. 42 [122] данных наблюдений за посолом мурманской сельди мокрым и сухим чердачным способом.

На основании данных, приведенных в табл. 42, можно сделать следующие выводы.

1. Наибольшее количество воды рыба теряет в первые дни посола. Например, при мокром посоле через 2 дня потеря воды составила 20,8% от первоначального веса рыбы, а спустя еще 8 суток увеличилась только на 3,5% и в последующем совсем не нарастала. При чердачном посоле потеря воды через 2 дня достигла 22,3% от веса рыбы-сырца, через 10 суток 39,1%, а далее до конца посола (18 суток) почти не менялась.

2. При мокром посоле вес рыбы уменьшается только в первые два дня, а затем начинает увеличиваться за счет прироста количества соли в рыбе, который спустя 2 суток значительно превосходит потерю воды.

Способ посола	Продолжительность посола в днях							
	2	4	6	8	10	12	15	18
Мокрый посол								
Потеря веса рыбы в %	14,9	14,4	11,8	9,9	11,7	10,0	9,2	9,3
Потеря воды в % от начального веса рыбы	20,8	22,9	23,7	23,4	24,3	22,8	24,3	—
Прирост количества соли в % от начального веса рыбы	9,1	10,7	15,2	15,5	—	15,8	15,7	16,7
Концентрация раствора соли в клеточном соке мяса рыбы в % .	15,9	18,9	25,1	25,4	—	25,4	25,9	26,1
Чердачный посол								
Потеря веса рыбы в %	22,3	32,7	30,9	34,2	34,6	35,3	35,9	38,0
Потеря воды в % от начального веса рыбы	23,3	35,2	36,5	39,6	39,1	40,1	41,5	40,4
Прирост количества соли в % от начального веса рыбы	5,4	7,2	7,2	7,2	—	8,0	8,0	9,0
Концентрация раствора соли в клеточном соке мяса рыбы в % .	10,7	17,6	18,2	20,2	—	21,7	22,6	24,4

При чердачном посоле рыба теряет в весе в течение всего процесса посола в результате непрерывной и значительной потери воды.

3. Количество соли в рыбе непрерывно увеличивается, но при чердачном посоле прирост соли составляет значительно меньшую величину, чем при мокром. Это вполне согласуется с особенностью чердачного посола, так как тузлук при этом способе посола с рыбы стекает и только незначительная его часть остается на поверхности рыбы¹. Кроме того, количество соли, которое может проникнуть в рыбу, зависит от количества воды, находящейся в тканях рыбы, а при чердачном посоле рыба теряет очень много воды — 40% (табл. 42).

Количество жировой соли, остающейся после посола, зависит от количества соли, участвующей при посоле, конечной солености продукта и способа посола.

¹ Ранее уже отмечалось, что соль может проникать в ткань рыбы, только находясь в растворенном состоянии.

На практике принято дозировку соли при посоле несколько увеличивать по сравнению с нормой. У опытного мастера количество жировой соли незначительно, что является одним из признаков правильной организации посола.

В некоторых случаях мастер вынужден увеличивать дозировку соли, если условия для посола рыбы неудовлетворительные (посол при высокой температуре воздуха, в чанах, расположенных под открытым небом, и т. д.). Остаток соли после посола также зависит от конечной солености продукта. Чем больше конечная соленость рыбы при одинаковой дозировке соли и прочих равных условиях, тем меньше в чане остается жировой соли. При прерванном посоле, когда рыбу вынимают из чана еще полностью непросоленной, остатки неиспользованной соли неизбежны.

Расход соли во многом зависит от способа посола, что можно показать на примере крепкого посола кеты и весенней тихоокеанской сельди (табл. 43).

В табл. 43 под наименованием косвенно участвующей в посоле соли показана та соль, которая участвует в процессе посола, но в рыбу не проникает и по окончании процесса остается в чане в виде тузлука или в кристаллическом виде.

Т а б л и ц а 43

Способ посола	Норма расхода соли в %	Количество соли, необходимое для просаливания рыбы, в %	Количество соли, косвенно участвующей в посоле, в %
Камчатская кета			
Чановый теплый	25	17	8
Чановый с охлаждением	34	17	17
Стоповый	42	9	33
Тихоокеанская сельдь			
Чановый теплый	27	18	9
Чановый с охлаждением	32	18	14
Стоповый	40	10	30

Таким образом, истинный расход соли при чановом теплом посоле кеты составляет более 70% принятой нормы, при чановом охлажденном 50% и при стоповом только 20%. Остальное количество соли не принимает участия в просаливании рыбы (не проникает в рыбу) и применяется с целью охлаждения рыбы, поддержания нормального протекания процесса посола (например, с целью предотвращения опреснения тузлука) или для

других целей. Из табл. 43 видно, насколько неэкономичен стоповый посол рыбы.

Соль, принимавшую косвенное участие в посоле, можно после соответствующей очистки вторично использовать для посола или мойки соленой рыбы. При стоповом посоле более 15% соли теряется с тузлуком, стекающим с рыбы.

Количество образовавшегося тузлука

Количество образовавшегося тузлука зависит от способа посола, содержания жира в рыбе, влажности соли и конечного содержания соли в рыбе, причем последний фактор не имеет большого практического значения, так как основное количество тузлука образуется в начале процесса посола.

Например, при посоле охотской сельди до содержания соли 9 и 16% выделяется тузлука соответственно до 25 и 27% к весу свежей рыбы¹.

Посол с охлаждением рыбы льдом значительно увеличивает количество тузлука, поэтому в некоторых случаях тузлук из ча-на даже сливают.

Тощие рыбы при посоле дают значительно больше тузлука, чем жирные; по этой причине жирную рыбу обычно солят смешанным посолом. Повышенная влажность соли несколько увеличивает количество тузлука, но этот фактор при составлении баланса посола не имеет большого значения.

СОЗРЕВАНИЕ СОЛЕННОЙ РЫБЫ

Посол рыбы следует разделить на два совершенно самостоятельных процесса, а именно:

1) процесс консервирования солью, основанный на физических и физико-химических явлениях (выше мы разбирали только этот процесс);

2) процесс созревания соленого продукта, основанный на химических и биохимических явлениях.

Созревание соленой рыбы является следствием гидролитического распада белков и жира. Скорость протекания гидролиза белков и жира в соленой рыбе зависит от условий посола и хранения готового продукта — температуры, концентрации соли в тузлуке и тканях рыбы и от исходного химического состава сырья. Этот процесс является более длительным, чем консервирование, и протекает в соленой рыбе с неодинаковой интенсивностью в зависимости от вида рыбы; он характерен в первую очередь для сельдевых и анчоусовых рыб и скумбрии, в меньшей мере — для лососевых и сиговых.

¹ В проведении опытов принимали участие О. Д. Наумова и Н. С. Переберина (Кухтуйский рыбозавод).

Под влиянием биохимических факторов вышеперечисленные и некоторые другие рыбы после посола и особенно хранения в течение определенного промежутка времени теряют цвет, запах и вкус сырой рыбы. В результате получается продукт с очень нежным, сочным и вкусным мясом, имеющим особый приятный аромат—букет. Эти совершенно новые качества характеризуют созревший продукт.

Таким образом, биохимическая сторона посола для некоторых рыб, особенно с повышенным содержанием жира, имеет очень важное значение.

За процессом созревания можно проследить не только органолептическим, но и химическим путем. В соответствующих разделах уже говорилось, что при посоле и особенно при хранении соленой рыбы в тузлуке и тканях рыбы накапливаются продукты распада азотистых веществ и жира, входящих в состав мяса свежей рыбы. В процессе осмоса и диффузии некоторая часть этих веществ поступает из рыбы во внешнюю среду — тузлук, в котором продолжают их дальнейшие изменения.

При созревании соленой рыбы наиболее отчетливо выражены и наиболее изучены процессы изменения (расщепления) белков; образующиеся при этом альбумозы, пептоны, полипептиды, аминокислоты и амины поддаются достаточно точному определению.

Изменение белков, происходящее в результате их гидролиза, проявляется в уменьшении количества белкового и увеличении небелкового азота в мясе рыбы. При наблюдении над беломорской и керченской сельдью, а также лещом (табл. 44) В. В. Кол-

Название рыбы	Формы азота	Содержание белкового и аминного азота в % к общему азоту при продолжительности посола в днях													
		0	1,5	3	6	8	13	16	21	30	32	35	49	114	225
Сельдь беломорская	Белковый	89,2	—	—	—	87,9	—	87,9	—	—	—	—	—	78,8	58,1
	Аминный	—	—	—	—	3,2	—	2,9	—	4,2	—	—	—	6,5	20,9
Лещ	Белковый	—	93,9	87,5	88,5	—	86,7	—	93,8	—	—	—	—	—	—
	Аминный	—	1,8	1,5	1,3	—	1,3	—	1,2	—	—	—	—	—	—

чевым установлены следующие изменения количества белкового и аминного азота в мясе рыбы в процессе посола и последующего хранения в тузлуке.

Известно, что мясо леща при посоле и дальнейшем хранении в тузлуке не приобретает особых вкусовых качеств, свойственных созревшему соленому продукту, что доказывается не только органолептически, но и вышеприведенными результатами химических исследований (табл. 44). Содержание белкового и аминного азота в мясе леща, как видно из результатов химических анализов, изменяется очень мало.

Совершенно другое мы наблюдаем у сельдей, в мясе которых содержание белкового азота заметно уменьшается, а небелкового азота, напротив, увеличивается, что вполне согласуется с органолептической оценкой качества мяса этих рыб. Уменьшение белкового азота сопровождается накоплением аминного и других форм небелкового азота.

Азотистые белковые соединения в результате распада постепенно теряют свойства коллоидов и диффундируют в тузлук, где количество их увеличивается и где они претерпевают дальнейшие изменения.

Накопление количества азотистых соединений в тузлуке при созревании беломорской сельди характеризуется следующими данными (табл. 45).

Таблица 45

Продолжительность посола в днях	Содержание азота в г на 100 см ³ тузлука		
	белковый	аминный	аммиачный
8	0,283	0,212	0,040
16	0,274	0,151	0,041
30	0,469	0,181	0,041
56	0,567	0,210	0,053
114	0,634	0,367	0,081

Таким образом, характерным химическим показателем созревания соленой рыбы является уменьшение количества белкового азота и нарастание аминного и других форм небелкового азота в мышечной ткани рыбы, а также увеличение количества белкового и небелкового азота в тузлуке. Увеличение содержания белкового азота в тузлуке следует объяснять диффузией из мяса рыбы в тузлук главным образом солерастворимых белков (глобулинов), не перешедших при посоле в нерастворимую форму глобуланов.

Интенсивность процесса созревания во многом зависит от температуры хранения продукта, что можно проследить по дан-

ным табл. 46, характеризующим химические изменения в мясе балтийской кильки пряного посола (пресервы) при хранении ее при температуре $\pm 2^\circ$ и $+10^\circ$ [81].

Как видно из табл. 46, процесс созревания мяса балтийской кильки при повышенной температуре (10°) протекал значительно быстрее, чем при температуре $\pm 2^\circ$, что подтверждается не только более значительным увеличением экстрактивного и аминокислотного азота, но также появлением на рыбах через 90 суток хранения белого налета¹.

Т а б л и ц а 46

Показатели	Температура хранения в $^\circ\text{C}$	Продолжительность хранения в сутках				
		15	30	45	90	120
Азот экстрактивный в мг на 100 г	+10	576,8	759,4	913,2	1153,3	1320,0
	± 2	461,4	—	490,2	685,0	1094,0
Азот аминокислотный в мг на 100 г	+10	252,3	305,0	427,2	1031,3	927,9
	± 2	245,1	—	177,5	491,2	665,0
Тирозин в мг на 100 г	+10	215	225	300	300	300
	± 2	200	—	200	213	250
Кислотность в %	+10	0,48	0,36	0,36	0,36	0,36
	± 2	0,44	—	0,24	0,29	0,29
Наличие белого налета на рыбах	+10	Нет	Нет	Нет	Есть	Есть
	± 2	•	•	•	Нет	Нет

Весьма характерно, что белый налет на поверхности рыб появляется только после того, как количество тирозина в мясе рыбы достигает 300 мг на 100 г; установлено, что этот налет состоит из аминокислот, главным образом тирозина.

В обоих случаях процесс созревания протекал нормально, о чем свидетельствует низкая кислотность мяса рыбы.

Об интенсивности созревания при хранении балтийской кильки при различной температуре можно судить и по анализу ее тузлуков, результат которого приведен в табл. 47 [81].

Из табл. 47 видно, что плотный остаток в тузлуках, состоящий из соли, жира и азотистых веществ (пряности при анализе удаляли), в период хранения при 10° увеличивается значительно быстрее, чем при $\pm 2^\circ$ *. Это обстоятельство также подтверж-

¹ Белый налет на поверхности рыбы имеет биохимическое происхождение, хотя по наружному виду и напоминает плесень.

* Содержание соли в тузлуке составляло в среднем 12% (колебания были в пределах десятых долей процента).

Наименование	Температура хранения в °С	Продолжительность хранения в сутках				
		15	30	45	90	120
Плотный остаток в %	+10	18,48	23,65	20,45	23,37	29,69
	± 2	18,48	—	21,08	20,72	22,56
Азот экстрактивный в мг на 100 г	+10	612,3	759,4	807,5	985,3	1038,0
	± 2	612,3	—	567,1	758,3	—
Азот аминокислотный в мг на 100 г	+10	196,3	349,3	349,3	807,2	958,8
	± 2	196,3	—	263,5	491,9	665,0
Кислотность в %	+10	0,44	0,38	0,63	0,36	0,40
	± 2	0,44	—	0,63	0,21	0,3

дает более интенсивный распад азотистых веществ в мясе кильки, хранившейся при температуре 10°, так как увеличение азотистых веществ в тузлуке может происходить только за счет диффузии их из мяса рыбы.

Температура хранения оказывает большое влияние на процесс созревания, а потому и на вкусовые качества продукта. Выбор оптимальной температуры для созревания рыбы зависит от многих факторов: вида рыбы, способа разделки, содержания соли в мясе рыбы, химического состава мяса рыбы, физических и химических особенностей среды (тузлук, воздух), в которой находится рыба.

Например, жирную сельдь с содержанием соли в пределах 8—12% следует выдерживать при температуре —5°. В этом случае продукт созревает медленно, но зато приобретает приятный вкус и запах без признаков кислого привкуса, характерного для сельди, созревшей при +5° и выше. Оптимальной температурой для созревания соленой рыбы принято считать +2°.

Крепкосоленая рыба (например, сельдь) созревает медленно и не приобретает вкусовых качеств, присущих малосоленой сельди. Рыба с повышенным содержанием жира после созревания значительно вкуснее, чем тощая.

Изменение жира при посоле и хранении соленой рыбы выражено менее отчетливо, чем азотистых веществ, и пока не разработана удовлетворительная методика, при помощи которой можно было бы увязать химические изменения жира с товароведными показателями, характеризующими созревшее мясо рыбы.

До сих пор мы говорили об органолептических и химических

признаках, характеризующих процесс созревания соленой рыбы. Не меньшую важность для технолога имеет знание тех причин, от которых зависит созревание рыбы и которые вызывают это созревание.

Многочисленными работами доказано, что созревание соленой рыбы происходит под влиянием ферментов.

Название фермент происходит от латинских слов *fermentatio* или *fervere* — кипеть.

Ферменты являются продуктами жизнедеятельности клеток, ускоряющими реакции; некоторые авторы называют их коллоиднорастворимыми катализаторами [169].

Ферментативные реакции довольно специфичны. Они имеют температурный оптимум, близкий к 30—40°, и оптимальную реакцию среды (рН), к которой они очень чувствительны. Фермент пепсин, например, действует только в кислой среде, а трипсин — в нейтральной и слабощелочной. Эти свойства ферментов обуславливают ход ферментативных (автолитических) процессов в свежей, только что выловленной, рыбе и в процессе созревания соленой рыбы.

В течение многих лет существовало мнение, что ферментативные реакции, специфичные для живого организма, не могут протекать в мертвой клетке.

Многочисленными исследователями была доказана ошибочность этого мнения (например, опытами по перевариванию мяса вне животного организма под действием желудочного сока — реакция *in vitro*). На основании этих опытов ферменты долгое время разделяли на организованные и неорганизованные, в зависимости от того, удастся или нет осуществить реакцию *in vitro* [148].

В настоящее время эта классификация в биохимии признана несовершенной, но взамен нее пока не предложена другая, более совершенная классификация.

При консервировании рыбы, особенно посолом и вялением, ферментативные реакции играют решающую роль в получении вкусного и питательного продукта.

При посоле рыбы возможны три источника возникновения ферментативных реакций: клетки мышечной ткани, клетки и содержимое желудочно-кишечного тракта, микроорганизмы.

При посоле рыбы мы имеем дело с мертвыми клетками (например, мышечная ткань рыбы), содержащими определенные ферменты, причем эти клетки потеряли способность изменять количественный и качественный состав ферментов, а также регулировать ферментативные реакции, поэтому они не могут противостоять разрушительной работе ферментов.

Другая группа ферментов, вырабатываемых микроорганизмами, подвержена значительным колебаниям, что зависит от вида и количества микроорганизмов, а также условий их существования.

Процесс созревания соленой рыбы во многом зависит от количества и качественного состава ферментов, находящихся в мышечной ткани рыбы и в среде (например, тузлуке), окружающей рыбу.

Результаты работ советских ученых по вопросу созревания соленой рыбы можно свести к трем основным гипотезам.

Микробиологическая гипотеза

Эту гипотезу наиболее определенно высказал Киселевич [78]; сформулировать ее можно следующим образом: бактериальная флора тузлука в сочетании с его химическим составом является решающим фактором (причиной) при созревании как самого тузлука, так и мяса рыбы.

По этой гипотезе микробы вырабатывают соответствующие ферменты, проникающие внутрь мяса рыбы и способствующие его созреванию. Источником заражения микробами свежего тузлука является в первую очередь сама рыба, рыбопосольный инвентарь и оборудование.

По выражению Киселевича [78], рыба, например сельдь, «повидимому, подобно винограду, несет в себе свойственные ей организмы, играющие соответствующую роль при созревании ее мяса».

В задачу посола по этой гипотезе входит создание соответствующих условий для жизнедеятельности полезной, вызывающей созревание рыбы микрофлоры и уничтожение или прекращение жизнедеятельности вредной, гнилостной микрофлоры. Это вполне возможно сделать, поскольку гнилостная микрофлора в тузлуке крепостью более 12% погибает или угнетается, а значительная часть полезной микрофлоры остается еще активной.

Поскольку всеми признано, что в круговороте органических веществ в природе большое значение имеют микроорганизмы, нет никаких оснований отрицать положительную роль определенной группы микроорганизмов при созревании соленой рыбы. В подтверждение сказанного можно привести результаты работы Ермольевой и Буяновской [62], которые доказали возможность при помощи так называемых ароматообразующих бактерий придать соленой сельди особый приятный запах и вкус, которых она не имеет после окончания процесса посола.

Микробиологическая гипотеза созревания соленой рыбы, очень оригинальная по своей идее, отрицает участие ферментов мышечной ткани и желудочно-кишечного тракта рыбы в процессе созревания или отводит им незначительную роль.

Это положение сторонники микробиологической гипотезы достаточно убедительно не обосновали, не дают они также удовлетворительных объяснений созреванию балычных изделий из белорыбицы, осетра, сельди-черноспинки и других рыб при вялении, когда продукт находится в воздушной среде (тузлук отсутствует).

Эту гипотезу наиболее определенно высказал Турпаев [160]; сформулировать ее можно следующим образом: созревание соленой рыбы происходит главным образом под действием ферментов мышечной ткани и желудочно-кишечного тракта. Это дает основание сторонникам автолитической гипотезы процесс созревания отождествлять с автолитическим процессом.

По утверждению Турпаева [160], «в основе автолитического процесса при посоле лежит действие ферментов брюшных органов и мышечных протеаз». Это положение Турпаевым основано на работах Садикова и Шошина [146], которые для доказательства активной роли мышечных ферментов при созревании мяса кроликов провели следующий опыт: поместили куски мяса в толуол, тем самым создав условия, неблагоприятные для развития микроорганизмов; в результате оказалось, что хотя микрофлора была подавлена, белки мяса все же расщеплялись и процесс созревания протекал нормально. Таким образом они достаточно убедительно доказали, что тканевые ферменты играют весьма важную роль при созревании мяса теплокровных животных.

Сторонники автолитической гипотезы достаточно полно установили и изучили условия, наиболее благоприятные для повышения активности ферментов брюшных органов и мышечной ткани. Так, например, на активность ферментов большое влияние оказывает рН и концентрация соли в тузлуке и клеточном соке мяса рыбы. Кислая среда при значениях рН от 4 до 5 является весьма благоприятной для действия многих мышечных ферментов, а высокая концентрация соли, наоборот, понижает их активность [146, 160].

Исключительное значение при созревании соленой рыбы придается ферментам пищеварительных органов, так как они наиболее активны при рН 6,7, т. е. близком к значению рН в рыбном тузлуке; активность их в насыщенном растворе соли по сравнению с мышечными ферментами снижается в меньшей мере (максимум на 30%).

Поэтому сторонники автолитической гипотезы считают, что при посоле рыбы образование так называемого селедочного букета наиболее быстро и полно происходит при посоле непотрошенной или только зябренной сельди, с обязательным оставлением в рыбе пилорических придатков, которые особенно богаты ферментами. Процесс созревания выпотрошенной рыбы происходит медленнее.

Автолитическая гипотеза отводит незначительную роль в созревании соленой рыбы ферментам, вырабатываемым микроорганизмами, но положение это обосновано недостаточно.

Кроме того, наиболее уязвимым местом этой гипотезы является отождествление процесса созревания с автолизом, что

не одно и то же. При посоле в соленой рыбе происходит не только процесс распада (расщепления) белков, но и процесс их стабилизации под действием соли, т. е. переход определенной группы белков в относительно стабильную (нерастворимую) форму, например глобулины переходят в глобуланы.

При автолизе свежей рыбы преобладают процессы распада вначале под действием тканевых ферментов, а затем и ферментов, вырабатываемых микроорганизмами.

Ферментативная гипотеза

Эту гипотезу можно сформулировать так: созревание соленой рыбы происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами и содержащихся в мышечной ткани и желудочно-кишечном тракте рыбы, а также под влиянием среды, в которой находятся рыба и эти ферменты.

В начале процесса созревания наиболее активны тканевые ферменты, роль которых в этот период особенно важна, поскольку, расщепляя белки, они готовят среду для жизнедеятельности микроорганизмов и действия их ферментов.

Среда играет важную роль в процессе созревания соленой рыбы. Практикой давно установлено, что соленая сельдь при хранении в естественном тузлуке приобретает неизмеримо лучшие вкусовые качества, чем при хранении в искусственных, часто сменяемых тузлуках. Автор является сторонником этой гипотезы.

Ферментативная гипотеза является логическим развитием микробиологической и автолитической гипотез.

Задача будущих исследователей заключается не только в том, чтобы полностью разработать теорию созревания соленой рыбы и увязать ее с практикой, но и найти методы управления процессом созревания. В последнем случае регулирование среды и деятельности ферментов, вырабатываемых микроорганизмами, имеет особенно важное значение.

Ферментативная гипотеза наиболее разносторонне объясняет процесс созревания соленой рыбы.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПОСОЛА ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ

Операции, составляющие технологическую схему, можно разделить на три группы: операции, подготавливающие рыбу к консервированию; операции собственно консервирования и операции, необходимые для приведения готового законсервированного продукта в состояние, годное для реализации (ликвидное состояние).

В технологический процесс приготовления пищевых продук-

тов часто приходится с целью сохранения сырья и полуфабрикатов вводить операции предварительного или дополнительного их консервирования. В качестве примера можно указать на замораживание рыбы перед посолом или на посол рыбы при производстве вяленых и копченых товаров.

При консервировании рыбы посолом в промышленности наиболее часто применяется пять технологических схем, изображенных на рис. 34.

При описании технологических схем мы сознательно отходим от принятой в промышленности классификации рыб по размерам в зависимости от их длины, так как эта классификация, справедливая и удобная при товароведческой характеристике рыбы и рыбных продуктов, не всегда дает правильную характеристику технологическим особенностям рыбы как сырья. Кроме того, классификация рыбы по длине предусматривается для каждого вида рыбы отдельно и поэтому не может считаться универсальной.

К рыбам крупных размеров мы относим рыб весом более 2 кг, средних размеров — от 0,5 до 2 кг, мелких размеров — от 50 г до 0,5 кг и очень мелких — менее 50 г.

При посоле крупных рыб предварительная разделка и последующее замораживание или охлаждение являются, как правило, необходимыми операциями. В результате технологический процесс посола этих рыб значительно усложняется.

При посоле рыб средних размеров замораживание применяется довольно редко. Обычно рыбу только охлаждают или солят без предварительного охлаждения. К замораживанию прибегают только при посоле особенно жирных рыб (например, крупные сельди) или при посоле в жаркое время года в неохлаждаемых цехах (например, посол ставриды и пеламиды).

Технологический процесс посола мелких и очень мелких рыб—наиболее простой, так как они просаливаются довольно быстро и в большинстве случаев не нуждаются в разделке и предварительном консервировании холодом. Очень мелкую рыбу после мойки непосредственно направляют в посол.

Операции, подготовляющие рыбу к собственно консервированию (например, к посолу, копчению, вялению и т. д.), имеют чрезвычайно важное значение, так как от них во многом зависит пищевая и товарная ценность будущего продукта.

Одной из таких важных операций в технологическом процессе приготовления соленых товаров, на которой необходимо специально остановиться, является разделка рыбы. Поскольку разделка рыбы является операцией, общей для всех способов консервирования, ее следует разобрать не только для случая посола, но одновременно также для копчения, вяления и сушки рыбы.

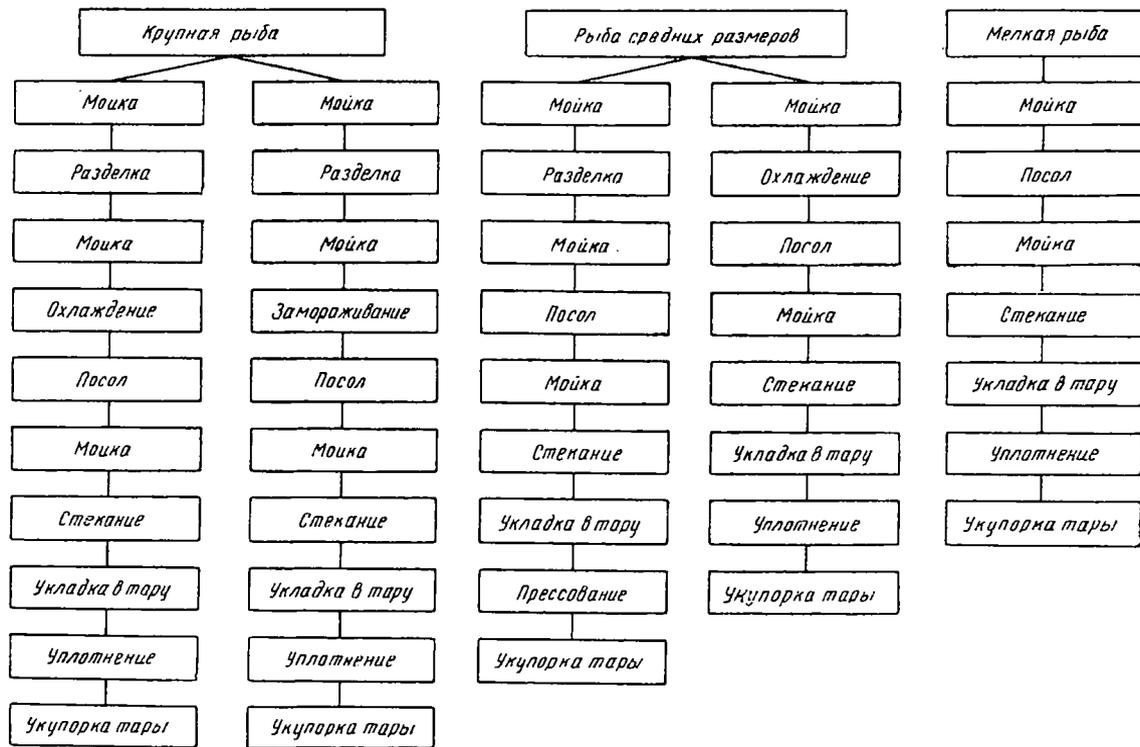


Рис. 34. Сокращенные производственные схемы консервирования рыбы посолом.

Разделка рыбы

Разделкой рыбы называется операция, целью которой является удаление у рыбы ряда органов или частей тела. Производится разделка вручную при помощи ножей различной формы или специальных устройств (дисковые ножи с механическим приводом и машинами). На дальневосточных консервных заводах уже много лет работают рыбоделочные автоматы, на которых у лососевых рыб удаляют икру и внутренности, отрезают плавники, хвост и голову и одновременно промывают рыбу. Один такой автомат заменяет не менее 30 рабочих.

На Камчатке для потрошения горбуши применяют станок-автомат Усова, который вскрывает брюшную полость (от анального плавника до колтычка), раскрывает ее, вынимает ястыки, обрезает пищевод и вынимает внутренности, вскрывает кровяной мешок (почки) вдоль позвоночника, очищает брюшную полость от остатков внутренностей, кровяных сгустков и моет ее, обмывает поверхность рыбы водой.

Автомат обслуживают двое рабочих, из которых первый подает рыбу на приемный стол, а второй обеспечивает общее обслуживание автомата. Производительность автомата 30 рыб в минуту.

За границей (Западная Германия, США) созданы машины для разделки тресковых, сельдевых и некоторых других рыб на филе.

Несмотря на наличие некоторых рыбоделочных машин, ручной труд при разделке рыбы как у нас, так и за границей преобладает, так как механизировать эту операцию очень трудно. Объясняется это тем, что рыба имеет неправильную форму тела с большими колебаниями в размерах и очень чувствительна к механическим воздействиям. Конструкторам и изобретателям в рыбной промышленности предстоит еще много работать для того, чтобы полностью механизировать эту трудоемкую и важную операцию.

Разделка рыбы (сюда мы включаем и потрошение) преследует следующие основные цели.

Отделение съедобной части рыбы от несъедобной. В результате отделения съедобной части от несъедобной достигается экономия тары в промышленности, а потребитель получает наиболее ценную в пищевом отношении часть рыбы. Кишечник, позвоночник, плавники, чешуя и в значительной мере голова являются несъедобными частями, поэтому при разделке рыбы их полностью или частично удаляют.

Удаление позвоночника весьма трудоемко и с технологической точки зрения не всегда целесообразно, а потому в промышленности к нему прибегают сравнительно ред-

ко — в основном при производстве мороженого филе и консервов из сельди¹.

Плавники обычно не удаляют (за исключением разделки рыбы на филе, для приготовления консервов и в некоторых других случаях), так как операция эта довольно трудоемкая. При приготовлении вяленых, копченых продуктов удаление плавников делает наружный вид рыбы неестественным. Кроме того, вокруг основания плавников у многих рыб скапливается жир, который и удаляется с кусочками мяса, срезаемыми вместе с плавниками, чем понижается общее содержание жира в рыбе.

Внутренности, как правило, из рыбы крупных и средних размеров удаляют, так как они ускоряют ее порчу. Иногда удаляют также и жабры.

Рациональное использование съедобной части рыбы. Жир в мясе рыбы распределен неравномерно. Характерным примером могут служить лососевые и осетровые рыбы, у которых жир в наибольшем количестве сосредоточен в брюшной части. С технологической точки зрения совместная обработка спинки и брюшка, например при производстве копченых и вяленых товаров, нецелесообразна, потому что брюшная часть, как более тонкая и жирная, требует другого режима обработки (посола, отмочки, подсушки), чем спинка.

Целесообразность разделки лососевых и осетровых рыб на тешу (брюшко) и балык (спинка) еще обуславливается различными вкусовыми и пищевыми качествами, которые они приобретают в результате обработки.

К разделке прибегают иногда также в случае наличия механических повреждений полуфабриката или рыбы-сырца.

Наиболее распространенным дефектом у соленых товаров (особенно сельди) является повреждение брюшка. В таких случаях, если продукт по другим показателям относится к I сорту, поврежденное брюшко можно срезать и таким образом устранить причину, понижающую сортность продукта (разделка на балычок).

В результате правильного выбора способа разделки можно сохранить и даже повысить сортность выпускаемой продукции, однако только в том случае, когда снижение сортности происходит из-за механического повреждения полуфабриката или рыбы-сырца, но не по качеству мяса.

Отделение некоторых, особенно ценных в пищевом отношении, органов. К таким органам в первую очередь относятся икра и печень, требующие специальных способов обработки или консервирования. Например, икра лососевых и осетровых рыб

¹ Процесс обезвоживания рыбного мяса при копчении и особенно вялении всегда порождает некоторую его усадку, т. е. уменьшение объема, что вызывает искривление рыбной тушки. Позвоночная кость препятствует этому, поэтому удаление ее в таких случаях отрицательно влияет на товарный вид продукта.

является очень вкусным, питательным продуктом и оставлять ее в теле рыбы при посоле и других видах обработки нецелесообразно. Печень тресковых рыб богата жиром и витаминами А и D и, естественно, ее необходимо использовать для получения медицинского жира или приготовления особого высокопитательного продукта (например, консервы «Печень трески натуральная»).

Придание рыбе более привлекательного вида. Некоторые рыбы имеют некрасивую форму тела или строение головы (зубатка, морской окунь и др.). Выбором соответствующей разделки этот недостаток рыбы устраняется, что особенно важно при производстве деликатесных товаров.

Увеличение отношения поверхности рыбы к ее объему и обнажение части мяса рыбы. Это делается для того, чтобы ускорить процесс консервирования, что имеет особое значение при посоле, сушке и холодном копчении рыбы.

Рациональное использование емкости тары (бочки, ящики). В нашей стране, где рыбную продукцию транспортируют иногда на расстояние в десять и даже более тысяч километров, этот фактор имеет большое экономическое значение.

В этом отношении идеальным способом разделки следует считать такую, в результате которой остается только полностью съедобная и наиболее питательная часть или части тела рыбы. К таким частям тела рыбы в первую очередь следует относить ее мышечную ткань (филе).

Рациональное использование несъедобных или малоценных в пищевом отношении частей и органов тела рыб. Внутренности рыб, позвоночник, чешуя, плавники, голова являются несъедобными или малоценными в пищевом отношении частями или органами рыбы. Между тем из них можно приготовить ряд продуктов, в которых нуждается легкая промышленность и животноводство: клей, жемчужный пат, кожу, жир, рыбную кормовую муку и т. п. При правильной организации работы рыбной промышленности большинство рыб, особенно средних и крупных размеров, необходимо и вполне возможно разделять таким образом, чтобы отделять от тела рыбы все малоценные в пищевом отношении части и органы. Используя их на изготовление технических и кормовых продуктов (рыбная мука, клей и т. п.), предприятие может получить определенный экономический эффект, а потребительские центры страны будут снабжаться полностью съедобными пищевыми продуктами; количество так называемых кухонных отходов можно в значительной мере сократить, что имеет большое санитарно-гигиеническое значение.

В условиях производства часто приходится отступать от вышперечисленных правил и выбирать наименее трудоемкий способ разделки, для того чтобы успеть обработать большие уловы рыбы.

Способы разделки рыбы. В промышленности приняты следующие основные способы разделки рыбы.

Колодка непоротая — неразделанная рыба¹. Обычно целиком, без разделки, обрабатывают рыбу мелких и средних размеров (сиг, тарань, чехонь, сельдь, вобла и другие). Также не рекомендуется разделять рыбу средних размеров, идущую на вяление и копчение, особенно если ее внутренности богаты жиром (судак, лещ, чир и другие).

Колодка поротая — наиболее распространенный вид разделки. По этому способу брюшко разрезают между грудными плавниками от головы до анального отверстия, внутренности полностью удаляют и брюшную полость у позвоночника зачищают от сгустков крови (почек). Таким способом разделяют рыбу преимущественно средних размеров (большинство тресковых, лососевых, карповых и т. п.)².

В некоторых случаях приходится потрошить и мелких рыб, так как встречаются рыбы, внутренности которых содержат ядовитые вещества, и употребление в пищу этих рыб в неразделанном виде бывает причиной заболеваний. К таким рыбам относится балхашская маринка, в которой половые продукты и выстилающая брюшную полость черная пленка являются местом образования ядовитых веществ. Не следует обрабатывать в целом виде рыб, имеющих сильно развитый желчный пузырь со слабыми стенками; у таких рыб (например, амурский толстолоб) желчь за короткий промежуток времени вытекает из желчного пузыря, проникает в толщу мяса и делает его горьким.

Зябление — у рыбы удаляют жабры и пищевод; икра, молоки и пилорические придатки остаются.

Зябление состоит из двух операций — разрезания колтычка ножом и удаления жабр, кишок, печени и сердца, вследствие чего рыба обескровливается (особенно, если разделяют живую рыбу). На этом способе разделки живой рыбы фактически основан так называемый голландский и немецкий посолы сельди.

Балычная разделка. При разделке на балык продольным разрезом брюшную часть рыбы отделяют от спинки; голову в зависимости от способа разделки оставляют или отрезают. Разделка на балык и тешу принята главным образом для холодного копчения и вяления; при посоле и горячем копчении этот вид разделки применяют редко.

Обрабатывают этим способом преимущественно осетровых

¹ Неразделанная рыба в действующих стандартах условно включается в перечень способов разделки под названием «колодка непоротая».

² Для более рационального использования емкости тары у тресковых обычно голову удаляют, так как она не представляет питательной ценности и имеет большие размеры (21,5% к весу рыбы).

и лососевых рыб, иногда также морского окуня, крупную сельдь, сома.

При разделке осетровых (осетр) на балык и тешу у потрошенной рыбы отделяют голову на уровне грудных плавников и первой спинной жучки с оставлением ее при голове. Брюшную часть (тешу) срезают на расстоянии 4—5 см ниже боковых жучек. Срез кончается у анального плавника. На спине срезают жучки по всей длине рыбы, а тешу разрезают вдоль на две равные половинки.

При разделке белорыбицы и нельмы нож вонзают в правый бок рыбы, отступая на 5—7 см от жаберной крышки, на 2—3 см ниже боковой линии. Разрез производят с таким расчетом, чтобы со стороны брюшной части осталось не более четверти анального плавника. По окончании этого разреза нож поворачивают острием к голове рыбы и быстро продолжают разрез, прорезая плечевые кости до жаберной щели. Затем рыбу осторожно переворачивают на правый бок и подрезают оставшиеся на левой стороне кожу и плечевые кости. Далее отрезают жабры, а спинку и тешу направляют на зачистку и мойку.

На Дальнем Востоке существует несколько способов разделки тихоокеанского лосося (кеты, нерки) на балык. Наиболее распространенной является разделка на балык промысловой резки, техника которой заключается в следующем: поступающую на разделочные столы рыбу кладут на дощечку с планкой вдоль стола спинкой к себе. Нож вонзают в тело рыбы у плечевой кости на 1 см ниже боковой линии, делают параллельно ей разрез до анального плавника, затем поворотом ножа брюшко с анальным плавником полностью отрезают. Голову у рыбы отрезают почти поперек, уклоном ножа к рылу, так что у балыка остается незначительная часть хряща головы. В прохладное время года и зимой голову оставляют целиком и только вырезают жабры. Выше разобран случай разделки свежей рыбы. Соленую рыбу удобнее разделять от хвоста.

Техника разделки сома на балык мало отличается от разделки осетра. Перед разделкой сома замораживают, затем слегка размораживают и моют травяными щетками и мочалками. Замораживание необходимо для облегчения удаления слизи с поверхности тела рыбы и более качественной разделки. Голову от туловища отделяют специальным ножом. Тешу отделяют так же, как и у осетра, заканчивая разрез за анальным отверстием на 2—3 см от него по направлению к хвосту.

Пласт. На пласт разделяют преимущественно рыбу средних и крупных размеров. У большинства рыб брюшную полость вскрывают через спинку, для чего ее разрезают посредине вдоль позвоночника по направлению от головной части до хвостового плавника; голову рассекают вдоль или удаляют совсем.

У некоторых рыб (например, сома), имеющих форму тела, близкую к круглой, а также при специальных способах раздел-

ки (клипфиск) брюшную полость вскрывают со стороны брюшка. В этом случае после потрошения и соответствующей зачистки внутренней полости рыбу разрезают вдоль позвоночника с таким расчетом, чтобы не прорезать на спине кожу; голову отрубают или рассекают вдоль.

Существуют следующие способы разделки рыбы на пласт.

Полупласт. Рыбу разрезают по спинке от правого глаза вдоль позвоночника до хвостового плавника; второй дополнительный разрез проходит по левой стороне мясистой части спины вдоль позвоночника; дополнительный разрез может быть и на правой стороне мясистой части спины; внутренности удаляют; сгустки крови зачищают.

Пласт с головой. Рыбу разрезают по спине вдоль позвоночника от головы до хвостового плавника; голову разрезают вдоль до верхней губы; внутренности, икру и молоки удаляют; сгустки крови зачищают; может быть сделано по одному глубокому продольному надрезу вдоль мясистых частей (с внутренней стороны спины), без пореза кожи. У сома таких надрезов, расположенных один от другого на расстоянии 3—3,5 см, может быть несколько; кроме того, у сома на мясистых частях жаберных крышек может быть сделано по одному крестообразному надрезу. У пласта обесшкуренного кожу снимают от грудных плавников до хвостового плавника; допускается повреждение ткани рыбы в области анального плавника.

Пласт обезглавленный. Рыбу разделяют так же, как и на пласт с головой, но голову вместе с грудными плавниками удаляют; плечевые кости могут быть оставлены при тушке. Пласт обезглавленный готовят из крупных рыб.

Пласт карманный (для палтуса). Рыбу разрезают со стороны глаз; первый разрез ведут от головы до хвостового плавника посредине рыбы над ребрами с наклоном вправо и вскрывают брюшную полость; второй разрез — от середины рыбы с наклоном влево; голову надрубают с глазной стороны; внутренности удаляют; плавательный пузырь, почки и икра (или молоки) могут быть оставлены в рыбе.

Пласт клипфискной разделки. Рыбу обескровливают, голову удаляют, оставляя плечевые кости при тушке; тушку разрезают с брюшка с последующим удалением хребтовой кости; хвостовую часть разрезают с полукруглым вырезом у хвоста; внутренности, включая икру или молоки, удаляют; сгустки крови тщательно зачищают.

Разделку на пласт применяют в тех случаях, когда нужно ускорить процесс консервирования рыбы посолом; это особенно важно для рыбы, имеющей толстую спинку и большой слой подкожного жира. Разделкой на пласт значительно увеличивается отношение поверхности рыбы к ее толщине и обнажается значительная часть мяса. Иногда для того чтобы еще больше увеличить поверхность рыбы, разделанной на пласт, на ее вскры-

тых мясистых частях делают продольные надрезы (без разреза кожи).

Боковник. Разделка рыбы на боковник является наиболее удобным способом разделки для производства продуктов, требующих большого обезвоживания (сушки), так как при такой разделке создаются наиболее благоприятные условия для влагоотдачи. В промышленности существует несколько способов разделки рыбы на боковник.

Дальневосточный боковник. Из дальневосточных рыб на боковник разделяют кету, нерку. Потрошеную рыбу вдоль позвоночника разрезают на два филе, причем обычно позвоночную кость удаляют. Отделение головы и хвостовой части (маhalки) от тушки рыбы предшествует филетированию. После мойки и зачистки брюшную часть отделяют ровным продольным срезом от анального плавника до головной части брюшка рыбы. Срез брюшка делают параллельно боковой линии на расстоянии от нее 2—4 см.

Таким образом, боковником называется такой вид разделки, при которой у рыбы удаляют голову, хвостовую и брюшную части, иногда и позвоночник. Разновидностью боковника является полубоковник, т. е. боковник, разрезанный на две продольные части. Разделка на боковник и полубоковник из-за трудоемкости редко применяется в промышленности.

Осетровый боковник. При разделке осетра на боковник от рыбы отделяют голову на уровне грудных плавников и первой спинной жучки, оставляя ее при голове. Хвостовую часть отделяют у начала основания анального плавника. Полученную тушку разрезают вдоль хряща на две равные части: хрящи и реберные жучки могут быть срезаны или оставлены. Брюшную часть (тешу) срезают на расстоянии 4—5 см ниже бокового ряда жучек. Толщина тешы, согласно требованиям стандарта, должна быть не менее 2,5 см, а длина от 37 см и более.

Разделка белуги и калуги на боковник отличается от разделки осетра тем, что тушку ввиду ее большого размера разрезают поперек на части, которые затем разрезают вдоль хряща на две равные половины. Половины разрезают на продольные куски (боковники). Хрящи срезают. Согласно требованиям стандарта, толщина белужьего боковника должна быть от 4,5 см и более, а длина от 21 см и более.

Кусок. Разделку на кусок применяют главным образом для рыб крупных размеров (белуга, калуга, сом, таймень и др.).

По этому способу у белуги, калуги после потрошения и зачистки брюшной полости срезают тешу вместе с анальным отверстием, затем отрубают голову и вынимают вязигу. После этого на теле рыбы на расстоянии 25—30 см одна от другой делают поперечные отметки, по которым разделяют рыбу на отдельные куски.

Разделка белуги и калуги на боковник и кусок очень трудоемка и сопровождается большими отходами съедобной части.

Сома на кусок (лакерда) разделяют следующим образом: потрошат, отрубают голову с грудными плавниками, туловище

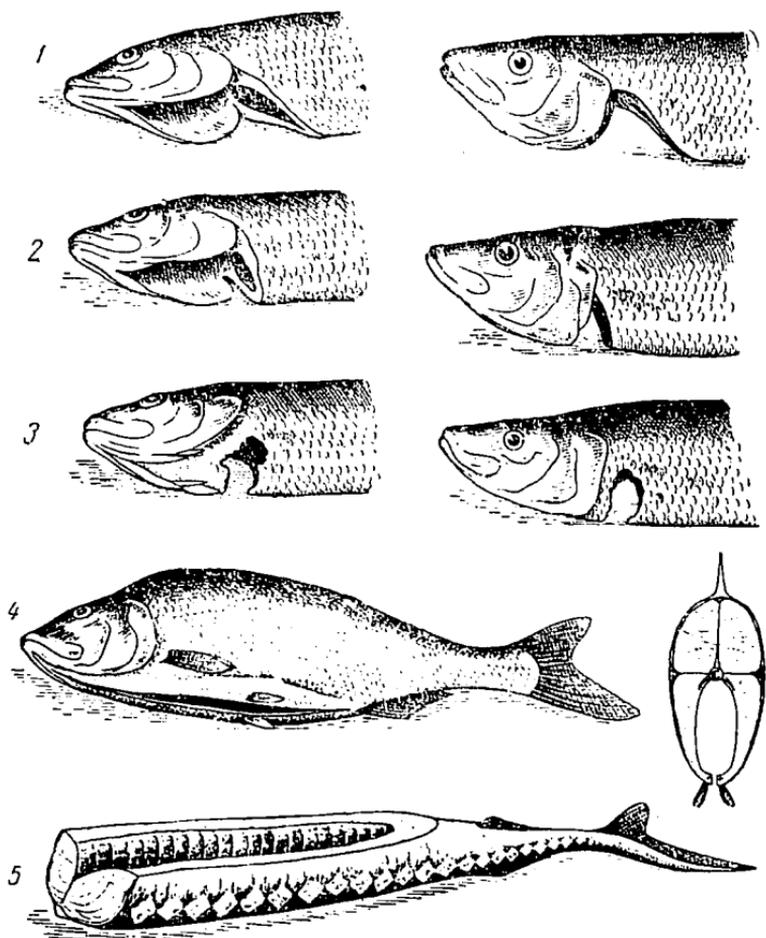


Рис. 35. Наиболее распространенные способы разделки рыбы: 1—шотландское зябрение; 2—голландское зябрение; 3—ручное зябрение; 4—колодка поротая; 5—балык осетровый.

разрезают поперек на куски длиной 25—30 см. Если куски больше 1,5 кг, их разрезают вдоль позвоночника. Позвоночник обычно остается в одной из половин. Хвостовую часть вдоль позвоночника не разрезают и режут на поперечные куски весом не больше 1,5 кг.

Филе. При разделке на филе с рыбы снимают чешую, затем рыбу потрошат, после чего отделяют (срезают) от позвоночника две симметричные продольные половины мяса (филе),

удаляя хребтовую и реберные кости и плавники; как исключение, у леща ребра не срезают и оставляют при филе.

Филе является наиболее совершенным способом разделки, так как потребителю оставляется только съедобная часть рыбы; достигается большая экономия тары, а отходы полностью используются для переработки на кормовые и технические продукты. В настоящее время выпускается только мороженое филе из тресковых и частиковых рыб. Однако разделку рыбы на филе следует всемерно внедрять и при производстве соленых, копченых и некоторых сушеных товаров (сушка методом сублимации).

Различные способы разделки показаны на рис. 35 и 36.

ПОСОЛ СЕЛЬДИ

Из всех рыб наиболее важную роль в питании широких слоев населения играют сельдевые рыбы, запасы которых очень велики. В нашей стране особенно много сельди ловят в Охотском море и у побережья Сахалина. Добывают ее главным образом

в тот период, когда сельдь большими косяками весной подходит к берегам для нереста. Летом она нагуливается вдали от берегов; уловы этой нагуливающейся, жирующей сельди, имеющей особенно жирное и вкусное мясо, ежегодно увеличиваются. За

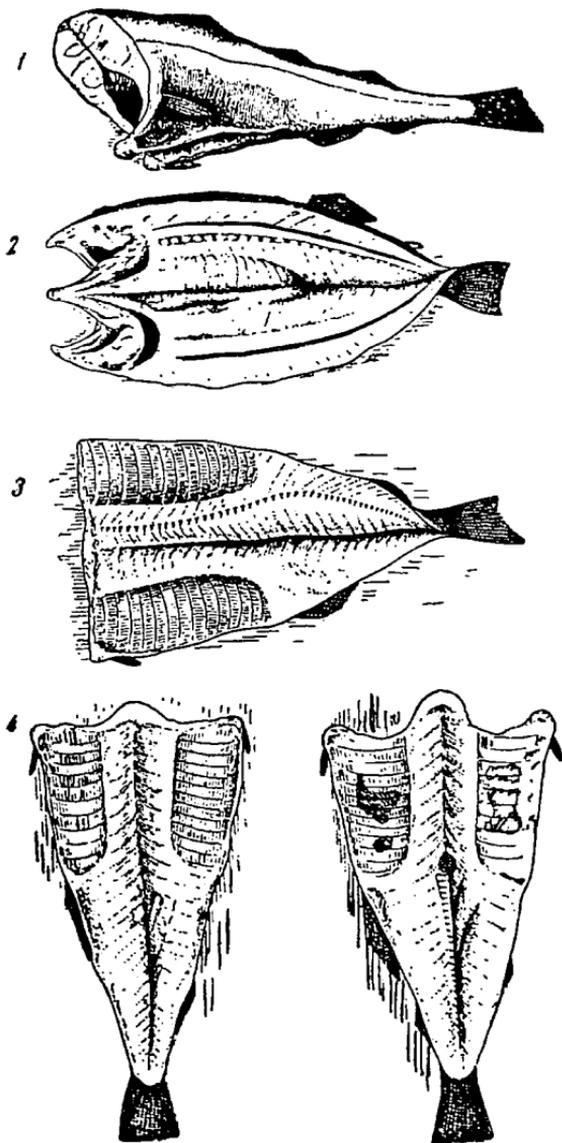


Рис. 36. Наиболее распространенные способы разделки рыбы:

1—колотка обезглавленная; 2—русский пласт; 3—пласт обезглавленный; 4—клиффиск.

последние годы наша промышленность освоила промысел жирующей сельди в Атлантике, в Охотском и Японском морях.

В табл. 48 приведены некоторые технические и химические данные (по материалам ВНИРО и ТИПРО), характеризующие основные виды сельдей, имеющих в нашей стране промысловое значение.

Т а б л и ц а 48

Наименование сельди	Средний вес в г	Химический состав мяса в % на сырое вещество				Примечание
		вода	белок	жир	зола	
Каспийский пузанок	110	72,5	18,0	8,0	1,4	Майский улов
Долгинская	350	75,0	19,0	4,2	1,5	Апрельский улов
Черноспинка	900	64,1	18,8	16,1	1,4	Майский улов в дельте Волги
Волжская	300	73,5	18,6	6,8	1,5	То же
Черноморская	150	63,6	16,0	17,9	1,5	Апрельский улов
Беломорская	34	77,4	15,9	3,9	2,0	Майский улов
Тихоокеанская	290	73,9	18,3	6,5	1,4	Нерестующая
Тихоокеанская	26	77,9	19,9	4,0	1,3	Июльский улов
Сельдь из залива Анива	86	76,8	18,9	5,3	—	—
Атлантическая	380	64,5	17,5	18,7	0,8	Июльский улов

В табл. 48 приведен химический состав мяса сельдей в период их массового лова, который для большинства сельдей совпадает с их нерестом. Поэтому приведенные данные о содержании жира в мясе сельдей, за исключением атлантической, следует считать минимальными.

Например, у тихоокеанской сельди в период нереста содержится 6,5% жира, а в период нагула количество жира увеличивается до 20 и даже до 33,5% (жупановская сельдь). В табл. 49 приводятся данные о содержании жира в мясе различных сельдей в зависимости от времени года.

В табл. 49 приведены средние данные, собранные нами из различных работ ВНИРО, ТИПРО и заводских лабораторий. Эти данные хотя и нельзя считать достаточно полной сводкой, но все же они дают определенное представление о сельдях, используемых отечественной рыбной промышленностью.

Большей частью в нашей стране сельдь солят чановым посолом, и только начиная с 1950 г., после освоения промысла сельди в Атлантическом океане, значительное распространение начинает приобретать бочковый посол.

Содержание жира в мясе сельдей в % на сырое вещество
в зависимости от времени года

Классификация сельде- вых по бассейнам	Содержание жира в мясе сельдей в % на сырое вещество в зависимости от времени года											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Волго-Каспийский бассейн												
Каспийский пузанок	—	—	—	13,1	11,2	—	—	—	10,1	—	18,0	15,3
Долгинская сельдь	—	—	—	4,2	1,7	7,2	—	—	—	—	11,1	—
Черноспинка . . .	—	—	—	16,0	15,3	—	—	—	—	—	—	—
Волжская сельдь .	—	7,0	—	7,6	6,8	—	—	—	—	—	9,1	—
Астрабадская сельдь	—	—	11,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Азово-Донской бассейн												
Азовский пузанок	—	—	—	—	9,2	—	—	—	—	34,1	—	—
Донская сельдь . .	—	—	15,8	16,8	16,8	—	—	—	—	—	—	—
Керченская сельдь	—	—	21,2	21,3	21,3	—	—	—	17,5	17,5	17,5	—
Черноморский бассейн												
Черноморская сельдь	—	13,2	8,1	16,5	18,3	—	—	—	—	17,0	—	25,0
Черноморский шпрот	—	9,3	—	—	12,4	2,3	—	—	12,1	—	—	—
Атлантический бассейн												
Североморская сельдь ¹	—	—	3,5	—	—	18,6	—	—	22,0	21,2	—	—
Атлантическая сельдь	17,0	16,9	12,5	6,0	5,5	13,0	18,0	23,5	22,5	24,0	22,5	20,0
Беломорский бассейн												
Беломорская сельдь	—	—	—	5,3	4,0	—	—	—	—	12,9	—	—
Балтийский бассейн												
Салака (Рижский залив)	—	—	—	—	—	3,0	6,8	—	6,5	7,2	—	5,7
Килька	—	—	—	—	—	6,4	—	—	8,9	—	—	—
Салака (южная часть Балтийского моря) ¹	8,1	—	4,2	2,3	2,9	—	1,2	2,7	4,4	—	6,8	4,6

¹ По данным Института морского рыбного хозяйства Польской Народной Республики.

Классификация сельде- вых по бассейнам	Содержание жира в мясе сельдей в % на сырое вещество в зависимости от времени года											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Тихоокеанский бассейн												
Южноприморская сельдь	—	—	6,1	6,5	14,3	17,5	15,3	—	—	11,3	18,6	14,9
Североприморская сельдь	—	—	7,2	7,0	6,8	5,3	4,7	—	—	—	—	—
Восточное побережье Камчатки . .	—	—	17,0	17,0	17,0	—	24,3	29,7	33,5	33,5	33,5	—
Западное побережье Камчатки	—	—	—	—	—	—	9,0	11,0	11,0	—	—	—
Анивская сельдь	—	—	—	—	—	—	3,8	—	—	—	—	—
Охотская сельдь	—	—	—	—	8,0	5,0	—	27,6	—	—	—	—
Тихоокеанская сардина	—	—	—	—	—	17,4	19,5	21,2	19,6	19,6	17,8	—

Чановый посол тихоокеанской весенней сельди

Тихоокеанскую сельдь в больших количествах вылавливают в районе Южного Сахалина и Охотского побережья; в водах Камчатки и Курильских островов уловы сельди сравнительно небольшие.

Массовый лов тихоокеанской сельди производят в марте—мае, когда, идя на нерест, сельдь приближается к нашим берегам и в огромных количествах попадает в ставные невода. Весенняя сельдь имеет нежирное мясо (5—9%); в летней и особенно осенней сельди содержится 20—30% жира, она имеет очень нежное вкусное мясо, быстро созревающее при небольшом содержании соли. Особенно высоко ценятся советскими потребителями соленые товары из летней и осенней камчатской сельди, отличающиеся крупными размерами. Сахалинская жирующая сельдь имеет меньшие размеры, но по вкусу и консистенции мяса она не уступает камчатской. Уловы ее с каждым годом увеличиваются.

По размерам тихоокеанскую сельдь подразделяют на следующие группы (размеры в см):

Крупная	Более 22
Мелкая	Менее 22

Солят сельдь в цементных, деревянных или брезентовых чанах. В большинстве случаев применяется сухой посол с охлаждением рыбы льдом в теплое время года. При чановом посоле нерестующую сельдь, как правило, солят в неразделанном виде.

Технологический процесс посола тихоокеанской сельди состоит в следующем: доставленную на завод сельдь после приемки ее по весу и качеству моют¹. В тех случаях, когда рыбу доставляют в цех посола гидротранспортером, дополнительной мойки не требуется, так как в струе воды она достаточно хорошо промывается. Перед загрузкой рыбы в чан в одном из углов его устанавливают деревянный колодец. При сухом посоле на дно чана насыпают слой соли толщиной 1—1,5 см, а при смешанном наливают насыщенный искусственный тузлук с таким расчетом, чтобы он заполнил чан на 15—20 см по высоте.

Сельдь загружают в чан равномерными по толщине слоями (одна-две рыбки по высоте); каждый слой рыбы пересыпают солью, а в теплое время года, кроме того, мелкодробленным льдом; в этом случае количество соли увеличивают.

Дозировка льда и соли при посоле в стационарных чанах, в зависимости от температуры сельди, характеризуется следующими данными (табл. 50).

Т а б л и ц а 50

Температура тела рыбы в °С	Количество льда и соли в % к весу рыбы-сырца	
	льда	соли
До 9	Нет	24
" 11	10	28
" 13	15	30
" 15	20	32
" 17	25	34
Свыше 17	30	36

При посоле, особенно в брезентовых чанах, которые плохо держат тузлук, рекомендуется по мере заполнения чана количество соли на ряд рыбы увеличивать с таким расчетом, чтобы на нижнюю треть чана расходовать 25% от общего количества требуемой для посола соли, на среднюю треть 30% и на верхнюю треть чана 45%.

¹ На многих заводах Южного Сахалина и Охотска в связи с большим единовременным приемом сельди ее не перевешивают, а замеряют объемным методом в чанах или в мерных бункерах,

После заполнения чана верхний ряд сельди покрывают чистыми рогожами, для того чтобы предотвратить загрязнение верхних слоев рыбы. Через сутки образующийся тузлук обычно полностью заполняет чан; тогда рогожи снимают и на всю поверхность рыбы кладут деревянную решетку, сделанную из выстроганных реек. На решетку укладывают груз (обычно камни или ящики с солью) с таким расчетом, чтобы рыбу погрузить в тузлук.

Такой порядок посола применяется в случае, если не производится кантовка рыбы.

На Охотском побережье сельдь солят с применением кантовки.

Сущность этой операции заключается в рыхлении слежавшейся рыбы в чане при помощи длинного шеста с наконечником длиной 12 см, шириной 4 см и высотой 8 см. Рабочая часть наконечника имеет конусообразно-овальную форму с закругленными краями. В этом случае рыбу погружают под слой тузлука на 5—6-й день после проведения кантовки.

В табл. 51 помещены данные по изменению содержания соли в мясе весенней охотской сельди в зависимости от дозировки соли, размеров рыбы и температуры тузлука¹, из которых видно, что равновесие в системе тузлук—рыба при дозировке соли 15, 18, 24 и 31% наступает соответственно при содержании соли в мясе рыбы 11, 12,5, 15 и 16,5%. В среднем при охлажденном посоле сельдь высаливается за 14—20 дней, а при теплом— за 10—14 суток.

Таблица 51

Длина рыбы в см	Количество соли в %	Температура тузлука в °С	Содержание соли в мясе сельди в % при продолжительности посола в сутках												
			1	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
30	31	5	2	3,5	5,0	6,5	9,0	11,5	13,0	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	16,5
30	28	5	2	3,5	5,0	6,5	9,0	11,5	13,0	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	16,5
30	24	5	2	3,5	4,5	6,0	8,5	11,0	12,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,0
30	18	5	2	3,0	4,0	5,5	7,5	9,5	11,0	11,5	12,0	12,5	12,5	12,5	12,5
30	15	5	2	3,0	4,0	4,5	6,0	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,0
24	31	5	3,5	7,0	9,0	10,0	12,0	14,5	16,0	16,5	16,5	16,5	17,5	16,5	16,0
30	31	15	2,5	5,0	8,0	10,0	12,5	14,5	16,0	16,5	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0

¹ В проведении опытов вместе с автором принимали участие О. Д. Наумова и Н. С. Переберина. Опыты проводились на Кужтуйском рыбо-заводе Охотского треста.

В табл. 52 приводятся данные, характеризующие нарастающие содержания соли в мясе весенней тихоокеанской (сахалинской) сельди при теплом посоле (по И. П. Леванидову).

Т а б л и ц а 52

Время посола	Содержание соли в мясе тихоокеанской сельди в % на сырое вещество при продолжительности посола в сутках						
	3	4	6	8	10	12	16
Апрель . .	5,1	6,6	8,7	11,3	13,0	13,8	15,0
Май . . .	6,6	7,8	10,4	13,7	—	—	—

Как видно из данных табл. 52, сельдь майского улова высаливается быстрее, так как она содержит меньше жира, а температура воздуха в мае выше, чем в апреле.

Изменение химического состава мяса тихоокеанской (сахалинской) весенней сельди (размером 25—27 см) в процессе посола приведено в табл. 53 (по И. П. Леванидову).

Т а б л и ц а 53

Продолжительность посола в сутках	Химический состав в % на сырое вещество		
	NaCl	вода	плотные (органические вещества)
0	0,2	73,9	25,9
4	9,64	57,6	32,8
8	13,35	52,2	—
10	15,94	52,2	32,0

При выгрузке соленой рыбы из чана сначала вынимают колодец и разгрузку чана начинают на месте вынутого колодца, постепенно расширяя пространство. Чан разгружают зюзьгой или по способу Покровского, как это описано в начале главы.

Соленую сельдь промывают тузлуком в двух последовательно установленных моечных ваннах. В первой ванне тузлук быстрее загрязняется, поэтому его следует чаще менять. Расход тузлука на мойку составляет 25% от веса соленой сельди. С целью экономии расхода соли и сокращения затрат труда Г. А. Кириченко в 1949—1950 гг. применил морскую воду для мойки соленой рыбы. В результате проверки этого метода он пришел к следующим выводам:

1) рыбу с содержанием соли до 10%, независимо от времени года, возможно, даже при уборке в ящики, мыть в морской воде с последующей фиксацией¹ в насыщенном тузлуке;

2) рыбу с содержанием соли выше 10% при температуре воздуха до 7° можно мыть в морской воде без последующей фиксации в тузлуке и затем укладывать в любую тару;

3) рыбу любой солености, предназначенную для уборки в заливную бочкотару, можно в любое время года промывать в морской воде; для заливки рыбы в бочках необходимо применять насыщенный тузлук.

Вымытую соленую рыбу после стекания упаковывают в бочки вместимостью 1,0—1,5 ц или в ящики № 3. При упаковке в бочки первые два ряда сельди укладывают брюшком вверх, а остальные — спинками вверх. Один ряд рыбы по отношению к другому укладывают под прямым углом. Для получения большей плотности укладку ряды уложенной рыбы дополнительно прошивают, раздвигая рыбу в середине ряда ладонями рук и укладывая в образовавшееся свободное место дополнительно одну-две рыбки.

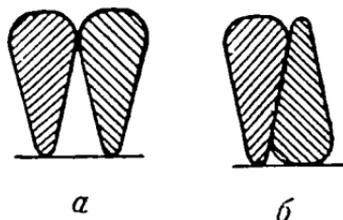


Рис. 37. Способы укладки сельди в ящики:

а—применяемый в промышленности;
б—предложенный Г. А. Кириченко.

После наполнения бочки рыбу в ней прессуют при помощи специальных устройств (прессов), в случае необходимости докладывают и затем бочку закупоривают.

Для заливки наполненной и закупоренной бочки тузлуком на ее боковой поверхности делают два отверстия: одно служит для заливки тузлуком, а через другое тузлук, заполняя пустоты в бочке, вытесняет воздух. Отверстия у залитых тузлуком бочек забивают деревянными пробками, называемыми шкантами.

В ящики соленую сельдь укладывают так называемым рядовым способом, т. е. в ряд спинками вверх или спинками вниз.

Например, в ящик № 3 два нижних ряда укладывают спинками вниз и два верхних ряда — спинками вверх, причем спинки плотно прижимают друг к другу (рис. 37,а).

При таком способе укладки остается незаполненное пространство между брюшками сельди; в результате емкость тары используется неполностью.

Г. А. Кириченко предложил комбинированный способ, сущность которого заключается в том, что одну рыбу укладывают спинкой к брюшку другой рыбы (рис. 37,б). Применением этого способа удается вместимость тары использовать полнее.

¹ Фиксацией называется выдерживание соленой рыбы после мойки в насыщенном тузлуке с целью удаления с поверхности рыбы воды и закрепления поверхностного слоя рыбы.

Например, при рядовой укладке в ящик № 3 вмещается 41 кг сельди, а при комбинированной — до 49 кг.

Соленая, готовая к реализации сельдь имеет на поперечном разрезе светло-серый цвет мяса и плотную консистенцию.

Чановый посол каспийской сельди

В Каспийском море обитает значительное количество видов сельдей рода *Caspialosa*, из которых наибольшее промысловое значение имеют долгинская, черноспинка (залом), волжская и каспийский пузанок. Наибольшую ценность представляет черноспинка, которая достигает крупных размеров (средний вес 0,8—1,2 кг), имеет нежное мясо и содержит до 20% жира. Остальные сельди весеннего улова, особенно долгинская, не отличаются жирным и вкусным мясом. По размерам каспийские сельди, кроме черноспинки, делятся на три группы (длина в см) *:

Крупная	Более 35
Средняя	23—35
Мелкая	Менее 23

Заводы, занимающиеся обработкой каспийской сельди, можно распределить на две группы.

Первая группа заводов, расположенных в районе Астрахани и в дельте Волги, перерабатывает сельдь, доставляемую с моря в подсоленном виде с содержанием соли от 5 до 12%, а также сельдь речного улова, поступающую в свежем виде.

Сельдь транспортируют с моря обычно в несамоходных судах — плашкоутах, имеющих ларевое хозяйство общей вместимостью до 1500 ц. На месте лова, в море, эти плашкоуты загружают рыбой, затем катера транспортируют их к рыбозаводам. Один оборот плашкоута составляет в среднем 8—10 суток. Для того чтобы сохранить рыбу, ее основательно подсаливают, так как специальными охлаждающими устройствами плашкоуты и другие транспортные суда не оборудованы.

На рыбозаводах второй группы, расположенных на побережье Дагестана и Азербайджана, непосредственно в районе добычи сельди, имеется возможность солить сельдь в свежем виде.

Технологический процесс посола сельди зависит от принадлежности завода к той или иной группе и состоит из технологических операций, указанных на рис. 38.

Посол сельди на заводах первой группы. На этих заводах технологический процесс строится в зависимости от того, в каком виде поступила сельдь на завод — в свежем или подсоленном.

Сельдь обычно не разделявают и только особо крупную, ко-

* Длина от конца рыла до начала средних лучей хвостового плавника.

торая сравнительно редко поступает на заводы, зябрят. Перед посолом сельдь моют.

Техника посола свежей сельди заключается в следующем¹.

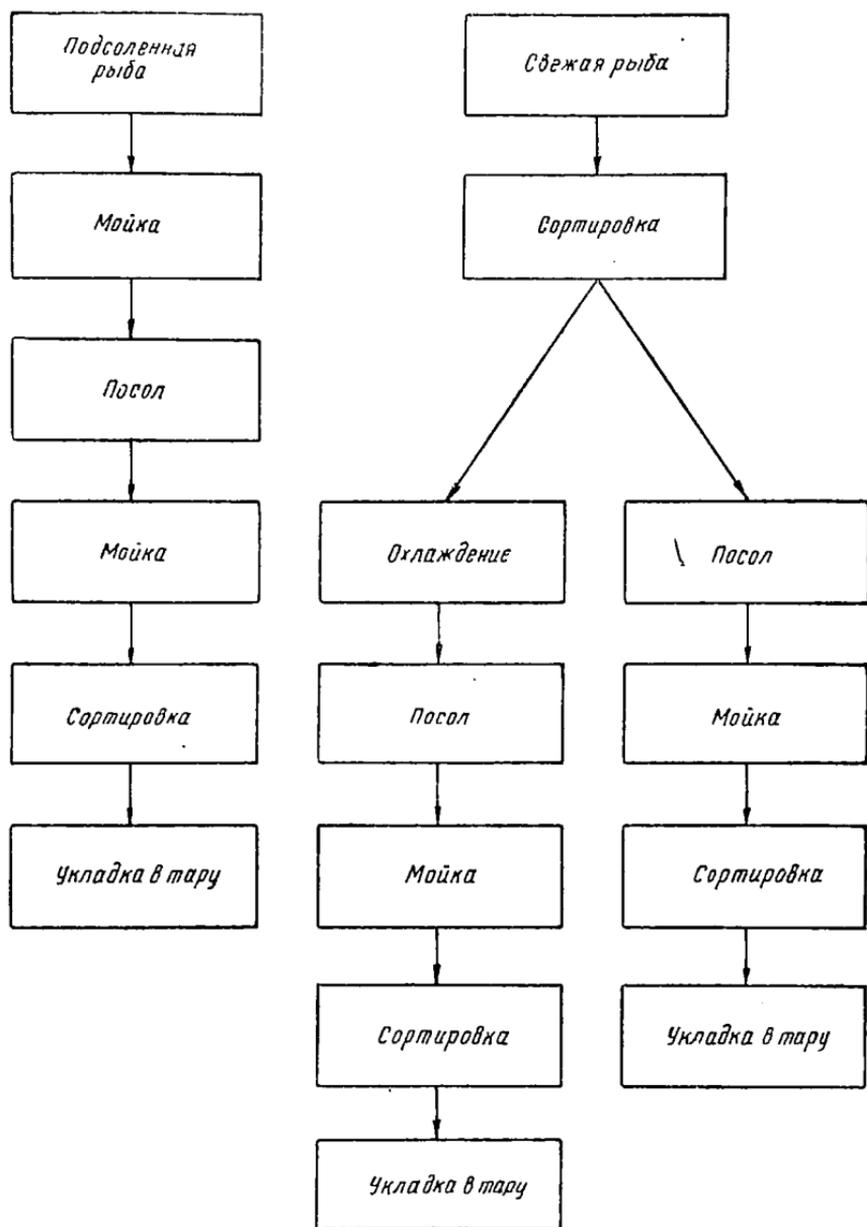


Рис. 38. Технологическая схема посола сельди в Волго-Каспийском бассейне (с некоторыми вспомогательными операциями).

¹ При производстве малосоленой и среднесоленой рыбы для получения продукции равномерной осленности необходима предварительная сортировка сельди по размерам.

Предварительно на дно ларя (чана) наливают тузлук слоем не более 25 см. Затем в ларь загружают первую партию рыбы с таким расчетом, чтобы она полностью заполнила пространство, занимаемое тузлуком, и после разравнивания вся находилась бы под слоем тузлука; верхний слой рыбы посыпают солью. В дальнейшем ларь загружают небольшими порциями сельди (0,5 ц) с таким расчетом, чтобы после разравнивания гребком слой рыбы по толщине состоял не более чем из двух рыб. Каждый слой рыбы посыпают солью, а в случае охлажденного посола — мелкодробленым льдом с добавлением соли.

Описанный способ посола получил специальное название: «посол навалом или под гребок».

При посоле под гребок необходимо тщательно разравнивать каждый слой рыбы. В случае неравномерной толщины слоя рыбы образуются пространства, где поверхность рыбы не покрыта солью. В таких местах (мешках) рыба находится в тузлуке ослабленной концентрации и просаливается медленнее, чем в других местах чана (ларя), где поверхность ее покрыта солью. Нередко, особенно при теплом посоле, это является причиной образования дефектов (загар, затыжка, окись), а иногда и порчи рыбы. Расход соли при теплом посоле составляет 26% к весу сельди, при охлажденном 30%. Расход льда при охлажденном посоле составляет 30—50%.

Общее количество соли и льда, потребное для посола рыбы в ларе, необходимо распределить так, чтобы на верхние ряды их шло в 1,5—2 раза больше, чем на нижние.

Через 1—2 дня после загрузки ларя, когда образуется достаточное количество тузлука, рыбу покрывают рогожами, на которые насыпают слой соли толщиной 10—15 см. Обычно вес слоя соли такой толщины бывает достаточным, чтобы погрузить всю рыбу под тузлук.

Общая продолжительность посола при изготовлении крепко-соленой сельди, включая и подсаливание, в зависимости от размера рыбы приведена в табл. 54.

Т а б л и ц а 54

Размерные группы сельди	Продолжительность посола в сутках	
	охлажденный посол	теплый посол
Крупная	40—25	25—15
Средняя	20—25	13—15
Мелкая	14—20	11—13

Если сельдь во время посола не кантуют, необходимо особенно тщательно следить за качеством и крепостью тузлука и периодически его перекачивать.

Крупную сельдь солят сухим посолом с применением только рядовой укладки; в данном случае особенно желательно использовать для посола чаны и лари небольшой емкости. Предварительно сельдь иногда зябрят и обязательно перед посолом замораживают в льдосолевой смеси.

Техника посола крупной, предварительно замороженной сельди несколько иная.

На дно ларя насыпают слой соли, затем брюшком вверх укладывают слой рыбы, который посыпают слоем соли, затем опять укладывают рыбу и т. д.

По мере заполнения ларя количество соли увеличивается. После заполнения ларя верхний ряд рыбы покрывают рогожами, на которые насыпают соль, и затем все это покрывают чаканом. Заполненный рыбой ларь закрывают крышками (сланью).

Высоленную сельдь выгружают из ларя, моют в охлажденном тузлуке, сортируют по размерам и качеству, укладывают в заливные бочки вместимостью 1,0—1,5 ц и отгружают потребителю.

Предварительно посоленную сельдь, доставляемую с моря в плашкоутах, солят, за исключением крупной, в большинстве случаев без сортировки по размерам и качеству¹. Перед посолом сельдь обязательно моют в охлажденных тузлуках, с тем чтобы при мойке не опреснить рыбу. Для подсоленной сельди средних и мелких размеров в крайнем случае возможно мыть рыбу и в пресной воде при условии немедленного направления ее в посол. Посол производится так же, как свежей рыбы под гребок. В случае, если на завод поступает сильно подсоленная сельдь, то тузлук обычно добавляют в уже наполненный рыбой чан (ларь). Все последующие технологические операции аналогичны посолу свежей сельди.

Посол сельди на заводах второй группы. На заводах этой группы нет естественного льда, поэтому они снабжаются искусственным льдом.

По инструкции разрешается всю сельдь, кроме крупной, солить без сортировки по размерам и не применять при посоле рядовой укладки. Однако для улучшения качества сельди по мере возможности сельдь отсортировывают перед посолом, охлаждают (замораживают) и солят с рядовой укладкой в чаны.

В случае отсутствия льда крупную сельдь, особенно чернопинку, необходимо обезглавливать с удалением внутренностей

¹ Крупную сельдь, как правило, отсортировывают еще при приемке рыбы на плашкоут.

и затем солить; долгинскую и астрабадскую сельдь можно солить целиком, применяя сухой посол. Техника посола и уборки готовой продукции не отличается от посола свежей сельди, применяемого на заводах первой группы. Расход соли составляет 35—40%, а льда 70—80%.

Выход соленой каспийской сельди, согласно действующим нормам, в зависимости от конечного содержания соли в рыбе характеризуется данными, приведенными в табл. 55.

Т а б л и ц а 55

Вид продукции	Содержание соли в %	Выход готовой продукции в %		
		крупная	средняя	мелкая
Крепосоленая	Более 16	82	82	80
Среднесоленая	10—14	82	82	80
Малосоленая	До 10	86	86	84

Каспийская соленая сельдь, особенно проходная, по вкусу, запаху и консистенции мяса уступает океаническим сельдям. Созревает она очень медленно и даже после длительной выдержки в тузлуке (год и больше) не приобретает приятного вкуса и аромата, свойственных, например, атлантической сельди. Причина этого явления до сих пор не выяснена. Имеется предположение, что медленное и неполное созревание каспийской сельди обусловлено пониженной активностью ферментов у нее. Для того чтобы повысить активность ферментов, а поэтому и ускорить созревание, добавляют при посоле уксусную кислоту с таким расчетом, чтобы понизить рН клеточного сока до 6—5, при котором активность мышечных ферментов усиливается.

Такой метод посола, как показали опытные работы, улучшает вкус и особенно консистенцию мяса сельди, но все же получить характерный селедочный букет и вкус у соленой каспийской сельди пока не удастся. По-видимому, имеет значение не только недостаточная активность ферментов, но и состав ферментов, от которого во многом зависит направление гидролиза белков и жира.

Бочковый посол океанических сельдей

Существуют следующие четыре основных способа бочкового посола сельди: русский, голландский, норвежский и исландский. Технологические схемы этих способов посола показаны на рис. 39. Русский способ посола показан с зяблением сельди как наилучший из применяемых в нашей стране.

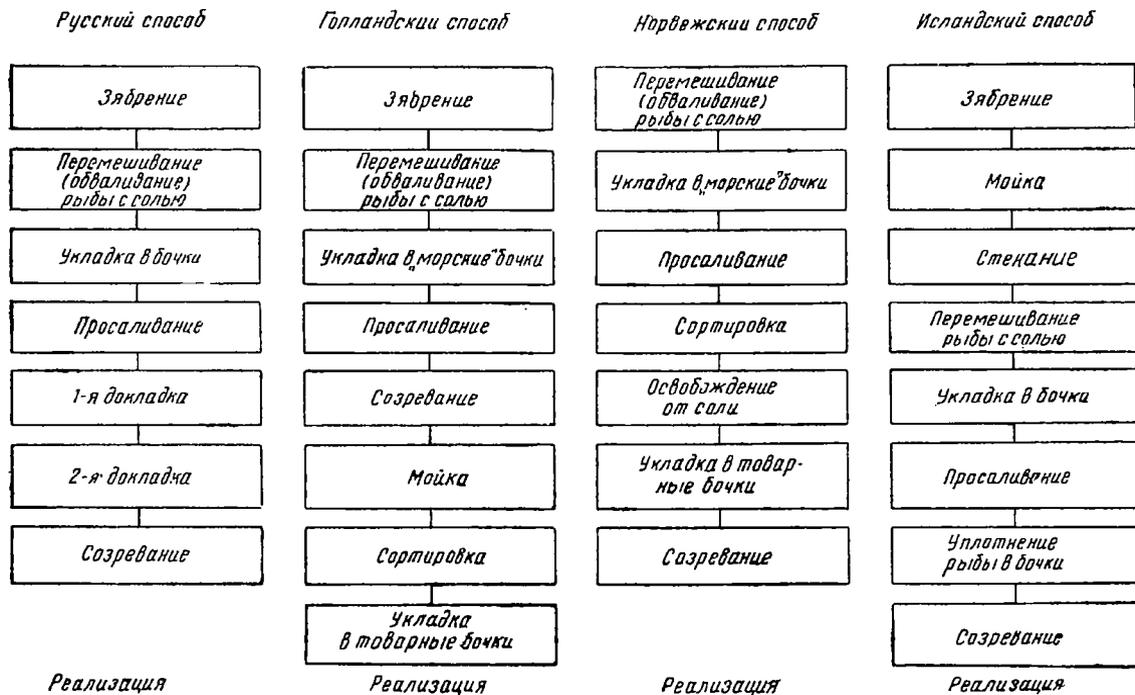


Рис. 39. Сокращенные производственные схемы бочкового посола сельди.

Русский способ

В нашей стране сельдь солят в бочках как на берегу, так и на судах, находящихся на лову в открытом море.

В связи с различными условиями работы имеется довольно резкая разница в организации технологического процесса.

Бочковый посол на рыболовных судах в открытом море. В последние годы в связи с значительным увеличением промысла сельди в открытом море — в Северной Атлантике и на Дальнем Востоке (в Охотском и Японском морях) — бочковый посол на промысловых судах становится основным способом обработки сельди.

Отдаленность расположения флотилии от береговой рыбообрабатывающей базы накладывает определенный отпечаток и на организацию технологического процесса бочкового посола сельди. Вначале сельдь солят на борту рыболовного судна (СРТ); после того как трюм его, вмещающий около 900 бочек, полностью заполнен, это судно подходит к пароходу (матке-плавбазе) и сдает (перегружает) ему свою продукцию, а у него берет тару и другие материалы. На борту судна-матки продукцию обрабатывают дополнительно; окончательной обработке рыба подвергается на берегу по возвращении судна-матки в порт.

Посол атлантической сельди. Сельдь, вынутую из сетей или кошелькового невода, на палубе рыболовного судна (СРТ) немедленно солят большей частью в целом (неразделанном) виде, но иногда также предварительно ее обезглавливают или зябрят.

К обезглавливанию прибегают главным образом в весенне-летнее время с целью предотвращения появления лопанца и ускорения просаливания рыбы. В это время года нерестующая или начинающая активно питаться сельдь имеет очень слабое брюшко и быстро портится.

На специальных рыбосольных столах сельдь порциями перемешивают с солью (помол № 2 или 3) и сыпают в бочки емкостью 100—120 л, на дно которых предварительно насыпают слой соли. Сельдь в бочки укладывают на 5—8 мм выше уторного паза, затем их укупоривают и складывают в трюм.

Дозировка соли помола № 2 и 3 при посоле сельди составляет (в % к весу рыбы):

с 15 февраля до 15 сентября	22,0—24,0
с 15 сентября по 15 февраля	18,0—20,0

Из указанного количества соли 75—80% расходуется на обвалку сельди и 25—20% на засыпку верхнего ряда рыбы в бочке.

Сухой бочковый посол сельди на борту судна иногда приводит к снижению качества и даже порче сельди, так как трудно в условиях работы в море равномерно распределить соль и рыбу

в бочке. Учитывая это, научный сотрудник БалтНИРО Н. Н. Рулев предложил проводить смешанный посол сельди на СРТ, организация которого заключается в следующем.

Вечером после выметывания сетей из трюма поднимают на палубу 100—150 бочек. Бочки откупоривают и осаживают у них нижние пуковый и уторный обручи. Верхние донья и бочки при откупорке помечают одним номером, чтобы не перепутать их в дальнейшем. Откупоренные бочки устанавливают на палубе, замачивают, наливая в них морскую воду на 15—20 см ниже уторов (чтобы верхние уторные пазы не разбухали), и оставляют до утра. Утром перед выборкой сетей воду из бочек выливают и укладывают бочки в проходе с правого борта судна.

Сельдь зюзьгой подают на посолочный стол, имеющий три отделения: два крайних служат для посола сельди и третье — среднее — для сбора отбракованной сельди с механическими повреждениями. В каждое засолочное отделение стола помещают 40—50 кг сельди. Отделив поврежденные экземпляры, засольщики засыпают сельдь солью и тщательно перемешивают ее руками. Полученную рыбосоляную смесь через боковое окно в столе ссыпают в бочку, в которую заранее наливают 5—7 л насыщенного раствора соли (уд. вес 1,18—1,20), приготовленного на морской воде.

Во время заполнения бочку периодически (два-три раза) резко встряхивают, чтобы достичь более плотной укладки сельди. Заполняют бочку рыбосоляной смесью на 1—1,5 см выше уторного паза, после чего поверх рыбы насыпают дополнительно около 4 кг соли и бочку откатывают от посолочного стола для укупорки. Укупоренные бочки с посоленной сельдью опускают в трюм и устанавливают вертикально — на стакан.

Расход соли такой же, как и при сухом бочковом посоле.

В указанные нормы не входит соль, идущая на приготовление солевого раствора, заливаемого в бочки перед укладкой сельди.

Практически соль из одной столитровой бочки¹ расходуется в летний период на посол пяти, в осенний и весенний шести и в зимний период семи столитровых бочек сельди (включая расход соли на приготовление заливаемого в бочки солевого раствора).

При смешанном способе посола обеспечивается равномерное просаливание сельди по всему объему бочки, вследствие чего устраняется возможность появления брака в виде загара мяса у позвоночника, пухляки и потемнения наружной поверхности сельди; уменьшается также потеря в весе сельди при посоле, а мясо сельди имеет более сочную консистенцию, чем при сухом посоле.

¹ Соль для сельдяной экспедиции укупоривают в бочки.

Недостатком смешанного посола является более сложный технологический процесс, затрудняющий организацию труда на палубе рыболовного судна.

Просаливание атлантической сельди майского улова при посоле различными способами приводится в табл. 56 (по данным Н. А. Семенова, А. П. Макаровой и Н. Н. Рулева).

Т а б л и ц а 56

Продолжительность посола в сутках	Соленость целой сельди в %		
	смешанный посол с установкой бочек на стакан	сухой посол с установкой бочек на стакан	сухой посол с укладкой бочек на бок (пук)
1	8,1	6,4	—
2	11,7	11,8	—
3	12,8	13,3	—
5	13,9	15,8	13,4
7	16,0	—	—
15	16,1	17,4	15,0
20	16,1	17,6	16,9

Как видно из данных табл. 56, способ посола и порядок укладки бочек с рыбой в трюме на скорость просаливания сельди большого влияния не оказывает.

В табл. 57 приводятся некоторые данные о просаливании североморской сельди августовского лова при посоле ее с дозировкой соли в 24% и 15% при температуре 14° (по данным Н. А. Семенова, А. П. Макаровой и Н. Н. Рулева).

Т а б л и ц а 57

Продолжитель- ность посола в сутках	Дозировка соли 24%		Дозировка соли 15%	
	количество обра- зовавшегося туз- лука в % к содер- жимому бочки	соленость мяса сельди в %	количество обра- зовавшегося туз- лука в % к содер- жимому бочки	соленость мяса сельди в %
1	13,1	4,0	14,3	5,0
3	20,0	7,1	19,4	6,7
5	21,7	8,9	20,9	8,4
12	24,5	11,8	21,7	10,6
20	25,2	12,8	19,4	10,6
30	25,6	14,2	17,9	11,5

Во время просаливания на рыболовном судне рыба в бочках дает значительную осадку, поэтому при передаче на плавучую базу все бочки с сельдью вскрывают, докладывают сельдью того же дня посола, укупоривают и доливают, если надо, тузлуком. Во время перехода плавучей базы с места промысла к рыбному порту часть сельди на ней дообработывают, т. е. моют, сортируют и укладывают рядовой кладкой, приводя полностью в ликвидное состояние, как этого требует стандарт на соленую сельдь. Однако большую часть сельди дообработывают после доставки в порт на береговых предприятиях.

Атлантическая сельдь, особенно осенне-зимнего улова, правильно посоленная, является очень вкусным и питательным продуктом.

Посол охотской сельди. Посол жирующей тихоокеанской (охотской) сельди в море на судах производится следующим образом.

После вытряхивания сельди из сетей ее складывают на палубе между люками рыбных трюмов и правым фальшбортом. Перед посолом сельдь обязательно моют, так как во время выборки из сетей и лежания на палубе судна на рыбе собирается сбитая чешуя, слизь, а также внутренности и кровь от раздавленной рыбы.

После мойки сельдь подают на лоток, на котором ее сортируют (удаляя поврежденную рыбу) и солят.

Перемешанную с солью рыбу навалом ссыпают в бочки, которые укупоривают и спускают в трюм судна.

В табл. 58 приводятся данные, характеризующие процесс просаливания охотской сельди (по Г. Г. Михайлову).

Таблица 58

Продолжительность посола в сутках	Содержание в мясе рыбы в %		Потеря в весе рыбы в %
	соли	воды	
0	—	55,8	—
2	—	—	13,5
3	6,4	49,1	17,8
5	7,4	46,9	18,9
7	8,1	44,9	20,8
9	9,9	42,2	19,4
12	11,4	41,8	20,3
13	—	41,5	—
14	11,5	40,9	—
21	12,5	41,0	—

Сельдь по высоте бочки просаливается неравномерно: в нижней части процесс идет более интенсивно, чем в верхней. Однако неравномерность просаливания сравнительно невелика и в среднем разница в содержании соли в рыбе верхних и нижних рядов, по данным Г. Г. Михайлова, составляет 1,5%.

Посоленную сельдь СРТ сдает плавучей базе, где ее дообработывают — вскрывают бочки, докладывают в них рыбу, верхний ряд посыпают солью, а после укупорки в бочки добавляют тузлук.

В 1957 г. в Атлантике успешно проведены испытания посола сельди с помощью вибратора конструкции Ниипродмаша, особенностью которой является горизонтальное поступательно-возвратное действие вибратора и неподвижное крепление бочки к его площадке.

Существующий посол атлантической и охотской сельди в условиях экспедиционного лова в море нельзя считать совершенным. Основным недостатком его является укладка сельди в бочки навалом, в результате чего требуется дообработка посоленной сельди на плавбазах и на берегу.

При посоле охотской сельди на судах предварительную мойку рыбы можно исключить, если рыбу из сетей вытряхивать непосредственно на лотки и регулировать работу по извлечению сельди из сетей и ее посолу.

Бочковый посол сельди на береговых предприятиях. Сельдь направляют в посол целиком или предварительно ее зябрят. После зябления сельдь не моют. Для посола сельди употребляют мелкую соль (смесь помола № 1 и 2).

Сельдь на специальных посолочных столах обваливают в соли и затем укладывают в заливные бочки емкостью 100 или 150 л рядами, спинками книзу, не придавливая рыбу слишком сильно.

Таким образом, в отличие от уборки в бочки готовой солевой сельди чанового посола при бочковом посоле сельдь укладывают в тару менее плотно, без прошивки рядов.

На дно бочки перед укладкой рыбы насыпают небольшое количество соли. Ряды сельди в бочке располагают крест-накрест; каждый ряд пересыпают солью. Укладка сельди в бочку производится на два ряда выше верхнего края; сверху сельдь прикрывают днищем и оставляют для осадки.

Расход соли при посоле в зависимости от времени года, условий хранения и транспортировки рыбы составляет 20—25% к весу сырца.

Максимум через 2 суток после посола сельдь дает значительную осадку; тогда каждую бочку дополняют сельдью того же дня посола. Дополненные и проверенные бочки укупоривают и укладывают на бок. Для равномерного просаливания сельди бочки через каждые 2—3 суток перекатывают на четверть обо-

рета. Срок высаливания сельди в зависимости от температуры и размеров рыбы колеблется от 8 до 15 суток.

После окончания просаливания сельди бочки вновь откупаживают и вторично плотно докладывают однородной по качеству сельдью с легкой отпрессовкой. Самый верхний ряд сельди укладывают спинкой кверху. Если в бочке мало тузлука, его добавляют с таким расчетом, чтобы в бочке не осталось пустот.

После вторичной докладки продукт может быть направлен в торговую сеть, но для улучшения вкуса сельди рекомендуется до реализации минимум 3 месяца выдержать ее на заводе или на складах торгово-заготовительных баз в прохладных помещениях. За это время вкус и консистенция мяса сельди заметно улучшаются (рыба созревает).

Мясо хорошо обескровленной зябрением малосоленой созревшей сельди бледное с нежной и мягкой консистенцией, легко отделяющееся от костей; вкус и запах его приятные с характерным селедочным букетом.

Крепкосоленая зябренная сельдь созревает значительно медленнее малосоленой и имеет более грубую консистенцию и вкус.

У сельди, посоленной в целом виде, после созревания мясо на разрезе имеет розовый и даже красноватый цвет. Объясняется это тем, что в данном случае вся кровь остается в теле рыбы и по мере ослабления тканей рыбы в процессе посола выступает из кровеносных сосудов и частично распределяется по телу; у крепкосоленой рыбы цвет мяса несколько темнее, чем у слабосоленой, из-за изменения окраски крови под влиянием насыщенного раствора соли. Брюшко у неразделанной (целой) сельди часто слабеет и лопается, что ухудшает ее внешний вид. Специфический селедочный запах у созревшей неразделанной сельди более сильно выражен, чем у зябренной.

Голландский способ посола сельди¹

Лов и посол сельди голландцы производят в Северном море на рыболовных судах. В посол идет исключительно жирующая сельдь дрейфтерного лова; наилучшей считается сельдь августовского и сентябрьского уловов. Сельдь, выловленную до мая и после ноября, содержащую небольшое количество жира, в посол не направляют.

Обычно применяется зябрение сельди, причем специальным ножом вырезают жабры вместе с грудными плавниками и удаляют часть внутренностей (gekelt); реже применяется другой способ — вырывание жабр с незначительной частью внутренностей.

Сельдь, перемешанную с солью, укладывают в бочки вместимостью 105—110 кг, получившие специальное название морских бочек (Zee tonne).

¹ Описание голландского, норвежского и исландского способов посола дается по материалам С. Н. Суржина.

Расход соли составляет около 20% от веса свежей сельди. При посоле стремятся применять мелкую каменную соль, содержащую наименьшее количество хлористого кальция и магния, для того чтобы предотвратить обжигающее действие соли и появление горечи в соленой рыбе.

Сельдь укладывают в бочки рядовой кладкой, причем рыбу по рядам слегка прижимают руками так, чтобы не сдавливать слишком стенок брюшка, так как это затруднит проникновение тузлука во внутреннюю полость тела. Каждый ряд рыбы дополнительно посыпают солью. Бочки заполняют рыбой на 1—2 ряда выше уторов. Через несколько суток посола, когда рыба даст осадку, а бочка заполнится тузлуком, бочки укупоривают и укладывают в трюм судна.

По возвращении судна в порт бочки с сельдью выгружают и складывают на берегу в специальном помещении или под навесами штабелями в 2—3 яруса; в таких условиях рыбу в течение 3—4 месяцев выдерживают до полного созревания. Созревшую сельдь выгружают из бочек в моечную ванну и промывают в тузлуке, после чего сортируют по размерам и качеству, затем укладывают в бочки, заливают тузлуком из морских бочек и направляют потребителю.

Освободившиеся морские бочки после соответствующего ремонта и подготовки используют снова для посола сельди. Таким образом, морские бочки в Голландии являются оборотной тарой. Малосоленая сельдь голландского посола очень хорошего качества.

Норвежский способ

В основном сельдь добывают у берегов Норвегии, а поэтому солят ее на берегу. Но лучшей по качеству считается сельдь, выловленная на банках¹ у берегов Шотландии в период с июля по сентябрь, когда сельдь содержит до 25% жира. Поскольку такую сельдь ловят вдали от берегов, посол ее производят на борту рыболовных судов.

В этом случае организация технологического процесса посола сельди мало отличается от голландского способа. Посол производится в оборотных морских бочках *fickeraкет* вместимостью около 100 кг. Для посола используют выварочную итальянскую соль; дозировка соли около 20%. Сельдь перед посолом не зябрят.

По прибытии судна в порт морские бочки освобождают от сельди. Вынутую из бочек сельдь, не подвергая мойке, сортируют по размерам, освобождают от остатков соли, взвешивают и укладывают в чистые бочки рядами с пересыпкой каждого ряда солью (досаливание). Дополнительная дозировка соли со-

¹ Банки — мелководья, неглубокие места в открытом море.

ставляет 4—6%. Наполненные сельдью бочки заливают смесью естественного и искусственного тузлука, после этого укупоривают и, наконец, окончательно доливают тузлуком через шантовое отверстие. После непродолжительной выдержки сельдь направляют в реализацию. Эта сельдь относится к быстро созревающим.

Исландский способ

Лов производится вблизи берегов Исландии, а потому сельдь солят на берегу.

Свежую сельдь обезглавливают, причем голову отрезают вместе с грудными плавниками и одновременно удаляют внутренности. Разделанную рыбу после мойки в воде и стечки обваливают в соли и укладывают в бочки рядами. Расход соли составляет 22—25%. Для посола используют каменную (немецкую) соль среднего и крупного помола. Рыбу укладывают в бочки с таким расчетом, чтобы не применять никакой докладки и переупаковки посоленной рыбы. С этой целью применяют приспособление в виде фанерных козырьков (рингов) высотой 25 см, надеваемое на бочку: диаметр ринга соответствует диаметру верхней части бочки. При посоле заполняют рыбой не только бочку, но и пространство, ограниченное стенками ринга.

Через сутки после посола рыба дает некоторую естественную осадку; затем рыбу в бочке уплотняют (обычно вручную), перекладывая несколько верхних рядов, после чего бочки закупоривают и в случае необходимости доливают тузлуком.

В процессе дальнейшего просаливания рыбы продолжается уменьшение ее объема в бочке, а поэтому образуется довольно значительная осадка. Несмотря на это рыбу больше не докладывают, так как исландцы считают, что это ухудшает качество сельди.

После созревания, продолжающегося в течение нескольких месяцев на открытом воздухе, готовую продукцию направляют в реализацию.

ПОСОЛ ЛОСОСЕВЫХ

Лососевые в нашей стране после сельдевых являются второй группой рыб, которых в большом количестве обрабатывают посолом.

Наибольшее количество лососевых вылавливают на Дальнем Востоке (Охотское побережье, Камчатка, Амур); в меньших количествах их вылавливают в реках Сибирского и Европейского Севера, а также в Волго-Каспийском и Балтийском бассейнах.

Лососевые являются рыбами с нежным, несколько слоистым и обычно жирным мясом, причем жир у них расположен главным образом под кожей и в значительных количествах сосредотачивается у основания плавников, особенно жирового.

Посол тихоокеанского лосося

Содержание жира и белка в мясе некоторых видов тихоокеанских лососей, вылавливаемых при входе в реки для нереста, характеризуется данными, приведенными в табл. 59.

Как видно из этих данных, мясо тихоокеанских лососей богато белком и содержит значительное количество жира.

Наличие большого количества подкожного жира весьма затрудняет посол некоторых видов лососевых рыб.

Способы посола лососевых довольно разнообразны и зависят от вида рыбы, ее размеров и характера приготавливаемого продукта; часть тихоокеанских лососей заготавливают в соленом виде как полуфабрикат для последующего приготовления товаров холодного копчения. По данным ТИПРО, некоторые технологические данные о тихоокеанских лососях приводятся в табл. 59.

Т а б л и ц а 59

Вид рыбы	Средний вес в г	Химический состав в % на сырое вещество			
		вода	жир	белок	зола
Кета амурская (осенняя) .	3500	67,55	11,07	20,90	0,48
Горбуша (амурская) . . .	1100	69,33	7,52	20,80	1,31
Нерка (камчатская) . . .	2700	67,21	8,90	21,80	0,48
Чавыча (камчатская) . . .	8000	66,82	11,06	20,80	1,68
Кижуч (камчатский) . . .	2900	69,80	6,96	22,84	0,48

Наиболее распространенным способом посола тихоокеанских лососей является чановый посол.

Чановый посол. Чановый посол лососевых, особенно кеты и горбуши, получил на Дальнем Востоке широкое распространение.

Технологический процесс посола лососевых значительно сложнее, чем сельдевых, что объясняется более крупными размерами рыбы. Разделка рыбы является первой очень важной операцией при посоле лососевых. Для быстрого просаливания рыбы необходимо вскрыть (оголить) внутреннюю поверхность брюшной полости, потому что со стороны ее количество жира в мясе незначительно, а выстилающая брюшную полость пленка значительно тоньше, чем кожа, и через нее раствор соли проходит легче, чем через боковую поверхность рыбы.

Наиболее распространенным способом разделки является потрошение.

При посоле крупных экземпляров со стороны брюшной полости рыбы делают также проколы мяса деревянной шпилькой от

основания анального плавника по направлению к хвостовому плавнику, а также в спинной части тела рыбы с целью ускорения его просаливания.

Прокол мяса со стороны брюшной полости не нарушает целостности наружной поверхности рыбы и поэтому не портит ее внешнего вида.

В теплое время года и при неудовлетворительных условиях посола прибегают к разделке рыбы на пласт, так как путем проколов мяса все же не удастся значительно ускорить процесс просаливания.

После разделки рыбу немедленно моют в пресной или морской воде в специальных моечных корытах, имеющих ложное решетчатое дно. В хорошо оборудованных механизированных цехах для мойки рыбы применяют так называемые гидравлические щетки и скребки, соединенные с водопроводом при помощи резиновых шлангов; вода подается непрерывно, и, таким образом, зачистка и мойка рыбы производится одновременно. При таком способе рыба получается значительно чище, чем при мойке обычным способом.

Разделанную и вымытую рыбу солят в зависимости от способа разделки и времени года теплым и охлажденным посолом. Перед загрузкой в чан рыба поступает на засольные столы (солила), на которых рабочие набивают соль (помола № 2 или 3) в брюшко и жабры (если они на вырезаны)¹. Рыбу, разделанную на колодку, укладывают в чан рядами вплотную друг к другу, брюшком вверх. Укладка рыбы брюшком вверх необходима для того, чтобы образующийся тузлук не вытекал из брюшной полости. Каждый ряд рыбы пересыпают примерно одинаковым количеством соли.

Расход соли и льда при охлажденном посоле в зависимости от температуры рыбы приводится в табл. 60.

Т а б л и ц а 60

Температура рыбы перед посолом в °С	Расход на 100 кг рыбы в кг	
	льда	соли
До 9	Нет	25,0
9—13	15,0	30,0
13—17	35,0	34,0
Свыше 17	40,0	36,0

¹ Соль необходимо употреблять только не ниже I сорта. В проколы мяса, сделанные деревянной шпилькой, следует набивать соль помола № 2.

При посоле жирной осенней амурской кеты расход льда должен составлять не менее 70% к весу рыбы, соответственно чему увеличивается и расход соли.

Чаны заполняют рыбой выше кромки на 1—2 ряда в расчете на осадку рыбы при просаливании и закрывают чистыми рогожами или мешками, которые, после того как чан заполнится тузлуком, заменяют деревянными решетками; на решетки укладывают груз, чтобы погрузить рыбу в тузлук.

Продолжительность посола составляет: без охлаждения — горбуши 8—10 суток, а более крупных лососей 10—14 суток; с охлаждением — горбуши 10—14 суток, а более крупных лососей 14—20 суток. Высоленную рыбу вынимают из чанов, освобождают от остатка соли и моют в тузлуке с зачисткой (удалением) из брюшной полости пленок. В последние годы на предприятиях Нижнего Амура доказана возможность и целесообразность мойки соленого лосося в осеннее время в воде. В этом случае улучшается качество мойки, а главное облегчается труд рабочих и увеличивается производительность.

Вымытую и зачищенную рыбу перед укладкой в бочки сортируют по качеству. Колодку потрошеную укладывают в бочки спинкой вниз, с небольшим наклоном в одну сторону, причем все ряды укладывают в одном направлении, а не накрест, как это принято при укладке сельди. Это делается по двум причинам: во-первых, достигается более плотная укладка и полнее используется емкость бочки и, во-вторых, при прессовании тело рыбы не искривляется.

Разделанную на пласт рыбу укладывают в бочки в развернутом виде кожей вниз (кроме верхнего ряда, укладываемого кожей вверх), располагая ее в одном ряду так, чтобы хвост одной рыбы соприкасался с головой другой рыбы. Пласт укладывают взаимно перекрещивающимися рядами.

Заполненные бочки немедленно поступают под пресс для отжимания рыбы. Затем их укупоривают, взвешивают и заливают тузлуком.

Соленые лососевые при хорошем приготовлении являются вкусным и питательным продуктом. Мясо рыбы на разрезе имеет розово-красный, а у нерки — красный цвет, плотную консистенцию; у крепосоленой рыбы консистенция суховатая, а мясо более слоистое, чем у малосоленой.

Ящичный посол. Посол в ящиках применяют для приготовления малосоленой и среднесоленой рыбы, используемой главным образом в качестве полуфабриката для выработки продуктов холодного копчения в пунктах потребления.

Ящичный посол может производиться на берегу, в специально отведенных для этой цели помещениях (или на временных площадках под навесами), а также на палубе приемных рефрижераторных судов.

Рыбу, разделанную на потрошеную колодку с разрезом в хвостовой части, тщательно моют, натирают против чешуи солью помола № 1 и затем обваливают в ней. В жабры, брюшную полость и разрез в хвостовой части также набивают соль¹ с таким расчетом, чтобы вся поверхность рыбы как снаружи, так и внутри была обильно покрыта ею. Расход соли составляет 18—20% к весу разделанного сырья.

Посоленную рыбу укладывают в деревянные ящики вместимостью 60 кг, выстланные пергаментом. Пергамент предохраняет рыбу от загрязнения и в сочетании с плотной укладкой замедляет процесс окисления жира. В ящики укладывают по два ряда рыбы, пересыпая каждый ряд солью, накрывают их крышками (без забивки гвоздями) и устанавливают штабелями высотой до 6 рядов сроком до 24 час. За это время содержание соли в рыбе обычно достигает 2—3%, а утечка составляет 5—7%. Через сутки ящики заколачивают и грузят на рефрижераторное судно, где немедленно помещают в холодильные трюмы с температурой —8°. По приходе рефрижератора в порт продукцию перегружают в холодильник и затем отправляют по железной дороге в вагонах-ледниках.

В готовом для реализации виде кета ящичного посола обычно содержит не более 8% соли, а утечка не превышает 14%. Тихоокеанский лосось (кета, горбуша) ящичного посола не является стойким продуктом. Причиной порчи является быстрое окисление жира и омыление. Продолжительность хранения при —8° не должна превышать 2 месяцев.

Посол семги²

По качеству мяса семга принадлежит к наиболее ценным рыбам. Повышенное содержание белка (до 21%) и жира (в среднем около 17%) делает ее очень ценным сырьем для приготовления деликатесной гастрономической продукции.

Наибольшее количество ее вылавливается в реках Архангельской и Мурманской областей (5000—7000 ц в год).

Химический состав мяса семги приводится в табл. 61 (по данным ВНИРО).

Упитанность семги в значительной мере зависит от времени вылова и размеров рыбы. В мясе осенней семги содержится жира больше (до 24%), чем летней (до 15%). Наиболее жирной является печорская семга.

Содержание жира в мясе осенней двинской семги в зависимости от ее размера приведено в табл. 62 (по данным ВНИРО).

¹ По инструкции для этой цели рекомендуется применять соль помола № 1, но просаливание идет лучше, если пользоваться смесью соли помолов № 1 и 2.

² Семужным посолом следует солить чавычу и кету весом более 4 кг.

Место вылова	Время вылова	Вес в кг	Длина в см		Химический состав в % на сырое вещество			
			рыбы	тушки	вода	белок	жир	зола
Двина	20/X	5,2	80,0	61,0	63,28	20,50	16,52	1,31
Печора	18/X	5,5	74,0	55,5	56,26	19,00	24,28	1,08
Мезень	3/VIII	5,5	77,0	61,0	61,78	21,06	15,45	1,36
Онега	16/VIII	5,5	85,0	62,0	67,04	19,81	10,90	1,20
В среднем	—	—	—	—	62,09	20,09	16,79	1,24

Таблица 62

Длина в см	Вес в кг	Содержание жира в %
88,0	7,4	19,43
80,0	5,2	16,52
53,0	1,5	7,68

Основную массу семги солят в местах ее добычи, на небольших рыбообрабатывающих предприятиях.

Приготовление соленой семги осуществляется по технологической схеме, изображенной на рис. 40.

Пойманную семгу, для того чтобы она не билась о дно лодки и у нее не образовались ссадины и кровоподтеки, немедленно убивают, ударяя по лобной части. Так как у семги очень нежное мясо, то при перевалках с нею надо обращаться очень осторожно, причем бросать, сдавливать или даже брать рыбу за хвостовую часть нельзя, так как при этом образуются кровоподтеки.

Доставленную на завод рыбу сортируют по размерам и разделяют так называемой семужной резкой. Брюшко рыбы разрезают двумя продольными разрезами (карманами) — от анального отверстия до брюшных плавников и отступя от брюшных плавников до колтычка. Жабры и внутренности полностью удаляют и сгустки крови зачищают. Разделанную рыбу тщательно моют в холодной воде.

Затем со стороны брюшной полости деревянной шпилькой делают пять-шесть уколов в мясо около позвоночника — два-три ближе к хвостовой части и остальные три через 10—15 см по направлению к голове.

Уколы и карманы набивают солью (помола № 2 и 3), после чего рыбу замораживают льдосолевой смесью. Для этого используют чаны небольшой емкости, высотой 1,2 м. На дно чана наливают тузлук, затем насыпают слой льда и соли (помола № 2 и 3) с таким расчетом, чтобы после тщательного перемешивания тузлук имел температуру 5—6°. После этого в чан загружают рыбу, причем поверхность каждой рыбы предварительно натирают мелкой солью (помола № 1). Каждый ряд рыбы покрывают слоем льдосолевой смеси.

Свежая рыба



При укладке рыбы в чан стараются не допускать непосредственного соприкосновения поверхности рыбы со льдом, чтобы предотвратить сползание чешуи с тела рыбы, так как это ухудшает товарный вид готовой продукции. С этой целью слой льда перед укладкой на него рыбы дополнительно посыпают тонким слоем соли (изолирующий слой), а также посыпают солью каждый слой рыбы перед укладкой на него льда.

Дозировка льда при замораживании рыбы 75—80% и соли 8—12% к весу рыбы. Через 12—15 час. рыба замерзает и слегка просаливается.

Замораживание преследует цель — задержать ферментативные процессы во внутренних, медленно просаливающихся частях тела рыбы. Замороженную рыбу вынимают из чана и вновь натирают ее поверхность солью помола № 1 и укладывают в чаны для посола с пересыпкой по рядам льдом и солью¹.

При посоле порядок укладки рыбы, соли и льда в чан такой же, как при замораживании; лед не должен соприкасаться с поверхностью рыбы. Расход соли при посоле составляет 19—20%, а льда 23—25% к весу рыбы.

Через 8—10 час. посола температура тузлука и рыбы достигает —2—0°

Рис. 40. Технологическая схема посола семги.

¹ При посоле рыбы среднего, а тем более мелкого размера замораживание может совмещаться с посолом.

и в дальнейшем сохраняется на этом уровне. Через 8—12 суток рыбу перекалывают из одного чана в другой (кантуют) с таким расчетом, чтобы верхние ряды ее стали нижними, а нижние, наоборот, верхними. При этом рыбу снова натирают солью, а ряды перекалывают льдосолевой смесью с добавлением тузлука; в карманы соли больше не добавляют¹.

После кантовки посол в зависимости от размера рыбы продолжается 10—20 суток. Таким образом, общая продолжительность посола составляет 18—22 суток в зависимости от размеров рыбы, содержания соли в готовом продукте и температуры в чане.

Соленую рыбу тщательно моют руками (щетки применяются редко) в холодных насыщенных тузлуках, а затем сортируют по размеру и качеству. Сортировка рыбы — очень ответственная операция и требует большого опыта и внимания.

По размеру семгу разделяют на крупную (более 6,5 кг), среднюю (2,4—6,5 кг), мелкую (менее 2,4 кг).

Качество соленой семги определяют путем ее наружного осмотра и пробой на шпильку (тонкий деревянный или металлический прут), которой делают уколы в спинную часть мяса у позвоночника со стороны брюшной полости. Чаще всего дефекты у рыбы (особенно загар и затяжка) появляются у основания анального плавника и в хвостовом стебле. Степень солености рыбы во время сортировки определяют по консистенции мяса, окраске чешуи, а также путем опробования на вкус ломтиков мяса, вырезанных из спинной части рыбы у приголовка. Кроме того, от каждой партии отсортированной рыбы берут пробы для определения содержания соли химическим методом.

Только что вынутая из чана доброкачественная малосоленая семга по наружному виду почти не отличается от свежей рыбы; мясо ее имеет нежную и сочную консистенцию.

Отсортированную по размеру и качеству рыбу укладывают в деревянные заливные бочки (барабаны) емкостью 250—300 л. После укладки каждого ряда рыбы в бочку наливают порцию холодного насыщенного тузлука, причем следят, чтобы брюшная полость рыбы была заполнена тузлуком. Укладывают семгу в бочки спинкой вниз, с большим наклоном в одну сторону, плотно, правильными рядами; ряды рыбы располагают под прямым углом друг к другу. Дно и верх бочки должны быть выстланы пергаментом.

После легкого прессования рыбы бочку укупоривают и через шкантовое отверстие доливают насыщенным холодным ($t = -2^\circ$) тузлуком. При заливании бочек недостаточно охлажденным тузлуком наблюдается сползание у рыбы чешуи.

¹ На некоторых заводах кантовка рыбы заменяется перекачкой тузлука в чане.

При условии быстрой доставки продукта с рыбозавода к месту хранения на холодильнике разрешается упаковывать мало-соленую семгу (с соленостью до 6%) в деревянные ящики емкостью до 80 кг.

ПОСОЛ ТРЕСКОВЫХ РЫБ

Центром трескового промысла в нашей стране является Баренцево море, в котором советский флот добывает несколько миллион центнеров этой рыбы. В меньших количествах треску добывают в Балтийском море и Тихом океане.

Размеры и химический состав тресковых рыб, добываемых в различных бассейнах нашей страны, по данным ВНИРО, приведены в табл. 63.

Таблица 63

Наименование	Максимальный вес в кг	Максимальная длина в см	Химический состав мяса в % на сырое вещество			
			влага	белок	жир	зола
Треска баренцевоморская . .	8,6	110,0	80,80	17,60	0,30	1,20
Треска тихоокеанская . . .	9,0	120,0	79,70	16,44	0,53	3,32
Треска балтийская	7,8	95,0	80,50	17,50	0,50	1,50
Пикша	4,7	90,0	80,86	17,44	0,36	1,33
Минтай	1,5	52,0	81,10	17,35	0,42	1,13

Как видно из данных табл. 63, мясо трески содержит много воды и весьма небольшое количество жира. Ценность мяса трески заключается в наличии белковых веществ и в повышенном содержании брома и йода.

По технологическим свойствам баренцевоморскую треску разделяют на два вида: мойвенную и ракушечную, т. е. питающуюся преимущественно или мойвой, или ракушками. Первая вылавливается в апреле—июне и является нестойкой при хранении в свежем виде, так как в брюшной полости такой рыбы быстро развиваются ферментативные процессы. Треска, питающаяся ракушками, является более стойкой при хранении, так как они являются, по-видимому, менее благоприятной средой для развития ферментативных процессов.

Приведенные ниже данные характеризуют зависимость между длиной и весом баренцевоморской трески (по данным ВНИРО).

Длина в см	35—40	40—45	45—50	50—55	55—60	60—65	65—70	70—75
Вес в кг	0,4	0,5	0,7	1,0	1,2	1,8	2,1	2,6
Длина в см	75—80	80—85	85—90	90—95	95—100	100—105	105—110	
Вес в кг	3,3	3,9	4,6	5,5	6,3	7,3	8,2	

Треску и пикшу крупных, особенно средних размеров, вылавливают в Баренцевом море в значительных количествах, что видно из следующих данных (в % от общего улова трески и пикши):

	Треска	Пикша
Крупная	19,0	0,2
Средняя	50,6	74,3
Мелкая	30,4	25,5

В связи с интенсивным выловом тресковых рыб в северной части Атлантического океана и в Баренцевом море вылов крупных экземпляров начинает сокращаться, а уловы мелкой трески увеличиваются. В последние годы в уловах преобладает треска длиной 60—70 см.

В Тихом океане в уловах преобладает крупная треска, а в Балтийском, наоборот, мелкая, весом 0,3—0,5 кг. Мясо мелкой трески более вкусное и нежное, но незначительный выход съедобной части делает ее в пищевом отношении малоценным сырьем и к тому же очень трудоемким при обработке.

Посол для тресковых рыб является нецелесообразным способом консервирования, так как заметно ухудшает вкус и усвояемость их мяса. Несмотря на это, треску до сих пор в значительных количествах обрабатывают посолом¹.

Посол баренцевоморской трески

Специфические особенности работы тралового флота вынуждают промышленность еще в значительных количествах направлять треску и пикшу в посол.

Особенности работы тралового флота заключаются в следующем.

Тральщики обычно уходят в море минимум на 20 суток, из которых около 18 суток они занимаются добычей рыбы². Пока еще не найдены достаточно эффективные и с экономической точки зрения целесообразные способы сохранения свежей рыбы в течение такого длительного периода времени.

Применяемый в настоящее время способ сохранения рыбы во льду недостаточно эффективен; при 2° рыбу удается сохранить максимум в течение 10—11 суток, а при 5° — до 7—8 суток. Поэтому рыбу на паровых тральщиках, добываемую в первые восемь суток рейса, вынуждены солить.

Таким образом, когда тральщик приходит в порт, на его борту имеется свежая рыба различной степени свежести и соленая

¹ Производство мороженых, копченых товаров и консервов из тресковых с каждым годом увеличивается, но пока еще не успевает за ростом добычи.

² Так называемые свежеевые рейсы тральщиков бывают короче (12—14 суток).

рыба различной солености. Содержание соли в мясе соленой трески при выгрузке из тральщиков в Мурманском порту колеблется от 7 до 18%.

Все это накладывает определенный отпечаток на организацию обработки трески на береговых рыбообрабатывающих предприятиях.

Свежую рыбу используют для производства мороженных и копченых, реже соленых товаров.

Соленую рыбу направляют на дополнительную обработку или убирают и отгружают в слабо- и среднесоленом виде.

Чердачный посол. Чердачный (штабельный) посол является наиболее распространенным способом посола трески, которую для этой цели разделяют на клипфиск, пласт или колодку поротую без головы. Голова трески, составляющая до 26% от веса всей рыбы, не представляет пищевой ценности; удалением ее достигается значительная экономия тары, а на тральщиках более рационально используется емкость трюма¹. Разделка на поротую колодку на Европейском Севере получила название шкерки.

После разделки рыбу моют, тщательно очищая, особенно клипфиск, от черной пленки, выстилающей брюшную полость рыбы.

Посол клипфиска и поротой трески производят в штабелях высотой на берегу до 1,2 м, а на тральщиках — в зависимости от высоты трюма судна и размера чердаков.

Рыбу на судне обваливают в соли (колодку набивают солью) и укладывают рядами на полки кожей вниз. Расход соли при посоле составляет 45—50% от веса разделанной рыбы. Благодаря большому количеству соли отдельные экземпляры рыбы не соприкасаются друг с другом; тузлук все время стекает и частично поглощается избытком соли. На судах штабель с рыбой не перекадывают, так как практически это сделать невозможно, а при перекадывании клипфиска на берегу проверяют качество рыбы; соль полностью стряхивают, устраняют деформацию продукта, образовавшуюся вследствие небрежной укладки; загрязненную соль заменяют новой порцией соли в количестве 15—20% от веса рыбы.

Процесс посола продолжается максимум 15 суток; готовая продукция поступает на склад для сортировки, мойки в тузлуках и укладывания в тару. В процессе посола растворяется максимум 60% соли, затраченной на посол.

Дополнительная обработка соленого полуфабриката. В большинстве случаев на траулерах не удается получить товарную соленую рыбу, поэтому ее дополнительно обрабатывают на бе-

¹ Головы трески на многих тральщиках используют для производства кормовой рыбной муки.

реговых базах. На Мурманском комбинате для этой цели построены крупные цехи, в которых производится мойка, сортировка, посол рыбы (если нужно) и укладка готовой к реализации рыбы в тару.

Технологическая схема дополнительной обработки соленого полуфабриката на Мурманском комбинате изображена на рис. 41.

Поступающую на комбинат с траулеров соленую рыбу моют в механической мойке проточной пресной водой. После мойки рыба поступает на сортировочный транспортер, на котором ее рассортировывают по солености, размерам и виду¹. На транспортере рыбу распределяют на два потока: первый поток рыбы, не требующей досолки, направляют в уборочный цех, где происходит ее сортировка по качественным и другим показателям, а второй поток — в засольный цех. Рыбу первого потока в уборочном цехе сортируют согласно требованиям ГОСТа и укладывают в заранее приготовленную тару. В зависимости от назначения продукта и сроков реализации рыбу при укладке в некоторых случаях пересыпают по рядам солью (подсолка).

Максимальная дозировка соли при таком подсоливании в зависимости от солености рыбы, времени года, назначения товара приведена в табл. 64*.

Т а б л и ц а 64

Наименование продукта	Дозировка соли в % от веса рыбы по кварталам		
	II	III	I и IV
Полуфабрикат слабосоленый	6	8	4
Полуфабрикат среднесоленый	4	5	3

Крепосоленую рыбу убирают в тару в зимний период без подсолки, а в летний период — слегка пересыпая солью. После прессования рыбы, укупорки тары и нанесения трафарета продукцию отгружают потребителю.

Второй поток рыбы, требующей досаливания, направляют в

¹ Так называемый прилов — окунь, пестрая и синяя зубатка, ерш, камбала, синекорый и белокорый палтус — обрабатывают отдельно от трески.

* Подсоливание рыбы солью применяется для того, чтобы предохранить ее от омыления при хранении и транспортировке, так как рыба укладывается в сухотарные бочки или в ящики.

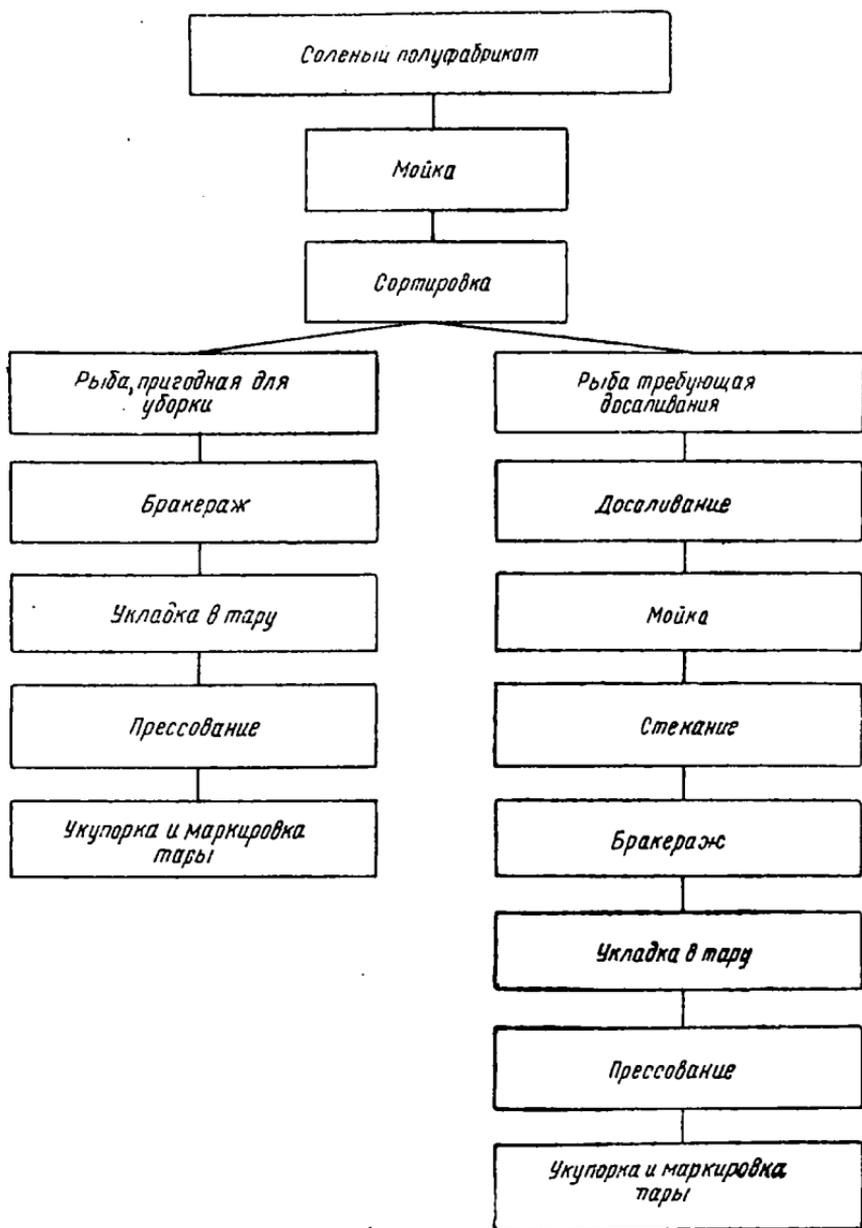


Рис. 41. Сокращенная производственная схема дополнительной обработки соленого полуфабриката на Мурманском комбинате.

цех посола, где рыбу солят в чанах сухим или смешанным способом. Мелкую рыбу загружают в чан навалом; затем при помощи гребка разравнивают ровным слоем и каждый слой посыпают солью. Крупную рыбу засаливают с рядовой укладкой, причем поротую колодку кладут спинкой вниз, а пласт — срезом вверх; каждый ряд рыбы посыпают солью.

Общий расход соли зависит от солености полуфабриката и способа разделки, но не превышает следующих норм (табл. 65).

Т а б л и ц а 65

Вид разделки	Расход соли в % от веса полуфабриката по кварталам		
	II	III	I и IV
Пласт	18	18	10
Колодка поротая	12	15	10

Через сутки после заполнения чана рыбу заливают искусственным тузлуком с удельным весом 1,2. После окончания процесса посола рыбу выгружают из чана, моют и убирают в тару для реализации.

Посол балтийской трески

Преобладание в уловах мелкой трески накладывает соответствующий отпечаток на организацию производственного процесса. Мелкие экземпляры и пертуй разделяют на колодку поротую; крупные и средние — на колодку поротую без головы.

Наиболее совершенной схемой организации процесса разделки рыбы, принятой на заводах Балтийского побережья, следует считать сочетание ленточного транспортера и столов, расположенных в шахматном порядке с обеих сторон транспортера; в конце транспортера устанавливают моечную машину роторного типа (рис. 42).

Разделочный стол представляет собой деревянную площадку размером 0,75×1,0 м с четырьмя отверстиями. Два прямоугольных отверстия предназначены для закрепления в них металлических ящиков для печени, а два круглых отверстия по середине стола — для сбрасывания голов и внутренностей в ящики, установленные на полу. С обеих сторон стола находятся рабочие места.

Для разделки рыбы применяют нож с коротким лезвием, позволяющим работникам прибегать к помощи пальцев при зачистке внутренней полости рыбы (при удалении пленки). Го-

лову от тушки после надреза колтычка отламывают путем перегиба тушки в месте расположения первого позвонка.

Брюшную полость вымытой рыбы и жабры (если рыба разделана на поротую колодку с головой) набивают солью; затем ее обваливают в соли и укладывают в чаны рядами, пересыпая солью каждый ряд. Мелкую рыбу солят отдельно от крупной. Посол рыбы продолжается не менее 8 суток.

После посола рыбу моют в искусственном тузлуке и затем укладывают в ящики или сухотарные бочки с пересыпкой солью. Расход соли на посол 18—24% и на уборку соленой рыбы 6—8%.

ПОСОЛ ЧАСТИКОВЫХ РЫБ

Частиковые рыбы—это промысловое название определенной группы главным образом речных рыб, к которым относятся: вобла, сазан, жерех, судак, лещ, красноперка, линь, чехонь, белоглазка и некото-

рые другие¹. Посол — крайне нерациональный способ консервирования частичковых рыб, поэтому в настоящее время их все в большем количестве направляют для переработки на консервы, для получения копченых, вяленых и особенно мороженных и охлажденных товаров. Посол этих рыб в скором времени не будет иметь производственного значения, если не считать посола для последующего вяления и копчения.

В зависимости от размера рыбы, времени года, условий посола и качества сырья применяют разделку на колодку поротую и пласт; мелкую рыбу часто солят в неразделанном виде. Частиковых рыб солят обычно сухим чановым посолом; при обваливании рыбы в соли особое внимание уделяют набивке жабр солью. Расход соли при крепком посоле частичковых рыб в Волго-Каспийском районе приведен в табл. 66.

Продолжительность посола находится в зависимости от температуры посольного помещения и размеров рыбы и составляет

¹ В период организации промысла этих рыб в нижнем течении Волги (XVII в.) начали применять невода со значительно меньшим размером ячеи, чем для добычи осетровых рыб, получившие название частичковых, а рыбы, добываемые этими неводами, по аналогии — частичковых рыб [78].

Время вылова и место посола	Содержание соли в % к весу рыбы	
	крупный частик	мелкий частик
Весенняя путина		
в леднике	24—28	20—22
в обычном неохлаждаемом це- хе	26—30	22—26
Осенняя путина		
в леднике	20—24	18—22
в обычном неохлаждаемом цеке	24—26	20—24

в охлаждаемом помещении 10—22 суток, в неохлаждаемом — до 15 суток.

В табл. 67 (по данным Черногорцева) приводятся величины, характеризующие увеличение содержания соли и уменьшение веса воibly и леща в процессе посола при температуре 2—4°, из которых видно, что при смешанном посоле лещ просаливается немного быстрее, а потери веса меньше, чем при сухом посоле; однако разница весьма незначительная.

ПОСОЛ СОМА

Уловы сома в нашей стране составляют около 150 000 ц, вылавливают сома главным образом на Волге и Дону. Сом достигает значительных размеров, имеет нежное и вкусное мясо, лишенное межмышечных костей. Жир в теле сома распределен неравномерно: в большем количестве он скапливается под кожей и в мясе ближе к хвостовому плавнику. Наиболее целесообразно эту рыбу направлять потребителю в мороженом виде или коптить горячим способом.

Сом относится к рыбам, которые выделяют большое количество слизи, замедляющей просаливание и придающей рыбе неприятный, грязный вид; в один прием смыть эту слизь водой полностью невозможно, так как через некоторое время она выделяется снова. Перед посолом рыбу выдерживают 6—10 час. на воздухе при низкой температуре, в результате чего клетки эпидермиса кожи теряют способность выделять слизь. Далее в весеннее и летнее время сома перед посолом замораживают смесью льда и соли, а осенью охлаждают в холодном тузлуке.

С охлажденного или замороженного сома удаляют слизь, натирая поверхность рыбы солью. Затем рыбу вторично натирают

Продолжительность посола в сутках	Изменение содержания соли в рыбе и ее веса в процессе посола в %					
	вобла колодка смешанного посола		лещ колодка смешанного посола		лещ колодка сухого посола	
	содержание соли в мясе рыбы	уменьшенные веса	содержание соли в мясе рыбы	уменьшенные веса	содержание соли в мясе рыбы	уменьшенные веса
1	2,8		—	—	—	—
2	5,6		2,5	10,0	2,0	12,0
4	9,5		4,6	15,0	3,5	18,5
6	12,4	Нет данных	6,4	20,1	5,0	23,5
8	14,3		8,5	20,0	6,5	26,5
10	16,0		10,5	25,5	8,0	28,5
12	17,5		12,5	27,0	10,0	29,5
14	18,0		14,0	28,5	11,5	30,0
16	18,0		15,5	29,0	13,5	30,0
18	18,1		16,5	—	15,0	—
20	18,2		17,5	27,5	17,0	29,5
22	18,3		18,5	27,5	18,0	28,5

солью и обваливают в ней. Крупного сома обычно потрошат после замораживания. Если рыба разделана на поротую колодку, то брюшную полость набивают солью.

Солят сома в чанах или ларях. Расход соли весной и летом составляет 35—40%, осенью 32—35%. Продолжительность посола замороженного сома 30 суток, а при теплом посоле 18—20 суток.

После посола сома моют и укладывают в бочки или ящики.

ПОСОЛ ТЮЛЬКИ

Тюлька является одной из наиболее мелких промысловых рыб, населяющих водоемы нашей страны. Половозрелой она становится на 2—3-м году жизни, достигая длины 60—75 мм и веса 2,5—4 г. Четырехлетки, встречающиеся в уловах значительно реже, достигают длины до 80—90 мм и веса 5—7 г.

Жирность тюльки в течение года сильно меняется и колеблется, по данным Л. П. Миндера, от 4 до 17% (в марте и апре-

ле 10, в мае около 8, в июне 5, в июле 7, в августе 12, в сентябре 16, октябре и ноябре 17%); содержание белка не претерпевает значительных изменений и составляет всего 14%.

Несмотря на сравнительно высокую жирность весной и осенью, а также на значительное содержание витамина А, тюлька не может быть отнесена к ценным рыбам вследствие небольших размеров, наличия острого киля и небольшого количества съедобных частей.

Весовое соотношение частей тела тюльки, выловленной в мае, приведено в табл. 68 (по данным наших наблюдений).

Таблица 68

Размер рыбы	Количество исследован- ных экзем- пляров	Средний вес в г.	Соотношение частей тела тюльки в % от общего веса				
			голова	мышцы	внутрен- ности	позвоноч- ник	плав- ники
Крупные .	10	5,80	19,05	53,53	12,10	13,36	1,96
Средние .	20	1,67	19,80	51,26	12,50	14,40	2,04

Сплюснутая форма тела, небольшие размеры и относительно большая удельная поверхность способствуют быстрому просаливанию тюльки.

Тюльку ловят исключительно ставными неводами. При этом, как правило, в невода попадает значительное количество других мелких рыб — ерша, бычка и молоди сельди. Прилов ерша достигает иногда 50—70%, а сельди и бычка обычно не превышает 2%.

Для сухого посола тюльки получили распространение два типа механизированных линий: чанового и бочкового посола. Кроме того, известны две механизированные линии для посола тюльки в циркулирующих тузлуках.

В табл. 69 приводятся данные, характеризующие изменение содержания соли в тюльке при посоле различными способами, из которых видно, что тюлька при сухом (чановом) посоле просаливается быстрее, чем при других способах посола.

БОЧКОВЫЙ ПОСОЛ САЛАКИ

Балтийская салака представляет собой подвид атлантической сельди и отличается от нее меньшими размерами и меньшим числом позвонков.

В настоящее время салаку вылавливают главным образом во время нерестового подхода к берегам, когда она бывает наименее жирной. Наибольшей жирности салака достигает в конце осени — начале зимы (7—8%); зимой содержание жира снижается до 5—6%.

Способы посола	Температура посола в °С	Содержание соли в тюлке в % при продолжительности посола в часах								
		0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	4,0	5,0	6,0	8,0
Сухой (чановый) посол на линии Горбунова . . .	22	—	8,9	—	12,4	—	14,7	16,9	—	17,9
Сухой (чановый) посол на линии Буркальцева . .	25	—	8,0	9,0	9,6	11,6	13,6	14,4	—	—
Посол в циркулирующих тузлуках на линии Вечканова	25	4,5	7,0	7,9	9,8	11,7	13,6	14,8	—	—
Посол в циркулирующих тузлуках на линии Тимофеева	23	—	—	10,2	—	12,5	—	—	14,9	16,2
Смешанный (чановый) посол	22	—	—	—	12,4	—	13,4	—	14,5	16,4
Посол в неподвижных тузлуках	15	—	—	—	7,0	—	9,5	—	10,0	12,9

* В проведении опытов вместе с автором принимала участие Э. Д. Афанасьева (Ейский рыбозавод).

Химический состав мяса летней салаки, по данным ВНИРО, приведен в табл. 70.

Таблица 70

Место лова	Химический состав мяса летней салаки в %			
	вода	белок	жир	зола
У берегов Эстонии . .	78,70	16,2	3,29	1,52
У берегов Латвии . .	77,18	17,83	3,48	1,45
У берегов южной части Балтийского моря	77,07	17,87	3,83	2,04

Из этих данных видно, что салака прибрежного лова из различных районов по химическому составу мало отличается, однако по размерам салака вылавливается в южной части Балтийского моря значительно крупнее, чем у берегов Эстонии.

Изменение химического состава мяса салаки в зависимости от сезона лова (Финский залив), по данным ВНИРО, показано в табл. 71.

Таблица 71

Сезон лова	Средний химический состав мяса салаки в % на сырое вещество			
	вода	белок	жир	зола
Зима	75,0	17,5	8,3	2,4
Лето	77,8	15,6	3,6	2,4

Как видно из данных табл. 70 и 71, жирность салаки по сравнению с другими сельдевыми рыбами невелика.

Весной 1951 г. на некоторых предприятиях Балтийского госрыбтреста были построены первые механизированные линии для бочкового посола салаки по типу принятых (с 1949 г.) в Азово-Черноморском бассейне для посола хамсы. Посол салаки на этих линиях производится следующим образом (рис. 43).

Рыбу, выгруженную из судна при помощи рыбонасоса РБ-150, по гидрожелобу подают к водоотделительному устройству, а затем на трясун для удаления с поверхности рыбы остаточной воды (стекание). Во время прохождения рыбы через рыбонасос и гидрожелоб с нее удаляется чешуя и рыба хорошо промывается. После взвешивания рыба поступает на ленту конвейера; во время движения по нему ее посыпают из дозатора солью в количестве 16—18% к ее весу, после чего рыба попадает в каскадный смеситель, в котором происходит перемешивание ее с солью. Бочки, заполненные рыбой, перемешанной с солью, передают на специальные площадки, где их в течение 2 суток выдерживают для просаливания рыбы.

За это время рыба в бочках дает значительную осадку — до 22 см. Образовавшийся в бочках тузлук сливают, бочки дополняют рыбой того же дня посола, укупоривают, заливают тузлуком и довольно часто немедленно отгружают с завода. В табл. 72 приводятся данные, характеризующие процесс просаливания салаки в бочке (по М. А. Казакову).

Таблица 72

Продолжительность посола в сутках	Дозировка соли 16%		Дозировка соли 18%		Осадка рыбы в бочках в см
	потеря веса рыбы в %	содержание соли в рыбе в %	потеря веса рыбы в %	содержание соли в рыбе в %	
1	11,0	9,0	13,0	11,0	13,0
2	12,6	10,0	13,5	12,0	22,0
3	14,0	11,6	14,5	13,0	24,0
4	15,0	12,0	15,0	13,0	26,0
5	—	—	16,75	13,5	26,0

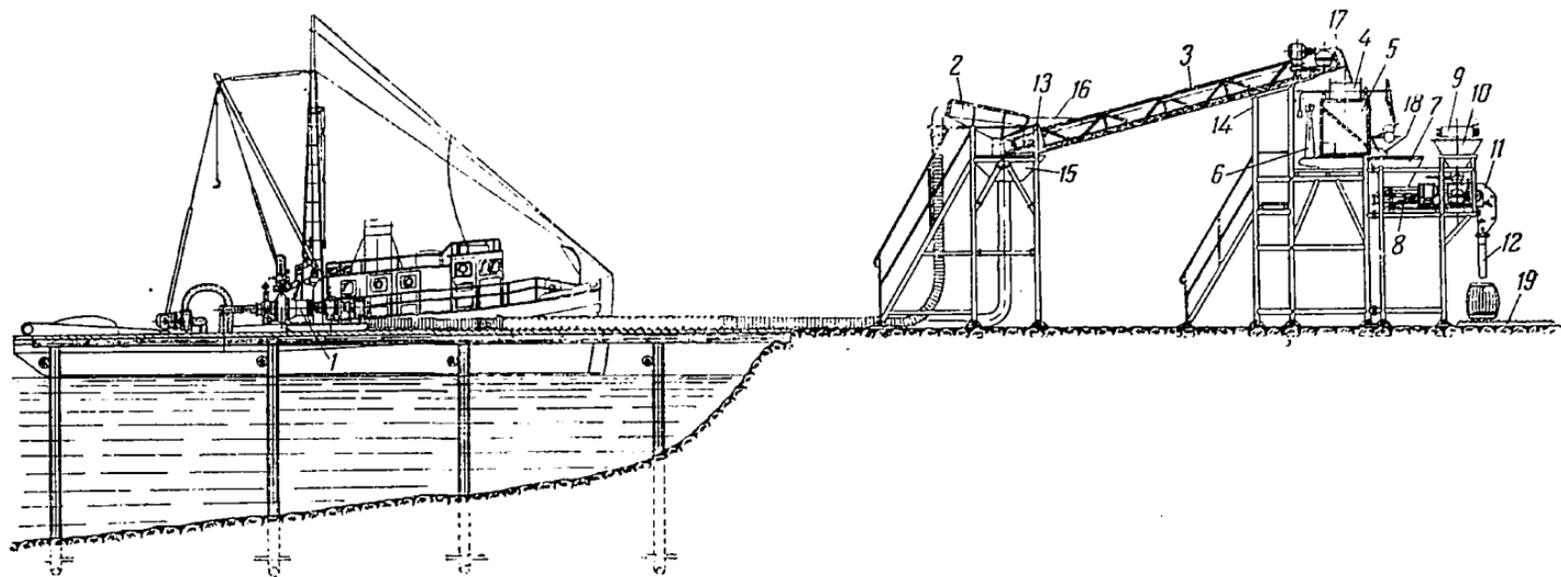


Рис. 43. Схема линии бокового посола рыбы:

1—комплектная рыбонасосная установка РБ-150 с заливочным насосом; 2—лотковый водоотделитель; 3—сетчатый транспортер-водоотделитель; 4—распределительный лоток; 5—весовой бункер; 6—весы сотенные на 500 кг; 7—бункер-питатель; 8—ленточный питатель; 9—транспортер для соли; 10—питатель; 11—каскадный смеситель; 12—распределитель; 13—эстакада № 1; 14—эстакада № 2; 15—поддон; 16—борт; 17—лоток; 18—щиток; 19—рольганг.

Как видно из данных этой таблицы, на второй день посола содержание соли в рыбе достигает 10—12%. Таким образом, рыбу отгружают с рыбозаводов в некоторых случаях еще не полностью просолившейся; досаливается и созревает она в пути или во время хранения на торговых складах.

Такая организация работы обусловлена недостаточностью производственных площадей на рыбозаводах.

ПОСОЛ ТИХООКЕАНСКОЙ СКУМБРИИ

Тихоокеанская скумбрия, уловы которой в последние годы достигли значительных размеров и продолжают увеличиваться, является в пищевом отношении весьма ценной рыбой. В отличие от черноморской скумбрии она достигает больших размеров (зоологическая длина в уловах колеблется от 35 до 43 см, а вес от 550 до 1500 г).

Приводимые данные характеризуют изменение веса тихоокеанской скумбрии в зависимости от ее размеров (по данным ТИПРО):

Длина в см	37	38	39	40	41
Вес в г	700	800	840	920	1050

Мясо тихоокеанской скумбрии содержит 12—20% жира и обладает приятным, своеобразным вкусом (кисловатый привкус).

Промысел скумбрии в настоящее время производится главным образом в южном Приморье, где она довольно плотными косяками подходит к берегам во время нереста в июне и июле. В это время скумбрия почти не питается, поэтому мясо ее содержит около 12% жира (минимальное количество). В августе (после нереста) скумбрия отходит от берегов, усиленно питается и к сентябрю содержание жира в ее мясе значительно увеличивается.

Светлая мускулатура скумбрии содержит значительно меньше жира, чем бурая (темная), что можно видеть из данных Н. А. Никоновой, приведенных в табл. 73.

Т а б л и ц а 73

Пол и время лова рыбы	Мускулатура	Химический состав в %			
		влага	жир	белок	зола
Самки улова 4/VII . .	Бурая	65,9	12,2	20,3	1,2
	Светлая	68,8	7,0	22,9	1,3
Самцы улова 4/VII . .	Бурая	64,5	13,5	20,0	1,2
	Светлая	70,1	7,0	21,6	1,2

Бурая мускулатура составляет по весу 4—5% от общего веса мышц у скумбрии и располагается непосредственно под ко-

жей. В состав жира бурой мускулатуры входит большое количество кислот высокой непредельности, вследствие чего он быстро окисляется. Как видно из данных, приведенных в табл. 73, мясо скумбрии отличается очень высоким содержанием белка (мясо большинства рыб содержит белка более 20%).

Соотношение частей тела скумбрии, по данным Н. А. Никоновой, приводится в табл. 74.

Т а б л и ц а 74

Пол рыбы	Зоологическая длина в см	Средний вес в г	Соотношение частей тела в % к весу целой рыбы				
			голова	мясо	хвосты и плавники	кости	внутренности
Самки	44,7	933	16,1	59,1	1,0	4,6	19,2
Самцы	45,0	988	17,2	56,7	0,8	5,4	19,9

Как видно из этих данных, самки скумбрии имеют более мясистое тело, чем самцы.

У скумбрии, в отличие от многих других рыб, весьма быстро протекают посмертные изменения, ввиду чего ее следует как можно быстрее после вылова направлять в переработку или немедленно охлаждать. Скумбрия относится к весьма подвижным рыбам, которые после вылова совершают быстрые и энергичные движения, в результате чего еще при жизни в клетках ее мышечной ткани, а затем и в крови быстро накапливается молочная кислота, под влиянием которой у скумбрии через несколько минут после смерти наступает посмертное окончание, продолжающееся не более 15 мин. Автолитический распад тканей у скумбрии также протекает быстрее, чем у других рыб.

В мясе скумбрии содержится много гистидина (127—340 мг %), который при посмертных изменениях рыбы переходит в гистамин, обладающий токсическими свойствами. Поэтому при употреблении в пищу несвежей скумбрии возможны случаи отравлений ею.

Посол скумбрии осуществляется следующим образом.

Рыбу, поступившую на завод, потрошат, моют, обваливают в соли с набивкой брюшной полости и жабр солью и укладывают в чаны рядовой кладкой брюшком вверх несколько наклонно; каждый ряд уложенной рыбы посыпают льдосолевой смесью.

В заполненный рыбой чан через колодец заливают холодный тузлук (лучше с отрицательной температурой) с таким расчетом, чтобы он покрыл верхние ряды рыбы. Это делается с целью предотвращения выделения жира из тела скумбрии и его окисления.

Принятые дозировки соли и льда при посоле скумбрии приводятся в табл. 75.

Т а б л и ц а 75

Температура тела рыбы в °С	Дозировка в % к весу рыбы-сырца	
	соль	лед
До 10	20	Нет
10—15	23	10
15—20	26	18
Свыше 20	28	24

В летнее время расход льда для охлаждения рыбы должен увеличиваться минимум до 30%, соответственно чему необходимо увеличивать и дозировку соли.

Если рыбу солят в неохлаждаемых помещениях или на площадках под навесом, то, учитывая высокую температуру воды и воздуха в южном Приморье летом, тузлук из чана следует периодически удалять и заменять свежим—охлажденным.

Высоленную рыбу моют в тузлуке и укладывают в заливные бочки, которые после укупорки заливают тузлуком с удельным весом 1,18—1,20.

Долго хранить соленую скумбрию в бочках на воздухе летом не рекомендуется из-за окисления и вытапливания жира, что снижает сортность рыбы. Соленая скумбрия относится к быстросозревающим рыбам.

ПОСОЛ ТУГУНА И РЯПУШКИ¹

Тугуна, вылавливаемого в период нагула, рекомендуется забрить путем вырывания грудных плавников вместе с внутренностями, так как в это время брюшко рыбы бывает переполнено пищей (в частности, мошкой) и обычно лопаются, что ухудшает вид соленого товара. После мойки тугуна засаливают в ваннах или бочках.

При посоле в ваннах поступают следующим образом: в ванну или обрез вместимостью до 500 кг наливают 250 л насыщенного тузлука (уд. вес 1,18—1,20), имеющего температуру не выше 10° (при необходимости охлаждают льдом); в тузлук осторожно вываливают из ящиков или носилок равное количество (250 кг) тугуна и насыпают поверх него слой соли толщиной 2—3 см; через 12—15 час. после загрузки тугуна тузлук в ванне один раз в сутки перекачивают при помощи насоса или в крайнем случае осторожно перемешивают рыбу руками (кан-

¹ Раздел «Посол тугуна и ряпушки» написан по материалам А. К. Башкирова.

туют). Продолжительность посола тугуна от 2 до 4 дней, в зависимости от температуры тузлука. Готовая продукция должна содержать 10—12% соли; пересаливать рыбу не следует. Оставшийся в ванне тузлук фильтруют, подкрепляют солью и используют для последующего посола новой партии рыбы.

Боченочный посол тугуна производят следующим образом: рыбу обваливают на столах в чистой мелкой соли, после чего укладывают в 30-литровые заливные бочки, выравнивая и слегка отжимая слои ее руками; на дно бочки до загрузки рыбы насыпают слой соли толщиной 0,5—1 см; таким же слоем соли засыпают и верхний ряд рыбы в бочке. Общий расход соли составляет 15—18% к весу рыбы при крепком посоле, 12—14% при среднем и 8—10% при слабом посоле.

Заполненные рыбой с некоторым избытком (2—3 см) бочки прикрывают деревянными кружками (свободно входящими в бочки), поверх которых кладут груз (камни) 5—8 кг. Через сутки появляется тузлук, и рыба дает осадок. Через двое суток тузлук сливают из бочки в особую посуду, а бочки дополняют рыбой того же дня посола и такого же качества, укупывают, заливают ранее слитым тузлуком и кладут на бок на прокладку. Раз в сутки в течение первых 5 дней и один раз в 5 дней при дальнейшем хранении на рыбозаводе бочки перекачивают на пол-оборота, одновременно проверяют ударом молотка по донышку бочек наличие тузлука. В случае утечки тузлука бочки немедленно доливают слитым при посоле естественным тузлуком или свежим искусственным тузлуком с удельным весом 1,15—1,17.

Ряпушку солят в чанах в большинстве случаев с охлаждением льдом.

С охлаждением льдом ее можно солить в обрезках вместимостью 500—1000 кг или в чанах вместимостью до 25 ц. На дно обрезка или чана насыпают слой соли 1—1,5 см, поверх него — слой дробленого льда, затем снова тонкий (0,5 см) слой соли, после чего кладут слой рыбы толщиной 3—4 см; затем операции повторяются. Добавление тузлука в чаны при посоле со льдом необязательно.

Расход льда и соли в зависимости от температуры рыбы показан в табл. 76.

Т а б л и ц а 76

Температура рыбы в °С	Расход льда и соли в % к весу рыбы	
	лед	соль
До 5	Нет	18
5—10	10	21
10—15	18	23
15—20	25	26
Свыше 20	30	28

При расходе льда в количестве 10—18% к весу рыбы его загружают, начиная со второй половины посольной посуды, а не со дна.

При боченочном посоле ряпушки пользуются бочками емкостью 50—100 л. Расход соли составляет 18% к весу рыбы.

В отличие от тугуна ряпушку при посоле кладут в бочки плотными ровными рядами, крест-накрест, брюшком вверх, кроме последнего ряда, укладываемого спинкой вверх. Каждый ряд рыбы прижимают руками для более плотной укладки, а через каждые 2—3 ряда рыбу отпрессовывают руками, подкладывая на нее чистый деревянный кружок. В остальном процесс боченочного посола ряпушки аналогичен посолу тугуна.

Теплый чановый посол ряпушки производят так: в чаны вместимостью не более 25 ц наливают чистый свежий тузлук с удельным весом 1,18—1,20 на высоту 15—20 см от дна, после чего осторожно насыпают рыбу; когда выступающая над тузлуком рыба образует плотный слой (так называемый мостик), рыбу засыпают слоем соли 2—3 см; поверх соли кладут рыбу слоем 3—4 см, засыпая ее снова солью, и т. д. до заполнения посольной посуды. Верхний ряд рыбы засыпают слоем соли 3—4 см и прикрывают деревянной решеткой. Если окажется, что верхний ряд рыбы не покрыт тузлуком, решетку пригружают до появления тузлука над рыбой. Тузлук внутри посольной посуды необходимо перекачивать в конце первых, вторых и четвертых суток посола для выравнивания его концентрации.

При боченочном посоле ряпушка высаливается на 6—8-й день, при чановом охлаждении — на 8—10-й день и при чановом теплом на 5—7-й день. При посоле в течение указанного времени рыба получается крепкосоленой; при желании получить слабосоленую продукцию охлажденный чановый посол следует прервать максимально через 48 час., а теплый — через 24—30 час. после загрузки ряпушки в чан.

ГЛАВА VII. ПРЯНЫЙ ПОСОЛ РЫБЫ

Пряным посолом называется такой способ посола, при котором рыбу солят смесью сухой соли, сахара и пряностей. Вместе с солью в ткани рыбы проникает некоторое количество сахара и часть эфирных масел, содержащихся в пряностях, которые придают рыбе специфический вкус и запах.

Для приготовления пряных рыбных товаров в нашей стране используют салаку, кильку, хамсу, анчоус, сельди, преимущественно мелких и средних размеров, ряпушку и тугуна (сосвинская сельдь). Из крупных сельдей пряные товары готовить значительно труднее, так как их требуется солить смешанным посолом и в большинстве случаев с применением охлаждения льдом. При таком посоле влияние пряностей на вкус и запах рыбы проявляется в значительно меньшей мере, чем при сухом посоле; кроме того, значительно увеличивается расход пряностей.

Наиболее вкусные пряные товары получают из хамсы, балтийской кильки и салаки осеннего улова, так как эти рыбы обладают особенно нежным мясом и в соленом виде сравнительно быстро созревают.

Рыба пряного посола в нашей стране выпускается в бочках, жестяных и стеклянных банках.

ПРЯНЫЙ ПОСОЛ ОСЕННЕЙ ХАМСЫ В БОЧКАХ¹

Бочковый посол при приготовлении пряных товаров даже при массовом ходе рыбы вполне возможен и наиболее целесообразен. Осенняя хамса обладает жирным, нежным и вкусным мясом. По данным ВНИРО, в ней содержится воды около 60%, жира 22—23% и белка 14—15%.

Для пряного посола используют совершенно свежую крупную хамсу без примеси других рыб. Перед посолом ее тщательно моют для удаления чешуи и поверхностных загрязнений, после чего подвергают стечке в течение около 30 мин. Затем на

¹ Хамсу летнего улова не следует направлять на производство пряных товаров, так как она не отличается хорошим вкусом, содержит мало жира и дает большое количество лопанца.

специальном столе с высокими бортами рыбу обваливают в смеси соли, сахара и пряностей, которую готовят заранее по одному из следующих рецептов (табл. 77).

Т а б л и ц а 77

Наименование пряностей	Содержание пряностей в г				
	рецепт № 1	рецепт № 2	рецепт № 3	рецепт № 4	рецепт № 5*
Перец черный	125	25	100	200	—
Перец душистый	50	75	150	300	—
Перец красный	—	20	—	—	50
Корица	12,5	15	30	50	—
Гвоздика	12,5	25	50	70	—
Мускатный цвет	—	10	30	40	—
Мускатный орех	—	10	30	25	—
Имбирь	—	5	30—50	30—50	—
Кардамон	—	—	—	25	—
Анис	7,5	50	—	—	75
Кориандр	150	150	100	—	200
Тмин	100	50	50	—	100
Лавровый лист	20	10	20	—	30
Аирный корень	—	—	—	—	100
Калган	—	—	—	—	25
Горчичное семя	—	—	—	—	20
Сахар	800	2000	2000	500	400

* Рецепт № 5 состоит из набора только отечественных пряностей.

Все пряности, за исключением черного перца и лаврового листа, перед употреблением тонко измельчают. Черный перец лучше использовать в грубодробленном виде, так как в мелкораздробленном виде он придает продукту горечь; лавровый лист кладут прямо в бочку по рядам рыбы.

Расход соли (помола № 1) составляет 11—13% к весу рыбы-сырца. Добавление сахара при пряном посоле ускоряет процесс созревания рыбы. Кроме того, при посоле хамсы с повышенными дозировками сахара по рецептурам № 2 и 3 преследуется цель устранить легкую горечь, свойственную хамсе.

После тщательного перемешивания со смесью соли, сахара и пряностей хамсу сыпают в бочки вместимостью до 50 кг. Рядовую укладку из-за небольших размеров рыбы не применяют; бочку заполняют рыбой до верхнего края. После выдержи-

ки наполненных бочек в течение суток, когда рыба даст достаточную осадку, бочки дополняют рыбой того же дня посола, затем укупоривают, доливают естественным тузлуком удельного веса 1,16—1,17 и отгружают в районы потребления.

Изменение содержания соли в хамсе в процессепряного посола при температуре 6°, по наблюдениям лаборатории Керченского консервного завода, характеризуется следующими данными:

Продолжительность посола в часах	1	2	3	4	5	6	8	11	24
Содержание соли в рыбе в %	—5,5	6,3	6,9	7,2	7,8	9,2	9,5	13,5	

Последние годы широкое распространение получило приготовление соленой хамсы с пряностями, для чего используют малосоленный или среднесоленный полуфабрикат. После промывки в слабом тузлуке (уд. вес 1,1) для удаления чешуи и загрязнений и стекания соленую хамсу перемешивают на специальном столе с пряностями в следующем количестве (в г на 1 ц соленой рыбы):

Сахар	350	Кориандр	200
Перец красный	50	Анис	75
Аирный корень	50	Лавровый лист	30
Калган	50	Тмин	40
Горчичное семя	20		

Перемешанную с пряностями рыбу укладывают в бочки, которые сейчас же укупоривают и заливают пряным раствором, приготовленным по следующему рецепту (в г на 100 л заливки):

Сахар	100	Калган	100
Перец красный	20	Стебли лавра	10
Кориандр	100	Аирный корень	20

Продукт, приготовленный по этой технологии, получил название соленой рыбы (хамса) с пряностями; он по вкусу и запаху уступает рыбе пряного посола.

ПРЯНЫЙ ПОСОЛ БАЛТИЙСКОЙ КИЛЬКИ И САЛАКИ

В Балтийском море килька и салака являются одним из основных объектов промысла; добыча их может осуществляться круглый год, но наибольшие уловы бывают во II квартале. Рыбы, выловленные в различных частях Балтийского моря, значительно стлчаются по размерам и химическому составу. Например, по данным ВНИРО, салака Финского залива имеет длину не более 19 см, а в южной части моря достигает 30 см.

Технохимические свойства кильки и салаки Финского залива приводятся в табл. 78 (данные Л. С. Левиевой).

Т а б л и ц а 78

Вид рыбы и время вылова	Вес в г	Длина в см	Химический состав целой рыбы в %			
			вода	жир	белок	зола
Килька, весна (апрель)	8,4	11,5	74,75	8,75	14,34	2,20
Килька, осень (сентябрь)	9,7	11,4	71,80	11,25	14,50	2,20
Салака, весна (апрель)	18,9	12,5	78,11	4,22	12,81	2,51
Салака, осень (сентябрь)	28,1	14,5	73,28	10,11	12,88	2,44

На Балтике широко распространен пряный посол этих рыб, дающий продукт весьма хорошего качества, пользующийся большим спросом у советского потребителя.

Кильку и салакупряного посола в больших количествах выпускают с упаковкой в жестяные банки вместимостью до 3 кг.

Термин «килечный посол» появился, когда по примеру кильки стали солить с пряностями и других сельдевых рыб.

Герметически упакованная в банки пряная рыба носит название пресервов¹.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРЕСЕРВОВ ИЗ БАЛТИЙСКОЙ КИЛЬКИ И САЛАКИ

В настоящее время пресервы из кильки и салаки готовят двумя способами: а) посол рыбы производят непосредственно в банках, в которые продукт упаковывается, и б) рыбу солят в бочках и изредка в небольших чанах с последующей расфасовкой высоленной и несколько созревшей рыбы в банки. В настоящее время для упаковки пресервов из кильки наиболее распространенной является жестяная консервная банка № 8 (нетто 350 г), условно называемая учетной банкой.

Первый способ — свежую рыбу аккуратно укладывают плотными рядами в банки, пересыпая по рядам смесью мелкой соли с пряностями; на дно банки и поверх рыбы помещают также некоторое количество пряносолевой смеси. После наполнения банки в течение 16—20 час. выдерживают в прохладном помещении открытыми, чтобы рыба несколько просолилась, уменьшилась в объеме и в банках образовался тузлук. Затем ряды рыбы выравнивают и добавляют рыбу и тузлук, если в этом имеется необходимость.

¹ Пряную кильку в банках начали вывозить с Балтики в значительных количествах в центральные районы России и за границу с 1886 г.

В состав пряносолевой смеси, получившей название килечной смеси, входит следующий набор пищевкусовых и консервирующих веществ (на 1000 учетных банок в кг):

Перец горький	0,1	Кардамон	0,1
Гвоздика	0,5	Кориандр	0,2
Перец душистый	2,0	Лавровый лист	0,6
Корица	0,4	Сахар	4,4
Имбирь	0,5	Соль	50,0
Мускатный орех	0,2	Бензойнокислый натрий	0,33

Весьма хорошие пресервы получаются по эстонской (таллинской) рецептуре смеси, имеющей следующий состав (на 1000 учетных банок в кг):

Перец черный с кожурой	0,7	Кориандр	0,13
Перец черный обесшукрен- ренный (белый)	0,35	Имбирь	0,10
Перец душистый	2,1	Фиалковый корень	0,07
Гвоздика	0,10	Лавровый лист	0,24
Корица	0,07	Сахар	0,35
Мускатный орех	0,07	Соль	50,00
Мускатный цвет	0,07	Бензойнокислый натрий	0,90

Количество соли, добавляемой к рыбе в теплое время года, увеличивают с 50 до 55 кг на 1000 учетных банок. К набору указанных пряностей рекомендуется добавлять для улучшения цвета пресервов сандаловое дерево и для усиленияпряного аромата — розмарин.

Для ускорения созревания пресервов в них рекомендуется добавлять хмель. Кильки, приготовленные по эстонской рецептуре, отличаются весьма приятным пряным запахом и вкусом.

В связи со значительным расширением производства пресервов, бочковых пряных товаров и закусовых консервов в последние годы делаются попытки заменить дефицитный черный перец красным. При замене черного красным жирным перцем в соотношении 1 : 0,5 или меньшем в большинстве случаев получены вполне удовлетворительные результаты. Болгарский красный перец для пряного посола рыбы и тем более для приготовления пресервов менее пригоден, так как окрашивает тузлук в неприятный серо-оранжевый цвет и придает продукту сладковато-приторный привкус.

За исключением лаврового листа, пряности применяют в измельченном виде; лавровый лист кладут в банку в целом виде во время укладки рыбы.

При посоле рыбы непосредственно в банках порции килечной смеси отвешивают для каждой банки отдельно. Для одной банки № 8 она может колебаться от 40,5 до 48 г в зависимости от того, какой солёности предполагается приготовить продукт.

Необходимую дозу антисептика в каждую банку следует закладывать отдельно, так как при перемешивании с солью и пряностями трудно достигнуть равномерного распределения антисептика в килечной смеси, в результате чего в отдельных банках возможно неодинаковое содержание антисептика и снижение стойкости пресервов.

Сахар при килечном посоле добавляют не только с целью улучшения вкуса продукта, но и для создания в пресервах благоприятной среды для развития молочнокислой микрофлоры, являющейся антагонистом для многих представителей газообразующей и гнилостной микрофлоры. В сочетании с антисептиком (бензойнокислым натрием) сахар способствует повышению стойкости пресервов. По данным Ленинградского филиала ВНИРО, добавление сахара в количестве 3—4% к весу рыбы увеличивает продолжительность хранения пресервов по сравнению с пресервами без сахара, но с тем же количеством антисептика, минимум в 1,2 раза. Кроме того, присутствие сахара в пресервах способствует ускорению созревания рыбы.

Дозировка соли оказывает большое влияние на стойкость и вкусовые достоинства продукта. При содержании соли более 12% продукт не только имеет резко соленый вкус, но в нем создается среда, неблагоприятная для действия ферментов, что отражается на созревании рыбы.

Хранить пресервы следует при температуре 0—2°. Созревание пресервов в этих условиях продолжается 3—4 месяца, после чего их следует направлять в реализацию.

Хранить кильку и салаку баночного посола с антисептиком, даже при благоприятных условиях, можно не более 8 месяцев. Обычно к этому времени на поверхности рыбы появляются белые пятна — кристаллы тирозина, что следует считать признаком полного созревания продукта, так как при этом значительная часть белков рыбы расщепляется до аминокислот¹. При более длительном хранении, особенно при повышенной температуре, пресервы перезревают — в них появляются белые рыхлые хлопья, заливка светлеет или, наоборот, темнеет, становится густой и даже желеобразной; поверхность рыбок тускнеет, а мясо у них становится бледным, а иногда розовым, набухшим и дряблым; специфический вкус и запах созревшего продукта исчезает, и появляется кисловатый привкус.

На Таллинском рыбокомбинате М. Э. Кандом и С. В. Дравковой были поставлены опыты по изучению влияния некоторых солей на товарные свойства пресервов из кильки и, в частности, на скорость образования в них белого налета.

Пресервы из балтийской осенней кильки приготавливали по принятой в промышленности рецептуре; в качестве консерванта

¹ В пресервах без антисептика этот дефект появляется раньше (обычно через 4 месяца).

употребляли химически чистый хлористый натрий, к которому в небольших количествах добавляли бензойнокислый или салициловокислый натрий и хлористый магний.

После приготовления пресервы выдерживали при температуре 2° в течение 270 суток.

Ниже приводятся результаты наблюдений за качеством пресервов во время хранения.

Состав и количество солей, добавленных в одну банку, в г	Результаты органолептической оценки пресервов
35 г NaCl+0,35 г бензойнокислого натрия	На 90-е сутки хранения появился легкий белый налет; на 122-е сутки значительное количество белого налета, рыба созрела; на 163-е сутки рыба покрылась сплошным белым налетом; большинство рыб слиплось; мясо полностью созрело, розового цвета, вкус хороший
35 г NaCl+0,35 г салициловокислого натрия	То же
35 г NaCl+1 г MgCl ₂ .	Белый налет появился на 122-е сутки хранения; мясо рыбы розовое, плотное; на 270-е сутки количество белого налета заметно не увеличилось, мясо созрело, красного цвета, вкус кисловатый
35 г NaCl+1 г CaCl ₂ . .	Белый налет (пятнами) появился на 64-е сутки хранения; мясо жесткое; на 163-е сутки хранения мясо полностью созрело, розовое, количество белого налета заметно не увеличилось

Как видно из этих данных, хлористый магний задерживает процесс созревания и появление белого налета в пресервах. Вопрос о влиянии бензойнокислого и салициловокислого натрия на образование белого налета в пресервах требует дальнейшего изучения.

Из данных дегустации пресервов следует, что в пределах от 122 до 163 суток хранения во всех случаях мясо рыбы оказалось вполне созревшим, а в дальнейшем оно уже начинало перезревать.

Второй способ. Свежую вполне доброкачественную рыбу тщательно перемешивают с мелкой солью, пряностями и сахаром. Набор пряностей составляют по рецепту килечной смеси, указанному выше. На 100 кг рыбы расходуется 17 кг соли, 1,15 кг смеси пряностей и 1,4—1,6 кг сахара. Затем рыбу помещают в промытые, пропаренные и замоченные бочки вместимостью не более 0,6 ц.

По рядам рыбы укладывают по несколько штук лаврового листа, согласно установленной норме. Заполненную бочку плотно укупоривают и направляют в склад или другое имеющееся на предприятии помещение с температурой около 0°. После просаливания и частичного созревания рыбы, на что в зависимости от условий хранения продукта необходимо от 1 до 2 месяцев, рыбу из бочек вынимают, расфасовывают в банки (№ 8) и заливают специально приготовленной пряной заливкой с соленостью, соответствующей содержанию соли в рыбе.

Расход пряностей на приготовление заливки на 100 учетных банок (в кг) следующий*:

Перец горький	0,40
Перец душистый	0,60
Гвоздика	0,20
Имбирь	0,40
Мускатный орех	0,18
Мускатный цвет	0,10

Пряности отваривают в тузлуке при температуре 90—95° в течение 10 мин.; кипятить тузлук не рекомендуется, так как при этом эфирные масла улетучиваются. Расход заливки на 1000 учетных банок составляет 100 л**.

После заливки банки герметически укупоривают и направляют в склад для дальнейшего созревания пресервов.

Сроки хранения пресервов, приготовленных из малосоленой кильки и салаки бочкового посола, даже при самых благоприятных условиях не превышают 5 месяцев, а приготовленных из среднесоленой рыбы — 8 месяцев.

Для повышения стойкости пресервов из кильки и салаки против бактериальной порчи, а также улучшения их вкусовых качеств Ю. А. Равич-Щербо и С. И. Иванова [142] предложили увеличить в рецептурах дозировку сахара до 4%. Предложение Ю. А. Равич-Щербо и С. И. Ивановой, по-видимому, целесообразно применять и при бочковом пряном посоле салаки.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПРЕСЕРВОВ ИЗ КАСПИЙСКОЙ КИЛЬКИ

В Каспийском море объектом промысла являются три вида кильки: обыкновенная, большеглазая и анчоусовидная.

Обыкновенная килька имеет сжатое с боков тело и киль с заметно выраженными костными образованиями (шипиками). Большеглазая килька, так же как и обыкновенная, имеет тело, сильно сжатое с боков. Характерным ее признаком являются

* При посоле рыбы в бочках пряная заливка не готовится.

** Если тузлук, образовавшийся в бочках, при посоле рыбы вполне доброкачественный, его рекомендуется смешивать с искусственным тузлуком (заливкой). Тузлук из бочки с посоленной рыбой богат ферментами, способствующими созреванию рыбы.

большие глаза, отчего она и получила свое название. Часть головы имеет темный цвет; нижняя челюсть значительно выдается вперед. Анчоусовидная килька имеет вальковатое, удлиненное (прогонистое) тело и во многом по внешнему виду напоминает хамсу и анчоус.

Анчоусовидная килька является основным объектом килечного промысла в южной и средней части Каспийского моря.

В табл. 79 приводятся данные о размерах и химическом составе разных видов каспийской кильки (по данным Астраханского отделения ВНИРО).

Таблица 79

Вид кильки	Длина в см	Вес в г	Химический состав целой рыбы в %			
			вода	жир	белок	зола
Обыкновенная .	8—9	4,0—5,0	73,8	4,8	17,9	3,0
Большеглазая . .	10—11	7,0—10,0	77,5	4,9	15,3	3,0
Анчоусовидная .	10—11	7,0—9,5	75,3	3,6	18,3	2,8

Для приготовления пресервов используется анчоусовидная килька длиной не менее 8 см и обыкновенная килька размером не менее 5 см. Пресервы делают как из свежей рыбы, так и из соленого полуфабриката.

Приготовление пресервов из соленого полуфабриката. На заводы в ящиках поступает подсоленная килька с содержанием соли 7—13%. Поскольку сортировать рыбу по степени солености невозможно, продельывают операцию выравнивания солености, сущность которой заключается в том, что кильку выдерживают в растворе, содержащем соли 8—10%, в течение около 10 мин. Перед загрузкой в ванну с солевым раствором рыбу предварительно раскладывают на сетную дель; этим достигается возможность одновременного погружения и выемки всей рыбы из ванны.

После сортировки и мойки в тузлуке и воде рыба в течение 15—20 мин. стекает, после чего поступает на укладочные столы для расфасовки в банки. Работа укладчиц, занятых расфасовкой кильки, организуется следующим образом.

Работницы за укладочными столами разбиваются на группы по 5 человек; первая работница развешивает рыбу на порции, соответствующие стеклянной банке № 83-5, и посыпает их из мерки пряностями, а остальные работницы укладывают отведенные порции рыбы и пряностей в банки.

Вначале рыбой обкладывают внутреннюю поверхность банки в один ряд по высоте, а затем внутреннее пространство ба-

ки заполняют рыбой без рядовой укладки. Наполненные рыбой банки заливают отваром пряностей в солевом растворе, укупоривают и направляют на холодильник для созревания продукта.

Расход пряностей и вспомогательных материалов на 1000 учетных банок (в кг) составляет:

Сахар	2,4	Мускатный орех	0,4
Перец горький	1,0	Мускатный цвет	0,2
Перец душистый	1,6	Гвоздика	0,6
Кориандр	0,2	Имбирь	0,6
Корица	0,4	Бензойнокислый натрий	0,86

В последние годы начали изготавливать пресервы с использованием отечественных пряностей. Продукт получается также хорошего качества, но сладковато-пряный привкус не всем нравится.

Приготовление пресервов из свежей кильки. В летнее и осеннее время кильку ловят вблизи берегов Дагестана, поэтому часть ее сравнительно быстро доставляют на берег. Поступающую в цех рыбу на столах или в ящиках пересыпают солью и выдерживают с таким расчетом, чтобы получить содержание соли в рыбе в пределах от 7 до 12%. При меньшем содержании соли килька не выдерживает механического воздействия во время мойки, и образуется большое количество лопанца.

Осенью чешуя у кильки отделяется труднее, чем в летнее время. Поэтому в это время года применяют иногда двукратную и даже трехкратную мойку рыбы. Машины для мойки рыбы не используют, так как в них происходит значительное повреждение рыбы. После мойки и сортировки по размерам рыба поступает на укладочные столы, где работницы укладывают отвешенные порции рыбы и пряностей в банки; сухую соль в банки не добавляют, поскольку перед мойкой рыбу подсаливают. Банки с уложенной рыбой дополняют заранее приготовленной пряносольевой заливкой, содержащей бензойнокислый натрий. В каждую банку заливают примерно 60 г заливки. Заполненные банки укупоривают и не позднее чем через 3 часа передают в холодильник, где хранят с целью созревания продукта в течение месяца.

В последнее время из свежей анчоусовидной кильки пытаются готовить пресервы по способу, принятому для балтийской кильки. Однако высокая температура воздуха в Каспийском бассейне и быстрая в связи с этим порча рыбы не дают возможности строго выдерживать технологию, принятую на прибалтийских заводах.

ГЛАВА VIII. МАРИНОВАНИЕ РЫБЫ

Маринование — довольно древний способ консервирования рыбы. По-видимому, впервые он начал применяться в древней Греции в VII и VI вв. до н. э., и с развитием греческих торговых колоний в Крыму, и на побережье Азовского моря получил большое распространение.

Древний греческий историк Геродот, живший в V в. до н. э., например, утверждал, что причиной славы Днепра в то время были соленые и маринованные осетры [150, 161, 196]. Имеются сведения, что в древней Греции и Риме очень ценились маринованные пелагида, скумбрия, кефаль и тунец [196]. В Македонии приготавливались маринованные угри. Сведений о технологии приготовления маринадов в древности в литературе мы не нашли, но можно предполагать, что готовились холодные маринады. По описанию Келена [196], рыбу, разрезанную на куски, мариновали в амфорах (глиняных сосудах с узким горлышком) с добавлением в заливку значительного количества уксуса. Согласно утверждению Птоломея, мясо маринованного осетра имело совершенно белый цвет [196]. При мариновании в значительных количествах добавлялись пряности, которые в древние времена широко применялись при приготовлении пищи.

В средние века маринование рыбы не имело большого практического значения не только в торговле, но даже и в быту.

Интерес к маринованию вновь появился в XIX в. в связи с бурным развитием сельдяного промысла и стремлением в связи с этим расширить ассортимент товаров из сельди.

В нашей стране маринование приобретает значение в XIX в. с целью улучшения вкусовых качеств волго-каспийской сельди. Однако этот способ консервирования не получил в то время большого распространения.

К производству маринованной рыбы в массовом количестве отечественная рыбная промышленность приступила в 1934—1935 гг.¹ Вначале маринованные товары готовили только из каспийской и мурманской сельди, но в 1937 г. для этой цели стали использовать дальневосточную сардину. В сравнитель-

¹ Центросоюз приступил к производству маринадов в значительных количествах в 1924 г.

но короткий срок ассортимент маринованных товаров значительно расширился, и к 1940 г. на многих рыбозаводах были построены специальные маринадные цехи.

В настоящее время маринование производится главным образом в городах и промышленных поселках; используется для маринования не особенно жирная атлантическая, тихоокеанская и каспийская сельдь, а также другие тощие и средней жирности рыбы.

СУЩНОСТЬ МАРИНОВАНИЯ РЫБЫ

Маринованием называется способ консервирования рыбы поваренной солью и кислотой (чаще всего уксусной) с применением пряностей (перца, корицы, лаврового листа и т. п.) и других пищевых веществ (овощей, лука, масла, сахара). Известно, что при действии раствора поваренной соли некоторые белки рыбы (глобулины) частично переходят в растворимое состояние и диффундируют из рыбы в тузлук; то же самое происходит при действии раствора кислоты.

Существует мнение, что если на рыбу одновременно действовать поваренной солью и кислотой, то белки мяса рыбы, частично растворимые кислотой, свернутся под действием соли и, таким образом, потеря белка при таком способе консервирования будет меньше, чем при консервировании только солью. Следовательно, маринование, помимо консервирующего действия, в большей мере сохраняет и пищевую ценность рыбы-сырца, чем посол. Оно также оказывает специфическое влияние на вкус и консистенцию мяса рыбы, которое при этом белеет, смягчается и приобретает кисловатый вкус. Необходимо, однако, отметить, что консервирующее действие уксусной кислоты весьма условно, так как частично угнетая микроорганизмы, она понижает рН клеточного сока мяса рыбы до 4,5—5,5, при котором скорость автолиза увеличивается.

Добавление к рыбе пряностей и других пищевых веществ улучшает вкус рыбы и придает ей приятный аромат. Таким образом, при мариновании рыба не только консервируется, но и превращается в продукт с новыми пищевыми и вкусовыми достоинствами.

Промышленность вырабатывает три типа маринадов: холодные (без предварительной термической обработки рыбы); вареные или отварные (с предварительной термической обработкой рыбы); жареные (с предварительной термической обработкой рыбы).

Мы остановимся только на описании технологического процесса приготовления холодных маринадов.

По совершенствованию технологии приготовления холодных маринадов и внедрению их в промышленность много сделали Н. Т. Березин, У. Г. Павлова, И. Я. Клейменов, А. Ф. Мипеев, А. А. Вершинин и другие,

В нашей стране в отличие от других государств в производстве холодных маринованных товаров выработалось свое особое направление, отличающееся двумя особенностями.

Во-первых, для производства маринованных товаров в большом количестве используют соленый полуфабрикат с содержанием соли в пределах 7—14% (из более соленого полуфабриката получается продукция значительно худшего качества). Отдаленность основных рыбопромышленных бассейнов от пунктов потребления явилась одной из основных причин выбора такого направления. Кроме того, массовость и кратковременность хода сельди в большинстве случаев исключает возможность обработки свежей рыбы этим весьма трудоемким способом. В других государствах для производства маринованных товаров используют главным образом свежую сельдь.

Во-вторых, маринованные товары выпускают у нас с очень небольшой кислотностью (в пределах 0,8—1,2%). Такая кислотность продукта не оказывает вредного влияния на организм человека и больше удовлетворяет вкусам советского потребителя. За границей, например в Германии, маринованные товары обычно делаются со значительно большей кислотностью (2—4%), а во Франции, наоборот, кисло-сладкие, с добавлением виноградных вин.

ОБРАБОТКА РЫБЫ УКСУСНО-СОЛЕВЫМ РАСТВОРОМ

Выдерживание рыбы в уксусно-солевом растворе является основной технологической операцией в процессе маринования рыбы. Осуществляется она в ваннах небольших размеров с

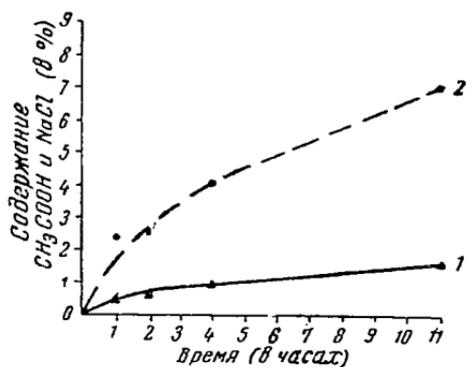


Рис. 44. Кривые маринования и посола:

1—маринование; 2—посоление.

ложным решетчатым дном с целью пропитывания мяса свежей рыбы солью и уксусной кислотой в определенных соотношениях; пропитывания мяса соленой рыбы уксусной кислотой и одновременного извлечения из него избытка соли; придания продукту специфического вкуса и запаха.

Проникновение поваренной соли и уксусной кислоты в мясо каспийской сельди при выдерживании ее в уксусно-солевом растворе показано на рис. 44. Применявшийся уксусно-солевой раствор содержал

18% соли и 3% уксусной кислоты; соотношение веса раствора к весу рыбы было 1:1. Как видно из рис. 44, проникновение уксусной кислоты в мясо рыбы происходит интенсивно в течение

ние первого часа, а затем оно замедляется, так как концентрация уксусной кислоты в растворе снижается и осмотическое давление уменьшается.

Некоторое влияние на скорость проникновения уксусной кислоты в мясо рыбы оказывает концентрация поваренной соли в уксусно-солевом растворе, что видно из данных табл. 80 (по А. А. Вершинину).

Т а б л и ц а 80

Состав уксусно-солевой смеси ¹	Содержание поваренной соли и уксусной кислоты в мясе сельди в % при продолжительности выдерживания сельди в растворе			
	15 мин.	1 час	4 часа	12 час .
Ванна № 1				
Поваренная соль 8 %	2,30	2,83	3,49	4,01
Уксусная кислота 3 %	0,31	0,47	0,89	—
Ванна № 2				
Поваренная соль 18 %	2,41	2,50	5,05	7,13
Уксусная кислота 3 %	0,66	0,81	1,26	1,82

¹ Соотношение рыбы и уксусно-солевого раствора составляло 1:1.

Как видно из данных табл. 80, в случае более высокой концентрации соли в растворе (ванна № 2) уксусная кислота в мясо рыбы проникала более интенсивно, хотя начальная концентрация ее в растворах была одинаковой (3%). Однако значение поваренной соли в данном случае не следует переоценивать, как это делает А. А. Вершинин. Следует учитывать, что на увеличение содержания кислоты в мясе рыбы оказывает влияние уменьшение веса рыбы, которое достигает более значительной величины при повышенном содержании соли в растворе (табл. 81), (по А. А. Вершинину).

Т а б л и ц а 81

Продолжительность выдерживания сельди в растворе	Изменение веса рыбы в кг	
	ванна № 1 (соли 8 %, кислоты 3 %)	ванна № 2 (соли 18 %, кислоты 3 %)
0	2,0	2,00
15 мин.	1,97	1,99
1 час	1,95	1,99
4 часа	1,95	1,80

Как видно из данных табл. 81, в растворе, содержащем 8% поваренной соли, вес рыбы почти не изменился, а в растворе с 18% поваренной соли через 4 часа он уменьшился на 10% вследствие более интенсивного в данном случае извлечения влаги из рыбы.

При подготовке уксусно-солевой ванны (при соотношении веса раствора и рыбы 1:1) необходимо учитывать следующие факторы.

Содержание кислоты в маринованном продукте. Если предполагается выпустить маринованный продукт с небольшой кислотностью (0,8%), уксусно-солевой раствор следует готовить с содержанием кислоты 2,0—2,5%. Для приготовления продукта с содержанием кислоты 1,0—1,2% уксусно-солевой раствор должен содержать 3—4% уксусной кислоты.

Содержание соли в маринованном продукте. Содержание соли в уксусно-солевом растворе при мариновании свежей рыбы должно быть в пределах от 16 до 20%. При выдерживании рыбы в уксусно-солевом растворе с содержанием соли более 20% наружные слои мяса рыбы будут пересаливаться, а при содержании соли менее 16% процесс просаливания рыбы будет идти очень медленно.

При обработке соленого полуфабриката содержание соли в уксусно-солевом растворе зависит от содержания соли в мясе рыбы. Здесь возможны три случая¹.

Первый случай — рыба содержит соли больше, чем нужно для маринованного продукта. Содержание соли в уксусно-солевой ванне должно быть меньше, чем в мышечном соке рыбы, с таким расчетом, чтобы рыбу несколько отмочить.

Второй случай — рыба содержит соль в количестве, достаточном для маринованного продукта. Содержание соли в уксусно-солевом растворе должно соответствовать концентрации соли в мышечном соке рыбы.

Третий случай — рыба содержит соли меньше, чем это нужно для маринованного продукта. Содержание соли в уксусно-солевом растворе должно быть больше, чем в мышечном соке рыбы, с таким расчетом, чтобы довести содержание соли в рыбе до требуемой нормы.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ МАРИНОВАНИЯ РЫБЫ

Можно привести две основные технологические схемы маринования рыбы (рис. 45).

Первая схема. По этой схеме выдерживание рыбы в уксусно-солевой ванне играет решающую роль в технологическом процессе приготовления маринованной рыбы; после выдержки в

¹ Наши рассуждения справедливы только для полуфабриката с содержанием соли до 12%.

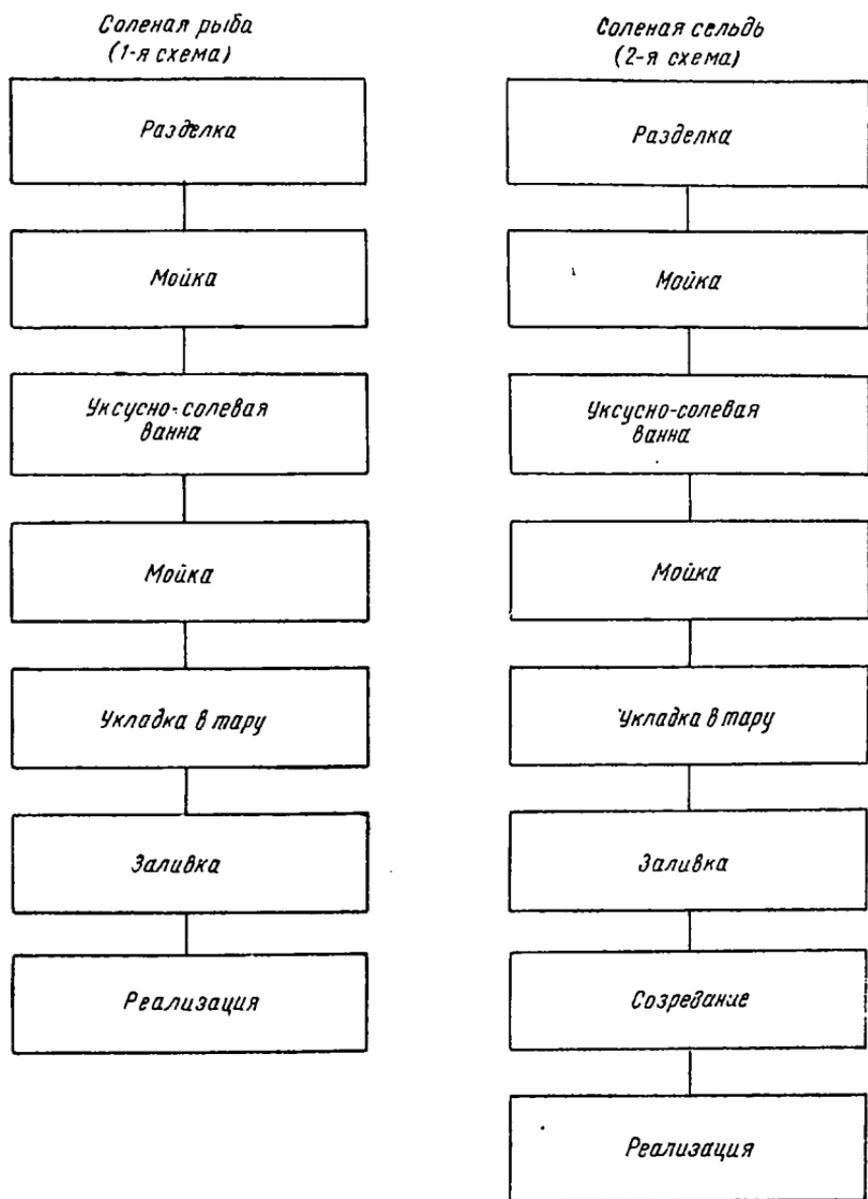


Рис. 45. Сокращенные производственные схемы маринования рыбы.

ванне продукт должен быть готовым к реализации. Уксусно-солевую ванну готовят с содержанием уксусной кислоты 2—4% при соотношении веса раствора к весу рыбы минимум 2 : 1. Содержание соли в ванне зависит от содержания соли в мясе рыбы. Рыбу выдерживают в уксусно-солевой ванне до полной готовности.

Этой схемы следует придерживаться в том случае, если маринадные цехи находятся в пунктах потребления и готовую продукцию можно немедленно направить в реализацию.

Вторая схема. По этой схеме уксусно-солевая ванна в технологическом процессе приготовления маринованной рыбы выполняет только вспомогательную роль; созревание маринованной рыбы происходит в таре при хранении на складе или в пути.

Уксусно-солевую ванну следует готовить с содержанием уксусной кислоты 2,0—2,5% при соотношении веса раствора к весу рыбы 1 : 1. Содержание соли в уксусно-солевой ванне зависит от содержания соли в мясе рыбы. Рыбу выдерживают в ванне непродолжительное время с таким расчетом, чтобы содержание уксусной кислоты в мясе не превышало 0,9%. Остальное количество уксусной кислоты (до 1,2%) мясо рыбы впитывает из уксусно-солевой заливки, которой заливают рыбу в таре.

Этой схемы следует придерживаться при выпуске бочковых маринадов, а также в том случае, если маринадные цехи находятся далеко от пунктов потребления и готовую продукцию необходимо транспортировать на сравнительно большое расстояние или надо создать некоторый запас ее на складе.

Продукт, приготовленный по второй схеме, является более стойким и сравнительно хорошо выдерживает хранение и транспортировку. Однако по вкусу он обычно уступает продукту, приготовленному по первой схеме, по двум причинам: во-первых, в уксусно-солевой ванне процесс созревания рыбы идет при избытке уксусно-солевого раствора, а в таре (бочке)—при недостаточном количестве его; во-вторых, при быстром созревании в уксусно-солевой ванне маринованная рыба получается лучшего качества, чем при медленном созревании в бочках или банках¹.

Необходимо помнить, что маринованная рыба с соленостью 6—8% — продукт нестойкий и нуждается в быстрой реализации, так как мясо рыбы сравнительно быстро перезревает, причем вкус и консистенция его ухудшаются.

Созревание маринованной сельди нельзя полностью отождествлять с созреванием соленой сельди. В первом случае процесс созревания идет не только под влиянием биохимических

¹ Это утверждение справедливо только в том случае, если при приготовлении маринованных товаров из соленого полуфабриката.

факторов (ферментов), но также уксусно-солевого раствора, т. е. химического фактора. Под влиянием уксусной кислоты происходит свертывание и разрушение белков, в результате чего мясо рыбы белеет, становится нежным, слегка мажущейся консистенции.

Процесс созревания маринованной рыбы зависит от рН мяса рыбы, значение которого понижается с увеличением содержания уксусной кислоты. На рис. 46 (по И. Я. Клейменову и другим) приводятся кривые увеличения количества экстрактивного и аминокислотного азота (в % от общего азота) в мясе при хранении маринованной волжской сельди с различной кислотностью. Как видно из рис. 46, с уменьшением рН процесс гидролиза белка, а поэтому и созревание мяса рыбы протекает значительно быстрее. Процесс созревания маринованных товаров изучен совершенно недостаточно.

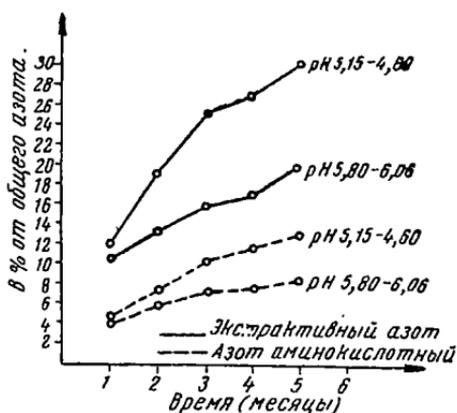


Рис. 46. Кривые роста экстрактивного и аминокислотного азота.

ХОЛОДНЫЕ МАРИНАДЫ ИЗ СОЛЕНОЙ СЕЛЬДИ

Для изготовления холодных маринадов сельдь в зависимости от ее размеров и вида тары используют в целом или разделанном виде. При упаковке продукта в стеклянные или жестяные банки сельдь перед маринованием обязательно разделывают. Известны следующие виды разделки сельди для маринования: колодка потрошенная, колодка зябренная, тушка, филе, кусочки (ломтики)¹.

Разделка на свернутое филе (рольмопс) ничем не отличается от разделки на филе, только в этом случае при укладке в тару филе свертывают в ролик, внутрь которого закладывают ломтики соленого огурца, маринованного лука и других пищевых веществ. Ролик скрепляют гвоздикой или прямо в свернутом виде укладывают в банку.

На маринование должен поступать соленый полуфабрикат с содержанием соли не выше 14%; из более соленого полуфабриката получается продукт низкого качества. Рыбу с содержанием соли более 10% предварительно непродолжительное время отмачивают.

¹ Перед маринованием рыбу на ломтики обычно не режут. Ломтики делают из тушки, филе или целой сельди непосредственно перед укладкой в банку.

Соленую рыбу отмачивают в слабом тузлуке или пресной воде с температурой не выше 12° в ваннах небольшой емкости; на расстоянии 10—15 см от дна чана устанавливают ложное решетчатое дно, на которое кладут рыбу. Ложное дно делит объем ванны на две зоны: зону, в которой отмачивается рыба, и зону, в которой собираются механические примеси, чешуя и образующийся тузлук с более высоким удельным весом. Отмочка в зависимости от размера и способа разделки рыбы продолжается 10—20 час. и прекращается, когда содержание соли в мясе рыбы достигает 7—9%*. При приготовлении продукта, упаковываемого в банки, необходимо использовать полуфабрикат, не требующий отмочки.

Малосоленый полуфабрикат (соленостью до 10%) не отмачивают, а после мойки сразу помещают в уксусно-солевую ванну, которая, согласно требованиям инструкции, в весенне-летний период должна содержать соли 7—9% (в зависимости от солености рыбы) и уксусной кислоты 2,8%, а в осенний период— 6—8% соли и 1,6% кислоты. Продолжительность выдерживания рыбы в уксусно-солевой ванне составляет максимум 30 час. и прекращается, когда кислотность мяса достигнет 0,6—0,9% (в расчете на уксусную кислоту).

После выдерживания в уксусно-солевой ванне мясо рыбы должно быть побелевшим вплоть до хребтовой кости, кожа — мягкой, легко отделяющейся от мяса, а кровь у хребтовой кости должна свернуться.

После уксусно-солевой ванны рыбу ополаскивают в тузлуке удельного веса 1,04—1,05, чтобы смыть с ее поверхности избыток кислоты. Затем рыбу для стекания тузлука помещают в ящики с решетчатым дном или на специальные столы, имеющие решетчатую поверхность. Готовую рыбу укладывают в тару. Целую, а также потрошеную и зябреную сельдь упаковывают в заливные бочки емкостью до 100—120 л, а разделанную на тушки и филейчики с предварительной нарезкой на кусочки (ломтики) упаковывают в стеклянные банки емкостью до 3 л. В бочки рыбу укладывают ровными, плотными рядами, пересыпая по рядам пряностями; кроме того, пряности кладут на дно бочки и на верхний ряд рыбы.

Смесь пряностей готовят по различным рецептам. На некоторых предприятиях готовят смесь пряностей по следующему рецепту (в 2 на 1 ц сельди): перец душистый 150, перец черный 50, гвоздика 20, корица 30, кориандр 30, имбирь 10, анис 30, лавровый лист 20. Все пряности, кроме лаврового листа и аниса, употребляют в измельченном виде.

В настоящее время все большее применение при приготовлении маринованной сельди находят отечественные пряности.

* Сущность процесса отмочки подробно изложена при описании приготовления копченых товаров.

В табл. 82 приводится рецептура пряностей отечественного происхождения для приготовления маринованной сельди из солевого полуфабриката.

Т а б л и ц а 82

Где применяются пряности	Количество пряностей в г на 100 кг продукции														
	сахар	айрный корень	красный перец	кориандр	калган	шалфей или мята	ягоды можжевельника	тмин	анис	лавровый лист	стебель лаврового листа	горчичное семя	укроп	хмель	зубровка
Пересыпка	300	75	70	250	50	30	50	50	50	20	—	10	10	25	20
Заливка	100	—	20	100	25	—	20	25	—	—	10	—	—	—	—

Рыбу в укупоренной бочке обычно заливают уксусно-солевым раствором той же концентрации, какую имеет раствор в уксусно-солевой ванне после выдерживания в нем рыбы.

Если рыбу укладывают в стеклянные банки, то в этом случае варят специальную пряную заливку по следующему рецепту: на 100 л воды берут (в г) сахара 1125, перца душистого 50, гвоздики 25, перца черного 25, кориандра 75, уксусной кислоты (80%) 1,5—2,0 кг и соли 7—9 кг.

Содержание соли и уксусной кислоты в заливке устанавливают в зависимости от содержания их в полуфабрикate после уксусно-солевой ванны и желаемого содержания их в готовом продукте. Для приготовления продукта с содержанием кислоты в 1,2% в заливку вводят максимальное, согласно норме, количество уксусной кислоты (2 кг). Отвар пряностей готовят в двутельных луженых медных котлах с паровой рубашкой или деревянных обрезках с лужеными змеевиками; температура воды, в которой варят пряности, должна быть 80—85°; продолжительность варки 20—30 мин. Целью варки является извлечение из пряностей эфирных масел.

Варить пряности в кипящей воде не рекомендуется, так как при температуре 100° эфирные масла в значительном количестве улетучиваются.

Сахар, соль и уксусную кислоту добавляют в отвар пряностей после его охлаждения.

ХОЛОДНЫЕ МАРИНАДЫ ИЗ СВЕЖЕЙ СЕЛЬДИ

После разделки, мойки и стечки сельдь слегка подсаливают до содержания соли 4—5%, после чего помещают в уксусно-солевой раствор, содержащий 3—4% уксусной кислоты и 10—

14% поваренной соли. Соотношение уксусно-солевого раствора и рыбы составляет 1,5:1 или, лучше, 2:1.

В зависимости от размеров и жирности рыбы ее выдерживают в уксусно-солевой ванне в течение 1—2 суток. За это время под влиянием уксусной кислоты, понижающей рН клеточного сока рыбы до 5,0—5,5, мясо рыбы быстро размягчается и приобретает характерный беловатый цвет, кисловато-пряный вкус и запах.

Рыбу вынимают из ванны и после стекания в течение 1 часа на специальных столах или в решетчатых ящиках укладывают в тару. Порядок укладки рыбы в тару и приготовления заливки такой же, как при приготовлении маринадов из солевой сельди. В некоторых случаях, чтобы сделать продукт более стойким, при укладке в бочки рыбу по рядам пересыпают небольшим количеством мелкой соли. Наливать заливку в тару с уложенной рыбой следует обязательно до полного удаления из тары воздуха, иначе на верхних рядах рыбы быстро появляется плесень.

ГЛАВА IX. КОНСЕРВИРОВАНИЕ ИКРЫ

Рыбная промышленность Советского Союза вырабатывает соленую икру главным образом из осетровых и лососевых и в меньших количествах из частиковых рыб (сазан, судак, щука, вобла, лещ и другие рыбы) и кефали.

В массовом количестве соленую икру осетровых рыб начали готовить на юге России в XVI в., т. е. с начала развития рыбного промысла в Волго-Каспийском бассейне. Особенно большое значение в торговле имела паюсная икра [63, 64].

По данным И. В. Кильбургера [93], в то время в России готовили ежегодно около 15 000 пудов паюсной икры. Из Астрахани икру отправляли по Волге в Нижний Новгород и при высокой воде в Ярославль, который в то время был крупнейшим торговым городом России. Далее икру на подводах по суше перевозили в Вологду, а затем из Вологды по верхней и нижней Сухоне и по Северной Двине в Архангельск [93]. Такой длинный путь в теплое время года могла выдерживать только более стойкая паюсная икра.

Зернистую икру перевозили исключительно в зимнее время, причем реализовали ее только в России.

С появлением железных дорог и развитием парового судоходства заметно увеличилось приготовление зернистой икры и соответственно уменьшилось приготовление паюсной икры.

Наша страна всегда была монополистом по добыче осетровых рыб (95% мирового улова) и по производству соленой икры осетровых рыб — этого очень вкусного и питательного продукта.

Добывают осетровых рыб, или, как их принято называть иногда, красную рыбу¹, в основном в Каспийском и Азовском бассейнах и в меньших количествах в Аральском и Черном морях и в реках Сибири.

¹ «Красная рыба» — это торговое название; произошло оно от понятия «красный товар» (очень хороший товар); в рыбной промышленности России появилось в XVIII в. Вначале к красной рыбе относились осетр, севрюга, белорыбца и, по-видимому, семга; белуга к красной рыбе не относилась. Позднее к красной рыбе стали относить только осетровых рыб, в том числе белугу и калугу.

Производство соленой икры лососевых рыб сосредоточено на Дальнем Востоке. В настоящее время икра лососевых рыб используется почти полностью и среди закусочных рыбных товаров занимает видное место. Ежегодно тысячи центнеров этого вкусного и питательного продукта дают дальневосточные рыбные предприятия населению Советского Союза.

В США и Канаде до сих пор икра лососевых рыб почти не используется в пищевых целях и находит применение только как наживка при любительском рыболовстве, а также служит для приготовления кормовой муки для кормления рыб.

Икру других видов рыбы направляют в посол в значительно меньших количествах, чем осетровых и лососевых. Объясняется это тем, что многих рыб направляют в обработку в непотрошеном виде или вылавливают в наибольшем количестве в то время, когда икра у них еще недостаточно созрела и поэтому не представляет товарной ценности.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ИКРЫ

Икра находится в ястыках, расположенных в брюшной полости рыбы вдоль ее тела и имеющих вид удлиненных, несколько сплюснутых с одной стороны и суживающихся к анальному отверстию валиков. Вес ястыков достигает 30% к весу тела самки.

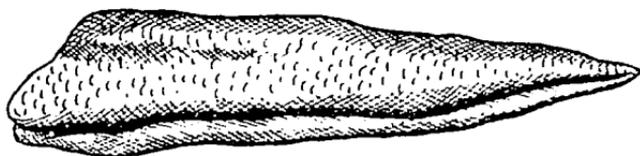


Рис. 47. Ястык кеты.

На рис. 47 показан ястык кеты. Ястык состоит из наружной, сравнительно плотной пленки, соединительной ткани и икринок. Между икринками в ястыке встречаются отложения жира. Основу ястыка составляет соединительная ткань.

Икринки лососевых рыб (рис. 48) имеют почти правильную шаровидную или несколько удлиненную форму и состоят из оболочки, покрытой тонкой пленкой полужидкой массы (протоплазмы) и ядра (глазка).

Протоплазма, представляющая собой густоватую клейкую жидкость, состоит в основном из белковых веществ. Кроме того, в ней находятся включения жира в виде мелких взвешенных капель, расположенных вблизи оболочки икринки, а также пигментные вещества, придающие икре окраску. Икра разных видов лососевых рыб имеет окраску от оранжевой до красной. Пигментные вещества, обуславливающие окраску икры лососевых, представляют собой жирорастворимые липо-

хромы. Ядро (глазок) располагается в протоплазме ближе к поверхности икринки.

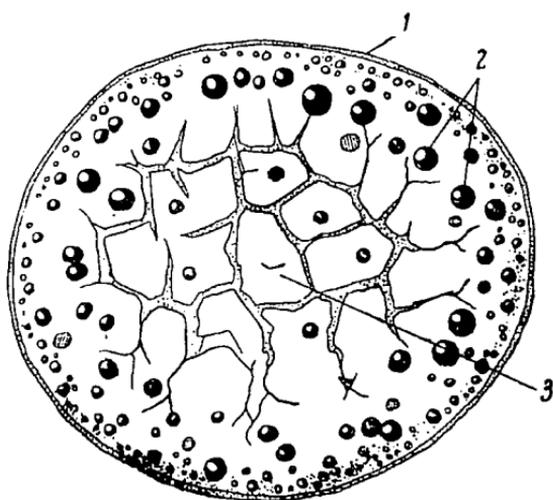


Рис. 48. Строение икры лососевых:
1—оболочка; 2—жировые скопления; 3—желточная
масса.

К моменту созревания икринки легко отделяются от соединительной ткани ястыка.

Икринки осетровых (рис. 49) по своему строению несколько отличаются от икринок лососевых. Снаружи они покрыты

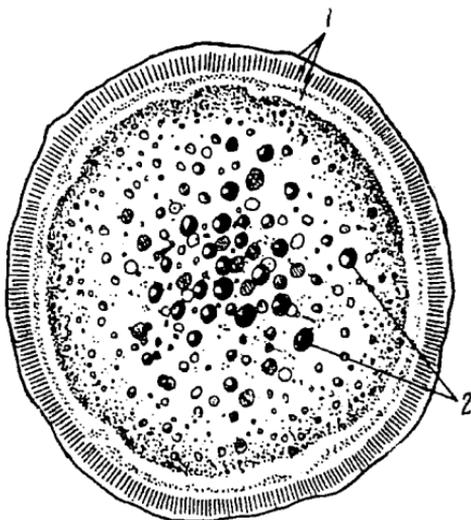


Рис. 49. Строение икры осетровых:
1—оболочки; 2—жировые скопления.

тонкой внешней оболочкой, под которой находится вторая пористая оболочка, переходящая в третью — внутреннюю оболочку. Значительной толщины пигментный слой, придающий окраску икринке, расположен на границе оболочки и заключенной внутри икринки полужидкой белковой массы (протоплазмы).

Включения (капельки) жира образуют беспорядочные скопления в центральной части икринки. Окраска икринок бывает от светло-серой и золотистой до черной и темно-коричневой. Пигментные вещества икры осетровых, по данным А. А. Лазаревского, имеют белковый характер.

Средний химический состав икры-сырца некоторых видов рыбы приведен в табл. 83 (по данным ВНИРО и ТИПРО).

Т а б л и ц а 83

Вид рыбы	Химический состав икры в %		
	вода	белок	жир
Белуга	55,2	25,9	15,8
Осетр	56,3	26,6	13,8
Севрюга	53,3	27,7	15,9
Кета (амурская)	51,3	35,4	11,8
Горбуша (камчатская)	58,9	29,4	10,3
Нерка (красная)	56,0	30,0	13,2
Вобла	66,1	25,5	2,9
Лещ	65,7	26,9	3,9
Сазан	65,7	27,0	2,8
Щука	66,8	27,4	2,4

Количество минеральных веществ в икре составляет 1,2—1,9%. Благодаря высокому содержанию белковых веществ, разнообразию входящих в их состав аминокислот и их хорошей усвояемости икра обладает высокой пищевой ценностью, значительно превосходя многие другие пищевые продукты, и в том числе мясо рыбы.

Имеются указания, что икра осетровых и лососевых рыб содержит в значительных количествах витамины А, D и В₁, а также рибофлавин и биотин [198]. Наконец, икра содержит в значительном количестве ценные вещества — лецитин (1,5—2%), необходимый человеческому организму главным образом для построения и питания нервной ткани, а также холестерин. В икре всегда содержится небольшое количество свободных, растворимых в воде и в эфире кислот,

Содержание свободных кислот в икре приведено в табл. 84 (по данным ВНИРО и ТИПРО); растворимые в воде кислоты даны в пересчете на молочную кислоту, а растворимые в эфире — на олеинскую.

Таблица 84

Вид рыбы	Содержание кислот в икре в %		
	молочная кислота	олеиновая кислота	всего кислот
Щука	0,32	0,27	0,59
Треска	0,43	0,21	0,64
Осетр	—	—	0,50
Севрюга	—	—	0,56

У испорченной икры количество водорастворимых кислот значительно выше и достигает в расчете на молочную кислоту 0,7% и более [76].

ИКОРНЫЕ ЦЕХИ

Малая стойкость икры-сырца при хранении и связанная с этим необходимость быстрого консервирования икры является причиной строительства икорных цехов непосредственно в местах добычи рыбы.

На рыбозаводе икорный цех обычно бывает размещен на приемном плоту или около него в светлом помещении, к санитарному состоянию которого предъявляются повышенные требования.

Наиболее производительное оборудование имеют цехи для переработки икры тихоокеанских лососевых рыб. В условиях Дальнего Востока, где в период массового хода лосося каждый завод в сутки принимает по несколько тысяч центнеров рыбы, своевременно посолить большое количество икры (иногда 50 ц и более) возможно только при наличии достаточно производительных устройств и приспособлений для ее обработки.

Оборудование цехов для переработки икры лососевых рыб приспособлено к мокрому (тузлучному) посолу, как наименее трудоемкому и наиболее быстрому способу консервирования, и включает следующий основной инвентарь: бутары, обрезы (ванны), корзины и ящики.

Бутара (рис. 50) — стол высотой 1,2—1,5 м, шириной и длиной около 1 м. Верх бутары занимает грохотка (рис. 51), представляющая собой деревянную раму с натянутой на нее хлопчатобумажной сеткой, имеющей ячею около 5 мм. Под грохоткой, на расстоянии 15—20 см, расположена вторая рама

с хлопчатобумажной сеткой, имеющей ячею 7—8 мм. Ниже второй сетки (на 15—20 см) под углом в 30—40° к грохотке, так, чтобы оно выходило за передний край бутары на 20—30 см,

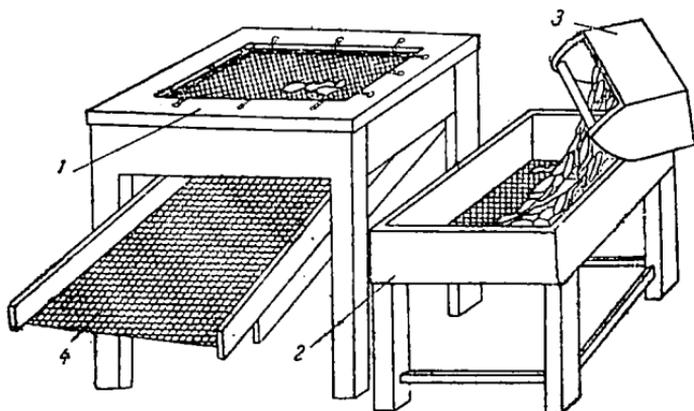


Рис 50. Бугара для пробивки ястыков тихоокеанского лосося:

1—грохотка; 2—ящик с решетчатым дном для ястыков; 3—ящик для сбора ястыков; 4—стечное сито.

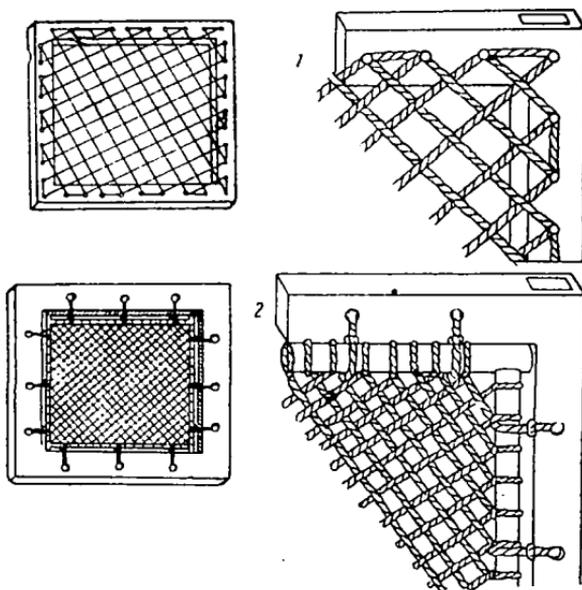


Рис. 51. Грохотка:

1—нижнее сито; 2—верхнее сито.

ставят стечное сито — деревянную раму с оцинкованной мелкоячейной сеткой.

Назначение различных деталей бутары следующее: грохотка предназначена для отделения икринок от соединительной

ткани ястыка; вторая рама с сеткой — для улавливания пленок, которые при протирании ястыка частично проходят через сетку грохотки; стечное сито — для отделения от икры влаги и оставшихся в ней жировых пленок, сгустков крови и прочих примесей, а также для передачи икры в носилки (по стечному ситу пробитая икра сползает в носилки).

Икру на бутаре обрабатывают следующим образом.

Ястыки помещают на сетку грохотки и передвигают по ней, слегка нажимая руками, причем пленка остается на сетке, а отделившиеся икринки падают на вторую раму с сеткой и затем, пройдя через нее, попадают на стечное сито.

По стечному ситу икра плавно тонким слоем стекает (сползает) вниз в носилки. Если икра стекает слишком быстро, это указывает на чрезмерный уклон стечного сита; мастер обязан тотчас же исправить этот недочет.

Во время стекания икры в носилки рекомендуется для лучшего удаления остатков пленок и сгустков крови помешивать икру небольшой деревянной лопаточкой. Операция эта очень важная, так как чем чище икра, поступающая в посол, тем меньше загрязняется тузлук.

При протирании (пробивке) ястыков на одной бутаре до полного отделения икры от пленок часть пленок вместе с оболочкой лопнувших икринок проходит через грохотку. Чтобы уменьшить количество пленок в пробитой икре и тем самым избежать снижения ее качества, мастера-икрянники протирают ястыки не до полного отделения икры от пленок, в результате чего часть икры попадает в отходы.

Анализируя технологический процесс обработки икры, мастер Шубертовского комбината (Камчатка) т. Ерошенко заметил, что при пробивке ястыков на грохотке в первую очередь отделяются более крупные и упругие икринки, имеющие правильную форму (более зрелые икринки), а затем уже более мелкие и слабые.

Для улучшения процесса обработки икры и увеличения выхода готовой продукции т. Ерошенко разделил пробивку ястыков на две операции: пробивку упругого и более слабого зерна. Для этого он предложил новую конструкцию бутары, так называемую спаренную бутару (рис. 52), состоящую из двух обычных наглухо соединенных бутар; вторая бутара расположена на 90 мм ниже первой, с таким расчетом, чтобы грохотку первой бутары можно было свободно наложить на грохотку второй бутары.

Метод пробивки ястыков на спаренной бутаре заключается в следующем: рассортированные по качеству, промытые в холодной воде¹ и взвешенные ястыки подают на грохотку первой

¹ Ястыки не следует промывать, если качество воды не отвечает санитарным требованиям (повышенный титр Коли, много взвешенных частиц, неприятный запах и т. д.).

бутары и протирают через нее до тех пор, пока отделится 60—70% икры.

Оставшуюся непробитую икру в количестве 30—40%, поднимая (опрокидывая) грохотку, сбрасывают на грохотку второй бутары. На второй буtare заканчивают протирку ястыка до полного отделения всей икры от пленок.

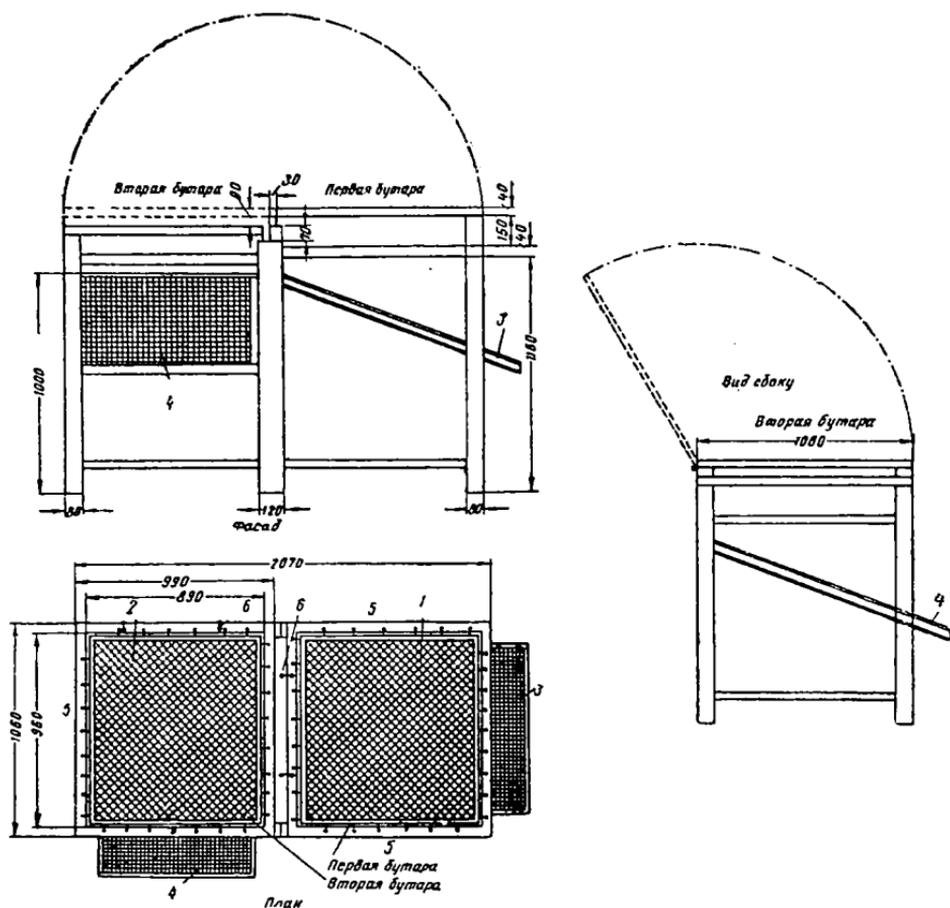


Рис. 52. Бутора Ершченко:

1—верхняя грохотка первой бутары; 2—верхняя грохотка второй бутары; 3—стечное сито первой бутары; 4—стечное сито второй бутары; 5—рабочие места; 6—шарниры для крепления грохотных рам.

Икру от каждой бутары отдельно направляют в пссол и на дальнейшую обработку.

При описанной обработке ястыков на двух бутарах выход пробитой икры увеличивается на 7% и более по сравнению с выходом икры, получаемым при пробивке ястыков на одной буtare; повышается также качество готовой соленой икры.

В 1954 г. работник Охотского госрыбтреста т. Гончаров сконструировал механическую бутору, в которой сита для про-

тирки ястыков и стечки икры работают по принципу вибраторов.

Обрезы для посола икры делают из хорошей деревянной клепки; в некоторых случаях для увеличения тузлуконепроницаемости пазы клепок прокладывают сухой травой; обрез покрывают снаружи масляной краской (желательно белилами). Емкость обреза 0,5—1 м³, высота 70—80 см, верхний диаметр 90—120 см, днища обреза имеют меньший диаметр. В икорном цехе должно быть не менее двух обрезов.

Корзины или стечные сита с дном из мелкоячейной оцинкованной сетки (3 мм) применяют для выдерживания икры после посола с целью удаления из нее излишков тузлука. Обычно они вмещают не более 5—8 кг икры, а поэтому их должно быть в цехе большое количество для обеспечения бесперебойной работы.

Ящики для сбора и подноски икры с пристани или из рыбозаделочного цеха должны быть в количестве, обеспечивающем своевременную уборку икры. Ящики вмещают 8—10 кг икры и имеют высоту 15—20 см, ширину 15—20 см и длину 30—40 см; на каждом рыбозаводе ящики делают одинаковых размеров для удобства учета количества икры.

В последнее время на некоторых предприятиях для транспортировки ястыков икры в икорные цехи применяются гидротранспортеры.

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ИКРЫ ЛОСОСЕВЫХ

Из икры лососевых рыб (кеты, горбуши, нерки, кижуча) готовят в основном зернистую икру. Ястычную икру готовят только в том случае, когда оболочки икринок вследствие задержки ястыков до обработки настолько ослабели, что при пробивке через грохотку икринки лопаются. В некоторых случаях в икорные цехи поступает недостаточно зрелая икра, которую невозможно пробить через грохотку, и в этом случае единственным способом ее консервирования является также посол в ястыках. Такая икра бывает у лосося, вылавливаемого в районе (в проливах) северных островов Курильской гряды.

Приготовление зернистой икры

Приготовление зернистой икры является процессом довольно трудоемким и сложным. Поступающие в цех ястыки необходимо возможно быстрее пробить через грохотку, так как икринки, находясь в ястыках, быстро ослабевают. Пробитую икру сейчас же солят в насыщенном, предварительно прокипяченном и остуженном тузлуке. В процессе посола икру в обресе перемешивают для большей равномерности просаливания.

Продолжительность посола при температуре тузлука 12° колеблется в пределах 8—15 мин. в зависимости от состояния и размеров икринок и требуемой конечной солености продукта. Икру обычно готовят с соленостью 5—6%; для икры II сорта допустима соленость до 8%.

Конец посола определяют по следующим признакам: икринки становятся круглыми, твердыми, упругими; при раздавливании между пальцами содержимое их не разбрызгивается, а остается на пальцах; икринки хорошо отделяются друг от друга.

Посоленную икру быстро вычерпывают из тузлука черпаком с сетчатым дном и помещают в корзины или сита для стекания тузлука. Толщина слоя икры в корзинах (ситах) не должна превышать 10 см, так как иначе тузлук будет стекать медленно и произойдет дополнительное просаливание икры, особенно в нижних слоях.

После 4—5-часовой стечки икру перекадывают в ванны из оцинкованного железа (лучше эмалированные), в которых ее перемешивают с антисептиком (бурой или уротропином); если икра суховата, то при этом добавляют к ней 1—1,5% растительного масла.

Утечка при посоле икры составляет 4—10% и зависит от свежести икры и конечной солености продукта. Выход готовой продукции от веса целой рыбы (самцов и самок) составляет в среднем 2,8—4% и зависит от вида рыбы и состояния икры.

Отходы и утечки по стадиям обработки икры горбуши в зависимости от ее свежести, по данным лаборатории Рыбновского комбината, приводятся в табл. 85.

Т а б л и ц а 85

Продолжительность хранения рыбы до разделки в часах	Отходы при пробивке ястыков через грохотку в %	Утечка при посоле в %	Содержание соли в икре в %
2	31,6	13,2	4,1
12,5	61,4	21,9	6,1
16	65,7	24,8	6,3

Как видно из данных этой таблицы, свежесть икры оказывает очень большое влияние не только на качество, но и на выход икры.

Готовую икру укладывают в бочки емкостью 50 л, внутреннюю поверхность которых предварительно покрывают тонким слоем парафина и выстилают тканью и пергаментом (рис. 53).

Бочку с икрой укупоривают следующим образом: поверх икры кладут кружок ткани, смоченной в масле; ткань, отогнутую по наружной стороне бочонка, аккуратно укладывают ро-

зеткой или веером; на ткань, сложенную веером, кладут кружок пергамента, смоченного в тузлуке; наружный слой пергамента аккуратно укладывают веером.

Перед отгрузкой с завода бочки с икрой обшивают рогожами и обвязывают сверху веревками.

Не следует допускать замораживания соленой лососевой икры во время хранения или перевозки, так как после размораживания качество икры снижается.

В табл. 86, приведены данные, характеризующие температуру замерзания соленой лососевой икры в зависимости от содержания в ней соли [98].

На основании данных табл. 86 можно сделать два весьма важных вывода.

1. Температура замерзания соленой икры на 1,5—2,5° ниже, чем водного раствора соли той же концентрации, что в соке икры. Это явление закономерное, если учесть, что сок в соленой икринке представляет собой раствор, содержащий не только поваренную соль, но также азотистые и другие вещества.

2. Температура замерзания икры понижается с увеличением содержания в ней соли. Отсюда следует весьма важный практический вывод, что, не допуская замораживания, соленую лососевую икру I сорта следует хранить при температуре —5, —6°, второго сорта при —7, —8°. В данном случае в основу определения сортности положено только содержание соли в икре.

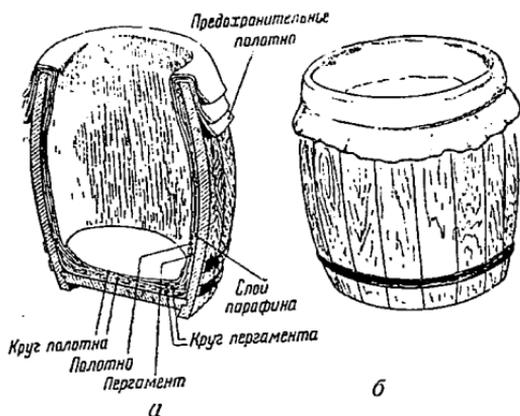


Рис. 53. Порядок подготовки бочонка для укладки в него икры:

а—обкладывание внутренней поверхности бочонка пергаментом и тканью; б—обвязка верхней части наружной поверхности бочонка тканью.

Таблица 86

Содержание в икре в %		Концентрация соли в соке икры в %	Температура замерзания икры в °С	Температура замерзания водного раствора соли той же концентрации, что в соке икры, в °С
воды	соли			
45,38	3,65	8,0	—7,5	—5,0
43,20	5,83	12,4	—10,5	—8,0
—	7,60	16,8	—15,0	—13,5

После размораживания консистенция соленой лососевой икры ухудшается, икра становится мягкой, имеет помятый вид, количество лопанца увеличивается и, как следствие этого, увеличивается количество отстоя. На качество икры особенно отрицательное действие оказывает повторное замораживание.

Приготовление ястычной икры

Технология приготовления ястычной икры заключается в следующем.

Ястыки с незрелой или слабой икрой промывают в чистой холодной воде в течение 1—2 мин. и затем после стекания в течение 15—20 мин. направляют в посол¹. Различают два способа посола ястыков: сухой со стекающим тузлуком и мокрый (тузлучный). При сухом посоле ястыки укладывают в ящики и пересыпают мелкой солью (помола № 1 или 2) в количестве 35—40%. При мокром посоле ястыки помещают в предварительно прокипяченный тузлук удельного веса 1,2, имеющий температуру 12—16°, и выдерживают в нем не менее 30 мин. Продолжительность посола зависит от размера ястыков и их свежести. Соотношение икры и тузлука при посоле 1 : 4.

При мокром посоле качество икры значительно лучше, чем при сухом, особенно если солят ее в две стадии — в двух обрезах. В первом обрезе ястыки солят 20 мин. при перемешивании; за это время из них извлекается кровь. Во втором обрезе икру досаливают в течение минимум 15 мин. Так как досаливание ястыков производится в более чистых тузлуках, товарный вид готовых соленых ястыков получается более привлекательным.

Вынутые из тузлука ястыки стекают в корзинах или решетках в течение 6—8 час. В это время происходит также дополнительное просаливание их, так как часть соли из тузлука, оставшегося на поверхности ястыков, диффундирует внутрь ястыков. Соленые ястыки укладывают в бочки емкостью 25—50 л.

При сухом посоле содержание соли в ястыках достигает 13—20%, а при мокром колеблется в пределах 7—10%.

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ИКРЫ ОСЕТРОВЫХ

Подготовка икры к консервированию

Из икры осетровых готовят зернистую, зернистую пастеризованную, паюсную и ястычную икру.

Для приготовления первых трех видов товаров икра поступает в виде зерна, предварительно освобожденного от пленок и соединительной ткани ястыка путем протираания его через

¹ Перед посолом крупные ястыки можно разрезать на куски.

грохотку. При приготовлении ястычной икры, как показывает само название, обработке подвергают нарезанные на куски ястыки.

Зернистая икра, в свою очередь, делится на икру баночную, расфасованную в банки, и икру бочоночную, укупоренную в бочки, обычно более соленую.

Икру осетровых обрабатывают с исключительной тщательностью. Объясняется это высокой сбытовой стоимостью икры, которая относится к деликатесным рыбным товарам, и разнообразием ассортимента товаров, приготовляемых из икры осетровых по сравнению с икрой других рыб.

Для выбора того или иного способа обработки требуется тщательная сортировка сырья по степени зрелости и упругости оболочек икринок. Икру подготавливают для консервирования следующим образом.

Живую икрянную рыбу, доставленную на рыбозавод, оглушают сильным ударом по голове (чекушат), после чего обмывают водой и немедленно вынимают ястыки. Особенно тщательно очищают и отмывают щеткой слизь с брюшка рыбы. Для выемки ястыков рыбу режут на специальной резальной скамье — низком столике, покрытом сверху оцинкованным железом или мраморной, или цементной легко очищаемой плитой.

Брюшко разрезают посредине, по направлению от хвоста к голове, начиная разрез на 3—4 см впереди анального отверстия. Анальное отверстие ни в коем случае нельзя разрезать, так как при этом в икру могут попадать микроорганизмы из кишечника рыбы и в том числе такой опасный микроб, как ботулинус. Разрез должен быть неглубоким (на толщину брюшной стенки) во избежание прорезания ястыка или других внутренних органов рыбы. Отведя в сторону стенки брюшка, вынимают из рыбы ястык целиком или по частям, в зависимости от его размеров. При этом особое внимание обращают на то, чтобы в икру не попали загрязнения и кровь. Для удаления прочих внутренностей разрезанную рыбу переносят на другую скамью или передают в другое помещение. Вынутые из рыбы ястыки укладывают в тазы или вазы с крышками и передают для пробивки через грохотку.

Перед пробивкой ястыки сортируют по зрелости. Незрелая сильно жировая икра непригодна для зернистого или паусного передела, поэтому ее засаливают в ястыках. При пробивке ястыков белуги, осетра или шипа икру от каждой рыбы собирают в отдельную вазу. Ястыки севрюги протирают по три-четыре вместе, предварительно подбирая их по цвету.

Грохотка для пробивки икры осетровых рыб представляет собой небольшую деревянную раму с плотно натянутой сеткой. Ее кладут прямо на края вазы, в которую собирают пробитую икру.

В вазах икру сортируют по качеству, учитывая прочность оболочек икринок, их цвет, размер, запах и вкус. Сортировка икры является очень ответственной операцией и обычно производится икорным мастером; проводить ее лучше при дневном свете.

По прочности оболочек икру делят на крепкую, ослабевшую и слабую. По окраске икру делят на светло-серую (к ней относят также икру со светлой желтоватой или золотистой окраской), серую, темно-серую (или коричневую) и, наконец, черную. По размеру икру делят на крупную, среднюю и мелкую.

По данным ВНИРО, икринки различных размерных групп имеют следующий объем (объем 100 икринок в $см^3$):

Икра осетровая		Икра севрюжья	
Крупная	Больше 1,9	Крупная	Больше 1,3
Средняя	1,9—1,4	Средняя	1,3—0,9
Мелкая	Меньше 1,4	Мелкая	Меньше 0,9

После сортировки пробитая икра поступает в посол зернистым или паусным переделом. Выбор способа обработки икры зависит от качества зерна и установленного плана производства разных видов икорных товаров.

Приготовление зернистой икры

Для приготовления зернистой икры отбирают крепкое, зрелое, крупное и среднего размера зерно, предпочтительно более светлых цветов.

Технологические схемы процесса приготовления зернистой икры приведены на рис. 54.

Икру, предназначенную для зернистого баночного передела, перед посолом промывают в холодной воде. Для этого воду наливают в вазу с икрой, содержимое вазы перемешивают, производя вращательное движение рукой; затем, наклоняя вазу, сливают промывную воду, после чего наливают в вазу свежую воду и операцию промывки икры повторяют.

Во время промывки из икры удаляются кровь и слизь, занесенные в нее при разделке рыбы, а также кусочки пробоек и раздавленные при протирке через грохотку икринки. Кроме того, промывка холодной водой снижает температуру икры и способствует уменьшению количества микроорганизмов в ней.

Промывку следует проводить быстро (20—30 сек.), не задерживая икру в воде. После промывки икру сливают на сито для удаления промывной воды. Чтобы ускорить этот процесс, сито осторожно встряхивают. После стекания воды, на что требуется 2—3 мин., икру переносят в вазу, взвешивают и немедленно передают для посола. Хранить промытую икру даже в холодном помещении не следует, так как оболочки икринок

быстро теряют свою прочность. Вес икры после промывки уменьшается на 3—5%.

Икру, предназначенную для зернистого боchoчного передела, не промывают.

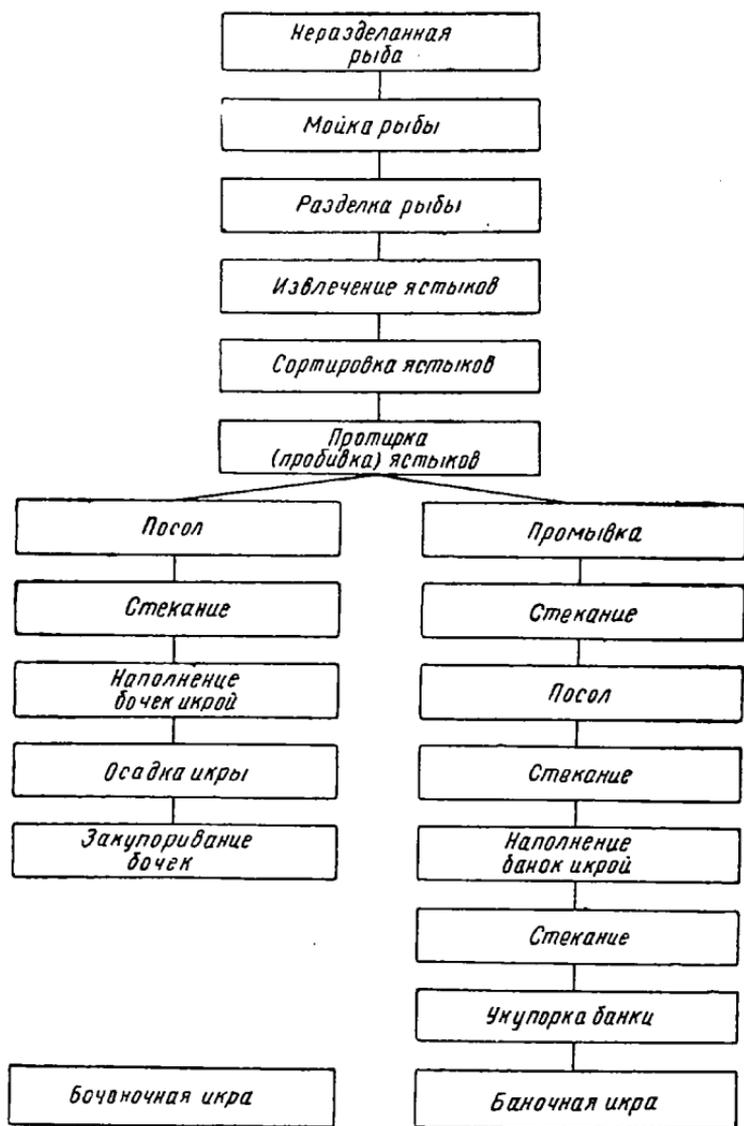


Рис. 54. Сокращенные производственные схемы приготовления зернистой боchoчной и баночной икры осетровых.

Зернистую икру солят сухим способом мелкой, обычно выварочной славянской солью. При изготовлении слабосоленой баночной зернистой икры для увеличения ее стойкости при хранении к соли добавляют вещества, тормозящие жизнедея-

тельность микроорганизмов — антисептики (смесь буры и борной кислоты в соотношении 3:2). При производстве баночной зернистой икры (соленость 3—5%) расход соли с антисептиком составляет 4,5—5,5% к весу зерна. Дозировка антисептика, добавляемого в соль, составляет 1% к весу икры-сырца. При производстве зернистой бочоночной икры, имеющей повышенную соленость (5—7%), расход соли составляет 7—10% к весу зерна; антисептики не применяются.

Икру солят небольшими порциями (до 10 кг). В вазу с икрой соль насыпают через мелкое волосяное сито (с размером ячеек не более 3 мм²), чем достигается равномерное распределение соли и антисептика (если он применяется) по всей поверхности засаливаемой икры. Для равномерного просаливания икру тщательно перемешивают с солью руками.

Конец посола устанавливают по органолептическим признакам: икринки становятся более твердыми на ощупь и утрачивают клейкость.

Посол длится не более 3 мин., после чего содержимое вазы немедленно откидывают на сито для отделения образовавшегося тузлука¹. Для ускорения стекания тузлука сито встряхивают. Откидывание икры — операция очень важная, от которой во многом зависят консистенция готовой икры и стойкость ее при хранении.

Полностью удалить тузлук из икры при откидывании ее на сито не удается; около 40% тузлука задерживается на поверхности икринок и, проникая внутрь, вызывает их набухание. По данным Периковой, после посола и 15-минутного стекания вес осетровой икры уменьшается на 2%.

Посоленную икру немедленно укладывают в жестяные лакированные банки емкостью до 2 кг или в дубовые бочки емкостью до 50 л, покрытые изнутри парафином. Укладка слабосоленой икры в банки — весьма ответственная операция, от которой во многом зависит сохранение качества икры при транспортировке и хранении. Банки наполняют икрой обязательно с избытком и без оставления пустот². При правильной укладке икра должна выступать не менее чем на 1,5 см над обрезом корпуса банки.

После наполнения банки закрывают крышками, тщательно отжимают вручную и укладывают для стечки на бок на специальную скамью в форме желоба со стоком для тузлука. В Азово-Черноморском районе принято банки укладывать в гнезда по 5—6 штук в ряд и прижимать деревянным прессом, закрепляемым в колодке.

¹ При откидывании икры вместе с тузлуком удаляется и часть антисептика — до 40% от всего его количества, добавленного к икре при посоле.

² При наличии внутри банки пустот, заполненных воздухом, в икре довольно быстро появляется плесень, вызывающая ее порчу.

После примерно 3-часового стекания тузлука крышки на банках с икрой еще раз отжимают вручную, и затем на специальном приспособлении обтягивают место стыка крышки и банки резиновым кольцом шириной 5—7 см (обрезинивание банок) для предотвращения попадания в банку воздуха и микробов. Готовую баночную зернистую икру следует хранить на холодильнике при температуре от 0 до -4° ; при отсутствии холодильника банки с икрой обычно хранят во льду.

Для транспортировки в пункты потребления банки с икрой упаковывают летом в большие бочки со льдом, а зимой — в ящики. Предварительно по три или четыре банки вместе, в зависимости от их размера, зашивают в чистые бязевые мешочки.

Бочки перед укладкой в них банок с икрой обивают с внутренней стороны изолирующим слоем чакана; затем вставляют в бочку деревянную клеть, в которую ставят мешочки с банками; установив банки с икрой в клеть, набивают оставшееся свободное пространство в бочке льдом. В дне бочки просверливают три-четыре отверстия для стекания талой воды. В одну бочку упаковывают 54 банки с икрой.

Укупоренные бочки пломбируют с обеих доньев.

Ящики перед укладкой в них банок с икрой обивают снаружи и внутри войлоком; свободное пространство между рядами банок в ящике заполняют сухими опилками. В один ящик укладывают 12—18 банок. В летнее время икру перевозят в вагонах-ледниках, а зимой — в отопливаемых вагонах, так как в результате замораживания вкус и консистенция икры ухудшаются. Для сохранения качества икры, подвергнувшейся замораживанию, большое значение имеет способ ее размораживания, которое следует осуществлять как можно медленнее.

Хранение при положительных температурах (выше 2°) также отрицательно влияет на качество икры и значительно сокращает сроки ее хранения. При хранении в тепле в икре под влиянием присущих ей ферментов, а также ферментов, выделяемых микроорганизмами, значительно ускоряется гидролиз белка и жира, что отражается на вкусе и консистенции икры и приводит к ее быстрому прогорканию и скисанию. Икра, хранившаяся при 10° , уже на десятые сутки переходит из I во II сорт.

Приготовление паюсной икры

Для паюсного передела используется любое свежее, доброкачественное зерно независимо от степени его зрелости, прочности оболочек, цвета и размера.

Икру солят мокрым способом — в насыщенном, прокипяченном и перед употреблением подогретом до $40-45^{\circ}$ тузлуке. Предварительное кипячение тузлука необходимо с целью умерщвления микроорганизмов, находящихся в воде и соли не толь-

ко в виде вегетативных клеток, но и спор, а также для получения насыщенного раствора, так как в горячей воде соль растворяется быстрее, и в большем количестве.

Посол икры в подогретом до 40—45° тузлуке является характерной особенностью приготовления паюсной икры; от этого во многом зависят ее вкус, запах и консистенция. Обработка икры в подогретом тузлуке проводится с целью достижения определенной степени коагуляции белков икры и тем самым облегчения прессования и отделения части тузлука из икры без значительной при этом потери питательных веществ. Кроме того, икра приобретает специфический вкус, аромат и консистенцию.

Посол икры производят в ваннах небольшой емкости; продолжается он 2—3 мин. при постоянном перемешивании тузлука.

Окончание посола определяют пробой икры на ощупь: при сдавливании в руке икра должна слабо склеиваться в сплошную массу.

Просолившуюся икру счерпывают из тузлука ситом, закладывают в холщовый мешок и немедленно отжимают под прессом.

Во время прессования икры в первую очередь с ее поверхности удаляется (отжимается) тузлук, кроме того, в некотором количестве теряются жир и азотистые вещества икры.

В начале прессования отжимается только солевой раствор, а затем, по мере раздавливания икринок, через поры мешка начинает просачиваться молочного цвета жидкость, которую непрерывно удаляют рукой. Прессование считается окончанным, когда выделение жидкости замедлится. Мешок с икрой вынимают из-под пресса и переносят на стол для охлаждения.

После охлаждения икру вынимают из мешка и в корыте, а иногда и прямо в бочке перемешивают руками (перекулачивают), чтобы придать ей равномерную консистенцию.

Готовую икру упаковывают в бочки, или банки.

Приготовление ястычной икры

Икру засаливают непосредственно в ястыках мокрым — тузлучным — посолом. Крупные ястыки предварительно разрезают на куски длиной 10—12 см; посол производится в холодном кипяченом насыщенном тузлуке и длится в среднем около 8 мин.

Во время посола ястыки перебирают в тузлуке руками, чтобы они более равномерно просаливались.

Посоленные ястыки выкладывают на сита (решета) и после 5—7-часовой выдержки для стекания тузлука упаковывают в бочки.

Приготовление зернистой пастеризованной икры

Пастеризацией называется процесс тепловой обработки продукта при температуре 55—70°, способствующий уничтожению в нем вегетативных форм микроорганизмов¹. Пастеризация, таким образом, есть частичная неполная стерилизация продукта; применяется она тогда, когда высокая температура, необходимая для стерилизации (100—120°), отрицательно влияет на вкус и консистенцию продукта. При нагревании свыше 70° белки икры свертываются, вследствие чего ухудшаются ее вкус, цвет, запах и консистенция.

Пастеризованные продукты, подвергавшиеся однократному умеренному прогреванию, обычно не выдерживают продолжительного хранения и портятся в результате развития сохранившихся в них спор микроорганизмов. Для того чтобы убить в продукте споры микроорганизмов, применяют дробную или повторную пастеризацию, предложенную Тиндалем и названную тиндализацией.

Сущность тиндализации заключается в том, что после первого прогревания продукт выдерживают при благоприятной для прорастания спор температуре (в термостате), после чего повторно прогревают для умерщвления развившихся вегетативных клеток. Если этого оказывается недостаточно, продукт снова выдерживают в термостате и прогревают в третий раз.

Метод трехкратной пастеризации икры осетровых был впервые разработан и применен ВНИРО в 1926—1931 гг.² Позднее, в 1948—1950 гг., работами ВНИРО была доказана также возможность получения достаточно стойкой при хранении пастеризованной икры с применением однократного прогрева.

Последнее время пастеризация зернистой осетровой икры в нашей стране получила довольно широкое распространение. По вкусовым свойствам она отличается от обычной зернистой икры.

Известны два способа приготовления пастеризованной икры, а именно: из свежей икры и соленого полуфабриката.

В первом случае свежую икру солят обычным зернистым переделом и после откидки тузлука немедленно расфасовывают в герметичные небольшие банки и подвергают пастеризации.

Во втором случае для пастеризации используют обычную соленую баночную зернистую икру не ниже I сорта.

Расфасовывают икру для пастеризации в стеклянные банки емкостью от 28 до 112 г (рис. 55), закрываемые жестяными

¹ Этот способ консервирования пищевых продуктов впервые ввел Пастер, в честь которого он и получил свое название. При пастеризации икры частично разрушаются ферменты самой икры, что также способствует продлению сроков ее хранения.

² Первые попытки пастеризовать лососевую икру были сделаны на Дальнем Востоке в 1920 г. мастером рыбокомбината Нижнее Пронге П. В. Мучковым.

крышками. Перед укладкой икры банки и крышки тщательно моют, сушат и стерилизуют путем прогрева сухим жаром.

Заполненные икрой банки герметически укупоривают под вакуумом на специальных машинах.

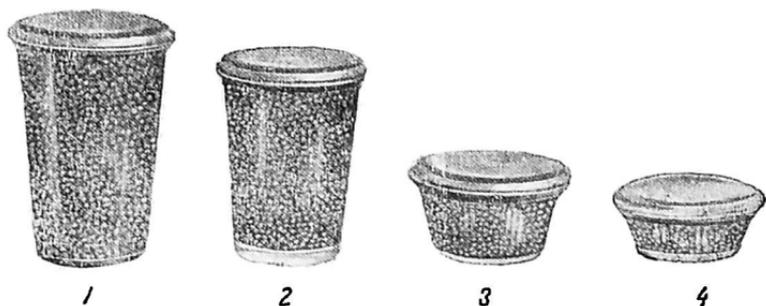


Рис. 55. Банки, наполненные икрой, вместимостью (в г):
1—168; 2—112; 3—56,7; 4—28,4.

Пастеризация производится путем прогрева банок с икрой в воде при температуре 60° в специальном аппарате — пастеризаторе. Воду в пастеризаторе предварительно перед загрузкой

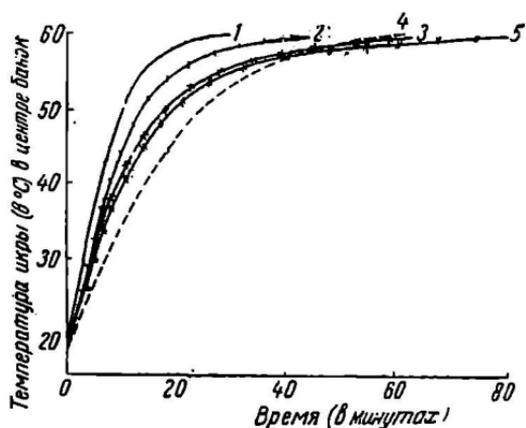


Рис. 56. Кривые прогрева икры в центре банок в процессе пастеризации при температуре до $60-61^{\circ}$:

1—28,4-граммовая банка диаметром 56—42 мм;
2—56,7-граммовая банка диаметром 61—46 мм;
3—112-граммовая банка диаметром 56—43 мм,
высотой 82 мм; 4—168-граммовая банка диа-
метром 61—46 мм, высотой 97 мм; 5—112-грам-
мовая банка диаметром 81—50 мм, высотой
40 мм.

банок с икрой нагревают до $62-63^{\circ}$ с расчетом понижения ее температуры до 60° во время загрузки пастеризатора.

Продолжительность прогрева икры зависит от размеров и формы банок. На рис. 56 приводятся кривые прогрева икры в центре банок различных размеров после погружения их в нагретую до $60-61^{\circ}$ воду.

Формулы однократной пастеризации икры в принятых в настоящее время банках имеют следующий вид:

$$\text{для банки вместимостью } 28,4 \text{ г} \\ \frac{30-180-20}{60^{\circ}},$$

$$\text{для банки вместимостью } 56,7 \text{ г} \\ \frac{45-180-20}{60^{\circ}},$$

$$\text{для банки вместимостью } 112,0 \text{ г} \\ \frac{60-180-20}{60^{\circ}}.$$

Первые числа (30, 45 и 60) в числителе показывают время прогревания икры в центре банки до температуры 60° , вторые числа (180) — время собственно пастеризации икры и третьи (20) — время охлаждения банок с икрой холодной водой после изъятия из пастеризатора. Во всех случаях время выражено в минутах.

Пастеризованную икру в настоящее время выпускают только зернистым переделом однократной и двукратной пастеризации. Икра двукратной пастеризации отличается более нежной консистенцией. Пастеризовать паюсную икру, как показала промышленная проверка, нет необходимости, так как она содержит небольшое количество влаги и поэтому достаточно стойка при хранении; пастеризация не увеличивает сроков ее хранения.

Доброкачественная пастеризованная зернистая икра, по данным Т. И. Макаровой и Т. В. Сергеевой, должна содержать (на 100 г икры): небелкового азота не более 30 мг, аминного азота не более 100 мг, азота летучих оснований не более 25 мг; кислотность икры не должна превышать 3 мг КОН на 1 г икры; кислотное число жира не более 3,5 г КОН на 1 г жира. В случае заготовки сырца с антисептиком содержание борных препаратов в пересчете на буру не должно превышать 0,6%.

Разносторонние исследования процесса пастеризации икры тихоокеанского лосся в 1951—1954 гг. были проведены И. И. Лапшиным, который предложил для банки вместимостью 112 г прогревать икру при 65° в течение 1 часа (собственно пастеризация). Согласно его исследованиям, при этом режиме пастеризации не происходит расщепления белка и жира, рН икры остается неизменным, а микробиологическая обсемененность ее снижается до сотых долей процента. В икре, пастеризованной по этому режиму, наличие кислой реакции (рН 5,67—5,40) и содержание поваренной соли ($\sim 4,7\%$) создают неблагоприятные условия для развития остаточной микрофлоры.

Пастеризованная икра несколько отличается от обычной соленой икры по запаху и цвету — она несколько бледнее и имеет

легкий запах сваренного белка. Вкус продукта вполне удовлетворительный, а возможность транспортировки и хранения его при обычных условиях до 3 месяцев является весьма важным преимуществом.

КОНСЕРВИРОВАНИЕ ИКРЫ ЧАСТИКОВЫХ И ДРУГИХ РЫБ

Икру частичковых рыб консервируют смесью соли и калийной селитры, не являющейся консервирующим веществом, но улучшающим цвет икры.

Икру частичковых солят в ястыках или после протирки ястыков через грохотку. Первым способом готовят икру воблы и тарани, известную под названием тарамы, и икру судака и балхашского окуня — галаган. Вторым способом готовят икру сазана, судака, леща, жереха, кутума, воблы, щуки, язя, тарани, сибирской плотвы, балхашского окуня, а также сиговых, тресковых и сельдевых рыб, бычков и пинагора. Икра, посоленная после протирки через грохотку, называется пробойной.

Приготовление ястычной икры воблы и тарани — тарамы

Лучший продукт получается из ястыков воблы и тарани, выловленных ранней весной, когда икра еще не вполне созрела, а ястыки довольно прочные. Несозревший ястык отличается блеском и заметными прослойками жира.

Ястыки икры помещают в деревянное корыто, посыпают равномерным слоем смеси поваренной соли и калийной селитры, взятых из расчета: соли — осенью и ранней весной 12%, а в конце весны 14%, селитры — 0,15% от веса ястыков. Ястыки осторожно перемешивают с солью и селитрой от одного конца корыта к другому, повторяя эту операцию не менее 3—4 раз.

Подсоленную икру немедленно перекладывают в бочки, выстланные смоченной в солевом растворе и слегка просушенной салфеткой из отбеленной бязи или миткаля, имеющей форму мешка. С обоих доньев под салфетку кладут лавровый лист по 20 штук на бочку. Бочку заполняют икрой несколько выше краев, прикрывают сверху концами выступающей бязи и верхним днищем. В таком виде икру выдерживают 3—5 суток в зависимости от температуры помещения.

Для удаления образовавшегося тузлука, икру ставят на стечку, для чего ослабляют у бочек верхние обручи. Продолжительность стечки 1—3 суток. Затем бочки докладывают (дополняют) икрой того же качества и укупоривают.

Приготовленная указанным способом тарамя является полуфабрикатом. Для получения созревшего продукта необходимо выдерживать икру при температуре 8—10° в течение 10—15 дней и более. При понижении температуры срок созревания соответственно удлиняется. При созревании икра приобретает характерный приятный запах.

Приготовление ястычной икры судака — галагана

Посол ястыков производится в специальных сухих ларях, у которых переднюю стенку делают разборной для удобства заполнения ларя и выборки высоленных ястыков. Дно ларя на высоте 10—15 см от пола имеет отверстия для свободного стока тузлука. Примерные размеры ларя 250×80×150 см. Внутри ларь выстилают рогожами, сшитыми шпагатом.

Техника посола следующая: ястыки на столах-солилах обваливают со всех сторон в соли помола № 1, смешанной с селитрой из расчета 100 г на 100 кг соли, укладывают на доску и снова посыпают солью. Перед загрузкой ларя на дно его насыпают слой крупной соли (помола № 3) толщиной 1,0—1,5 см. Ястыки вместе с солью с доски сбрасывают на ларь; при этом строго следят за тем, чтобы между ястыками в ларе была прослойка из соли; каждый ряд ястыков посыпают солью крупного помола. Последовательно чередуя ястыки со слоями крупной соли, ларь доверху заполняют икрой.

При посоле расходуется до 16% мелкой соли и до 17% крупной соли. Общий расход соли равен 30—33% от веса ястыков.

Высоленные ястыки (полуфабрикат) моют в солевом растворе удельного веса 1,16. В раствор добавляют до 0,2% селитры. Мойку производят в ваннах небольшой емкости в решетках с дном из сетной дели. Каждую партию ястыков промывают последовательно в трех ваннах и переносят на столы для сортировки. Рассортированные ястыки укладывают в бочки, дно которых предварительно выстилают двумя слоями пергамента¹.

Приготовление пробойной икры

Икру протирают через грохотку и в количестве не свыше 0,5 ц переносят в ванну и посыпают сверху смесью соли и селитры из расчета от 10 до 14% соли и 0,1% к весу икры калийной селитры. Перемешивают икру деревянной мешалкой. В начале просаливания икра разжижается вследствие образования тузлука, но при дальнейшем перемешивании набухает и густеет. Перемешивание прекращают, когда икра больше не прилипает к мешалке. Продолжительность посола зависит от температуры икры: при температуре 5—10° процесс продолжается 25—30 мин., при 15° — 15—20 мин.

Просолившуюся икру укладывают в бочки, накрывают деревянным кругом (днищем), а сверху брезентом и оставляют стоять 3—4 дня. Затем у бочек ослабляют верхние обручи и в таком виде оставляют на 1—2 суток весной и на 2—3 суток осенью для стекания образовавшегося тузлука. По истечении указанного срока бочки дополняют икрой того же качества, а затем закупоривают.

¹ После посола вес икры судака уменьшается на 20%.

Убирают икру в заливные бочки емкостью до 100 л, сделанные из липовой, дубовой, осинной или еловой клепки; на дно и под крышку бочек кладут кружки пергамента.

Потери в весе икры при посоле составляют 8—20% в зависимости от качества сырья и содержания соли в готовой икре.

Химический состав соленой икры частиковых рыб приведен в табл. 87 (по данным ВНИРО).

Т а б л и ц а 87

Вид продукта	Химический состав икры в %			
	влага	белок	жир	соль
Икра пробойная вобельная				
весенняя	59,0	23,5	3,9	10,0
осенняя	55,3	25,2	5,8	10,1
Икра пробойная лещовая				
весенняя	58,3	24,5	2,7	9,8
осенняя	57,0	28,0	4,2	8,1

Приготовление нельмовой и сиговой пробойной икры с применением посола в тузлуке¹

Приготавливать пробойную икру с применением посола в тузлуке можно из ястыков нельмы, муксуна, чира и других сиговых рыб, а также из щуки, налима и корюшки.

Рассортированные по качеству и видам рыбы ястыки в течение 2—3 мин. промывают в чистой пресной воде, имеющей температуру не выше 10°.

После стекания ястыки протирают через грохотку из хлопчатобумажной нитки для отделения икры от соединительной ткани и пленок; при значительном поступлении икры можно использовать бутару. Собирать пробитую икру следует в ящики или носилки с сетчатым дном, что способствует лучшему удалению из нее влаги.

Посол икры производят в насыщенном тузлуке. Соль для приготовления тузлука должна содержать минимальное количество примесей солей магния и кальция. При отсутствии достаточно чистой соли необходимо заранее заготовить нужное количество ее из обычной промысловой соли, промыв последнюю несколько раз насыщенным тузлуком для удаления вредных примесей; сушить промытую соль при этом необязательно.

¹ Этот раздел написан по материалам К. А. Башкирова.

Особое внимание следует уделять вкусу соли: если 5%-ный раствор ее (на 1 л воды берут 60 г соли) имеет привкус горечи или другие не свойственные соли привкусы, для посола икры ее использовать не следует, так как в посоленном продукте будут ощущаться эти же привкусы.

Солят икру в обрезках. Тузлук берут в тройном количестве по отношению к весу икры. Температуру тузлука поддерживают в пределах 12—15°. На дно обреза насыпают 3—5 кг крупной чистой соли для подкрепления тузлука, концентрация которого в процессе посола икры может уменьшиться.

Во время посола икру непрерывно перемешивают с тузлуком деревянной мешалкой. Наличие на поверхности тузлука значительного количества оболочек от лопнувших икринок свидетельствует о неправильной пробивке икры (чрезмерный нажим на ястыки).

Посол нельмовой икры длится 2—5 мин., щучьей и налимыей 2—4 мин., сиговой и корюшковой 2—3 мин.

Посоленную икру помещают в корзины или решета, в которых ее выдерживают 4—10 час. для стекания избытка тузлука.

Окончание этой операции определяют по сухости (рассыпчатости) зерна и отсутствию капель тузлука на дне корзины или решета. После стекания икру убирают в бочки.

Перед укладкой икры обручи ослабляют, бочки заполняют икрой до краев; заполненные бочки выдерживают для осадки икры 12—15 час., после чего докладывают икрой того же качества и укупоривают.

Приготовление вяленой икры лобана, кефали и пелагиды

Икра лобана и кефали имеет очень мелкие зерна, а оболочка ястыка у них очень тонкая. Кроме того, ястык очень плотно прилегает к внутренним стенкам брюшка. По этим причинам рыбу с целью извлечения ястыка разделяют крайне осторожно, чтобы не нарушить его целостности.

Промытые в охлажденной воде ястыки после сортировки по размерам укладывают в дубовую посольную ванну, на дно которой предварительно насыпают соль. Каждый слой ястыков, в свою очередь, также засыпают солью в смеси с мелкодробленым льдом. Для посола применяют соль помола № 1. Укладывать ястыки в посольную ванну следует слоем не выше 40 см; верхний слой ястыков засыпают смесью льда и соли, а затем покрывают рогожей или мешковиной, после чего содержимое ванны заливают тузлуком удельного веса 1,18—1,19. Ястыки лобана солят в течение 6—7 час., а кефали до 3 час. [86].

Посоленную икру вынимают из ванны и на 40—50 мин. укладывают на стеллажи для стекания, во время которого происходит частичное выравнивание содержания соли в толще ястыков.

Однако поверхностные слои ястыков оказываются все же более солеными, чем внутренние; поэтому для их опреснения ястыки около 30 мин. отмачивают в воде при соотношении воды и икры 2 : 1. После отмочки ястыки провяливают. Вяление ястыков производится на открытом воздухе (лучше под навесом) в течение 25—40 дней. На 15—20-е сутки на поверхности ястыка обычно выкристаллизовывается соль, для удаления которой с целью придания товару более привлекательного вида ястыки парят, т. е. дополнительно отмачивают в течение 20—30 мин. в воде, нагретой до 40—50° [86].

После подсушки и сортировки по качеству поверхность высушенных ястыков покрывают слоем воска толщиной 1,5—2 мм. Ястыки с хорошо приставшей восковой оболочкой могут храниться при нормальной температуре до года, тогда как в ястыках, не покрытых воском, жир прогоркает уже через 1—1,5 месяца.

Готовые ястыки убирают в ящики вместимостью 15—16 кг, выстланные пергаментом; каждый ряд ястыков также перекладывают пергаментом.

Вяленая икра кефали и лобана содержит 4—5% соли [86]. Приготовление вяленой икры пелагиды отличается следующими особенностями. Вес ястыков у пелагиды составляет 8—9% от веса всей рыбы. Посол ястыков производится в насыщенном тузлуке в течение 2 час., после чего ястыки отмачиваются в течение получаса. Для удаления воды отмоченные ястыки 2—3 дня выдерживают под прессом, после чего вялят на воздухе в течение 10—12 суток.

Содержание соли в вяленой икре пелагиды 9—10%; выход икры составляет 28—30% от веса свежих ястыков.

Приготовление пастеризованной икры частиковых рыб

Технологический процесс приготовления пастеризованной икры сазана, леща, жереха, воблы, судака и щуки, разработанный ВНИРО, заключается в следующем.

После тщательной мойки у рыбы разрезают брюшко, ястыки вынимают и немедленно сортируют по качеству. Ястыки, сильно поврежденные (перерезанные или порванные), загрязненные кровью и желчью, для приготовления пастеризованной икры непригодны.

Икру пробивают через грохотку порциями не более 20 кг в чистые предварительно тарированные вазы, ополоснутые хлорированной водой, и в этих вазах немедленно засаливают сухой славянской солью (дозировка 4—5% от веса икры).

Соль и икру в вазе тщательно перемешивают веселкой в течение 10—15 мин., пока икра не начнет загустевать (набухать). Посоленную икру возможно скорее расфасовывают в банки,

чтобы предотвратить значительное обсеменение продукта микроорганизмами. Икру расфасовывают в жестяные банки № 4 вместимостью 220 г и в стеклянные банки вместимостью до 250 г.

Икру укладывают в банки чистой столовой ложкой или специальной лопаточкой, после чего немедленно накрывают крышкой и укупоривают на обычных закаточных машинах. Укупоренные банки обмывают теплой водой и немедленно направляют для пастеризации, которую производят в специальных аппаратах прогреванием банок с икрой в воде, нагретой до 70°. Пастеризация применяется двукратная.

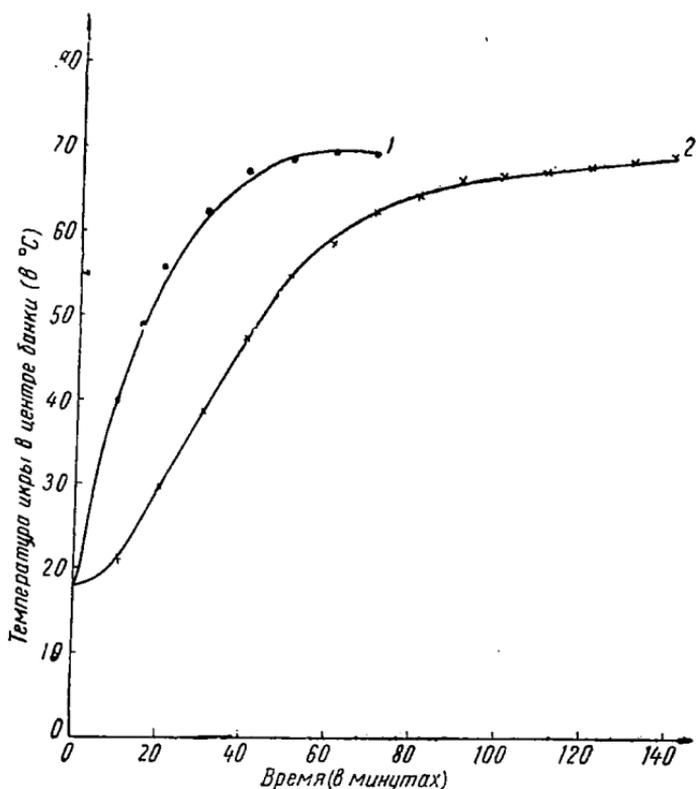


Рис. 57. Прогревание икры в различных банках:
1—кривая температуры в центре банки № 4; 2—кривая температуры икры в центре банки № 83Т.

Кривые, характеризующие прогреваемость икры в центре банки № 4 и 83Т во время пастеризации, по данным Т. И. Макаровой и Т. В. Сергеевой, приведены на рис. 57. Продукт в центре банки № 4 прогревается до 70° в течение 50 мин., а в банке № 83Т — 140 мин.

После первого прогревания банки с икрой охлаждают в ванне с холодной проточной водой в течение 20 мин. (до температуры 20—25° в центре банки), а затем выдерживают в течение

суток в термостате при температуре 24°; после вторичного прогревания и охлаждения банки с икрой передают на упаковку.

Формула пастеризации икры в банке № 4 имеет следующий вид:

$$\frac{50 - 60 - 20}{70^{\circ}} - \frac{1440}{24^{\circ}} - \frac{50 - 60 - 20}{70^{\circ}}$$

Первая дробь в формуле характеризует режим первого прогревания, вторая дробь — режим термостатной выдержки и третья дробь — режим второго прогревания.

В числителе дробей время дано в минутах; первое число (50) показывает продолжительность прогревания икры в центре банки до температуры 70°; второе число (60) — продолжительность собственно пастеризации икры и третье число (20) — продолжительность охлаждения; числитель второй дроби (1440) обозначает длительность термостатной выдержки.

Пастеризованная частичковая икра, согласно анализам Т. В. Сергеевой, имеет следующий химический состав (табл. 88).

Т а б л и ц а 88

Вид икры	Химический состав икры в %			
	вода	NaCl	белок	жир
Икра сазанья	61,5	5,3	25,1	1,2
Икра лещевая	60,7	5,2	26,4	1,4

Пастеризованная частичковая икра имеет очень привлекательный вид и хороший вкус. От икры обычного посола она отличается меньшей соленостью, несколько вязущей консистенцией и слабым кислотным привкусом.

Применением пастеризации достигается значительное увеличение продолжительности хранения малосоленой икры.

ГЛАВА X. СУШКА РЫБЫ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Сушка рыбы впервые стала применяться в древней Вавилонии и Египте около 5000 лет до н. э., а также жителями, населявшими берега Персидского залива и Красного моря [70].

2000 лет спустя (3000 лет до н. э.) сушеная рыба уже имела весьма важное значение в торговле финикийских городов-государств, из которых особенно выделялся город Сидон (город рыбной ловли). Финикийские города в течение более двух тысячелетий являлись главными поставщиками сушеной рыбы многим государствам, расположенным в бассейне Средиземного моря, в том числе и Египту [70].

Вяление рыбы в том смысле, как это мы понимаем теперь, по-видимому, впервые стали применять киммерийцы и другие народности, жившие на побережье Каспийского и Азовского морей [38, 42]. Греки, начав в VII в. до н. э. торговые отношения с этими народами, скупая у них рыбу, безусловно, переняли у них и некоторые способы ее обработки и, в частности, вяление.

Сушеные рыбные продукты в древней Греции назывались *melandrya* (меландрия); из осетров и тунцов греки готовили продукты, весьма похожие на балычные товары нашего времени [196].

Русский народ, ведя активную торговлю с Византийским государством и странами Востока, уже в период оформления Киевского государства (IX в.), безусловно, умел сушить и вялить рыбу. По материалам Скальковского [150], тысячи «бурлаков» со всех концов западной и южной России собирались в устье Дона для лова рыбы (X в.). Сухая и вяленая рыба, приготовленная русскими в устье Дона, развозилась по всей России, в больших количествах вывозилась в другие государства [125, 150].

Есть основания считать, что норвежцы и шведы (норманы), ведя торговлю с Византией через русскую территорию, по сушке и вялению рыбы использовали опыт русских и других народностей, населявших Восточную Европу и Ближний Восток.

С развитием рыболовства и, в частности, добычи трески (XIV в.) на Европейском Севере значительное количество ее

после предварительной разделки на пласт направлялось на сушку¹.

Так постепенно этот способ консервирования с берегов Средиземного, Черного и Каспийского морей проник на север и стал в наше время в таких странах, как Норвегия, Канада и Исландия, довольно распространенным способом при обработке тресковых рыб.

По данным Каттинга [192], в странах, занимающихся ловом трески в Атлантике, сушкой сохраняется около 9 млн. ц трески, или 50% ее годового улова в этом бассейне.

Качество сушеной трески довольно низкое. Высушенную треску отправляют главным образом в Западную Африку, в страны Латинской Америки и Карибского моря.

В нашей стране сушка трески не получила большого распространения, тогда как вяление многих рыб, особенно в Волго-Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах, имело и имеет в настоящее время большое значение. Ежегодно в СССР с применением сушки и особенно вяления заготавливается около 150 000 ц рыбных продуктов.

Сушка (обезвоживание) применяется не только с целью консервирования рыбы, но в большинстве случаев для получения продукта с определенными вкусовыми свойствами. Поэтому процесс высушивания при производстве сушеных и особенно вяленых продуктов нельзя рассматривать только как механическое удаление влаги из рыбы.

Для производства сушеной и вяленой продукции в настоящее время используются лещ, вобла, тарань, рыбец, кефаль, шемая, треска, судак, щука, снеток, бычки, корюшка и другие рыбы. Кроме того, сушка при производстве некоторых видов консервов (сардины) и балычных изделий, является важным процессом, улучшающим вкус, консистенцию и внешний вид продукта.

Существует два основных способа сушки: горячий и холодный. Горячая сушка осуществляется только в искусственных условиях — в специальных сушильных установках; температура сушки колеблется от 80 до 200°. Холодная сушка осуществляется в искусственных и естественных условиях при температуре воздуха до 40°.

КЛАССИФИКАЦИЯ РЫБНЫХ СУШИЛОК

Конструкции сушилок весьма разнообразны, но если исходить только из давления, при котором осуществляется сушка, и способа организации процесса (периодический или непрерывный), их можно разделить на две группы: атмосферные периодическо-

¹ Сушку трески впервые применили новгородцы в XII в. В XV в. в Соловецком монастыре сушили треску в значительном количестве [123, 131, 137].

го или непрерывного действия и вакуумные периодического или непрерывного действия.

Атмосферные сушилки периодического действия характеризуются прерывностью работы, связанной с периодичностью загрузки и выгрузки рыбы. Этот тип сушилок имеет до сих пор большое распространение при производстве пищевой рыбной продукции (сушеная рыба), но теперь уже является редкостью при производстве непищевой сушеной рыбной продукции (кормовая мука, тук).

Сушилки периодического действия малоэкономичны; они требуют значительного расхода тепла на нагревание камеры перед загрузкой в нее рыбы, а также большой затраты ручного труда; в этих сушилках довольно трудно поддерживать равномерную температуру высушиваемого материала; однако эти сушилки имеют известные преимущества, заключающиеся в том, что они просты по конструкции и в эксплуатации. Такие сушилки целесообразно применять, когда требуется длительная сушка или высушивается рыба различного размера и способа разделки, что связано с частой сменой режима сушки.

Атмосферные сушилки непрерывного действия характеризуются непрерывной загрузкой и выгрузкой рыбы и постоянством процесса во времени, который легко поддается регулированию. Для сушки рыбы обычно применяются так называемые прямоточные сушилки, т. е. когда сушильный агент (нагретый воздух) и рыба движутся в сушилке в одном направлении.

Атмосферные сушилки непрерывного действия получили большое распространение на утилизационных заводах при выработке рыбной кормовой муки. При производстве пищевой сушеной рыбы такие сушилки не применяются из-за длительности процесса сушки рыбы в целом (неизмельченном) виде, что вынуждает делать сушилки слишком больших размеров.

Вакуумные сушилки периодического и непрерывного действия еще не получили большого производственного применения в рыбной промышленности, но им, безусловно, принадлежит будущее. Сушка рыбы в вакуумных сушилках осуществляется при давлении меньше атмосферного, в некоторых случаях применяется значительный вакуум ($p_{\text{отн}} = 0,5-1,0$ мм рт. ст.).

Особенности конструкции этих сушилок будут специально рассмотрены в следующей главе.

СУШИЛКИ ДЛЯ ХОЛОДНОЙ СУШКИ РЫБЫ

Сушилки для холодной сушки рыбы бывают с естественной и искусственной циркуляцией воздуха.

Сушилки с естественной циркуляцией воздуха

Принцип работы данных сушилок заключается в том, что наружный воздух после соприкосновения с нагретой стенкой ка-

лорифера под влиянием естественной тяги, создаваемой в вытяжной трубе, поступает в сушильную камеру, проходит сквозь ряды рыбы, отнимая от нее влагу, и удаляется из камеры.

Сушилка состоит из трех основных частей: специальных устройств (калорифер, влагопоглотитель и др.) для повышения сушильных качеств наружного воздуха; сушильной камеры, где нагретым воздухом осуществляется сушка материала (рыбы); вентиляционной системы.

Существует два типа конструкций сушильных аппаратов с естественной циркуляцией воздуха, работающих на противоположных принципах.

Сушилка с подачей нагретого воздуха к рыбе сверху. Устройство сушилки показано на рис. 58.

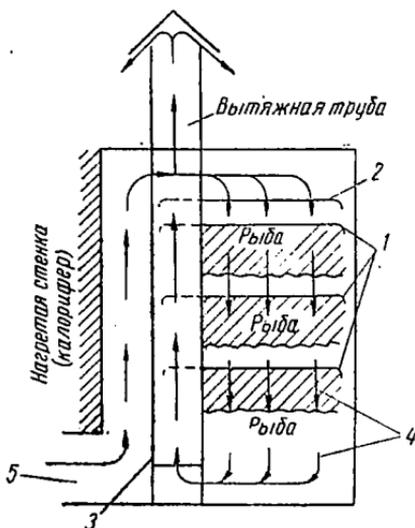


Рис. 58. Сушилка с подачей нагретого воздуха к рыбе сверху: 1—полочки; 2—ложный потолок; 3—ложная сетка; 4—стрелками показано движение воздуха; 5—канал для свежего воздуха.

Через канал наружный воздух поступает в калориферное пространство. Нагреваясь в калорифере, он заполняет верхнюю часть сушильной камеры, постепенно проникая через щели в ложном потолке в рабочую часть камеры. При соприкосновении воздуха в процессе сушки с влажным и более холодным материалом (рыбой) абсолютная

влажность его повышается, а температура понижается. Вследствие этого удельный вес воздуха увеличивается и он опускается вниз; по мере движения книзу, соприкасаясь с рыбой, воздух еще более увлажняется, и температура его продолжает понижаться. Таким образом, в основу циркуляции воздуха внутри камеры положен принцип увеличения его удельного веса вследствие увлажнения и понижения температуры.

Воздух, прошедший сквозь ряды рыбы, удаляется из камеры; этот тип сушилок был разработан Гипрорыбпромом для приготовления соленосушеных продуктов из тихоокеанского лосося.

Проф. Грум-Гржимайло и другие сторонники этого принципа сушки разрабатывали его для материалов, требующих температуры сушки не ниже 80°. В этом случае удаление воздуха из камеры под влиянием сравнительно большой разности температур между воздухом внутри камеры и наружным осуществляется достаточно быстро.

При холодной сушке рыбы разность температур между воздухом внутри камеры (максимум 40°) и наружным является не-

достаточной (особенно в теплое время года) для поддержания нормальной циркуляции воздуха в камере.

Кроме отмеченного основного недостатка, в сушилках этого типа имеются следующие весьма существенные эксплуатационные недостатки¹.

1. Неравномерность сушки рыбы по высоте камеры, заключающаяся в том, что верхние ряды рыбы сохнут быстрее, чем нижние. Это хорошо видно на графике (рис. 59), отражающем

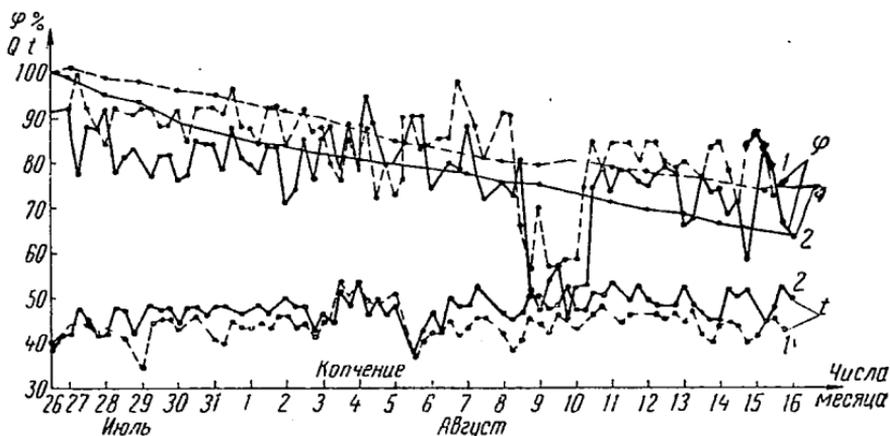


Рис. 59. График изменения веса рыбы, относительной влажности и температуры воздуха в сушилке:

1—кривые веса G , относительной влажности φ и температуры t воздуха и дыма в первом нижнем ряду сушильной камеры; 2—кривые веса G , относительной влажности φ и температура t воздуха и дыма в верхнем ряду сушильной камеры.

изменение веса рыбы, относительной влажности и температуры воздуха при сушке балыков летней амурской кеты (производство полусухих продуктов²), развешенных в верхних и нижних рядах сушилки.

Наблюдения за изменением температуры и относительной влажности воздуха в камере и изменением веса рыбы проводили четыре раза в сутки (через каждые 6 час.).

Балыки, развешенные в верхней части камеры (третий ряд), после 20 суток сушки содержали 14% воды, а развешенные в нижней части камеры (первый ряд) — 51%.

Как видно из рис. 59, в первый день сушки рыба, развешенная в нижнем ряду, не сохла, а наоборот, даже увлажнялась. Для выяснения причины этого явления необходимо проследить за изменением температуры и относительной влажности воздуха в верхнем и нижнем рядах.

¹ Работа этих сушилок автором изучалась на Озерпахском комбинате при участии специалистов завода — Никольской, Поляковой, Новиковой и Козловой.

² Полусухими продуктами мы называем рыбу с содержанием влаги в пределах 40—45%.

В первые дни сушки температура воздуха при соприкосновении его с влажной рыбой, развешенной в верхних рядах, понижалась, а относительная влажность увеличивалась так сильно, что увлажненный воздух, поступая в нижнюю часть камеры, уже не обладал сушильными качествами. Более того, избыток влаги воздух отдавал рыбе нижнего ряда, увлажняя ее, в результате чего вес рыбы увеличивался.

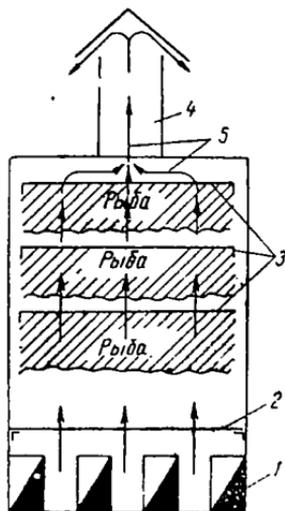


Рис. 60. Сушилка с подачей нагретого воздуха к рыбе снизу:

1—калорифер; 2—ложный пол; 3—полочки; 4—вытяжная труба; 5—стрелками показано движение воздуха.

Относительная влажность воздуха в нижнем ряду в первые 5 дней сушки, за немногими исключениями, превышала 90%.

2. Неудобство наблюдения за высушиваемой рыбой. Как уже говорилось выше, наиболее быстро высыхают верхние ряды рыбы. Кета, разделанная на балык, в верхних рядах высыхает на 6 и более дней раньше, чем в нижних рядах. Учитывая это, необходимо вести наблюдения за верхними рядами рыбы, однако нижние ряды рыбы затрудняют контроль за процессом. Чтобы выгрузить из верхних рядов камеры уже высушенную рыбу, необходимо разгружать всю камеру.

3. Трудность регулирования температуры сушки. Подпарка и скисание рыбы в верхних рядах под влиянием высокой температуры, омыление и плесень в нижних рядах ввиду низкой температуры и

недостаточной циркуляции воздуха — довольно частые явления при сушке рыбы в сушилках этого типа. Из-за указанных недостатков данный тип сушилок не получил сколько-нибудь значительного распространения в промышленности.

Сушилки с подачей нагретого воздуха к рыбе снизу. В сушилках этого типа калорифер расположен внизу; он закрыт деревянными решетками и служит одновременно полом сушильной камеры (рис. 60).

Работа сушилки осуществляется следующим образом: наружный воздух, нагреваясь в каналах, расположенных между дымовыми трубами калорифера, поднимается вверх и под действием теплового напора и тяги в вытяжной трубе, проходит сквозь ряды высушиваемого материала (рыбы) и удаляется из камеры.

Более сильная циркуляция воздуха, удобство обслуживания, меньшая площадь, занимаемая сушилкой, делают рассматриваемую конструкцию более совершенной, чем конструкция с подачей воздуха к рыбе сверху.

Незначительное отставание скорости высушивания верхних рядов рыбы не осложняет работу, так как нижние ряды легко можно удалить из камеры, а затем продолжать сушить рыбу, развешенную в верхних рядах. Несколько таких сушилок для приготовления сушено-копченых балыков и боковников из кеты и горбуши были построены на предприятиях в среднем течении Амура.

Сушилки корейского типа (корейские каны) и обычные промысловые коптильные печи фактически являются прототипом таких сушилок.

Сушилки с искусственной циркуляцией воздуха

Принцип работы сушилок этого типа заключается в том, что забираемый снаружи воздух прогоняется вентилятором через калорифер, затем через высушиваемый материал (рыбу), расположенный в сушильной камере, и удаляется из сушилки. В калорифере сушильные качества воздуха повышаются вследствие его нагревания; в сушилках последних, более совершенных конструкций воздух дополнительно осушается. К этому типу сушильных устройств относятся туннельные и башенные сушилки, широко применяемые в промышленности; особенности их конструкций разбираются при описании копчения рыбы.

СУШИЛКИ ДЛЯ ГОРЯЧЕЙ СУШКИ РЫБЫ

При горячей сушке воздухом, нагретым до 200°, происходит интенсивное испарение из рыбы влаги, которая удаляется из сушильной камеры в виде пара через вытяжную трубу или специально для этого сделанные отверстия.

Чем скорее удаляется из сушильной камеры насыщенный парами воды воздух и заменяется притоком сухого, нагретого до нужной температуры воздуха, тем быстрее идет сушка. При плохой вентиляции сушка идет медленно, что особенно опасно при сушке низкими температурами, так как сырая рыба киснет и происходит порча продукта¹. Поэтому в сушилке должны быть обязательно устроены приспособления для регулирования подачи холодного воздуха к нагревательному устройству калорифера и удаления из камеры горячего воздуха, насыщенного парами воды.

Необходимо также учитывать, что при слишком сильной вентиляции воздух не успевает нагреваться, вследствие чего происходит остывание сушильной печи, что увеличивает продолжительность сушки и может привести к снижению качества и даже порче продукта.

¹ Кисание рыбы характерно для холодной сушки рыбы, однако такие дефекты наблюдаются и при горячей сушке, когда водяные пары удаляются из сушилки медленно.

Кроме специальных сушилок, для сушки рыбы используются также русские печи, реже — печи хлебопекарные и овощные сушилки.

Печи русские с периодическим сжиганием топлива

Эти печи в нашей стране с древних времен применяются для сушки рыбы, в частности снетка.

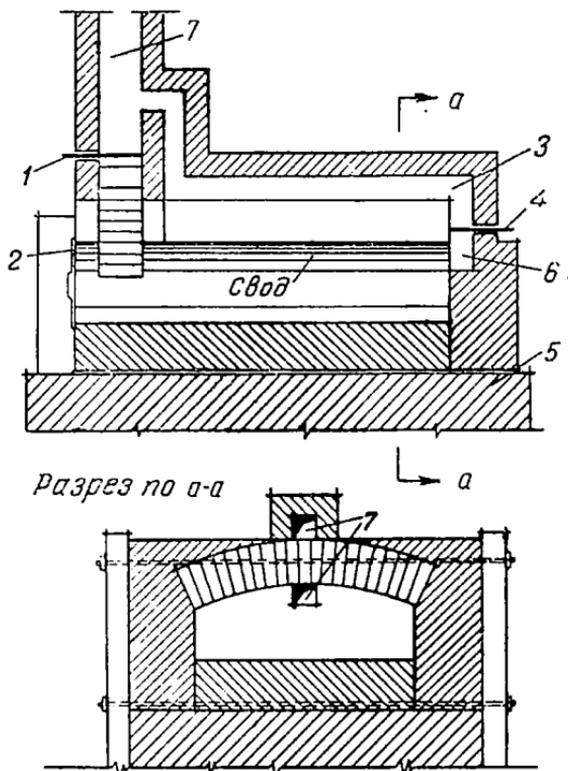


Рис. 61. Русская печь:

1—заслонка; 2—заслонка; 3—вентиляционный канал; 4—заслонка; 5—фундамент; 6—вентиляционный канал; 7—главный канал для выхода водяных паров и дыма.

В заслонке русской печи (рис. 61) для циркуляции воздуха делают две горизонтальные щели (верхнюю и нижнюю) длиной 8—10 см и шириной 2 см. Нижнюю щель вырезают у пода печи, а верхнюю — на расстоянии 5—6 см от свода печи. При изготовлении заслонки с козырьком вырезают только нижнюю щель у пода печи шириной 2 см, а верхняя щель образуется между заслонкой и стыком свода печи. При помощи этих щелей и задвижки дымовой трубы регулируют подачу и удаление воздуха из печи.

Сушка рыбы в русских печах производится следующим образом. Перед сушкой рыбы печь протапливают. С этой целью в больших русских печах дрова сначала раскладывают и сжигают около задней (дальней) стенки печи, а после того как они прогорят, угли сгребают ближе к передней стенке и на них сжигают вторую порцию дров. В печах небольших размеров дрова сжигают только в одном месте — у задней стенки печи.

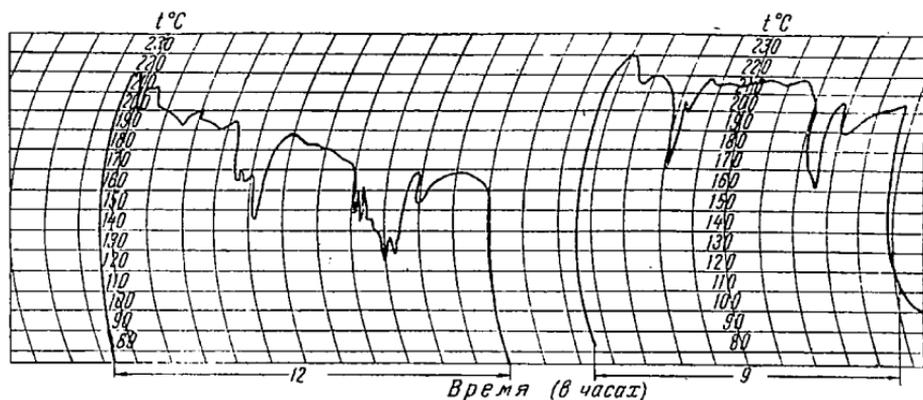


Рис. 62. Температурный режим в русской печи.

После того как дрова прогорели, оставшиеся угли разгребают по всему поду печи и особенно по углам, прогревая, таким образом, под печи в течение 20—30 мин.; заслонка и задвижка на дымовой трубе закрыты. По окончании прогрева печи угли выгребают и очищают под от золы. В подготовленную таким образом печь загружают противни с рыбой, помещая их прямо на под¹.

Сушка рыбы происходит при слегка открытой заслонке дымовой трубы, через которую удаляются водяные пары и воздух. В больших печах заслонку следует открывать побольше. Через 2—3 часа рыбу в зависимости от размера и жирности перевертывают. Продолжительность сушки составляет 5 час. и более. Во время сушки противни периодически вынимают из печи и снимают уже высохшую рыбу.

Качество рыбы, высушенной в русских печах, хорошее, так как рыба сушится при высокой температуре в начале процесса и при более низкой температуре в конце. На рис. 62 показано изменение температуры в печи во время сушки. Температуру измеряли термографом, установленным в центре пода печи. Резкие понижения кривой температуры в двух случаях произошли при открывании заслонок печи для наблюдения за высушиванием рыбы и работой термографа.

¹ Мелкую рыбу (снеток) сушат непосредственно на поду.

В русской печи рыба нагревается главным образом за счет передачи тепла лучеиспусканием и в меньшей мере конвекцией; таким образом, рыба сушится методом пропекания, что имеет очень важное значение для качества продукта. В печах другой конструкции такого температурного режима и способа передачи тепла, как в русской печи, создать пока не удалось, что заметно отражается на качестве сушеной рыбы.

Недостатком русских печей являются прерывность работы и большая затрата времени на их прогревание.

Специальные рыбосушильные печи

По способу укладки рыбы в печь рыбосушильные печи подразделяются на два типа — подовые и ситочные печи. К первому типу относится рыбосушильная печь инж. Батанова, ко второму типу — ситочные печи Главамуррыбпрома.

Печь Батанова. По принципу устройства рыбосушильная печь Батанова сходна с двухъярусными кондитерскими или хлебопекарными печами (рис. 63). Сушка рыбы в этой печи производится так же, как в русских печах.

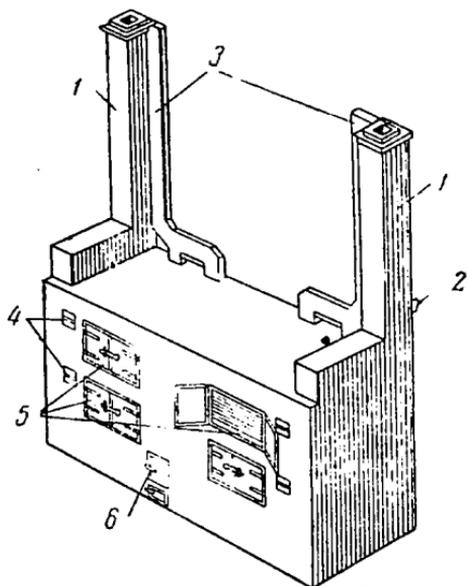


Рис. 63. Печь Батанова:

1—дымовая труба; 2—задвижка дымового канала; 3—вытяжные шахты; 4—отверстия для очистки дымовых каналов; 5—сушильный шкаф; 6—топка.

Батановские печи имеют серьезные недостатки, из которых следует отметить следующие: большое понижение температуры в печи после загрузки ее рыбой, в результате чего процесс сушки вначале идет недостаточно быстро, что отражается на качестве продукта; неравномерность нагревания пода по длине печи — задняя часть пода нагревается больше, чем у загрузочного отверстия; необходимость частого ремонта печи (особенно пода и дымоходов), что делает ее в эксплуатации мало экономичной.

Большая ситочная печь.

Печь состоит из приставной топки (кирпичного калорифера) и сушильной камеры (рис. 64). Калорифер представляет собой кирпичное помещение, углубленное в землю и оборудованное высокими кирпичными дымовыми каналами. К нему пристроена топка; дымовые газы от сжигания топлива проходят по дымовым каналам и удаляются через дымовую трубу. С двух сторон калорифера имеются приточные

отверстия для воздуха с задвижками для регулирования подачи воздуха в камеру.

Сушильная камера имеет двери для загрузки сит или противней, а также маленькие дверцы (окна) для измерения температуры в камере и наблюдения за рыбой. Сита (противни) в камере устанавливают на направляющих, которые делают из по-

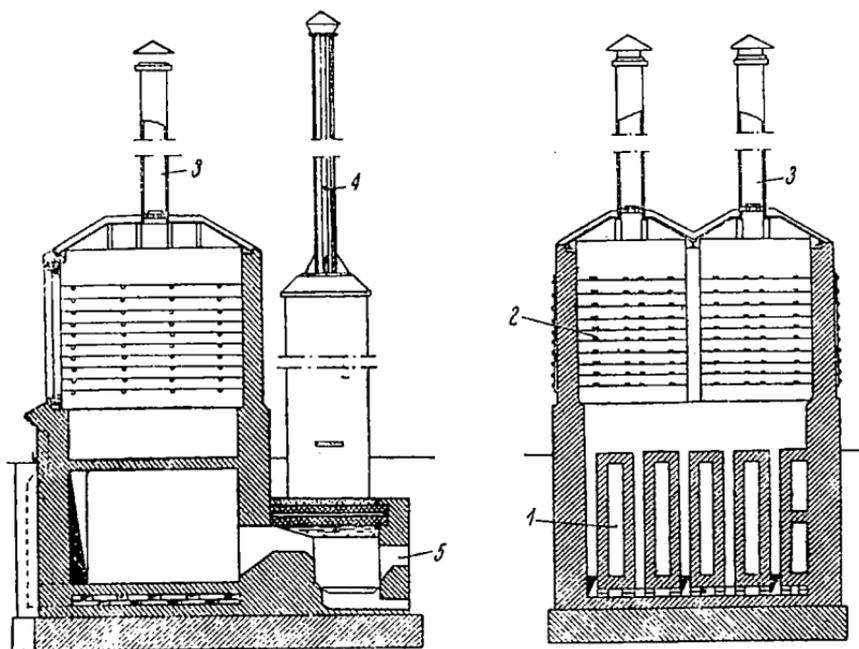


Рис. 64. Большая ситочная печь:

1—калорифер; 2—полочки для сит (решет) с рыбой; 3—воздушновытяжные трубы; 4—дымовая труба; 5—топка.

лосового или уголкового железа. Всего в печи размещается десять рядов сит с рыбой. Нагретый воздух подается от калорифера, соприкасается с рыбой и удаляется через вытяжную трубу. Регулирование температуры и интенсивности циркуляции воздуха в камере во время сушки осуществляется открытием или закрытием приточных и вытяжных отверстий и количеством сжигаемого в топке топлива.

К недостаткам ситочных печей относится неравномерная сушка рыбы по высоте печи. Рыба в нижнем ряду, расположенном ближе к калориферу, высыхает значительно быстрее, чем в верхнем. При загрузке печи рыбой температура воздуха в ней резко падает, что видно из рис. 65 (температуру измеряли в середине камеры). Вместимость печи до 200 кг рыбы, продолжительность сушки 12—15 час.

Малая ситочная печь. В этих печах топки отделены от рыбо-сушильных камер. Горячие газы из топки поступают в два газо-

хода — правый и левый, каждый из которых обогревает соответственно правую и левую рыбосушильные камеры (рис. 66),

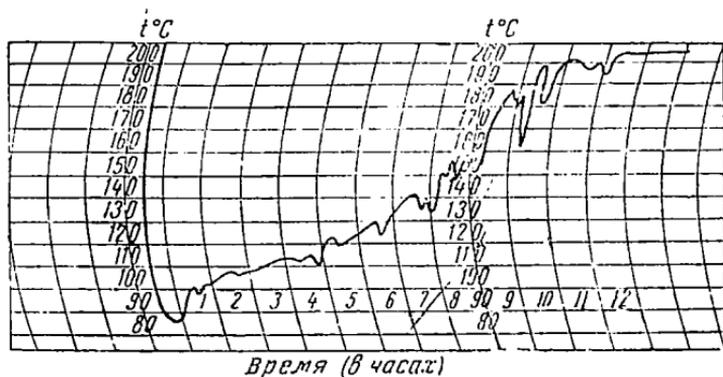


Рис. 65. Температурный режим сушки в большой ситочной печи.

образуя три оборота нижних (под камерой) и три верхних (над сводом камеры).

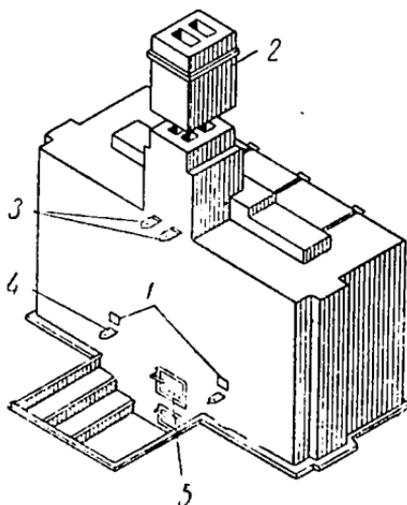


Рис. 66. Общий вид малой ситочной печи.
1—воздушные каналы; 2—дымовая труба; 3—задвижки дымовых каналов; 4—задвижки воздушных каналов; 5—топка.

На рис. 67 приводится разрез печи. Поступающий через приточные каналы воздух нагревается топочными газами, омывает рыбу, разложенную на решетках (ситах), и затем вместе с парами воды удаляется через вытяжные трубы. Подача свежего воздуха и удаление отработанного воздуха регулируются специальными задвижками. Решета с рыбой устанавливают в 8 рядов по высоте на специальных этажерках. Всего в печь устанавливают 32 решета или противня, по 16 в каждой камере. Каждая каме-

ра печи может работать самостоятельно, что достигается соответствующим регулированием задвижек. Порядок сушки рыбы в малой ситочной печи такой же, как и в большой. Продолжи-

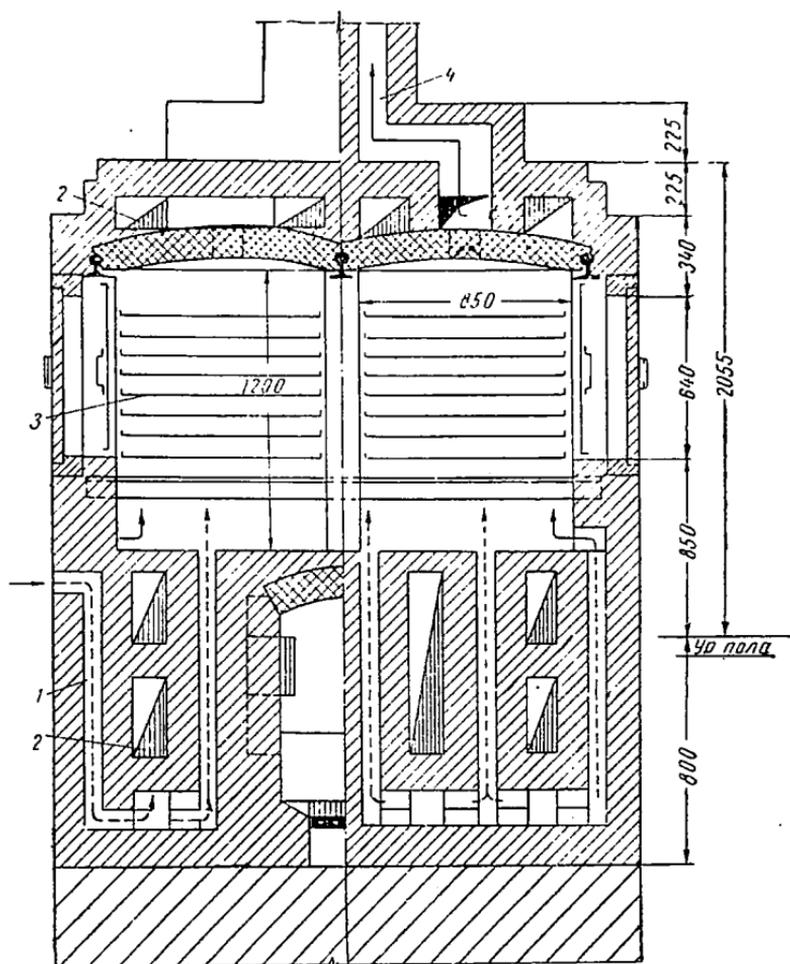


Рис. 67. Разрез малой ситочной печи:

1—воздушная камера; 2—дымоходы; 3—полочка-этажерка; 4—воздушная вытяжная труба.

тельность сушки рыбы 8—12 час., вместимость печи до 200 кг рыбы. В малой ситочной печи, хотя и удалось несколько улучшить температурный режим путем уменьшения объема и дополнительного обогрева свода камеры, но все же неравномерность температуры сушки, по данным Тидо, значительна (табл. 89).

Как видно из табл. 89, температура сушки в начале и середине процесса в нижнем ряду значительно выше, чем в верхнем. Кривая сушки в нижнем ряду печи кусков конька длиной 10 см (рыбные сухари) показана на рис. 68.

Ряд рыбы	Температура сушки в ° при продолжительности в часах									
	1	2	5	6	7	8	9	10	11	12
Нижний (первый)	100	123	125	130	140	140	160	164	165	165
Средний (четвертый)	74	90	100	106	128	128	152	160	160	162
Верхний (восьмой)	65	77	80	82	100	100	135	150	155	160

Интенсивность сушки в середине процесса усиливается, что в известной мере следует объяснить значительным повышением

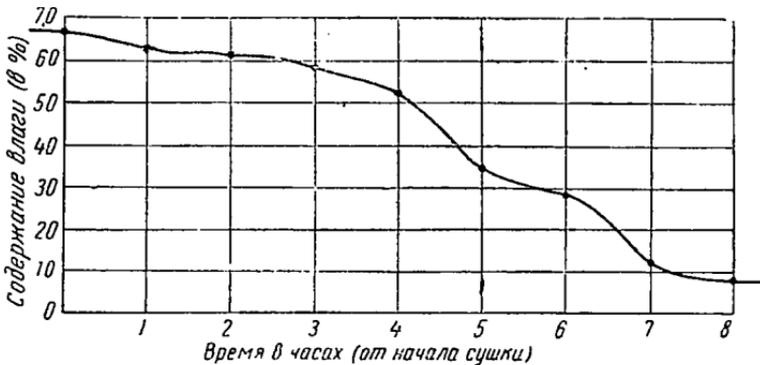


Рис. 68. Кривая сушки конька.

температуры сушки. На графике (рис. 69) приведена термограмма, полученная при высушивании кусочков щуки в средней части печи (в пятом ряду).

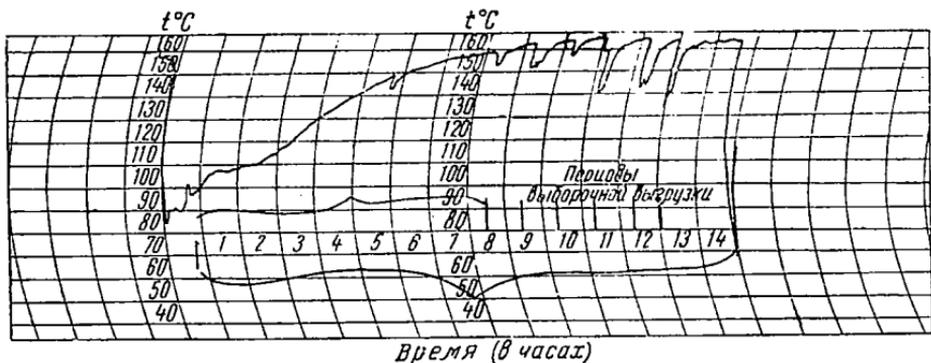


Рис. 69. Температурный режим сушки в малой ситочной печи (пятый ряд).

Паровые конвейерные сушилки. В 1955 г. для сушки сетка стали применять в промышленности печи непрерывного дейст-

вия, паровые конвейерные сушилки ПКС-90 и ПКС-20. Принцип работы этих печей основан на применении парового обогрева, причем пар подается по закрытым змеевикам. Печь непрерывного действия ПКС-90 состоит из пяти рядов расположенных вертикально непрерывно движущихся конвейеров (металлических лент). Загрузочная площадь всех пяти конвейеров составляет 90 м²; в отличие от печи ПКС-90, печь ПКС-20 имеет четыре ряда конвейеров, и загрузочная площадь их составляет 20 м².

Перед загрузкой свежего снетка солят сухой солью. По загрузочному транспортеру рыба поступает на верхнюю ленту конвейера, затем с верхней ленты пересыпается на вторую ленту, со второй — на третью, с третьей — на четвертую и, наконец, на пятую ленту. С пятой ленты готовый продукт самотеком дересыпается в ящики.

Температура в сушилках регулируется температурой пара, а продолжительность сушки определяется скоростью движения лент, которая регулируется специальным регулятором скоростей.

Сырье пропекается на верхней ленте при самой высокой температуре, затем, по мере перехода его с верхних лент на нижние, температура сушки понижается.

При сушке снетка весеннего улова для предотвращения прилипания продуктов к первой и второй лентам их смазывают растительным маслом. Валки с маслом установлены один в передней части сушилки, другой — в противоположном конце. Ленты смазывают при помощи барабана, помещенного в валке с маслом. Другое предохраняющее от прилипания рыбок средство — повышение температуры на первой (верхней) ленте до 140°, благодаря чему будет обеспечено проваривание продуктов и свертывание клейдающих веществ, способствующих прилипанию рыбок к ленте.

Ниже приведены сравнительные данные работы сушильных печей ПКС-90 и печей системы Батанова (по данным И. П. Лабутина).

Сопоставимые данные	Одна ПКС-90	Десять печей Батанова
Фактическая производительность в сутки, в ц	85	85
Количество обслуживающего персонала . . .	15 чел.	45 чел.
Род топлива	Уголь	Дрова
Стоимость топлива, в руб.	725	1530

Себестоимость 1 ц готовой продукции, полученной на печах ПКС-90, почти на 80 руб. ниже себестоимости продукции, полученной на печах системы Батанова.

Преимуществами паровой конвейерной сушилки являются: непрерывность процесса сушки; высокая производительность печи, достигаемая непрерывностью процесса сушки и большими размерами полезной площади печи; простота обслуживания пе-

чи; возможность контроля процесса сушки. К недостаткам паровых конвейерных сушилок относятся ограниченные возможности для регулирования температуры сушки, что вызывает запаивание и задубление продукта, и прилипание рыбы к ленте.

Производственно-техническая характеристика печей различных конструкций для сушки снетка приводится в табл. 90.

Таблица 90*

Наименование печи	Максимальная температура печи в °С		Средняя производительность печи в кг/час	Продолжительность сушки при нормальной загрузке в часах	Расход дров в кг/час	Число рабочих
	без рыбы	после загрузки рыбы				
Русская	4,2	60	3,5	32	25,1	
Батанова	3,0	50	6	33	24,5	
ПКС-90	90,0	500	3	22	18,2	
ПКС-20	20,0	120	2	24	20,0	

* По данным Т. С. Шмаковой.

Продукт, высушенный в паровых сушилках, содержит значительно меньше воды, чем при сушке в других печах, поэтому и выход продукции в печах ПКС сравнительно небольшой.

Производственная характеристика печей

Производственная характеристика сушильных печей (для зимних условий) при полной их загрузке рыбой приведена в табл. 91.

Таблица 91

Наименование печи	Максимальная температура печи в °С		Средняя производительность печи в кг/час	Продолжительность сушки при нормальной загрузке в часах	Расход дров в кг/час	Число рабочих
	без рыбы	после загрузки рыбы				
Печь Батанова верхняя камера	До 200	До 170	4,5	До 10	30	2
		„ 150		„ 12		
нижняя камера	—	„ 150	—	„ 12		
Большая ситочная печь Главмуррыбпрома	До 300	„ 100	6,0	„ 15	23	2
Хлебопекарная печь	„ 300	„ 180	6,5	„ 11	11	2
		„ 200		„ 7		

Табл. 91 составлена для случая сушки амурской востробрюшки и других рыб таких же размеров, разделанных для приготовления рыбных сухарей. Размеры рыбы после разделки в среднем $14 \times 3 \times 1,5$ см; вес до 50 г.

КЛАССИФИКАЦИЯ ВЛАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Большинство пищевых продуктов, в том числе и рыбное сырье, относится к влажным и гидрофильным материалам, обладающим коллоидными свойствами. Лыков [107] приводит следующую классификацию влажных материалов, в состав которых включает и пищевые продукты:

коллоидные тела — эластичные гели, которые при удалении из них воды значительно изменяют размеры (сжимаются), но сохраняют свои эластичные свойства;

капиллярно-пористые тела или хрупкие гели, которые при удалении влаги почти не сжимаются, становятся хрупкими и могут быть превращены в порошок;

коллоидные капиллярно-пористые тела — материалы, обладающие свойствами обоих первых тел; стенки их капилляров эластичны; при удалении влаги они значительно изменяют свои размеры (сжимаются).

Рассматривая принадлежность различных видов материалов к той или иной группе, Лыков в своих работах [107—109] не упоминает о таких видах пищевого сырья, как рыба, мясо наземных животных, фрукты, овощи.

Эту классификацию влажных материалов, являющуюся пока единственной, нельзя считать достаточно обоснованной по следующим причинам.

Во-первых, она не отражает коллоидно-химических особенностей и свойств влажных материалов. Кроме того, само понятие «влажный материал» весьма условно и требует уточнения.

Во-вторых, в основу этой классификации положен принцип деления влажных материалов по тем качественным показателям, которые они приобретают после сушки, что нельзя считать правильным, так как различные материалы сушатся различными способами, по различным режимам и до различной остаточной влажности.

В-третьих, классификация учитывает только те физико-химические свойства материалов, которые они приобретают в результате сушки при атмосферном давлении. В настоящее время широкое распространение получает сушка под вакуумом и, в частности, методом сублимации. Поэтому приспособлять классификацию тел к какому-то одному способу сушки (в данном случае атмосферной сушке) не следует.

Несовершенство разбираемой классификации можно показать на следующем примере. При холодной атмосферной сушке мясо рыбы сжимается (дает усадку), а при сушке методом сублима-

ции под вакуумом первоначальные размеры образца не изменяются. Таким образом, один и тот же объект, например рыбу, согласно разбираемой классификации, можно отнести к коллоидному и к капиллярно-пористому телу в зависимости от того, каким способом производится его сушка.

В-четвертых, классификация разработана на основе сравнения влажного и высушенного материала. Вряд ли такой принцип можно считать правильным, особенно для сушеных пищевых продуктов, которые перед употреблением, как правило, замачивают в воде для восстановления первоначального веса и коллоидно-химических свойств продукта. Таким образом, более правильным, во всяком случае, для пищевых продуктов, следует считать сравнение коллоидно-химических свойств их до сушки и после замачивания высушенного продукта.

Выше мы подвергли критике существующую классификацию влажных материалов, не отрицая при этом реальности существования коллоидных, капиллярно-пористых и коллоидно-капиллярно-пористых тел. Каждое из этих тел при определенных условиях содержит различное количество воды, и поскольку понятие с влажном материале не уточнено, то во всех случаях их можно считать влажными, если они содержат хотя бы 1% воды.

Таким образом, появляется необходимость не только уточнить понятие о влажном материале, но и установить классификацию материалов в зависимости от количественного содержания и качественного состояния в них воды. Это особенно необходимо для материалов, подвергаемых сушке. Рассмотренные выше (см. главу III) характерные классификации форм связи воды в материалах дают достаточные теоретические основания для решения этой задачи.

В основу классификации материалов, подлежащих сушке, следует положить характер связи воды в материале. По этому признаку все материалы можно разделить на четыре группы: жидкие, влажные, сухие, абсолютно сухие.

К жидким материалам мы относим материалы, находящиеся в виде растворов, т. е. содержащие подавляющее количество свободной воды; к влажным—не жидкие структурированные материалы, содержащие связанную и иммобилизованную воду; к сухим — материалы, которые содержат только связанную воду, и к абсолютно сухим — материалы, в состав которых входит только химически связанная вода, т. е. практически совершенно не содержащие воды.

ХОЛОДНАЯ СУШКА РЫБЫ

Холодной сушкой называется способ консервирования рыбы путем удаления из нее воды при помощи воздуха, нагретого до температуры не выше 40°. За последнее время холодную суш-

ку стали осуществлять в сушилках с искусственным нагреванием воздуха. Вяление рыбы является разновидностью холодной сушки рыбы; вялят рыбу на вешалах, расположенных на открытом воздухе.

Физико-математический анализ процесса сушки хорошо изложен в работе Лыкова и его учеников [107—110], поэтому здесь мы на этом вопросе останавливаться не будем.

Характерной особенностью сушки является превращение влаги на поверхности материала и даже в более глубоких слоях из жидкого состояния в газообразное. Изменение агрегатного состояния, как известно, требует затраты тепла, поэтому интенсивность испарения в первую очередь зависит от притока тепла извне, если только испарение не происходит за счет тепла, ранее накопленного в самом материале (при обычной сушке, особенно рыбы, последний случай не может иметь места). Таким образом, при нормальном атмосферном давлении сушка должна сопровождаться непрерывным подводом тепла к материалу (рыбе) в количестве, необходимом для поддержания в нем соответствующей температуры.

В процессе сушки движение влаги в рыбе, так же как и при посоле, основано на явлениях осмоса и диффузии, причем в зависимости от температуры сушки и других условий влага из внутренних слоев рыбы может двигаться к поверхности как в виде жидкости, так и в виде пара. Слои мяса, расположенные ближе к поверхности рыбы, при сушке в первую очередь отдают сушильному агенту (воздуху) часть своей влаги, в результате чего количество воды в них уменьшается. Вследствие этого осмотическое равновесие в теле рыбы нарушается и влага начинает из более глубоких слоев передвигаться к поверхности — в слои мяса, которые, уже потеряли часть влаги.

Движение пара с поверхности рыбы в окружающий воздух через неподвижный (пограничный) слой насыщенного влагой воздуха у поверхности рыбы называется внешней диффузией. Движение влаги в парообразном или жидком состоянии внутри рыбы из внутренних ее слоев к поверхности называется внутренней диффузией. Внутренняя и внешняя диффузия протекают одновременно и очень тесно между собой связаны; испаряющуюся с поверхности рыбы влагу должны непрерывно возмещать новые порции влаги, поступающие из более глубоких слоев высушиваемой рыбы.

Если непрерывность процесса нарушается (например, внутренняя диффузия отстает от внешней), то рыба с поверхности слишком быстро высыхает, причем образующаяся корочка замедляет, а иногда полностью прекращает поступление новых порций влаги на поверхность рыбы, в результате чего процесс сушки замедляется и даже может прекратиться.

Внешняя диффузия происходит при наличии разности между давлением пара над материалом и парциальным давлением пара

в окружающей среде. Скорость внешней диффузии зависит от температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха.

Скорость внешней диффузии выражается следующей формулой:

$$\frac{dW}{d\tau} = \beta (p_1 - p_0), \quad (62)$$

где: W — количество испаряемой влаги;

τ — время;

p_1 — давление пара у поверхности рыбы;

p_0 — парциальное давление пара в воздухе;

β — коэффициент, учитывающий скорость и направление движения воздуха и состояние (шероховатость) поверхности высушиваемого образца.

Внутренняя диффузия происходит при наличии разности «концентраций» влаги в поверхностных и внутренних слоях рыбы. Скорость внутренней диффузии в рыбе зависит от химического состава и гистологического строения мяса рыбы, градиента влажности, температуры сушки; от относительной влажности и скорости движения воздуха она не зависит.

Скорость внутренней диффузии можно характеризовать следующим уравнением:

$$\frac{dW}{d\tau} = K \frac{dC}{dx}, \quad (63)$$

где: $\frac{dC}{dx}$ — градиент влажности, т. е. разность между содержанием влаги на поверхности рыбы и в точке, удаленной от поверхности рыбы на расстояние x ;

K — коэффициент диффузии;

W — количество перемещающейся влаги;

τ — время.

Проводником влаги из внутренних слоев рыбы к поверхности являются главным образом соединительная ткань (эндомизиум) и септы. При разделке рыбы (например, на клипфиск) септы и мышечные клетки у головы разрезают поперек, следовательно, в этих местах создаются наиболее благоприятные условия для влагоотдачи; то же самое наблюдается и на месте вырезанного позвоночника (рис. 70,а).

Влага поступает главным образом к той части поверхности рыбы, которая не покрыта кожей, являющейся значительным препятствием для выделения влаги из рыбы. В соленой рыбе по мере удаления из нее влаги концентрация соли в клеточном соке увеличивается, и наступает момент, когда соль начинает выпадать из раствора, т. е. выкристаллизовываться, причем кристаллы соли отлагаются не только на поверхности рыбы, но и в эндомизиуме.

На рис. 70,б видны отдельные кристаллы соли в рыхлой соединительной ткани (эндомизиуме), что дает основания предполагать, что кристаллы соли при посоле располагаются главным образом в эндомизиуме, а не в мышечных волокнах. На рис. 70,в по гистологическому срезу корочки можно видеть, что чем дальше продолжается процесс непрерывной сушки, тем толще становится корочка, доходя до 2 мм и более у головы.

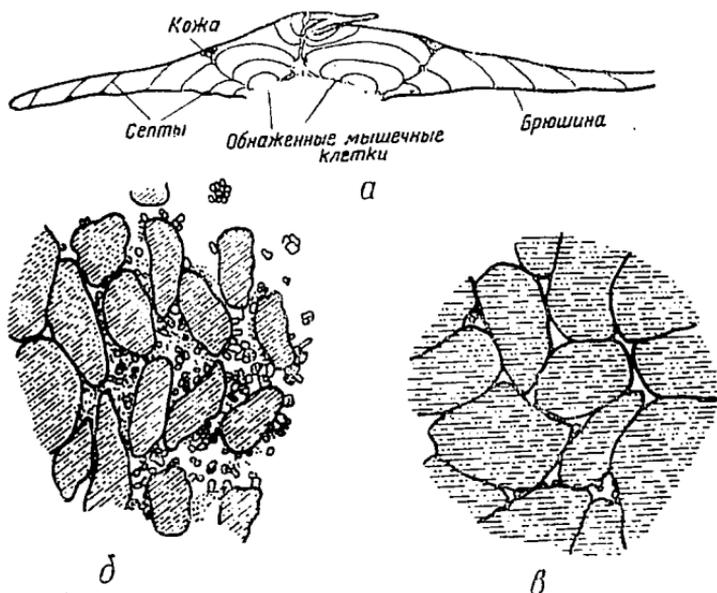


Рис. 70. Расположение кристаллов соли на поперечных срезах тканей трески:

а—поперечный срез филе у головы; б—поперечный срез мышечной ткани высушиваемой рыбы; в—поперечный срез уплотненного слоя мышечной ткани на поверхности филе.

Характерным для образования корочки является как бы спрессовывание эндомизиума (просветы между мышечными волокнами почти отсутствуют).

Продолжительность сушки рыбы зависит от температуры, влагосодержания и скорости движения воздуха, химического состава рыбы¹ и способа ее разделки.

Температура воздуха. Влияние температуры воздуха на процесс сушки клипфиска в специальных сушилках, работающих при нормальном атмосферном давлении, скорости воздуха $v=1$ м/сек и относительной влажности $\phi=40\%$, можно проследить по графику (рис. 71), где показаны изменения содержания воды в клипфиске (в %) при температуре сушки 22—30 и 38°. С повышением температуры воздуха, как видно из рис. 71, скорость сушки увеличивается. Таким образом, сушку следует осу-

¹ Данными о влиянии химического состава рыбы на продолжительность сушки мы не располагаем.

шествовать при возможно высокой температуре воздуха, не наносящей ущерба качеству рыбы. Например, для трески максимальная температура сушки 30—32°; при более высокой температуре (38—40°) качество сушеного продукта ухудшается—мясо рыбы темнеет и расслаивается по септам.

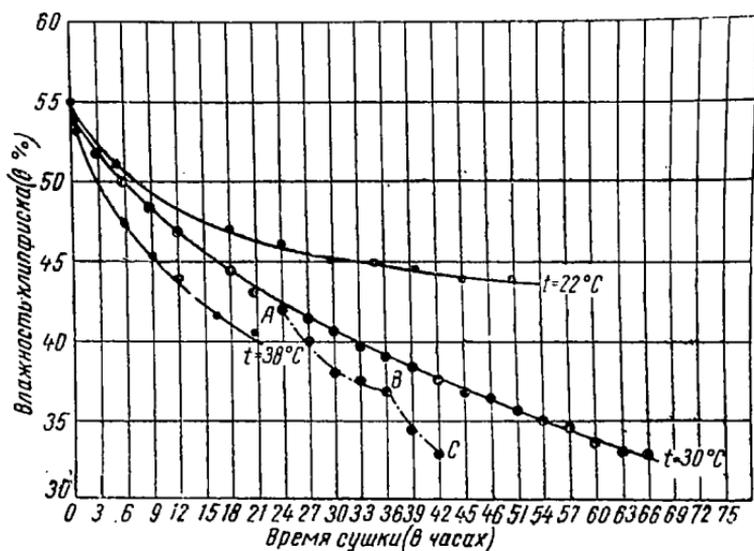


Рис. 71. Влияние температуры воздуха на процесс сушки клипфы и значения прессования (по С. И. Гакичко): АВ—ход кривой сушки после первого прессования; ВС—после второго прессования.

Повышение температуры выше предельно допустимой вызывает подпарку, скисание рыбы и образование других дефектов. Понижение температуры до определенного предела только замедляет сушку; при слишком медленной сушке также возможна порча рыбы. При нормальном атмосферном давлении минимальной температурой сушки следует считать 10°, при условии, что относительная влажность воздуха не превышает 70%, причем длительное выдерживание рыбы в начале сушки в таких условиях отрицательно отражается на качестве продукта. При искусственной сушке приходится больше учитывать опасность повышения температуры выше нормальной, чем ее понижение.

Установление оптимальной температуры сушки зависит от химического состава, архитектоники и структуры мяса, способа разделки рыбы и других факторов.

Тощую рыбу сушат при более высокой температуре, чем жирную. Например, амурская кета и другие жирные рыбы, разделанные на балык, не выдерживают повышенной температуры сушки и скисают. Причиной, вызывающей порчу (скисание) рыбы, является длительное нахождение внутренних медленно высыхающих слоев мяса в нагретом состоянии, что способствует

активированию ферментов мышечной ткани рыбы и развитию в ней микробов. Наличие у лососевых рыб жирового слоя под кожей замедляет движение воды из внутренних слоев мяса к поверхности рыбы. Повышенная температура сушки также нарушает соответствие в скоростях внешней и внутренней диффузии. В результате влага из наружных слоев мяса рыбы удаляется быстрее, чем поступает из внутренних слоев к наружным.

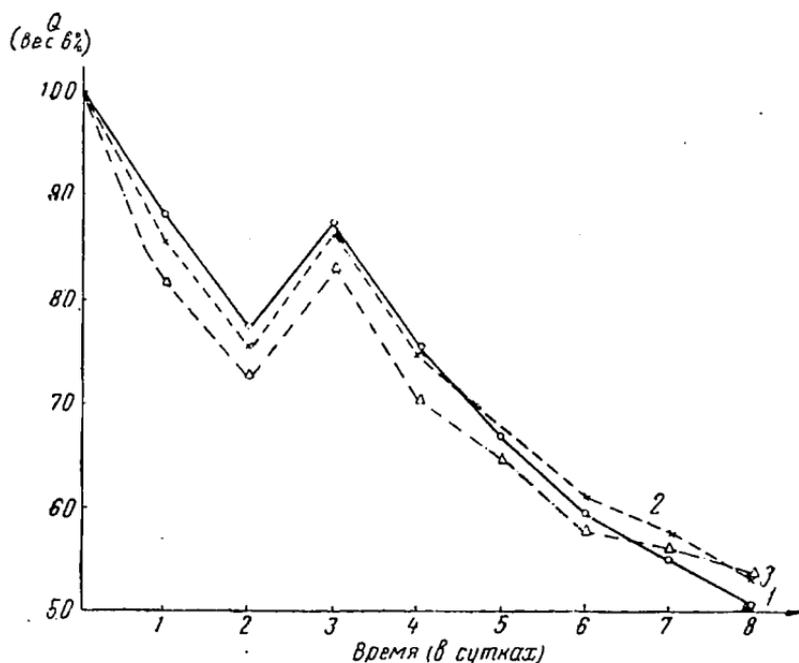


Рис. 72. Кривые сушки боковников амурской кеты при температуре сушки:
1—22—26°; 2—26—30°; 3—30—32°.

Вследствие быстрого обезвоживания наружного слоя мяса на поверхности рыбы появляется корочка, еще более уменьшающая интенсивность сушки.

На рис. 72 показаны полученные автором кривые сушки трех одинакового размера боковников амурской кеты: первого при 22—26°, второго при 26—30°, третьего при 30—32°. Увеличение веса образцов на третий день сушки произошло в результате замачивания, которому подвергли рыбу с целью удаления корочки в начале ее образования.

В первые дни сушки, когда скорость внешней диффузии воды соответствовала внутренней, вес рыбы при более высокой температуре убывал быстрее, чем при низкой. С течением процесса сушки это соответствие в скоростях внешней и внутренней диффузий нарушилось. Результатом этого и явилось образование корочки, которая резко замедлила дальнейшую сушку рыбы. На

шестой день сушки интенсивность убыли в весе образца, высушиваемого при повышенной температуре, уменьшилась. В то же время образцы, высушиваемые при более низких температурах и не имевшие корочки, сохли довольно быстро.

Второй причиной, влияющей на выбор температуры сушки, является способ разделки рыбы или точнее размеры рыбы после разделки. Рыба более мелкая или разделанная на более тонкие пластины лучше переносит сушку при повышенной температуре. Например, балык из осенней амурской кеты, имеющий толщину 8—10 см, в случае сушки при температуре выше 23° скисает, а боковник с толщиной не более 4 см, хорошо переносит сушку при температуре 25—28°.

Скорость движения воздуха. При установлении режима сушки большое значение имеет правильный выбор скорости движения воздуха. При слишком больших скоростях движения (циркуляции) воздуха трудно поддерживать равномерный температурный режим сушки, а слишком маленькие скорости замедляют процесс сушки, что приводит к порче продукта, выражающейся в том, что он покрывается плесенью и слизью — налетом неприятного цвета и запаха (омывается).

Минимальная скорость, при которой возможна холодная сушка рыбы, равняется 0,4 м/сек.

При сушке кеты, разделанной на балык, наиболее приемлемой является скорость движения воздуха в пределах 0,4—0,6 м/сек (по нашим наблюдениям); для рыб с тощим мясом она может быть доведена до 1,0—1,5 м/сек.

По данным Купера, Линтона и Вуда, оптимальная скорость движения воздуха при сушке составляет 1,0—1,5 м/сек, однако как изменяется при этом внешний вид рыбы, они не указывают.

Относительная влажность воздуха. Этот фактор оказывает решающее влияние на сушку. Работами советских и иностранных ученых доказано, что при относительной влажности воздуха более 65% сушка рыбы резко замедляется, а при 80% она не только прекращается, но начинается обратный процесс—увлажнение рыбы. На рис. 73 приведены графики, показывающие изменение веса клипфиска в зависимости от величины относительной влажности воздуха. Клипфиск сушили в специально сконструированной сушилке, снабженной увлажнителем и калорифером, что позволяло регулировать влажность и температуру воздуха (по С. И. Гакичко).

Сушка чередовалась с прессованием рыбы; длительность их, так же как и нагрузка на единицу площади рыбы, соответствовали применяемым на практике.

В первый период сушки (до первого прессования) процесс высушивания резко замедлялся при относительной влажности воздуха 64%, однако при этом корочки на продукте не образовывались.

Разница в скорости высушивания рыбы при относительной влажности воздуха 30, 39, 50 и 58% была незначительной; во всех случаях на свободной от кожи поверхности рыбы образовывалась корочка.

Во второй и третий периоды сушки наблюдалась аналогичная картина, подтверждающая влияние относительной влажности воздуха на ход процесса сушки.

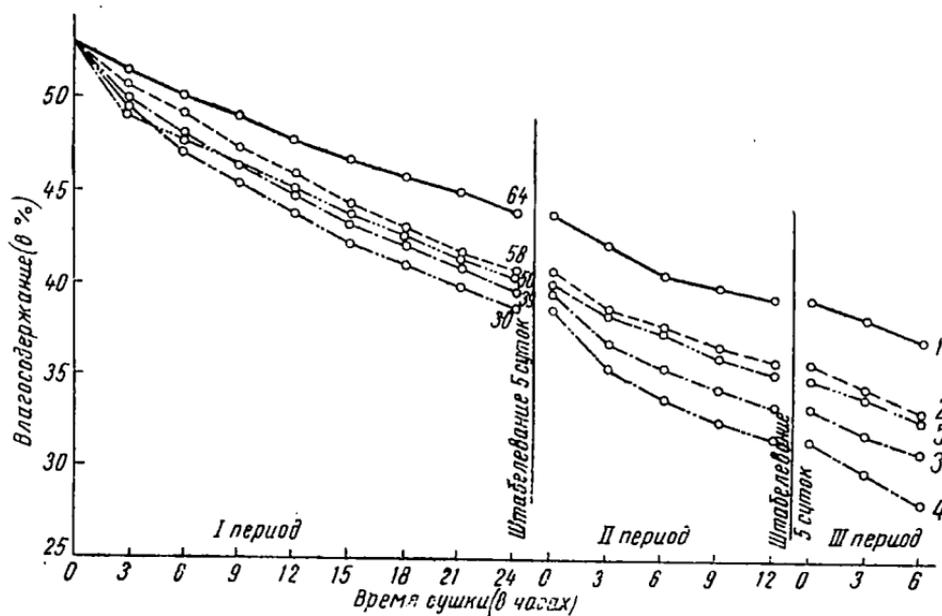


Рис. 73. Кривые сушки клипфиска в зависимости от относительной влажности воздуха:

1—при $\varphi = 63,8\%$; 2—при $\varphi = 58\%$; 3—при $\varphi = 39,3\%$; 4—при $\varphi = 30,3\%$; 5—при $\varphi = 50\%$.

На основании этих опытов (рис. 73) сделан вывод, что исключить образование корочки при сушке клипфиска можно только при влажности воздуха выше 60%, однако это настолько сокращает интенсивность сушки, что она практически становится невыгодной. Кроме того, при относительной влажности воздуха 60—65% при температуре выше 30° кожа становится клейкой. Этот дефект у продукта отсутствует при сушке воздухом с относительной влажностью 30—40%.

Таким образом, наиболее рациональной оказалась сушка клипфиска при температуре 30° и относительной влажности воздуха в пределах 50—55%.

При искусственной сушке клипфиска медленная диффузия влаги из внутренних слоев к поверхности продукта, а также образование корочки привели к необходимости прерывать процесс сушки для прессования рыбы с целью выравнивания ее влажности.

Значительное влияние на сушку оказывала неравномерность толщины рыбы: так, у клипфиска толщина спинки составляла около 3,5 см, а толщина брюшка не превышает 0,5 см, вследствие чего степень высыхания мяса в различных частях тела рыбы была неодинакова.

Если довольно легко установить предельную влажность воздуха, при которой хотя и медленно, но все же еще возможна сушка рыбы, то обоснованных норм оптимальной относительной влажности воздуха, за исключением случая сушки клипфиска, промышленность пока еще не имеет. Оптимальную относительную влажность воздуха следует устанавливать отдельно для каждого случая в зависимости от химического состава рыбы, требуемой степени ее обезвоживания и других факторов.

Наиболее благоприятной для сушки рыбы в целом или разделанном виде следует считать относительную влажность воздуха в пределах от 40 до 60%. Чрезмерное уменьшение относительной влажности воздуха не будет увеличивать скорость сушки, которая во многом зависит от внутренней диффузии.

В естественных условиях довольно трудно обеспечить сушку воздухом с относительной влажностью 50 и даже 60%, так как обычно рыбные предприятия расположены на морском побережье с влажным климатом.

Наиболее распространенным способом уменьшения относительной влажности воздуха является повышение его температуры. Изменение относительной влажности наружного воздуха при его термической обработке в сушилке показано на рис. 74*. Наблюдения проводились при сушке балыков кеты в летний и осенний периоды.

Наружный воздух в обоих случаях с относительной влажностью 100%, но с различной температурой (+16 и -0,5°) по воздушным каналам подавался в калорифер, где нагревался соответственно до температуры 27 и 19°. В результате относительная влажность воздуха уменьшилась соответственно до 84 и 48%. При дальнейшем движении через сушильную камеру воздух извлекал воду из рыбы и увлажнялся, а температура его понижалась. Как видно из графика (рис. 74), повышение температуры наружного воздуха на 13 и 19,5°, вызвавшее понижение его относительной влажности, значительно улучшило сушильные качества воздуха. Применение данного метода уменьшения относительной влажности воздуха ограничивается низкими температурами, при которых производится холодная сушка рыбы.

Одним из методов повышения сушильных качеств воздуха является его предварительное кондиционирование, основанное

* Опыты проводились на рыбокомбинате «Озерпаж». В проведении опытов вместе с автором принимали участие специалисты комбината Полякова, Никольская, Новицова, Қозлова.

на свойстве воздуха с понижением его температуры увеличивать относительную влажность, причем до определенного предела его абсолютная влажность остается величиной постоянной. Пределом, после которого дальнейшее понижение температуры воздуха приводит к уменьшению его абсолютной влажности, является точка росы¹.

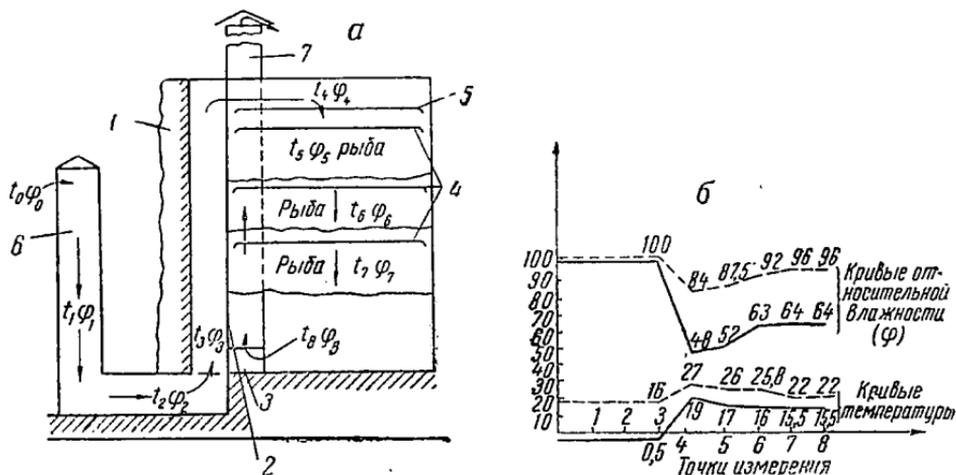


Рис. 74. Изменение относительной влажности воздуха в сушилке:

а—разрез сушилки; б—изменение относительной влажности воздуха в различных местах сушилки; 1—калорифер; 2—ложная стенка калорифера; 3—заборное окно вытяжной трубы; 4—полочки для реек с рыбой; 5—ложный потолок; 6—подача свежего воздуха; 7—труба для удаления влажного воздуха.

Дальнейшее понижение температуры воздуха ниже точки росы вызывает конденсацию водяных паров, причем абсолютное влагосодержание воздуха понижается. Воздух при этом требуется охлаждать до отрицательных температур. Таким образом, для освобождения от влаги применяется метод вымораживания воздуха. В дальнейшем резкое повышение температуры воздуха перед поступлением в сушилку понижает его относительную влажность.

Для кондиционирования воздуха в промышленности имеется ряд устройств. Все они основаны на принципе пропускания воздуха через охлажденное пространство с последующим его нагревом в калориферах до нужной температуры суши.

Химические методы повышения сушительных качеств воздуха основаны на принципе поглощения водяных паров из воздуха осушающими реактивами. Влагопоглотителями, применяемыми в сушительных установках, служат серная кислота, хлористый кальций и т. д. При получении сухого воздуха иногда смешивают его с озоном. Основной целью озонирования воздуха является стерилизация поверхности рыбы; при этом необходимо

¹ Точкой росы называется та температура, до которой нужно охладить не насыщенный влагой воздух, чтобы он стал насыщенным.

учитывать содержание жира в рыбе и степень неопределенности кислот, входящих в состав жира. Озон — сильный окислитель, и поэтому не для всех рыб его можно применять.

Разделка рыбы. При холодной сушке следует разделять рыбу на куски толщиной не более 4 см: ширина и длина кусков на интенсивность сушки существенного влияния не оказывает.

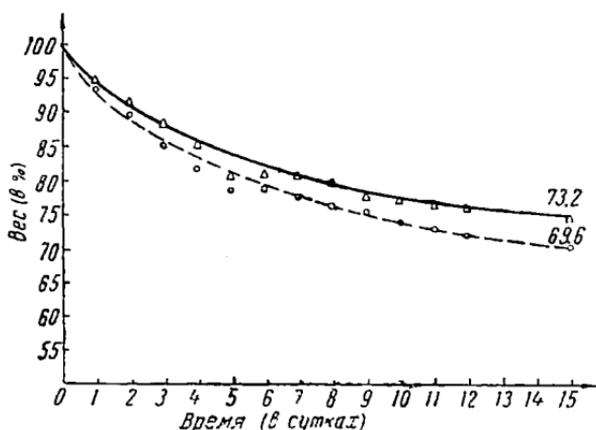


Рис. 75. Кривые сушки боковников осенней кеты.

На рис. 75 сплошной линией показана сушка образца боковника осенней кеты с первоначальным весом 1010 г и пунктирной линией — образца с первоначальным весом 390 г. Первый образец боковников имел толщину 3 см и ширину 15 см, а второй толщину 2 см и ширину 6 см. На 16-й день сушки второй образец высох на 3,6% больше, чем первый¹.

Выбирая способ разделки рыбы, необходимо учитывать дальнейшее хранение сушеного продукта. Если продукт рассчитан на длительное хранение, необходимо выбирать такой способ разделки, при котором сохраняется кожа и чешуя рыбы, препятствующие проникновению плесени внутрь мяса сушеной рыбы в случае ее увлажнения. Лучшая сохранность сушеного продукта наблюдается при упаковке в специальные пленки с предварительной стерилизацией его поверхности.

Пресносушеная рыба

Этот вид продукта готовят главным образом в Норвегии и Исландии, притом только из тощей рыбы, обычно из трески, реже из пикши и сайды; такой продукт получил название стокфиска. Технологический процесс приготовления стокфиска состоит из следующих операций: обескровливание, раз-

¹ Опыты проведены автором на рыбокомбинате «Озерпах».

делка и мойка рыбы, развеска на вешала, сушка, складывание в кипы, прессование, упаковка.

На борту судна немедленно после вылова рыбу (живую) обескровливают, для чего перерезают у нее межжаберный промежуток и сердечную луковицу. В результате удаления крови из рыбы мясо ее после сушки имеет белый цвет. Рыбу обычно разделяют на пласт без головы, затем моют в пресной воде, связывают бечевой попарно и развешивают на вешалах, которые устраивают на берегу моря.

В Норвегии производство стокфиска сосредоточено в ее северной части и осуществляется в такое время года, когда дуют с материка сухие, прохладные ветры. Обычно сушка стокфиска продолжается в течение 8 недель, но при неблагоприятной погоде может длиться до 3 месяцев. В этом случае рыбу нередко досушивают в специальных сушилках.

Выход сушеной рыбы составляет 25—27% от веса сырья, поступившего в сушку.

Высушенную рыбу после сортировки складывают в кипы весом по 50 кг, которые после прессования обтягивают оцинкованной проволокой и иногда обшивают холстом. Прессование в данном случае применяется для придания продукту хорошего товарного вида и компактности.

Последние годы в Норвегии и Исландии строятся специальные сушилки для сушки трески.

Химический состав свежей и сушеной трески приведен в табл. 92 [158].

Т а б л и ц а 92

Наименование продукта	Содержание в %			
	вода	белок	жир	зола
Треска свежая	81,85	16,72	0,30	1,28
Стокфиск	12,09	84,44	2,51	5,60

При замачивании в воде стокфиск набухает очень медленно.

Соленосушеная рыба

Соленосушеная рыба, так же как и пресносушеная, готовится исключительно из рыбы жирностью не более 2%.

Если при производстве пресносушеных продуктов обезвоживание является единственным консервирующим средством, то при производстве соленосушеной рыбы соль является вторым консервирующим средством, предохраняющим рыбу от порчи. Наиболее распространенным соленосушеным продуктом является клипфиск, который готовят из трески и пикши главным образом в Норвегии.

Приготовление клипфиска разделяется на две самостоятельные стадии: заготовка (приготовление) полуфабриката—соленого клипфиска и сушка соленого клипфиска.

Технологический процесс обработки трески на клипфиск осуществляется следующим образом. Пойманную рыбу обескровливают немедленно в живом состоянии. Эта операция необходима по двум причинам: во-первых, оставленная в рыбе кровь свертывается и придает мясу более темный цвет, что понижает товарную ценность продукта; во-вторых, кровь является лучшей средой для развития гнилостных бактерий, которые могут вызвать порчу рыбы.

Приведем описание одного из наиболее распространенных способов обескровливания. Рыбу берут за голову левой рукой, захватывая большим пальцем за жаберный промежуток, указательным и средним—за левый глаз рыбы. При этом голова рыбы несколько отклоняется назад и освобождается для разреза мягкая лишенная костей часть межжаберного промежутка. Разрез делают шкерочным ножом примерно на сантиметр ближе к голове от соединения плечевых костей.

При разрезе необходимо перерезать сердечную луковцу. При правильном разрезе под влиянием пульсации сердца из перерезанной артерии кровь выталкивается фонтаном. Если разрез сделан неправильно, т. е. прорезана венозная часть сердца, кровь течет каплями и рыба плохо обескровливается. После обескровливания рыбу потрошат и отделяют голову от тушки.

Разделка рыбы—самая ответственная из всех операций по обработке рыбы на клипфиск. При разделке рыбу кладут на стол брюшком к себе, хвостом направо; разрез, сделанный для потрошения рыбы, продолжают между брюшными плавниками через анальное отверстие до конца первого анального плавника (плавник должен оставаться на правой стороне рыбы, если смотреть от ее головной части). После этого со стороны брюшка от головы делают глубокий разрез мяса вдоль позвоночного столба до начала анального плавника. Затем вырезают позвоночник, стремясь к тому, чтобы у позвоночной кости осталось возможно меньшее количество мяса и чтобы вместе с позвоночным столбом одновременно отошел плавательный пузырь.

По окончании этой операции продолжают разрез от анального плавника вдоль всего хвостового стебля до конца чешуйчатого покрова, ведя нож над хвостовыми позвонками. Отделив левую сторону рыбы от позвонков, приступают к отделению правой; держа нож всем острием к позвоночнику, срез ведут от головной части.

У лучших сортов клипфиска удаляется кожа и тонкие части рыбы. После разделки и мойки рыбу солят сухим посолом обычно в штабелях.

Технологический процесс сушки рыбы с целью приготовления клипфиска включает следующие операции: мойку, укладку в штабели для стекания воды, сушку рыбы на скалах или специальных помостах, прессование в штабелях, уборку. Вымытую соленую рыбу сортируют по размерам и укладывают в штабели высотой до 50 см, для того чтобы дать стечь воде. Нижний слой рыбы кладут кожей вниз, остальные слои — кожей вверх.

Процесс сушки клипфиска во многом зависит от погоды и продолжается 35—40 суток. После 2—3-дневной сушки прессование рыбы повторяют, складывая ее в штабели высотой 1,0—1,5 м. При прессовании в штабелях на рыбу кладут груз из камней; вес груза увеличивают по мере высыхания рыбы.

По описанию Каттинга [192], существует и другой способ сушки клипфиска, заключающийся в том, что после разделки рыбу солят и прессуют в пачки. После этих операций содержание влаги в рыбе уменьшается с 80 до 58—59%. Затем рыбу сушат на воздухе до содержания влаги 35—43%.

Искусственная сушка производится обычно в камерах туннельного типа с принудительной циркуляцией теплого воздуха, имеющего температуру до 27° и относительную влажность 45—55%. Прессование в прессах в сочетании с искусственной сушкой сокращает продолжительность процесса до 10 суток [192].

ГОРЯЧАЯ СУШКА

Сущность процесса горячей сушки

Горячей сушкой называется способ консервирования, при котором удаление из рыбы воды осуществляется воздухом с высокой температурой (80—200°). Рыба, высушенная таким способом, содержит от 6 до 30% воды.

При горячей сушке протекают следующие физико-химические процессы: удаление (испарение) влаги; гидролиз белка и жира; денатурация (свертывание) белка; инактивация ферментов; разрушение малостойких органических соединений (витамины); отделение части влаги и жира из рыбы в виде бульона; окисление непредельных кислот, входящих в состав жира.

Инактивация ферментов и разрушение малостойких азотистых соединений происходит полностью, так как воздействие воздуха, нагретого до высокой температуры, достаточно продолжительное.

Имея в виду возможность вытапливания жира и ухудшения вкуса рыбы за счет окисления жира, на горячую сушку направляют маложирных рыб, с содержанием жира до 3%.

Существует два совершенно противоположных мнения относительно выбора температурного режима горячей сушки рыбы.

Сторонники медленной сушки рыбы, при температурах порядка 120—140°, считают что такой температурный режим ис-

ключает подгорание или пересушивание рыбы и придает высокие вкусовые качества продукту.

Сторонники быстрой сушки рыбы при температуре — 160—200° считают, что такой температурный режим значительно ускоряет процесс сушки и при внимательном ведении процесса также исключает подгорание или пересушивание продукта и придает ему высокие вкусовые качества.

Таким образом, сторонники медленной и быстрой сушки, защищая противоположные точки зрения, видят в предлагаемых ими температурных режимах одинаковые преимущества.

Опыт работы промышленности показал, что при горячей сушке рыбы необходим комбинированный температурный режим — с высокой температурой сушки в начале процесса и значительным понижением ее в конце сушки. В этом случае продукция не подгорает, мясо имеет рассыпчатую консистенцию, хороший вкус.

Дегустация сушеной продукции, высушенной в печах различной конструкции, показала, что наилучшими вкусовыми качествами обладала рыба, высушенная в обыкновенной русской печи или печах, работающих по этому принципу.

Улучшенные вкусовые качества сушеной рыбы, приготовленной в русской печи, по сравнению с печами других конструкций объясняются особенностями температурного режима, который «автоматически» осуществляется в русской печи. Графики (см. рис. 62), отражающие температурные режимы при сушке рыбы в обыкновенной русской печи, подтверждают выдвинутое положение.

Технологический процесс приготовления сушеных продуктов горячей сушкой

Горячей сушкой готовят рыбные концентраты, пресносушеные и соленосушеные товары. Для этой цели используют рыбу тощую и средней жирности. Существует несколько способов приготовления рыбных концентратов и других сушеных продуктов.

Приготовление крупы с предварительным горячим копчением рыбы. Основная цель копчения в этом случае заключается в том, чтобы облегчить разделку рыбы, придать ей специфический вкус и несколько задержать окислительные процессы. После копчения мясо легко и без потерь отделяется от кости.

Перед копчением рыбу в течение 5—10 мин. солят в слабом тузлуке (удельный вес *1,1—1,12), затем подсушивают. Подсушка при горячем копчении необходима более сильная, чем при производстве товарной копченой рыбы. Чешую лучше всего снимать перед тем, как рыба поступает на копчение. После копчения рыбу разделяют — удаляют плавники, вручную отбира-

ют кости, а мясо перемалывают на мясорубке. Заготовленный фарш сушат на противнях при температуре 80—110°.

Сушка фарша заканчивается, когда влажность продукта снизится до 10%. Высушенный фарш упаковывают россыпью, но иногда брикетируют. Чтобы сделать брикеты, фарш предварительно смачивают водой (3% воды к общему весу фарша). Затем рыбное мясо прогревают, непрерывно перемешивая, и прессуют в виде таблеток весом до 100 г.

Приготовление крупы из крупной рыбы с предварительным ее пропеканием или варкой. У рыбы снимают кожу, отрубают голову и плавники, внутренности удаляют.

Экземпляры более 1,5 м разделяют на балык, а рыбу крупных размеров, весом свыше 3 кг, — на полубалык или на куски.

Разделанную рыбу моют и солят в слабом тузлуке (удельный вес 1,1—1,12) при температуре 10—12° в течение 3—5 мин. Подсушивание (стекание) продолжается не больше 1 часа, после чего тушки раскладывают на противни и ставят в сушильную печь.

На противни тушки рыбы кладут с интервалом 2—3 см, и не прямо на дно противня, а на деревянные рейки, чтобы рыба не прилипла к дну.

В печи рыбу пропекают в течение примерно 2,5 час. при температуре 150—170° до тех пор, пока мясо ее станет плотным и будет свободно отделяться от позвоночной кости. При пропекании рыбы заслонки воздушных вытяжных труб открывать не следует.

Пропеченную рыбу вынимают из печи, отделяют мясо от костей, причем вместе с позвоночником удаляют и хвост. Мясо пропускают через мясорубку. Приготовленный фарш ровным слоем высотой не больше 2—3 см раскладывают на противни. В подовых печах противни рекомендуются размещать на подставках. Температура сушки колеблется в пределах 90—120°. Во время сушки фарш периодически перемешивают, чтобы обеспечить равномерную сушку.

Пропекание рыбы перед сушкой значительно понижает производительность печей, поэтому в период большого поступления рыбы-сырца пропекание заменяют варкой рыбы в кипящей воде в течение 15—40 мин., в зависимости от размеров рыбы. После варки излишнюю влагу из рыбы рекомендуется отжать ручным прессом, а затем уже измельчают рыбу в мясорубке. Фарш сушат обычным способом. Влагу, отжатую из рыбы, также следует высушивать, так как в ней содержится значительное количество белковых веществ.

Приготовление муки из мелкой рыбы. Рыбу-сырец пропаривают в автоклаве до тех пор, пока не разварятся мышечные и реберные кости. Проваренную рыбу измельчают на мясорубке и полученный фарш сушат горячим способом, а затем измель-

чают в муку на вальцовых мельницах. К достоинствам этого способа следует отнести значительное ускорение процесса термической обработки. Недостатком его является извлечение экстрактивных веществ из рыбы во время проварки острым паром в автоклаве. Чтобы избежать при производстве рыбной муки применения пара, можно приготавливать муку из предварительно высушенной и измельченной рыбы. Для этого рыбу потрошат, моют, слегка солят и, наконец, сушат обычным порядком.

Крупные экземпляры разделяют на куски размером до 4 см, мелкие сушат целиком; при этом жабры удаляют; высушенную рыбу измельчают в мясорубках или вальцовых мельницах. Достоинством этого способа является простота технологического и производственного процессов.

Однако при длительной сушке рыбы целиком или кусками до содержания воды 6% и менее происходит слишком большая денатурация белков и прогоркание жира, что несколько ухудшает качество продукта.

Сушка рыбы в целом виде. Корюшку, мойву (уёк), бычка, касатку, мелкую камбалу, навагу, коня и других мелких рыб с жирностью до 3% сушат целиком, либо предварительно потрошат. Для быстрой реализации можно использовать рыбу с содержанием жира до 5%. Рыбу моют в чистой воде, затем помещают на деревянные решета для стекания, которое продолжается в течение часа. После стекания рыбу солят в небольших ваннах в тузлуке удельного веса 1,1 с температурой 12—15°. Продолжительность посола рыбы при толщине более 3 см составляет 6 мин., толщиной 2—3 см — до 4 мин., до 2 см — 2 мин.

Отношение веса тузлука к весу рыбы 1,5:1. Рыбу, особенно мелкую, рекомендуется для посола укладывать в решета и в них погружать в тузлук, что обеспечивает одинаковую продолжительность посола. Вынутую из тузлука рыбу выдерживают на решетках для стекания в течение 30 мин., затем раскладывают на противни и помещают в сушильную печь.

Вначале температура в печи должна быть не ниже 180°, затем постепенно она снижается до 130—100°. Мелкую жирную рыбу сушат сначала при 160°, снижая температуру к концу сушки до 80—90°. Более крупную и сравнительно жирную рыбу (карась) сушат сначала при 180°, а в конце при 90°. При сушке необходимо учитывать теххимические особенности каждого вида рыб.

Сушеная рыба с содержанием жира в пределах 5—10% обычно приятна на вкус, в то время как более жирная горчит, а тощая кажется безвкусной.

Приготовление сухарей. Сухарями называются ломтики сушеной рыбы длиной до 10 см. Такие ломтики получают при резке тушек на поперечные куски. Сухари обычно готовят из

крупных, нежирных рыб — судака, трески, щуки, ленка, а также более мелких — карася, наваги и других.

Переработка крупной мороженой рыбы на сухари состоит в следующем. Сначала рыбу размораживают в теплой воде, затем с нее удаляют чешую, потрошат и тщательно моют, чтобы не было остатков внутренностей и крови. Выпотрошенную и вымытую рыбу разделяют на два филе, разрезая их поперек на куски шириной 5—10 см.

У мелкой рыбы снимают чешую, после чего потрошат, отрезают голову и хвостовые плавники. Все остальные процессы аналогичны обработке рыбы в целом виде.

Сушка снетка. Снеток — очень мелкая рыба, вылавливают его в довольно значительных количествах, в основном весной и осенью в озерах Белорусской ССР, Прибалтики и Ленинградской области. Сушка для этой рыбы является, по-видимому, единственно целесообразным способом консервирования. По данным Т. С. Шмаковой, средний вес весеннего и осеннего снетка, вылавливаемого в озерах северо-запада Европейской части СССР, составляет соответственно 1,5 и 2,5 г, а жирность 2,8—3,3 и 4—5%.

В качестве прилова попадает обычно некоторое количество других мелких рыб: весной — ерш и корюшка, а осенью — ерш, плотва, окунь и укля, которых из-за трудоемкости операции обычно не отсортировывают.

На Псковском рыбосушильном заводе технологический процесс сушки снетка в русских печах организован следующим образом. Свежего снетка, уложенного в корыто вместимостью 100 кг, подносят к вытопленной печи и ставят на подставку (катор), вплотную к передней стенке печи. Во избежание прилипания рыбок к поду печи его посыпают тонким слоем соли. Затем рыбу из корыта при помощи деревянного совка с длинной ручкой (пелька) разбрасывают по поду равномерным слоем около 20 мм, который посыпают солью в количестве 6—8% от веса рыбы; далее из корыта берут остальное количество рыбы и таким же способом загружают в печь. На верхний слой рыбы высыпают оставшуюся соль — 3—6% от веса рыбы.

Осенью расход соли несколько меньше (8—10%), чем весной (13—15%). На рис. 76 приведены кривые сушки осеннего снетка и кривые температуры пода печи и рыбы (по материалам Т. С. Шмаковой).

Сушка рыбы в два ряда, как это принято на Псковском заводе, увеличивает производительность печей, но качество продукта при этом несколько снижается. Лучше сушить снетка в один ряд (соль — рыба — соль), как это принято на Белозерском и некоторых других заводах. В этом случае продолжительность сушки сокращается на 1—2 часа, а качество снетка улучшается.

Процесс сушки снетка в русских печах можно разбить на два периода: пропекание с одновременным просаливанием рыбы и собственно сушку.

Первый период продолжается не более 2 час. и заканчивается, когда поверхность рыбы заметно подсохла, а при сдавливании рыбы из нее не вытекает бульон. В это время заслонка печи открыта, а шибер в вытяжной трубе закрыт.

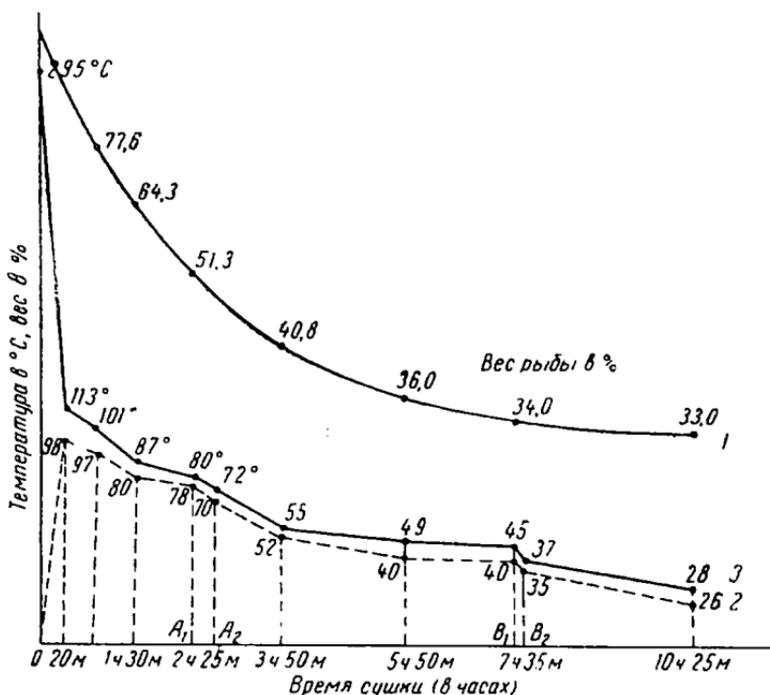


Рис. 76. Кривые:

1—сушки снетка; 2—температуры рыбы; 3—температуры подла печи.

Второй период — собственно сушка — начинается с перемешивания снетка (подъемка), что делают для того, чтобы разрыхлить рыбу и таким образом создать условия для равномерной сушки (отрезок времени A_1A_2 на рис. 76). Перемешивают рыбу деревянной лопаткой, которая называется прогонкой. Сушка производится при закрытой заслонке и открытом шибере; водяные пары улетучиваются через трубу.

Вторичное перемешивание (отрезок времени B_1B_2 на рис. 76) производится через 3—5 час. и затем после 1—1,5 часа рыбу выгружают из печи.

Как видно из рис. 76, процесс сушки можно прекратить через 6—7 час. Дальнейшее досушивание в течение 3—4 час. при температуре подла 40—28°, применяемое на некоторых заводах, нецелесообразно.

В табл. 93 приведены некоторые технические показатели, характеризующие сушку весеннего и осеннего снетка (по данным Т. С. Шмаковой).

Т а б л и ц а 93

Показатели	Характеристика сушки снетка	
	весеннего	осеннего
Расход соли в % к весу сырья . .	12—15	9—12
Содержание соли в продукте в %	10—12	8—10
Температура пода в °С		
до загрузки	290—300	290—300
после загрузки рыбы (через 10—15 мин.)	90—100	100—110
перед выгрузкой рыбы . . .	55—60	30—35
Температура рыбы в °		
через 10—15 мин. после за- грузки в печь	85—90	85—90
перед выгрузкой из печи . .	55—60	30—35
Расход дров на 100 кг рыбы . . .	95—100	120—125
Продолжительность сушки в ча- сах	5—6	8—10
Выход продукта в %	35—36	31—32

Готовность сушеного снетка определяют по следующим показателям: содержание влаги 27—38%; высушенный снеток при сдавливании ломается; консистенция его от плотной до жесткой; содержание соли до 12%. Осенний снеток, как более жирный, обладает лучшим вкусом, чем весенний.

Правильно приготовленный высушенный продукт имеет чистую светлую поверхность, хрупкую рассыпчатую консистенцию и приятный запах сушеной рыбы. При хранении поверхность рыбок тускнеет, приятный запах сушеной рыбы исчезает и появляется запах окислившегося жира. Продолжительность хранения сушеного весеннего снетка не превышает 8 месяцев, а осенью — 6 месяцев [171].

Известен и другой способ приготовления сушеного снетка, предложенный В. П. Павловым. Сущность его заключается в том, что снетка предварительно подсаливают в тузлуке крепостью 16—20% в течение 10—20 мин. в зависимости от свежести сырья и температуры тузлука. Снеток после посола должен содержать соли 3,5—5%. После стекания его сушат без пересыпания солью в печи.

Для того чтобы рыбки не подгорели и не прилипли к поду печи, под посыпают солью в количестве 1,5—2,0% от веса рыбы.

Этот способ не нашел применения в промышленности, хотя имеет некоторые преимущества, а именно: в процессе посола рыбу дополнительно моют и освобождают от песка, гальки и ракушек; процент ломаных рыбок и отходов меньше. Недостатком этого способа является необходимость сушить рыбу тонким слоем, что в значительной мере снижает производительность печи.

ГЛАВА XI. СУШКА РЫБЫ ПОД ВАКУУМОМ

Необратимая денатурация является одним из наиболее характерных признаков существующих способов консервирования рыбного сырья. В одних случаях (стерилизация, посол, копчение и т. п.) для получения продукта заданных качеств денатурация необходима, а в других случаях (сушка, замораживание) она является процессом нежелательным, так как основной задачей этих способов консервирования является сохранение первоначальных свойств свежей рыбы.

Под денатурацией мышечной ткани рыбы мы понимаем процесс изменения ее структуры и архитектоники, происходящий в результате скачкообразного непротеолитического изменения основного типа конфигурации белковых молекул. Наши представления о денатурации мышечной ткани рыбы мы сформулировали, используя работы Пасынского [133], Нейрота и других [198] и Путнама [200].

Следствием денатурации является изменение физико-химических свойств и пищевой ценности мышечной ткани рыбы.

Ценность сушеных продуктов определяется в первую очередь по их способности к набуханию и восстановлению первоначальных свойств сырья при замачивании в воде. Этим качеством рыбные продукты атмосферной, особенно горячей, сушки не обладают, так как сушка при высокой температуре весьма сильно денатурирует белок и разрушает строение мышечной ткани рыбы.

В связи с этим в СССР, а также в других странах проводились и проводятся работы по изысканию новых методов сушки с целью ускорения процесса и сохранения первоначальных свойств сырья, особенно его белковой части.

В настоящее время уже известны два более совершенных способа сушки, а именно: сушка в вакууме при положительных температурах высушиваемого объекта и сушка в вакууме при отрицательных температурах высушиваемого объекта (метод сублимации).

Первый способ основан на понижении под вакуумом точки кипения веществ, находящихся в жидком состоянии. При соответствующем разрежении (меньше 149 мм рт. ст.) можно до-

биться такого положения, что вода будет кипеть при температуре менее 60° , т. е. ниже той температуры, при которой начинается свертывание белка¹.

Таким образом, если сушить свежую рыбу при давлении 149 мм рт. ст. или еще меньшем, то первоначальные свойства ее будут сохраняться в значительно большей мере, чем в случаях сушки при высоких температурах и атмосферном давлении (760 мм рт. ст.).

Второй способ сушки основан на способности некоторых твердых тел (например, водного льда), обладающих высокой упругостью паров, переходить при определенных условиях из твердого состояния в пар минуя жидкую фазу. Подобное превращение вещества из одного (твердого) состояния в другое (газообразное) получило название возгонки или сублимации. Особенностью этого способа сушки является нахождение продукта (рыбы) во время сушки в замороженном состоянии. Чтобы ускорить процесс и предотвратить оттаивание продукта в результате притока тепла извне, сушку ведут при значительном вакууме (остаточное давление менее 1 мм рт. ст.).

Происходящим в глубоком вакууме замораживанием, или, точнее, самозамораживанием рыбы достигается консервирование ее во время сушки, что имеет большое значение ввиду длительности процесса сушки и освобождает от необходимости предварительного посола рыбы, к которому часто прибегают в промышленности при обычной атмосферной сушке.

Вакуум-сушильная установка состоит из четырех основных устройств: вакуум-шкафа, или, как его иногда называют, сублиматора², конденсатора, холодильной машины и ротационного вакуумного масляного насоса. Общий вид такой установки показан на рис. 77. Внутри вакуум-шкафа размещены в определенном порядке плиты или змеевики, в которых циркулирует нагретая до определенной температуры вода. На плитах в вакуум-шкафу размещают противни с рыбой. Конденсатор представляет собой цилиндр с рубашкой, в которой циркулирует хладагент, поступающий через трубопровод от холодильной машины. Во внутренней полости цилиндра помещен вал со скребками, который вращается при помощи специального привода. Образующийся в результате конденсации паров воды слой снега на охлаждаемой поверхности конденсатора очищается вращающимися скребками и падает в специальное приемное устройство, находящееся в нижней части конденсатора.

Сущность работы вакуум-сушильной установки заключается в следующем. Вакуум-шкаф, заполненный рыбой, герметично закрывают, затем включают холодильную машину, вакуум-на-

¹ Вода кипит при остаточном давлении $p=149$ мм рт. ст. при $t=60^{\circ}$, а при $p=4,5$ мм рт. ст. при 0° .

² В случае, если продукт сушат в замороженном состоянии.

сос, привод вала конденсатора и нагревательную систему вакуум-шкафа. Водяные пары, выделяющиеся из рыбы, вместе с воздухом непрерывно отводятся из вакуум-шкафа совместным действием вакуум-насоса и конденсатора. В конденсаторе водяные пары охлаждаются и в виде снега оседают на его холодных

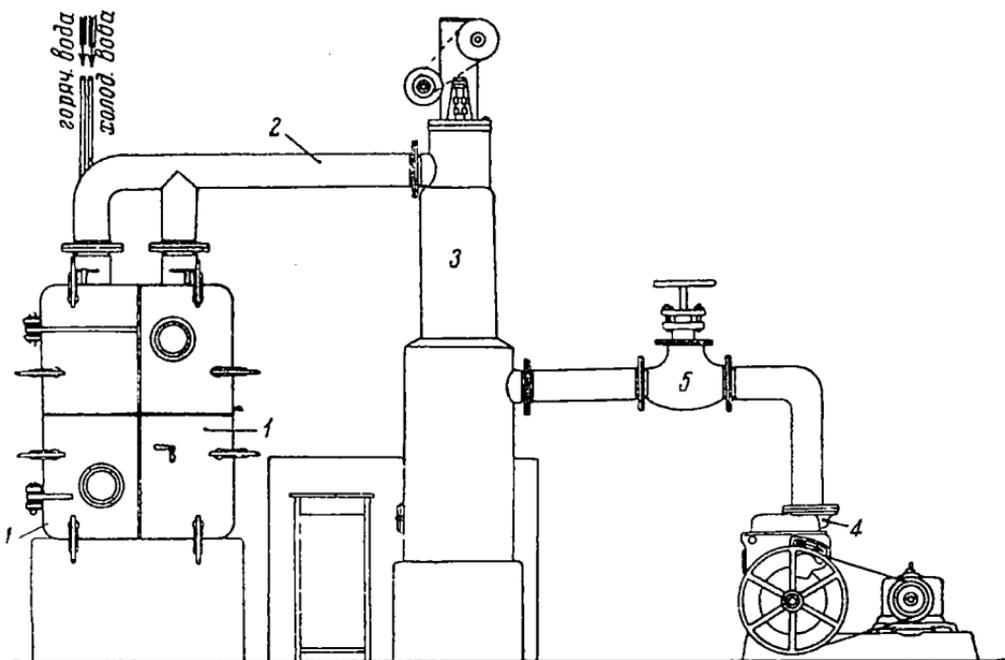


Рис. 77. Вакуум-сушильная установка:

1—вакуум-сушильный шкаф; 2—труба; 3—конденсатор; 4—вакуумный насос; 5—вентиль.

стенках. Таким образом, в вакуум-насос поступает воздух, лишенный водяных паров, который работой насоса выталкивается в атмосферу.

Полнота улавливания водяных паров в конденсаторе имеет очень важное значение для работы вакуум-насоса, а поэтому и для образования предельно возможного вакуума в вакуум-шкафу.

В пищевой промышленности для сушки методом сублимации пока применяются вакуум-сушильные установки периодического действия шкафного типа. Вакуум-сушильным установкам, работающим под средним и глубоким вакуумом, в пищевой, и в том числе рыбной промышленности, принадлежит большое будущее.

Конструкции вакуум-сушильных установок могут быть весьма различными; с некоторыми из них можно познакомиться в книге Лыксова и Грязнова «Молекулярная сушка» [109].

Опытные работы по сушке рыбы в вакууме начались во ВНИРО в 1947 г. вначале под руководством А. А. Лазаревского, а с 1949 г. — автора данной книги. В работах принимали

участие Т. И. Макарова, К. В. Мартемьянова, З. В. Кочетова и З. С. Мелкова.

Вакуум-сушильная установка, в которой проводились опыты, представляет собой ряд аппаратов и устройств, последовательно между собой соединенных металлическими трубопроводами и резиновыми шлангами (рис. 78); технические характеристики их приведены ниже.

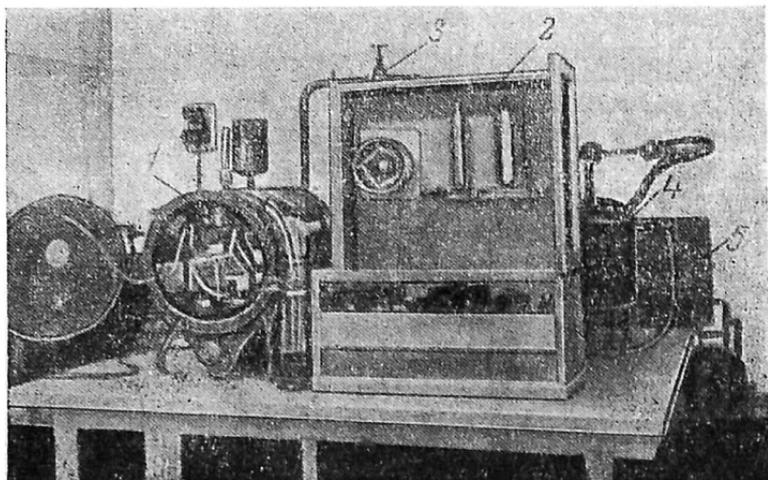


Рис. 78. Лабораторная вакуум-сублимационная установка:

1—шкаф (сублиматор) для сушки рыбы; 2—распределительный щит с контрольно-измерительными приборами; 3—вентиль у конденсатора (конденсатор расположен за щитом); 4—компенсатор; 5—вакуумный ротационный (масляный) насос.

Вакуум-сушильный шкаф. В шкаф помещаются две этажерки с четырьмя полочками каждая; общая площадь полочек 4000 см^2 . В дверце вакуум-шкафа имеются: смотровое стекло, воздушный кран, ввод для электрического шнура. В корпусе шкафа сделаны два ввода пучков медно-константановых термопар по 3 штуки в каждом пучке, ввод для вакуумметров, (которые установлены на распределительном щите).

Распределительный щит вакуум-шкафа. Щит оборудован:

1) двумя милливольтметрами, к которым через переключатели присоединены по три медно-константановых термопары, сделанные из проводов толщиной $0,1 \text{ мм}$; на первом милливольтметре имеется температурная шкала с ценой деления 1°C в пределах от -40 до 60° , а на втором — в пределах от -40 до 120° ;

2) вакуумметром Мак-Леода — Долинова со шкалой от 0 до 1500 мк , последовательно соединенным резиновой трубкой диаметром 7 мм и толщиной стенки 6 мм с двумя U-образными вакуумметрами; а затем с пространством вакуум-шкафа;

3) приспособлением (кнопочным) для пуска и остановки электромотора вакуумного насоса.

Змеевиковый конденсатор. Представляет собой сосуд со сливными краниками внизу и сливной трубкой вверху; внутри сосуда спирально размещен змеевик. Площадь змеевиков $0,4 \text{ м}^2$.

Дополнительный резервуар - компенсатор представляет собой сосуд со смстровым стеклом и двумя воздушными краниками.

Ротационный масляный диффузионный насос с масляным баком и электромотором. Производительность насоса 75 л. с. Вместимость масляного бака $17,5 \text{ л.}$ Мощность электромотора $2,2 \text{ квт.}$ Предельное (паспортное) остаточное давление, которое может обеспечить насос, $0,01 \text{ мм рт. ст.}$, фактическое минимальное остаточное давление в аппарате $0,1 \text{ мм рт. ст.}$

Масляный насос марки ОЕ-3 с электромотором. Производительность насоса 50 л/сек. Мощность электромотора $1,5 \text{ квт.}$ Предельно возможное (паспортное) остаточное давление, которое может обеспечить насос, 1 мм рт. ст. Фактическое минимальное давление в аппарате 6 мм рт. ст.

Сушильная установка занимает площадь 9 м^2 . Как видно из рис. 78, реципиент состоит из четырех сосудов, соединенных между собой последовательно воздухопроводами. В первом сосуде — вакуум-шкафу, где производится сушка рыбы, — при работе насоса создается необходимое разрежение. Воздух с водяными парами, извлеченными из рыбы, отсасывается из вакуум-шкафа, попадает в конденсатор, где водяные пары осаждаются на холодной поверхности его змеевиков, а воздух (неконденсируемые газы) направляется дальше, попадает в насос, откуда через масляный бак выталкивается в атмосферу. Масляный бак в вакуум-ротационном насосе заполняет маслом рабочее пространство вакуум-насоса и изолирует его от влияния наружного воздуха.

Кроме того, конструкция бака обеспечивает отделение воды от масла путем отстаивания, что в известной мере предотвращает попадание воды из бака вместе с маслом в насос.

Конденсатор охлаждается сухим льдом в растворе хлористого кальция.

Высушиваемый материал (до 5 кг) в вакуум-шкафу располагают по стальным полочкам двухэтажерок. Источником тепла являются электроплитки, находящиеся внутри масляной рубашки и дополнительно на внешней поверхности боковых стенок аппарата.

На первом главном щите имеются два гальванометра и два U-образных вакуумметра, а также вакуумметр Мак-Леода — Долинова с приспособлением для улавливания водяных паров и пусковое приспособление для электромотора ротационного ва-

куумного насоса. На втором вспомогательном щите расположены два U-образных вакуумметра и вакуумметр Мак-Леода — Долинова. Приборы на первом щите контролируют газовый и температурный режим в вакуум-шкафу, а на втором щите — после конденсатора.

В случае сушки рыбы при давлении более 6 мм рт. ст. установка работает на втором насосе марки ОЕ-3, который подключают к компенсатору через воздушный краник.

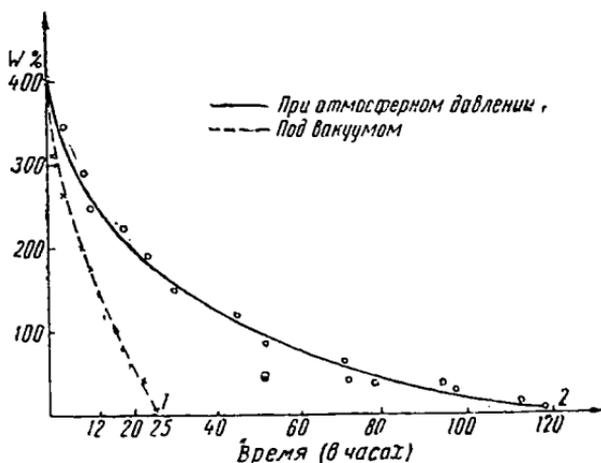


Рис. 79. Кривые сушки кусочков размороженной трески:

1—кривая сушки трески при температуре 15° и $p_{\text{общ}} = 1,0$ мм рт. ст.; 2—кривая сушки трески при температуре 18° и $p_{\text{общ}} = 760$ мм рт. ст.

Сравнительно большие размеры вакуум-шкафа дают возможность помещать в аппарат до четырех квадрантных весов, гидрограф, термограф и вести одновременно наблюдения за температурой в шести точках аппарата (шесть термопар). Наличие смотрового стекла, внутреннего освещения в вакуум-шкафу и измерительных приборов дистанционного действия обеспечивает непрерывный контроль и наблюдение за процессом сушки.

Данная установка достаточно удобна для постановки опытов с различным количеством сырья (до 4 кг) при интервале температуры в аппарате от 10 до 120° и давлении от 20 до 0,1 мм рт. ст.

На рис. 79 и 80 показаны кривые сушки и скорости сушки кусочков размороженной трески весом 50 г под вакуумом и при атмосферном давлении. Как видно из рис. 80, в начале процесса скорость сушки под вакуумом в 9 раз больше, чем при атмосферном давлении, а в конце процесса примерно в 2 раза. Вначале процесс идет в обоих случаях с постоянной скоростью (до точки А и А₁), затем скорость сушки под вакуумом быстро, а после точки В медленно уменьшается.

Таким образом, в процессе сушки размороженной трески методом сублимации под вакуумом имеется две критические точки (А и Б), а при атмосферном давлении только одна (А₁), и то выраженная не особенно отчетливо. Это положение справедливо только для случая сушки предварительно размороженной рыбы.

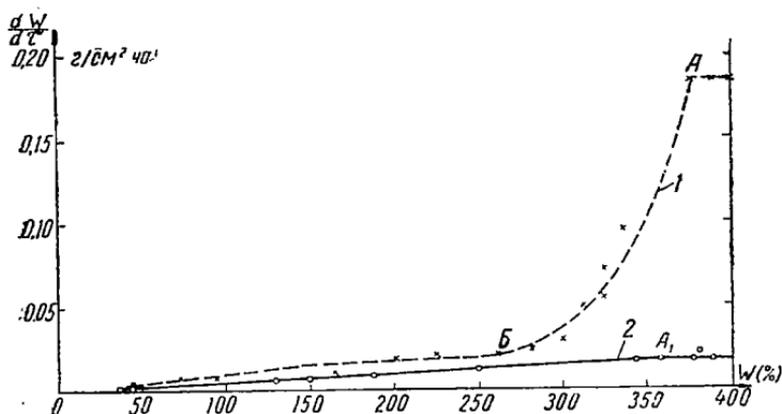


Рис. 80. Кривые скорости сушки кусочков размороженной трески:

1—кривая скорости сушки трески при температуре 15° и $p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст.; 2—кривая скорости сушки трески при 18° и $p_{общ} = 760$ мм рт. ст.

Основные преимущества сушки рыбы методом сублимации под вакуумом ($p_{общ}$ от 0,5 до 4 мм рт. ст.) по сравнению с сушкой при атмосферном давлении заключаются в следующем: продолжительность сушки уменьшается в 6—11 раз; высушенная рыба сохраняет первоначальную форму и размеры, а также цвет, запах и усвояемость, свойственные свежей рыбе; сушеная рыба при замачивании в воде быстро набухает и после этого, как и свежая рыба, пригодна для разнообразной кулинарной обработки.

Кривые набухания кусочков мяса сушеной щуки, высушенных различными способами, показаны на рис. 81.

Свежее мясо щуки сушилось тремя способами: методом сублимации под вакуумом, холодной и горячей атмосферной сушкой.

Как видно из рис. 81, мясо щуки, высушенное методом сублимации, значительно лучше набухает, чем высушенное при атмосферном давлении холодным и тем более горячим способом.

На рис. 82 показаны фотографии кусков (филейчики типа стегов) трески до и после сушки и после замачивания высушенных кусков. Как видно из этих фотографий, по внешнему виду кусок сушеной трески (рис. 82,б) после замачивания (рис. 82,в)

совершенно не отличался от куска исходной размороженной трески (рис. 82, а).

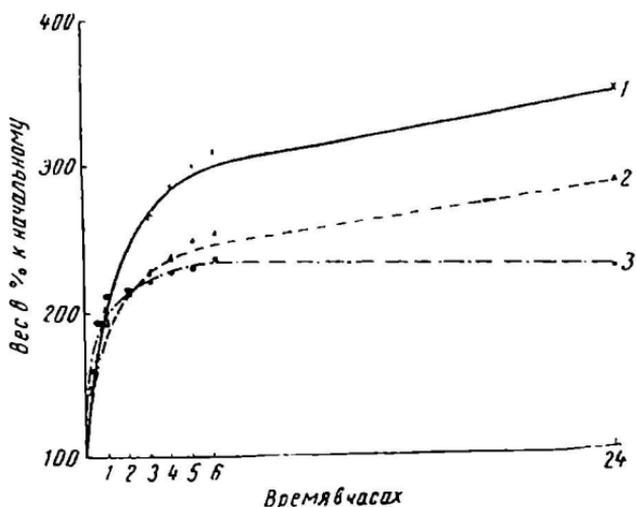


Рис. 81. Кривые набухания сушеной щуки, высушенной различными способами (замачивание в воде при 15°):

1—сушка при $p_{общ} = 1$ мм рт. ст. и температуре 60°; 2—при $p_{общ} = 760$ мм рт. ст. и температуре 30°; 3—при $p_{общ} = 760$ мм рт. ст. и температуре 120—130°.

На рис. 83 показаны фотографии двух кусков трески, высушенных под вакуумом при $p_{общ} = 20,0$ и 1,0 мм рт. ст. Как видно из фотографии, кусок рыбы, высушенный при $p_{общ} = 20,0$ мм

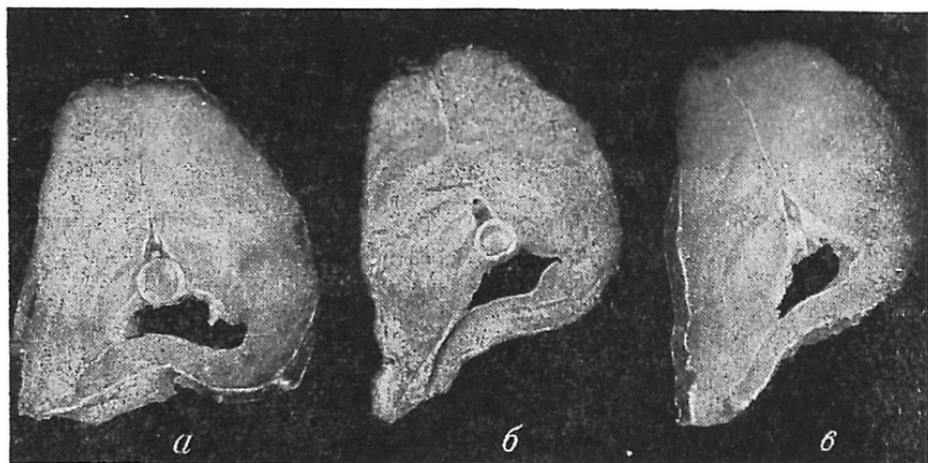


Рис. 82. Общий вид кусочков трески на различных стадиях обработки: а—кусок размороженной трески; б—кусок сушеной трески; в—кусок сушеной трески после замочки.

рт. ст. (рис. 83,а), уменьшился в размерах (дал усадку), а высушенный при $p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст. (рис. 83,б) сохранил свою первоначальную форму и размеры. При атмосферной сушке рыба дает еще большую усадку и форма ее сильно изменяется. На рис. 84 и 85 показаны фотографии филе трески, высушенного при

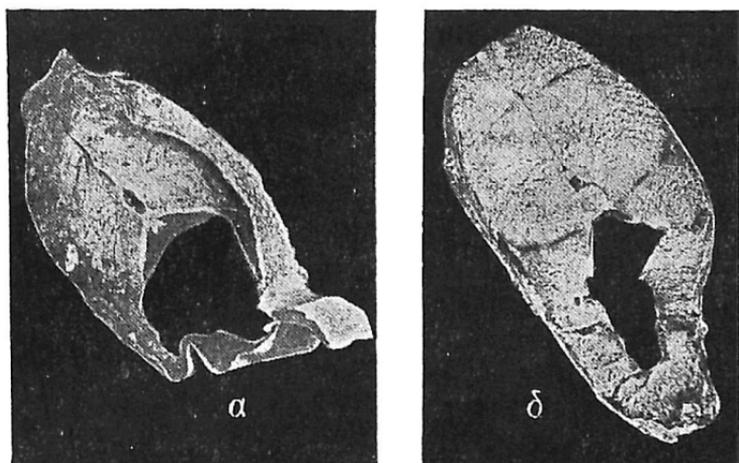


Рис. 83. Общий вид кусочков трески, высушенной различными способами:

а—при температуре 80° и $p_{общ} = 20$ мм рт. ст.; б—при температуре 50° и $p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст.

атмосферном давлении (при $t=20^\circ$) и под вакуумом при $p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст. (при $t=60^\circ$). Первоначальные размеры кусков филе до сушки были примерно одинаковыми. После сушки при атмосферном давлении филе дало очень большую усадку и деформировалось (рис. 84,а и 85,а), а при сушке под вакуумом методом сублимации размеры и форма филе не изменились (рис. 84,б и 85,б).

Недостатком сушки методом сублимации является то, что при замачивании рыбы не восстанавливается ее первоначальный вес, консистенция не соответствует консистенции мяса свежей рыбы и напоминает мясо мороженой рыбы. При сушке наблюдается частичная денатурация белка, в результате чего количество солерастворимых и водорастворимых белков уменьшается; однако это обстоятельство не влияет на усвояемость мяса рыбы. В случае длительного хранения рыба, высушенная методом сублимации, нуждается в специальной упаковке.

КИНЕТИКА ПРОЦЕССА СУШКИ

Под кинетикой процесса консервирования пищевых продуктов мы понимаем количественные и качественные изменения веществ, входящих в состав консервируемых пищевых продук-

тов, во времени при определенных условиях протекания процесса.

Под кинетикой процесса сушки следует понимать количественные и качественные изменения веществ в высушиваемых материалах во времени при определенных условиях сушки. Установление скорости испарения воды, входящей в состав высушиваемого материала (в нашем случае рыбы), является основной целью исследования кинетики процесса сушки.

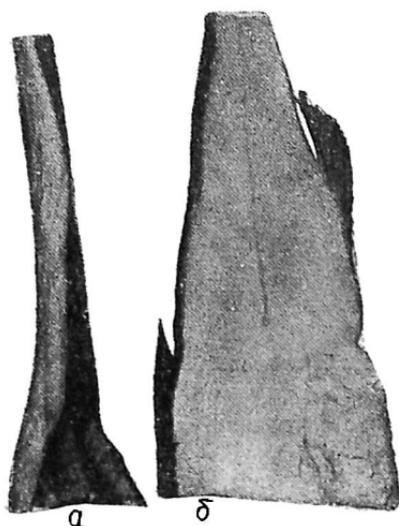


Рис. 84. Общий вид трескового филе, высушенного под вакуумом и при атмосферном давлении:

а—при температуре 20° и $p_{общ} = 760$ мм рт. ст.; *б*—при температуре 80° и $p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст.



Рис. 85. Общий вид трескового филе, высушенного под вакуумом и при атмосферном давлении:

а—при атмосферном давлении и температуре 35° ; *б*—под вакуумом ($p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст., $t = 45^{\circ}$) методом сублимации.

При исследовании кинетики процесса сушки тело или раствор рассматривают как единое целое, т. е. не распределяя на отдельные зоны (участки). Это положение следует считать основным при изучении кинетики процесса консервирования вообще и сушки рыбы в частности.

На скорость процесса испарения воды из мышечной ткани рыбы при сушке методом сублимации под вакуумом могут влиять следующие факторы: температура в аппарате; температура сублимации водного льда; температура конденсации водяных паров; разность между давлением водяных паров в зоне поверхности испарения и в аппарате; состояние мышечной ткани рыбы и ее химический состав; форма высушиваемой рыбы; начальная температура рыбы.

Эти факторы имеют значение при обосновании и выборе режима сушки и, таким образом, представляют не только теоретический, но и практический интерес.

Ниже рассматривается влияние на процесс только четырех, наиболее важных факторов, а именно: температуры в аппарате, разности между давлением водяных паров в зоне поверхности испарения и в аппарате, формы высушиваемой рыбы и ее начальной температуры.

Влияние температуры сушки на скорость процесса

Под температурой сушки мы понимаем температуру передатчика тепла непосредственно к высушиваемому материалу в сушильном аппарате. При сушке методом сублимации передатчиком тепла является главным образом нагретая поверхность аппарата, так как воздух в вакуум-сублимационном аппарате не может оказывать большого влияния на процесс сушки из-за небольших его количеств в аппарате и охлаждающего действия водяных паров, отсасываемых из высушиваемого материала.

В вакуум-сублимационных аппаратах шкафного типа под температурой сушки следует понимать температуру нагретой плиты, на которой располагается высушиваемый объект.

Для опытов были взяты мороженая треска и свежая щука. У острошеной рыбы с обеих сторон срезали филе, из толстой части которого вырезали кусочки мяса следующего размера: треска $65 \times 50 \times 5$ мм, щука $40 \times 50 \times 5$ мм.

Сушку производили при температуре $25-95^\circ$ и при остаточном давлении $p_{общ} = 0,8$ мм рт. ст.

Ниже приводятся данные, характеризующие температуру кусочков мышечной ткани свежей щуки в зависимости от температуры сушки в начальной стадии периода убывающей скорости сушки.

Температура в $^\circ\text{C}$

в аппарате	25	50	75
в рыбе (зона испарения льда)	-19	-13	-8

Как видно из этих данных, температура сушки оказывает заметное влияние на температуру рыбы, если она загружается в аппарат предварительно не замороженной. При сушке предварительно замороженной трески повышение температуры в аппарате с 25 до 95° не так сильно влияет на температуру сублимации, которая в первом случае составляет -20 и во втором -17° .

В дальнейшем температуру, измеряемую в глубине от поверхности испарения льда в образце высушиваемого материала, мы будем называть температурой сублимации. На рис. 86 приводятся кривые сушки и кривые скорости сушки кусочков свежей,

предварительно не замороженной, щуки при различных температурах сушки, а на рис. 87 — мороженой трески. Кривые скорости сушки построены путем графического дифференцирования кривых сушки с последующим расчетом полученных данных по формуле Лыкова [110]:

$$\frac{dW}{d\tau} = \operatorname{tg} \varphi \cdot \frac{g_c}{F} \cdot \frac{60}{100}, \quad (64)$$

где: $\frac{dW}{d\tau}$ — скорость сушки в $г/см^2 \text{час}$;

$\operatorname{tg} \varphi$ — скорость сушки в $\%$ мин.;

g_c — вес абсолютно сухого образца в $г$;

F — поверхность испарения в $см^2$.

При расчетах было сделано допущение, что испарение льда происходит только со стороны верхней, не прилегающей к полочке поверхности кусочков и величина этой поверхности в процессе сушки не меняется.

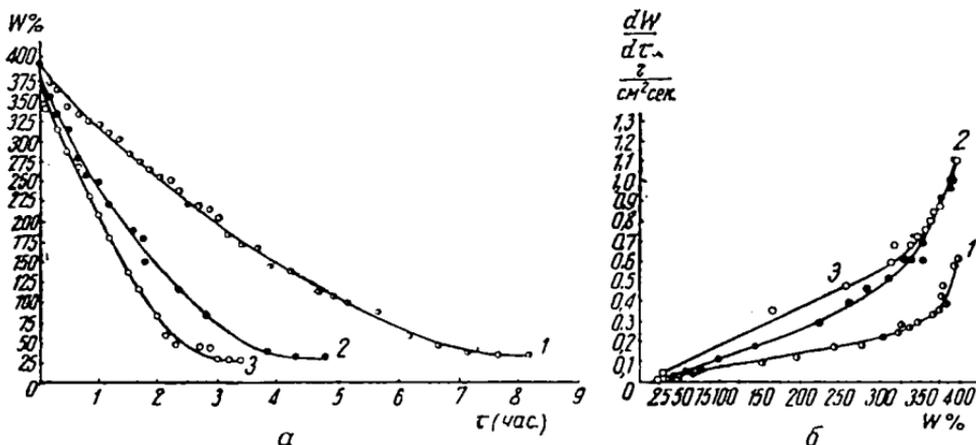


Рис. 86. Кинетика процесса сушки кусочков мышечной ткани щуки при различной температуре:

а—кривые сушки; б—кривые скорости сушки; 1—сушка при 25°; 2—при 50°; 3—при 75°.

Как видно на рис. 86, для случая сушки кусочков мышечной ткани свежей щуки нам не удалось уловить периода постоянной скорости. По-видимому, если этот период и есть, то он весьма непродолжителен. После вырезания кусочков мышечной ткани из рыбы их не промывали, и, таким образом, поверхностного слоя воды (воды смачивания) на рыбе не было; процесс испарения непосредственно начинался из верхнего (наружного) слоя мышечной ткани рыбы. При сушке мышечной ткани свежей щуки характерно непрерывное и быстрое уменьшение скорости сушки, что следует объяснить образованием уплотненного слоя мышечной ткани (корочки подсыхания) на поверхности кусков

рыбы. Этой же причиной следует объяснять значительное повышение температуры сублимации при повышении температуры сушки.

Для случая сушки мороженой трески нам удалось уловить период постоянной скорости, хотя весьма небольшой продолжительности (рис. 87); характерно, что в середине процесса, особенно при высоких температурах сушки (80 и 95°), скорость ее убывает очень медленно. В результате кривые скорости сушки имеют несколько необычную конфигурацию. Это явление

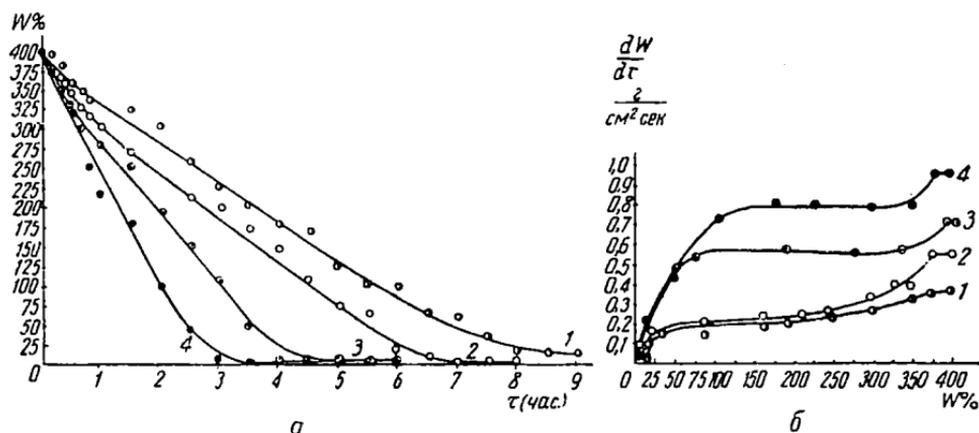


Рис. 87. Кинетика процесса сушки кусочков мышечной ткани мороженой трески:

а—кривые сушки; б—кривые скорости сушки; 1—сушка при 30°; 2—при 60°; 3—при 80°; 4—при 95°.

следует объяснять частичным разрушением строения мышечной ткани трески при замораживании и продолжительном хранении ее на холодильнике в мороженом состоянии.

В результате при небольшой толщине высушиваемого куска (5 мм) углубление зоны испарения не оказывало особого влияния на скорость процесса, и только к концу процесса при небольшом содержании воды скорость сушки начинает быстро уменьшаться. Как видно из результатов опытов, температура сушки оказывает большое влияние на скорость процесса не только в период постоянной, но и в период убывающей скорости сушки (рис. 86 и 87). Особенно это заметно в первой половине периода убывающей скорости сушки, когда зона испарения льда еще не ушла далеко в глубь мышечной ткани рыбы.

При сушке методом сублимации в условиях вакуума полностью сохраняется основной закон сушки: количество испаряемой из тела воды W пропорционально количеству тепла Q , подводимого к телу, а следовательно, пропорционально разности температур теплоносителя t_2 и высушиваемого тела t_1 .

Отсюда скорость испарения воды из рыбы при различных температурах сушки и постоянном давлении подчиняется следующему уравнению:

$$\frac{dW}{d\tau} = K(t_2 - t_1), \quad (65)$$

где: $\frac{dW}{d\tau}$ — скорость испарения воды из рыбы;

K — коэффициент испарения;

t_2 — температура сушки;

t_1 — температура рыбы в зоне испарения воды (льда).

Таким образом, скорость испарения воды из рыбы в условиях глубокого вакуума при постоянном значении остаточного давления в аппарате пропорциональна разности между температурой сушки и сублимации.

Поверхность испарения при сушке рыбы в глубоком вакууме не является величиной постоянной; она уменьшается по мере испарения из рыбы воды. По мере протекания процесса сушки поверхность испарения углубляется внутрь мышечной ткани рыбы, что легко обнаруживается невооруженным глазом.

Таким образом, при прочих равных условиях

$$dW = f(F); \quad \frac{dW}{d\tau} = f_1(F), \quad (66)$$

где: F — поверхность испарения;

f и f_1 — некоторые функции.

При сушке рыбы в замороженном состоянии период убывающей скорости наступает после того, как поверхность испарения начинает перемещаться в глубь мышечной ткани рыбы.

Таким образом, скорость сушки во многом зависит от способа разделки рыбы, в частности от отношения поверхности пластины (куска) рыбы к ее толщине $\left(\frac{F}{\delta}\right)$.

Разность между температурами сушки и сублимации является решающим фактором, определяющим скорость процесса. Мы установили, что для сушки льда и предварительно замороженной рыбы эта зависимость при температуре сушки до 70° выражается прямой линией, имеющей сравнительно небольшой угол наклона к оси абсцисс, если на последней откладывать значения температуры сушки t_2 . Порядок проведения опытов заключался в следующем.

Исследуемый объект (кусочки рыбы и льда) помещали в небольшой сосуд, соединенный с другим сосудом, в котором находился лед для охлаждения проводов термопар (рис. 88). Длина сосуда для охлаждения проводов термопар соответствует 120 диаметрам рабочего спая. Провода термопар в большом сосуде

пропускали через трубочки, и затем спай вводили внутрь куска рыбы или льда, находящихся во втором маленьком сосуде.

Опыты проводили над кусочками свежей щуки, мороженой трески и льда весом около 20 г. Температуру сублимации устанавливали через час после пуска вакуумного насоса как среднее из трех последующих замеров в интервале через каждые 5 мин. Температура сушки во время опыта постепенно повышалась от 20 до 90°; остаточное давление все время было постоянным и равнялось 1,0 мм рт. ст.

Сушка при высоких температурах ухудшает качество продукта, поэтому мы считали нецелесообразным изучать кинетику процесса при температурах сушки выше 90°*.

Результаты опытов приводятся на рис. 89, где на оси абсцисс отложена температура сушки, а на оси ординат, вверх от оси абсцисс,—разность температур сушки и сублимации, а вниз — температура сублимации. Как видно из рис. 89, по мере повышения температуры сушки t_2 увеличивается разность между температурой сушки и сублимации ($t_2 - t_1$). При сушке льда и трески при температуре соответственно до 70 и 60° зависимость между t_2 и $t_2 - t_1$ подчиняется закону прямой.

Кривая температуры сублимации чистого льда в интервале температур сушки от 20 до 70° располагается на 1,5° ниже температуры сублимации льда из мышечной ткани трески при одинаковых значениях вакуума в аппарате. Это различие следует объяснить влиянием азотистых веществ, образующих структурную решетку в мышечной ткани рыбы, имеющих более низкую теплопроводность, чем лед.

Весьма характерна конфигурация кривой температуры сублимации льда из мышечной ткани свежей щуки (предварительно не замороженной) в зависимости от температуры сушки (рис. 89). Температура сублимации льда из мышечной ткани щуки, начиная с температуры сушки 34°, непрерывно повышается и при 70° достигает —4°.

* При температуре сушки выше 90° рыба сильно желтеет, консистенция ее ухудшается после замачивания, в вареном виде становится жесткой и водянистой.

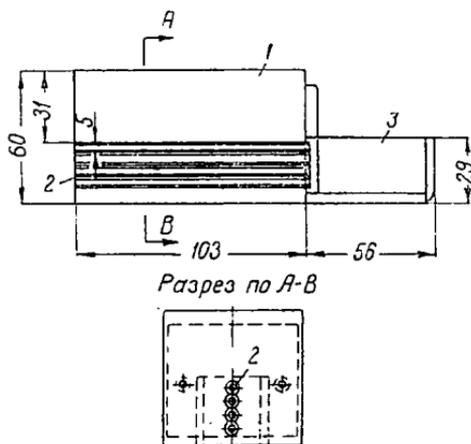


Рис. 88. Сосуд для измерения температуры высушиваемого объекта:
1—большой сосуд; 2—трубочки; 3—маленький сосуд.

Это происходит в результате того, что в случаях сушки предварительно не замороженной рыбы на поверхности ее мышечной ткани образуется уплотненный высохший слой, плохо проницаемый для водяных паров. В результате давление водяных паров в зоне испарения увеличивается, скорость испарения льда из внутренних слоев мышечной ткани рыбы отстает от количества подводимого тепла, которое не полностью затрачивается на испарение льда; температура сублимации повышается.

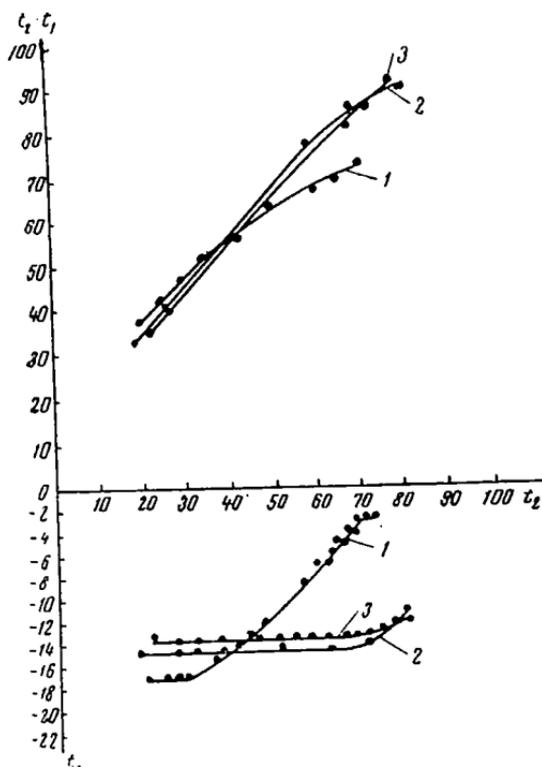


Рис. 89. Кривые температуры сушки:
1—щука; 2—треска; 3—лед.

В случае сушки мышечной ткани предварительно замороженной трески температура сублимации начинает повышаться только при температуре сушки 60° . В этом случае на поверхности куска мышечной ткани не образуется уплотненного высохшего слоя. В результате скорость испарения льда соответствует количеству подводимого к нему тепла; это соответствие наблюдается до температуры сушки 60° (рис. 89). При сублимации чистого водного льда соответ-

ствие между интенсивностью его испарения и количеством подводимого тепла нарушается при температуре сушки 70° (рис. 89).

Для установления влияния температуры сушки на количество удаляемой из рыбы воды были проведены специальные опыты с мышечной тканью свежей щуки. В этих опытах сушку рыбы производили при давлении 0,8 мм рт. ст. и температуре 25, 50 и 75° . Процесс заканчивали после того, как в течение часа сушки вес рыбы не менялся. В обезвоженных образцах остаточное содержание воды определяли путем сушки измельченной ткани при температуре 115° . Эту температуру Думанский [58] предложил применять для удаления всей связанной воды из коллоидов при определении теплоты смачивания.

Результаты проведенных опытов приведены ниже:

Температура сушки в $^\circ\text{C}$ при $p=0,8$ мм рт. ст.	25	50	75
Остаточное количество воды в рыбе в % на абсолютно сухое вещество	42,4	32,3	22,8

Как видно из этих данных, по мере повышения температуры сушки при постоянном давлении в вакуум-сушильном аппарате остаточное количество воды в мышечной ткани рыбы уменьшается. При температуре сушки 25° в рыбе остается связанная вода и часть иммобилизованной воды. При температуре 50° и выше вся иммобилизованная вода испаряется и в рыбе остается только связанная вода (см. гл. III).

Температура сушки влияет не только на скорость процесса и количество удаляемой воды, но также и на содержание структурно свободной воды в сушеной рыбе после замачивания (табл. 94).

Т а б л и ц а 94

Температура сушки в °С	Содержание воды в % на сырое вещество в рыбе					
	дефростированной		сушеной		замоченной	
	общая	структурно свободная	общая	структурно свободная	общая	структурно свободная
20	79,54	21,1	5,85	—	79,31	20,4
60	79,54	21,1	3,62	—	81,73	25,7
80	79,54	21,1	2,74	—	79,86	33,8
95	79,54	21,1	2,17	—	81,94	32,0

Для опытов использовали дефростированную треску; сушку производили при давлении в аппарате $p_{общ} = 0,8$ мм рт. ст.

Как видно из данных табл. 94, по мере повышения температуры сушки увеличивается содержание структурно свободной воды в замоченной сушеной треске. Эти данные можно считать косвенным доказательством того, что по мере повышения температуры сушки денатурация мышечной ткани рыбы усиливается.

Влияние разности давлений в аппарате и в зоне поверхности испарения на скорость сушки

Для характеристики скорости сушки рыбы при атмосферном давлении и постоянной температуре можно использовать следующее уравнение [107]:

$$\frac{dW}{d\tau} = B(p_1 - p_2), \quad (67)$$

где: $\frac{dW}{d\tau}$ — скорость сушки в кг/час см²;

B — коэффициент испарения воды из рыбы при атмосферном давлении, зависящий от скорости и направления тока воздуха, конфигурации поверхности, а

также структуры мышечной ткани рыбы в $\text{кг/см}^2 \text{ час мм рт. ст.}$;

p_1 — давление пара у поверхности испарения в мм рт. ст.;

p_2 — парциальное давление пара в окружающей среде (в аппарате) при температуре t_2 в мм рт. ст.

Коэффициент испарения воды при сушке в атмосферных сушилках является величиной постоянной в период постоянной скорости сушки и убывающей величиной в период переменной (убывающей) скорости сушки. В последнем случае он имеет очень небольшое значение, так как зависит от внутренней диффузии воды в высушиваемом материале. Этот вопрос подробно изложен в книге Лыкова [107].

При сушке в условиях глубокого вакуума коэффициент испарения приобретает другой физический смысл, чем при атмосферной сушке, так как в этом случае мы имеем дело с эффузионным движением водяного пара в высушенном слое мышечной ткани рыбы.

Кроме того, ввиду отсутствия пограничного слоя влажного воздуха молекулы воды легче отрываются от поверхности высушиваемой рыбы. В процесс испарения водяные пары вместе с натекаемым в аппарат воздухом непрерывно отводятся из сублиматора совместным действием вакуумного насоса и конденсатора; в реципиенте¹ непрерывно создается направленное движение смеси водяных паров и воздуха в конденсатор².

Таким образом, при сушке в глубоком вакууме коэффициент испарения зависит не от скорости и направления потока воздуха, как при атмосферной сушке, а от влажпроводимости высушенного слоя в материале и, по терминологии Лыкова, от «особенностей массообмена» в сублиматоре. Обозначим этот коэффициент буквой K и назовем его коэффициентом испарения льда из высушиваемого материала в глубоком вакууме.

Тогда скорость испарения воды из мышечной ткани рыбы в глубоком вакууме при различном остаточном давлении в аппарате и при постоянной температуре сушки можно выразить следующей формулой:

$$\frac{dW}{d\tau} = K(p_1 - p_2). \quad (68)$$

Таким образом, скорость испарения воды из мышечной ткани рыбы в условиях глубокого вакуума при постоянной температуре сушки пропорциональна разности давлений водяного пара в зоне испарения (сублимации) и в аппарате. С уменьшением

¹ Под реципиентом следует понимать ту часть установки, из которой непрерывно отсасывается воздух и водяные пары.

² В производственных установках практически трудно создать такие условия, при которых скорость образования водяных паров соответствовала бы скорости их отсасывания из сублиматора. Здесь мы разбираем идеальный случай.

остаточного давления в аппарате (сублиматоре) скорость процесса сушки увеличивается, но эта зависимость не может подчиняться закону прямой, так как между уменьшением давления водяных паров в сублиматоре и у поверхности испарения нет прямой зависимости, что можно установить из данных табл. 95.

Т а б л и ц а 95

Общее давление в аппарате $P_{общ}$ в мм рт. ст.	Давление водяных паров в аппарате P_2 в мм рт. ст.	Температура в °С		Давление водяных паров в зоне испарения льда (воды) в рыбе P_1 в мм рт. ст.
		в аппарате t_2	в рыбе t_1	
1,4	1,2	20	-10	2,0
0,8	0,6	20	-17	1,3
0,6	0,4	20	-20	0,8

Данные табл. 95 приводятся для начала периода убывающей скорости сушки. Давление в зоне испарения льда P_1 установлено по температуре сублимации.

Е. П. Ермакова в результате весьма содержательного анализа массообмена и теплообмена в сублиматоре пришла к выводу, что основной движущей силой процесса испарения является разность парциальных давлений пара у поверхности материала и в окружающей среде. Мы также склонны считать этот фактор одной из основных движущих сил процесса испарения, но для сублимационных установок существующего типа следует еще большее значение придавать разности между температурой сушки и температурой сублимации.

В сублимационных установках существующего типа имеются большие возможности для увеличения температуры сушки и весьма небольшие возможности для уменьшения остаточного давления.

Влияние предварительного замораживания рыбы на скорость сушки

Вопрос о влиянии предварительного замораживания рыбы на скорость сушки до сих пор остается дискуссионным.

Образцы свежего, мороженого и дефростированного мяса карпа и щуки сушили при температуре 50° и $P_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. В каждом случае сушили рыбу одного вида одновременно в свежем, предварительно замороженном до -20° и размороженном состоянии.

На рис. 90 приводятся кривые сушки и кривые скорости сушки кусочков мяса карпа при различном состоянии ткани. Наиболее интенсивно идет процесс сушки дефростированной и предварительно замороженной рыбы. Заканчивается он соот-

ветственно на 2,6 и на 1,5 часа раньше, чем сушка свежей рыбы (рис. 90,а).

Весьма характерно, что период постоянной скорости сушки кусочков дефростированного и мороженого карпа (рис. 90) продолжался дольше и закончился при значительно меньшем содержании воды (260—270% на абсолютно сухое вещество), чем при сушке кусочков свежей рыбы. В последнем случае период

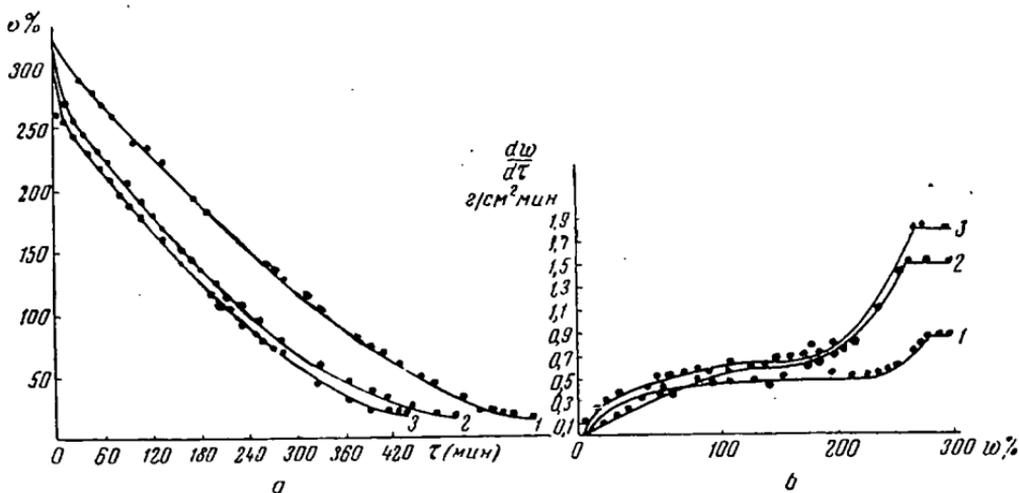


Рис. 90. Кинетика процесса сушки кусочков карпа в зависимости от состояния ткани при 50° и $P_{общ} = 0,8$ мм рт. ст.:

а—кривые сушки; б—кривые скорости сушки; 1—свежее мясо; 2—мороженое мясо; 3—дефростированное мясо.

постоянной скорости сушки продолжался всего 20 мин. и закончился, когда содержание воды в рыбе достигло 300% на абсолютно сухое вещество.

В период постоянной скорости скорость сушки кусочков свежего карпа была в 2 раза меньше, чем дефростированного, и в 1,8 раза меньше, чем мороженого. В период убывающей скорости сушки разница в скоростях быстро уменьшается и при содержании воды 100% достигает примерно одинаковой величины (рис. 90,б). При сушке образцов свежей и мороженой щуки (рис. 90,б) наблюдается такая же закономерность.

Основными причинами меньшей скорости сушки свежей рыбы в обеих стадиях процесса по сравнению с замороженной и дефростированной, следует считать следующие.

Первая причина — увеличение объема кусочка мышечной ткани свежей рыбы во время ее дегазации и, как следствие, образование после высушивания пустот значительно большего размера, чем при сушке предварительно замороженной рыбы. Эти пустоты нарушают тепловой поток от источника тепла к поверхности испарения.

Кусочек рыбы приобретает неестественную, вздутую форму и представляет собой пористое тело с пустотами весьма большого размера и плотной сухой корочкой на поверхности. Все эти изменения произошли в первую очередь в результате влияния дегазации и самозамораживания.

В период дегазации увеличивается в объеме только мышечная ткань свежей рыбы. Этого не наблюдается у мышечной ткани дефростированной рыбы, что подтверждает наличие значительных коллоидно-химических изменений в мышечной ткани рыбы в результате ее замораживания и хранения в замороженном виде. Структурная сетка мышечной ткани дефростированной рыбы в процессе сушки оказывается более проницаемой для газов, чем свежей.

Вторая причина — образование корочки подсыхания на поверхности кусочка мышечной ткани рыбы во время дегазации и самозамораживания, которая представляет собой тонкий слой (около 1 мм) высушенной и уплотненной мышечной ткани, образующейся в результате интенсивного испарения воды из этого участка кусочка рыбы и несоответствия внешней и внутренней диффузии воды в период самозамораживания.

Корочка оказывает примерно такое же влияние, как оболочка (кожица) у некоторых плодов и овощей, которые в целом виде в условиях глубокого вакуума не только трудно высушить, но и невозможно заморозить (самозаморозить). Например, Гапе [186] при давлении 0,5 мм рт. ст. не мог заморозить (самозаморозить) таких небольших размеров объект, как зеленый горошек, имеющий плотную кожицу.

Влияние формы и размеров рыбы на скорость сушки

В большинстве случаев для сушки рыбу разделяют на филе или измельчают, превращая в фарш. С целью определения влияния толщины пластины мышечной ткани рыбы на скорость процесса сушке подвергали предварительно замороженные пластины мышечной ткани свежего сома одинаковой длины и ширины, толщиной 2—16 мм при $p_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. и $t = 50^\circ$ (рис. 91).

Как видно из этого рисунка, продолжительность сушки мышечной ткани рыбы увеличивается в зависимости от увеличения ее толщины. При анализе кривых скорости сушки следует обратить внимание на их форму, которая указывает на то, что по мере уменьшения толщины кусочка мышечной ткани рыбы скорость и продолжительность периода постоянной скорости сушки увеличивается.

В предыдущем разделе мы установили, что скорость сушки зависит от разности давлений водяного пара у поверхности испарения и в сублиматоре ($p_1 - p_2$). Таким образом, процесс

сушки рыбы: подчиняется закону Фика, который характеризуется следующим уравнением:

$$m = DS \frac{dp}{da} \tau, \quad (69)$$

где: m — количество газа, диффундирующее за промежуток времени τ из слоя a_1 с парциальным давлением p_1 в слой a_2 с парциальным давлением p_2 ;

S — площадь поверхности испарения;

D — коэффициент диффузии;

$\frac{dp}{da}$ — градиент давления.

При сушке рыбы под вакуумом методом сублимации возникает новая фаза (пары воды), которая движется внутри высушиваемого тела (рыбы).

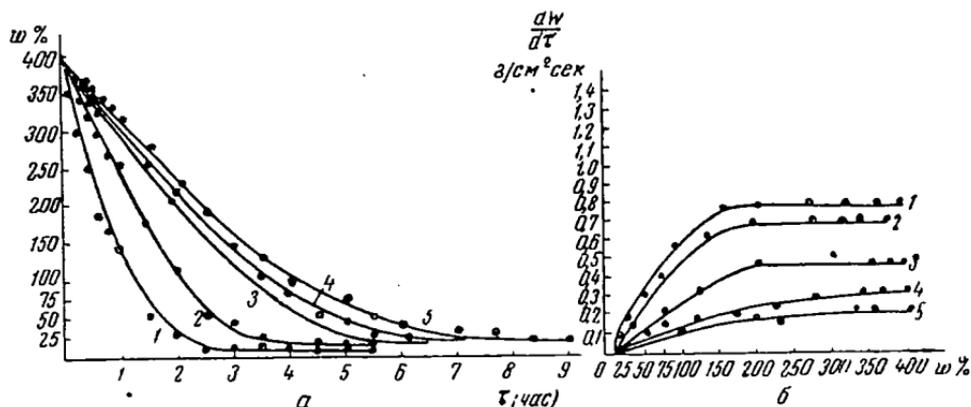


Рис. 91. Кинетика сушки в зависимости от толщины мышечной ткани сома (предварительное замораживание):

a —кривые сушки; b —кривые скорости сушки; 1—при толщине мышечной пластины 2 мм; 2—4 мм; 3—9 мм; 4—12 мм; 5—16 мм.

В уравнении (69) коэффициент диффузии характеризует только движение водяных паров. Для характеристики обоих явлений необходимо ввести другой коэффициент пропорциональности, который в сушильной технике получил название коэффициента испарения K : тогда уравнение (69) можно написать в следующем виде:

$$W = KS \frac{dp}{da} \tau, \quad (70)$$

где: W — количество водяных паров, диффундирующее за промежуток времени τ из слоя a_1 с парциальным давлением p_1 в слой a_2 с парциальным давлением p_2 ;

K — коэффициент испарения воды (льда) из мышечной ткани рыбы в глубоком вакууме;

S — площадь поверхности испарения;

$\frac{dp}{da}$ — градиент давления водяных паров в образце мышечной ткани рыбы;

a — толщина образца (пластины) рыбы.

Скорость сушки можно выразить следующим уравнением:

$$\frac{dW}{d\tau} = KS \frac{dp}{da}. \quad (71)$$

Уравнение (71) связывает три основных фактора, от которых зависит скорость сушки, а именно: поверхность испарения S , толщину куска рыбы a и разность давлений водяного пара у поверхности испарения и в сублиматоре (максимальный градиент давления $\frac{dp}{da}$ в данный момент сушки).

Поскольку, как мы установили, решающим фактором, влияющим на скорость сушки в глубоком вакууме, является температура сушки, для характеристики процесса можно привести следующую формулу:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{K(t_2 - t_1)}{a}, \quad (72)$$

где: K — коэффициент испарения;

t_2 — температура сушки;

t_1 — температура сублимации льда;

a — толщина пластины рыбы.

В формулу (72) косвенно входит и остаточное давление в аппарате, так как $t_1 = f(p_2)$. Выражение $\frac{t_2 - t_1}{a}$ можно рассматривать как градиент температур, если считать, что температура поверхности рыбы равна температуре сушки.

Как будет показано дальше, коэффициент K является величиной переменной и по мере протекания процесса сушки числовое значение его уменьшается.

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА СУШКИ

Под динамикой процесса сушки мы подразумеваем количественные и качественные изменения веществ в различных участках высушиваемого тела (раствора) в процессе сушки при определенных условиях протекания процесса.

Главным при изучении динамики сушки является установление особенностей, или, как это называет А. В. Лыков, механизма движения воды в высушиваемом теле. Таким образом, если при изучении кинетики процесса сушки тело (раствор) рассматривается как единое целое, то при изучении динамики процесса тело (раствор) разбивается на отдельные участки, в ко-

торых одновременно фиксируют количественные и качественные изменения веществ, входящих в состав исследуемого тела (раствора).

Стадии процесса сушки

Процесс сушки сублимацией в условиях вакуума Лыков [109] разбивает на три периода или стадии:

1) начальный период сушки при замораживании влаги (период самозамораживания);

2) период сублимации — испарения замороженной в продукте влаги, минуя жидкую фазу;

3) конечный период сушки продукта — удаление остаточной незамороженной влаги испарением (период испарения остаточной жидкости).

Greaves [190] также делит процесс сушки на три стадии: замораживание, основную сушку (Primary drying) и вторичную сушку и упаковку.

Этой схеме по существу придерживаются также Белопольский [7] и Flösdorf [182].

Последняя схема в наиболее общем виде дает представление о процессе сушки методом сублимации. В первой стадии (замораживание) не указывается способ, каким этот процесс осуществляется. Таким образом, она приложима для сушки как предварительно замороженного, так и незамороженного материала. Greaves [190] придает большое значение упаковке продукта, поэтому даже включает ее в схему процесса сушки.

В вышеприведенных двух схемах процесса сушки методом сублимации неполностью отражаются те явления, которые происходят в высушиваемом материале и в вакуум-сушильном аппарате.

Как показали наши наблюдения, процесс сушки свежей рыбы (и любого другого пищевого продукта) методом сублимации в условиях вакуума можно разбить на следующие четыре стадии.

Первая стадия — дегазация мышечной ткани рыбы. Во время образования вакуума в аппарате (особенно если это осуществляется быстро) внутреннее давление растворенных в клеточном соке газов оказывается большим, чем в аппарате. В результате мышечная ткань рыбы увеличивается в объеме (раздувается). Часть газов из мышечной ткани рыбы при этом удаляется (отсасывается).

Происходит также интенсивное удаление (испарение) воды из наружного (поверхностного) слоя мышечной ткани рыбы с образованием на поверхности пластины (филе) рыбы обезвоженного и уплстненного слоя (корочки подсыхания). В результате интенсивного испарения воды температура мышечной ткани рыбы быстро понижается до 0°; процесс испарения воды про-

текает главным образом за счет тепла, аккумулированного в рыбе.

Вторая стадия — замораживание (самозамораживание) воды в мышечной ткани рыбы. Эта стадия начинается при давлении в аппарате меньше 4,5 мм рт. ст. На испарение воды из рыбы используется тепло, содержащееся в рыбе и подводимое к ней извне.

Температура мышечной ткани понижается до тех пор, пока давление пара в зоне испарения не достигнет предельной для данного режима сушки величины. В этой стадии увеличения объема рыбы может и не происходить, так как за счет замерзания в рыбе воды объем ее увеличивается меньше, чем при дегазации. Дегазация мышечной ткани рыбы продолжается, но уже в небольших размерах; начальный период процесса сушки заканчивается, когда испарение воды происходит в значительной мере за счет тепла, содержащегося в материале. На поверхности образуется тонкий слой высушенной уплотненной ткани, плохо проницаемой для водяных паров. В конце этой стадии скорость сушки начинает быстро уменьшаться.

Третья стадия — собственно сушка. В этой стадии испарение воды (льда) из рыбы происходит только за счет тепла, подаваемого к рыбе извне.

Надо сказать, что рекомендуемые и применяемые до сих пор Лыковым, нами, а также другими авторами режимы сушки пищевых продуктов не соответствуют полному замораживанию воды [7, 29, 72, 183, 186, 199].

Таким образом, в этой стадии происходит испарение воды из двух состояний: твердого (льда) и жидкого. Однако поскольку основное количество воды находится в замороженном состоянии, то фактор сублимации оказывает решающее влияние на сушильный процесс и, в частности, на явление теплообмена. При правильно выбранном режиме сушки вся иммобилизованная вода в этой стадии должна находиться в замороженном состоянии и полностью удаляться.

Испарение связанной воды можно в известной мере отождествить с сублимацией, так как образование этой формы воды происходит за счет водородных связей. Структура льда, как известно, также образована за счет водородных связей [155]. Таким образом, связанная вода отличается от льда главным образом величиной энергии связи. Если при сублимации льда необходимо затратить максимум 12,2 ккал/моль, чтобы разорвать все связи [155], то для испарения связанной воды из мышечной ткани рыбы требуется 15—17 ккал/моль.

Исходя из вышеприведенных соображений, третью стадию можно назвать стадией сублимации, или периодом сублимации, если вести процесс сушки рыбы при температуре сублимации —20° и ниже.

Четвертая стадия — досушивание. К концу третьей стадии в мышечной ткани рыбы может оставаться только связанная и часть иммобилизованной воды, для испарения которой требуется повышенная температура¹. В четвертой стадии и производится удаление этих форм воды в возможно большем количестве. Флосдорф [183] для того, чтобы получить стойкие при хранении высушенные медицинские продукты, рекомендует их сушить до содержания воды не более 2%. Это достигается значительным повышением температуры сушки, или увеличением величины вакуума. Содержание воды в сушеной рыбе, как показали опыты, проведенные К. В. Мартемьяновой, оказывает очень большое влияние на возможную продолжительность хранения продукта.

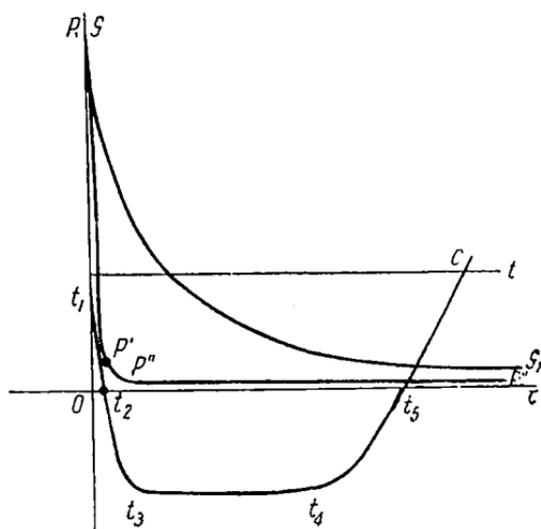


Рис. 92. Схема процесса сушки методом сублимации (p соответствует $p_{общ}$).

На рис. 92 изображена схема процесса сушки в условиях глубокого вакуума с применением самозамораживания высушиваемого тела (раствора). Процесс сушки характеризуется тремя основными показателями: давлением $p_{общ}$ паро-воздушной смеси, температурой t в аппарате (сублиматоре) и температурой тела (раствора) в зоне испарения t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 . Кроме того, на рисунке приводится кривая, характеризующая изменение веса G высушиваемого тела.

Как видно из рис. 92, в первой стадии происходит снижение давления в вакуум-сушильном аппарате до 4,5 мм рт. ст. ($p'_{общ}$) и соответственно этому понижение температуры высушиваемого тела до 0° (t_2).

Во второй стадии продолжается понижение давления в вакуум-сушильном аппарате до заданного значения $p''_{общ}$, причем высушиваемое тело приобретает отрицательную температуру t_3 , соответствующую давлению в сублиматоре. В этой стадии начинается процесс сушки методом сублимации. В первой и некоторое время во второй стадиях процесс сушки идет с постоянной скоростью, причем осуществляется главным образом за счет тепла, аккумулированного в теле.

В третьей стадии процесс идет при постоянном давлении

¹ При правильно выбранном режиме вся свободная вода, в том числе и иммобилизованная, должна быть заморожена.

$P_{\text{общ}}^* = \text{const}$ и только за счет тепла, подаваемого к высушиваемому телу извне. В этой стадии из высушиваемого тела испаряется основное количество воды.

В четвертой стадии количество испаряющей воды уменьшается, поэтому происходит уменьшение $P_{\text{общ}}^*$, температура высушиваемого тела начинает повышаться (t_4). Процесс можно считать полностью законченным, когда линия, характеризующая температуру высушиваемого тела, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5 , достигает (точка С) линии температуры сушки t .

Нами разобран процесс сушки методом сублимации под вакуумом без предварительного замораживания материала, как случай наиболее общий. При сушке с предварительным замораживанием первые две стадии в сублиматоре отсутствуют, а дегазация материала происходит на протяжении всего периода сушки.

Особенности процесса испарения воды из мышечной ткани рыбы в условиях глубокого вакуума

Изучение особенностей испарения воды из высушиваемого материала является ключом к пониманию сушильного процесса. Для выяснения этих особенностей были проведены следующие опыты.

В первом опыте одновременно сушили восемь кусочков мышечной ткани трески размером $20 \times 40 \times 60$ мм и весом около 40 г при остаточном давлении 0,8 мм рт. ст. и температуре 50° . Через каждый час из аппарата вынимали по одному кусочку, разрезали на две половинки и рассматривали под лупой при увеличении в 4 раза, чтобы установить распределение влажной и сухой зоны на поперечном срезе куска рыбы (рис. 93, а).

В результате было обнаружено, что испарение воды (льда) более интенсивно идет со стороны поверхности куска, соприкасающейся с нагретой полочкой. Этот несколько неожиданный результат можно объяснить небольшими размерами кусочков, вследствие чего отсасывание водяных паров из-под нижней поверхности кусков происходило без особых препятствий.

Поэтому был проведен второй опыт аналогичной сушки кусков мяса трески сравнительно большего размера, а именно $20 \times 60 \times 100$ мм и весом около 80 г. Характер протекания процесса сушки (рис. 93, б) в этом опыте оказался таким же, как и в первом.

Таким образом, в результате проведенных опытов оказалось, что по мере протекания процесса сушки скорость углубления поверхности испарения со стороны греющей плиты была большей, чем с внешней поверхности. Только в третьем опыте, при сушке пластины трескового филе (штопфискная разделка) площадью 465 см^2 и весом около 1,5 кг, испарение воды в большей

мере проходило с внешней поверхности, чем со стороны греющей плиты¹.

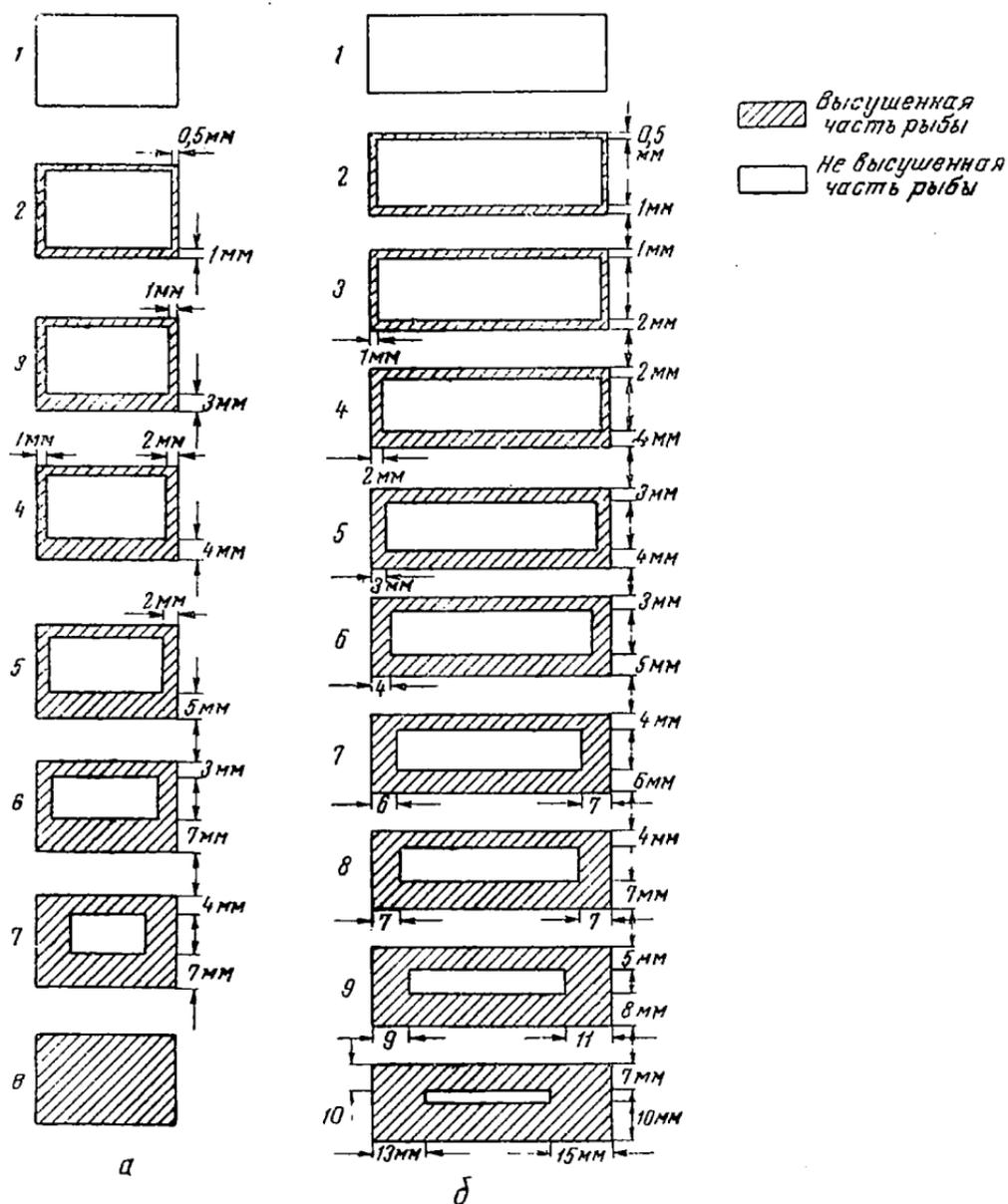


Рис. 93. Показательная схема динамики процесса сушки трески методом сублимации при температуре сушки 50° , сублимации — 18° и $R_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. Размеры кусочков: а— $20 \times 40 \times 60$ мм; б— $20 \times 60 \times 100$ мм; 1—вид кусочков до высушивания; 2—10—через каждый час сушки.

¹ Под внешней поверхностью мы подразумеваем поверхность, не соприкасающуюся с нагретой плитой.

Во всех случаях между высохшим и влажным (замерзшим) слоем мышечной ткани рыбы имеется резкая граница, которую легко заметить даже невооруженным глазом. Промежуточных (переходных) зон, подобных образующимся при атмосферной сушке, не было обнаружено. Наши опыты не подтвердили мнение Лыкова [107] о том, что испарение из соприкасающейся поверхности мало. Наоборот, во всех случаях в наших опытах испарение воды со стороны поверхности рыбы, соприкасающейся с нагретой плитой, оказывало большое влияние на процесс сушки. Что же касается указаний Gercha и Stephenson'a [189] об углублении поверхности испарения вглубь куска высушиваемого материала со всех сторон с одинаковой скоростью, то это можно рассматривать только как идеальный случай.

Как уже говорилось выше, при сушке методом сублимации происходит углубление поверхности испарения внутрь мышечной ткани рыбы. Весьма важно также знать, что представляет собой эта поверхность испарения и какое влияние на процесс испарения оказывает строение мышечной ткани. С этой целью кусочки мороженой трески размером $20 \times 20 \times 20$ мм сушили при $t=50^\circ$ и $\rho_{общ} = 0,8$ мм

рт. ст., причем через каждый час из аппарата вынимали по два кусочка, разрезали их пополам и немедленно рассматривали под микроскопом при увеличении в 10 раз. Оказалось, что поверхность испарения имеет довольно сложную конфигурацию.

На рис. 94 показаны разрезы кусочков трески через каждый час сушки. Тепло подавалось к кусочкам рыбы со всех сторон, но наибольшее количество снизу, поэтому в нижней части кусочки сохли быстрее, чем с других сторон.

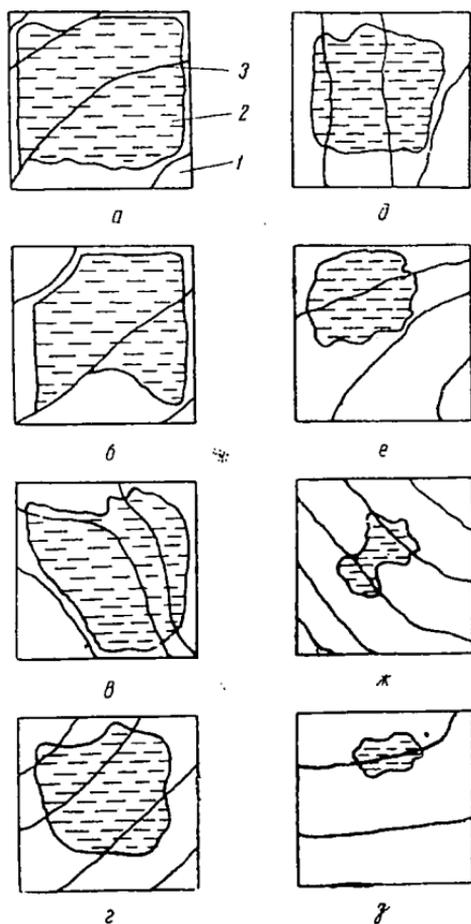


Рис. 94. Поперечный разрез образца высушиваемой мышечной ткани трески под микроскопом:

δ — ϵ —состояние кусочков через каждый час сушки; 1—высушенная ткань; 2—невысушенная ткань; 3—направление септ.

На углубление зоны поверхности испарения в глубь мышечной ткани оказывает влияние ее строение и форма образца. Прослойки жира в ткани также оказывают влияние на процесс испарения воды из рыбы (образцы *e* и *з*).

Неоднородность строения мышечной ткани рыбы влияет не только на скорость движения в ней потока водяных паров, но, по-видимому, также и на движение теплового потока внутри ткани.

Поскольку тепловой поток идет через слой высушенной ткани, есть основание считать, что передача тепла к поверхности испарения осуществляется не только за счет теплопроводности, как это утверждает Лыков [107], но также за счет лучеиспускания и конвекции.

Проведенные нами исследования поперечного среза высушенной мышечной ткани рыбы под микроскопом (при увеличении в 400—900 раз) показали, что она имеет следующее строение (рис. 95).

В нижней части участка (ниже линии *1—1*) показана сухая мышечная ткань рыбы, а в верхней части участка (выше линии *1—1*) — невысушенная ткань рыбы (рис. 95, *a*).

Слой высушенной мышечной ткани представляет собой каркас, состоящий из сарколеммы и прилегающей к ней внутри уплотненной периферической части волокна (саркоплазмы и миофибрилл), в значительной мере сохранившей свое строение. Внутри высушенных мышечных волокон образовались пустоты (полости), что является следствием разрушения саркоплазмы и миофибрилл в этом участке в процессе замораживания и сушки¹.

С внешней стороны мышечные волокна соединены остатками рыхлой соединительной ткани, точнее, ее твердой основой — коллагеновыми и эластиновыми волокнами. Поры и капилляры, заключенные в каркасе сухой мышечной ткани, в процессе сушки рыбы заполнены воздухом и парами воды, движущимися от поверхности испарения (линия *1—1*) к внешней поверхности образца. Стрелкой показано направление движения водяных паров (рис. 95).

Рассмотрим тепло- и массообмен в отдельном участке высушиваемого образца, изобразив его в несколько упрощенном виде (рис. 95, *б*).

Периферическую часть мышечного волокна вместе с сарколеммой мы рассматриваем как пористую стенку, через которую тепло проникает к зоне испарения (рис. 95, *б*, сплошные стрелки), а воздух и водяные пары движутся от поверхности испарения (пунктирные стрелки).

¹ В разделе «Изменение первоначальных свойств мышечной ткани рыбы в процессе сушки» этот вопрос разбирается более подробно.

Тепло, подводимое к полочке, на которой лежит образец высушиваемой рыбы, может распределиться следующим образом: часть тепла по высохшим стенкам каркаса движется к зоне испарения; оставшееся тепло в виде лучистого потока передается

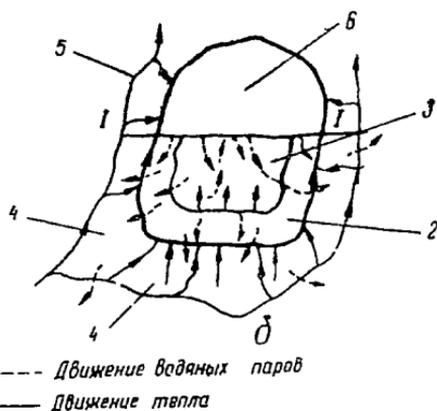
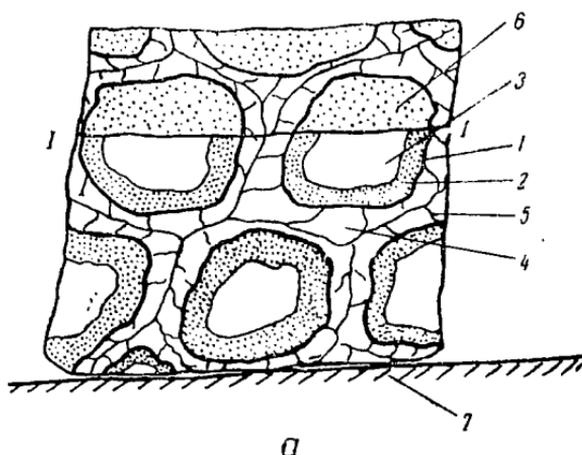


Рис. 95. Модель строения мышечной ткани рыбы в высушенной и невысушенной зонах:

а—строение куска мышечной ткани; *б*—схематическое строение отдельного участка ткани; 1—сарколемма; 2—периферическая уплотненная часть волокна; 3—полость; 4—эндомизий; 5—коллагеновые и эластиновые волокна; 6—невысушенная часть волокна; 7—нагретая полочка; 1—1 зона, отделяющая высушенную часть ткани от невысушенной (поверхность испарения).

к противоположной стенке мышечного волокна, нагревает ее и частично через поры проникает внутрь, где происходит испарение. Кроме того, нагретые стенки сухого каркаса и особенно стенки мышечного волокна сами излучают тепло в сторону поверхности испарения (линия 1—1).

Внутри волокна происходит интенсивное тепловое движение молекул воды, которые бомбардируют его нагретые стенки и поверхность испарения и, таким образом, участвуют в теплообмене. Часть молекул воды через поры стенок волокна вырывается в окружающую волокно зону и затем через поры отсасывается в пространство сублиматора, причем вместе с молекулами воды удаляется часть тепла.

Тепловой баланс сушки рыбы можно представить в виде следующего уравнения:

$$Q - [q_1 + q_2 + q_3] = 0, \quad (73)$$

где: Q — количество тепла, подводимого к высушиваемой рыбе;

q_1 — количество тепла, удаляемого из рыбы вместе с молекулами газов и водяных паров;

q_2 — количество тепла, расходуемого на растапливание и разрушение связей при испарении льда и связанной воды;

q_3 — количество тепла, расходуемого на нагревание высушенных стенок клеток (каркаса) рыбы.

На основании вышеприведенных экспериментальных данных можно считать доказанным, что при сушке рыбы методом сублимации поверхность испарения уходит в глубь высушиваемого образца рыбы. Этот фактор оказывает большое влияние на скорость сушки.

Известно, что Шервуд более 30 лет назад выдвинул мысль об углублении при атмосферной сушке поверхности испарения пористого материала. Основываясь на этом положении Шервуда. Лыков [104, 105] в 1933—1934 гг. впервые разработал теорию «углубления поверхности испарения» для случая атмосферной сушки. О том, что при сушке методом сублимации поверхность испарения уходит в глубь высушиваемого материала, среди специалистов имеется полное единство мнений. Однако теория этого вопроса применительно к различным пищевым продуктам еще не разработана.

При разработке теории сушки А. В. Лыков, используя учение о переносе тепла и массы вещества, разработал общие законы, характеризующие процесс сушки материалов. Мы в данном случае ставим перед собой узкую задачу проанализировать процесс испарения воды (льда) только из мышечной ткани рыбы при сушке последней методом сублимации в вакууме.

Выше было показано, что процесс сушки мышечной ткани рыбы методом сублимации в условиях глубокого вакуума разбивается на два периода — постоянной и переменной (убывающей) скорости сушки.

Между углублением зоны испарения внутрь мышечной ткани рыбы в процессе сушки и указанными периодами сушки имеется определенная связь. Для установления этой связи проанализируем ход процесса испарения воды из мышечной ткани то-

щей рыбы (например, трески), разделанной на пластину, площадь боковой поверхности которой по сравнению с ее верхней поверхностью очень мала. При этом сделаем четыре допущения: вода в мышечной ткани рыбы распределена равномерно, а жир ввиду ничтожных его количеств не влияет на процесс сушки;

процесс испарения воды идет только со стороны внешней поверхности пластины;

клеточная система мышечной ткани представляет собой систему капилляров, в которых стенки клеток являются диафрагмами:

молекулы водяного пара, оторвавшись от поверхности испарения, обратно к поверхности испарения не возвращаются.

В результате этих допущений воду в пластине мышечной ткани рыбы можно разделить на три слоя: вода

на поверхности ткани рыбы — вода смачивания (толщина слоя l_1), вода в поверхностном слое мышечной ткани рыбы, являющаяся ее составной частью и заключенная в открытой части капилляров (толщина слоя l_2) и вода внутренних слоев мышечной ткани рыбы, также входящая в состав мышечной ткани рыбы, но находящаяся в закрытой части капилляров, имеющих большое количество диафрагм (толщина слоя l_3 , рис. 96).

При температуре сублимации — 20° давление насыщенных водяных паров у поверхности испарения составляет $0,784$ мм рт. ст., длина свободного пробега молекул $0,15$ мм, а диаметр живого сечения сухого мышечного волокна, согласно нашим наблюдениям над треской весом 2 кг, может составить максимум $0,1$ мм. Таким образом, движение водяных паров внутри мышечной ткани рыбы в данном случае можно считать эффузионным.

Процесс испарения льда из трех вышеуказанных слоев пластины мышечной ткани рыбы (рис. 96) имеет свои характерные особенности, которые следует проанализировать отдельно.

По существующим представлениям [155], молекулы H_2O во льду располагаются таким образом, что кислород каждой молекулы связан водородными связями с атомами водорода других молекул, а оба атома водорода данной молекулы, в свою очередь, имеют водородные связи с атомами кислорода двух соседних молекул. Каждая молекула H_2O тетраэдрически окружена четырьмя другими молекулами воды. Расстояние между центрами двух соседних молекул равно $2,76$ Å. Таким образом, лед

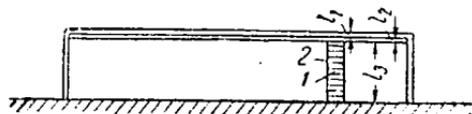


Рис 96. Схема распределения воды в пластине мышечной ткани рыбы: l_1 —слой воды на поверхности пластины; l_2 —слой воды в поверхностном слое мышечной ткани; l_3 —вода во внутреннем слое ткани; 1—диафрагма капилляра; 2—капилляр.

имеет очень рыхлое строение и представляет собой молекулярную решетку, в которой существенную роль играют водородные связи.

Механизм процесса испарения льда сводится к тому, что молекулы воды из поверхностного слоя отрываются от соседних молекул и уносятся в окружающее пространство.

Процесс испарения льда с поверхности пластины мышечной ткани рыбы в условиях глубокого вакуума при эффузионном движении водяных паров следует рассматривать как испарение (сублимацию) льда со свободной поверхности. Скорость этого процесса подчиняется следующему уравнению [107]:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{8}{3} \Gamma \sqrt{\frac{m}{2\pi R t_1}} (p_1 - p_2), \quad (74)$$

где: $\frac{dW}{d\tau}$ — количество испаряемой воды (льда) с поверхности

мышечной ткани рыбы за единицу времени;

m — молекулярный вес водяного пара;

R — газовая постоянная;

t_1 — температура льда в зоне испарения (температура сублимации);

p_1 — давление водяного пара у поверхности испарения при температуре сублимации t_1 ;

p_2 — давление водяного пара в сублиматоре;

Γ — постоянная, характеризующая форму образца.

Таким образом, скорость испарения льда с поверхности рыбы зависит от разности давлений водяного пара $p_1 - p_2$ и температуры рыбы t_1 в зоне испарения льда. С увеличением разности давления и в первую очередь с уменьшением давления в сублиматоре скорость процесса увеличивается, что уже было отмечено выше. Но с уменьшением давления в сублиматоре одновременно понижается температура рыбы (льда) в зоне испарения t_1 , что несколько уменьшает скорость процесса.

Зависимость между изменением давлений $p_1 - p_2$ и температурой $\frac{1}{\sqrt{t_1}}$ можно понять из следующих особенностей процесса.

При уменьшении давления в сублиматоре увеличивается скорость испарения, а поэтому и отвод тепла из рыбы. В результате температура сублимации понижается и уменьшается давление водяного насыщенного пара у поверхности испарения. Наши рассуждения справедливы для случая, когда температура сушки — величина постоянная.

Для того чтобы предотвратить понижение температуры сублимации при уменьшении давления в аппарате, необходимо повысить температуру сушки; но мы установили, что 50—60° является оптимальной температурой сушки и повышать ее можно максимум до 90°. Эти условия ограничивают возможность зна-

чительного понижения давления в сублиматоре, а поэтому и увеличение скорости сушки.

Практически понижать давление водяных паров в сублиматоре можно до тех пор, пока температура сублимации не достигнет криогидратной точки раствора солей в высушиваемом материале. Нами установлено [30], что для рыбы криогидратная точка раствора солей составляет -20° . Известно, что скорость испарения воды с открытой поверхности пропорциональна разности между давлением пара у поверхности воды и парциальным давлением пара в воздухе (закон Дальтона). На основании этого закона множители перед $p_1 - p_2$ в формуле (74) можно рассматривать как коэффициент пропорциональности; назовем его, как и Дальтон, коэффициентом испарения, обозначив буквой K . Тогда формула (74) примет следующий вид:

$$\frac{dW}{d\tau} = K(p_1 - p_2). \quad (75)$$

Сопоставляя формулы (74) и (75) можно сделать вывод, что коэффициент испарения в условиях сушки в глубоком вакууме зависит от формы поверхности испарения, молекулярного веса водяного пара и температуры сублимации:

$$K = \frac{8}{3} \Gamma \sqrt{\frac{m}{2\pi R t_1}}. \quad (76)$$

При сушке методом сублимации в условиях глубокого вакуума коэффициент испарения значительно больше, чем при атмосферной холодной сушке, так как во втором случае наличие пограничного слоя задерживает движение водяного пара от поверхности испарения в окружающее пространство.

Процесс испарения льда из первого слоя идет с постоянной скоростью, так как водяные пары при движении не встречают препятствий в виде стенок капилляров или диафрагм (см. рис. 96).

Уравнение (74) справедливо только в том случае, если поверхность конденсатора находится от поверхности образца на расстоянии пути свободного пробега молекул. В этой зоне при соблюдении таких условий сушки может происходить эффузионное движение газов. В сублиматорах шкафного типа, по классификации Тягунова, наблюдается молекулярно-вязкостное течение газов [163].

После того как зона испарения уходит внутрь пластины мышечной ткани рыбы (второй и третий слои), процесс испарения протекает в более сложных условиях, так как стенки капилляров и диафрагм являются препятствием для движения водяных паров (см. рис. 96).

Мы установили, что диаметр живого сечения сухого мышечного волокна, которое мы рассматриваем как самый крупный ка-

пилляр в сухой мышечной ткани, меньше длины свободного пробега молекул газа при принятых режимах сушки. Поэтому движение молекул пара в высохшем слое мышечной ткани рыбы можно рассматривать как эффузионное движение, подчиняющееся уравнению Кнудсена [194]:

$$Q = 2,125 \frac{1}{\sqrt{p_1}} \cdot \frac{p_1 - p_2}{\int_0^l \frac{H}{A^2} dl}, \quad (77)$$

где: Q — количество газа, протекающего через трубку (капилляр) в единицу времени;

ρ_1 — плотность газа при давлении 1 бар и температуре t_1 ;

p_1 — давление газа в начале трубки (капилляра);

p_2 — давление газа в конце трубки (капилляра);

H — периметр трубки (капилляра);

A — площадь поперечного сечения трубки (капилляра);

l — длина высохшей части капилляра.

Во втором слое пластины мышечной ткани рыбы испарение льда происходит из открытой части капилляров, стенки которых являются препятствием для движения водяных паров. Поэтому испарение льда из второго слоя нельзя рассматривать как испарение со свободной поверхности.

Коэффициент испарения в этом случае будет зависеть не только от формы поверхности испарения, молекулярного веса водяного пара и температуры сублимации, но также от толщины и особенностей строения слоя сухой мышечной ткани, через который водяные пары движутся от поверхности испарения к поверхности пластины рыбы. Для этого случая коэффициент испарения можно характеризовать следующей формулой, применяя тот же метод рассуждений, что и при обосновании применимости формулы (77):

$$K_1 = \frac{K}{\alpha \int_0^{l'_{cp}} \frac{H}{A^2} dl'_{cp}}, \quad (78)$$

где: K_1 — коэффициент испарения воды (льда) в глубоком вакууме из открытой части капилляров;

K — коэффициент испарения воды (льда) в глубокий вакуум со свободной поверхности;

H — периметр капилляра;

A — площадь поперечного сечения капилляра;

l'_{cp} — средняя длина свободной части капилляров;

α — коэффициент пропорциональности, характеризующий особенности поверхности капилляра.

Формула (78) характеризует коэффициент испарения льда из поверхностного (второго) слоя мышечной ткани рыбы, который зависит от коэффициента испарения льда со свободной поверхности в глубокий вакуум, геометрических размеров свободной части капилляра, а также некоторого коэффициента пропорциональности α , учитывающего особенности строения поверхности капилляра. Под свободной частью капилляра мы понимаем длину капилляра у поверхности образца мышечной ткани рыбы, не имеющего перегородки (диафрагмы).

В формуле (78) учитывается средняя длина свободной части капилляров l'_{cp} , так как при разрезании мышечной ткани рыбы на пластину (филе) длина свободной части капилляров у поверхности пластины оказывается неодинаковой.

Коэффициент испарения K_1 является величиной переменной и уменьшается по мере углубления поверхности испарения (когда $l'_{cp} \rightarrow \max$). Таким образом, теоретически процесс испарения льда из поверхностного слоя мышечной ткани рыбы не может идти с постоянной скоростью.

Если в формулу (75) включить коэффициент пропорциональности K_1 , то скорость процесса испарения льда из второго слоя мышечной ткани рыбы при $t_1 = \text{const}$ можно характеризовать следующим уравнением:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{K(p_1 - p_2)}{\alpha \int_0^{l'_{cp}} \frac{H}{A^2} dl'_{cp}} \quad (79)$$

или

$$\frac{dW}{d\tau} = K_1(p_1 - p_2), \quad (80)$$

где: $\frac{dW}{d\tau}$ — скорость испарения воды из поверхностного (второго)

слоя мышечной ткани рыбы;

K_1 — коэффициент испарения воды из поверхностного (второго) слоя мышечной ткани рыбы;

p_1 — давление водяного пара у поверхности испарения при температуре сублимации t_1 ;

p_2 — давление водяного пара в сублиматоре.

Как видно из формул (79) и (80), скорость процесса испарения из поверхностного слоя мышечной ткани рыбы при $t_1 = \text{const}$ зависит от коэффициента испарения K_1 и разности давлений водяного пара у поверхности испарения p_1 и в сублиматоре p_2 .

Наиболее сложно протекает процесс испарения льда из внутреннего (третьего) слоя мышечной ткани рыбы, который следует называть внутренней зоной испарения.

Величина коэффициента испарения льда из внутренней зоны мышечной ткани рыбы будет зависеть не только от длины,

формы и диаметра капилляра, но и от количества диафрагм n в капилляре. Применяя прежний метод рассуждений, коэффициент испарения из внутренней зоны мышечной ткани рыбы выразим следующей формулой:

$$K_2 = \frac{K}{\alpha \int_0^l \frac{H}{A^2} dl \lambda \int_0^n dn}, \quad (81)$$

где: K_2 — коэффициент испарения из внутренней зоны мышечной ткани рыбы;

K — коэффициент испарения со свободной поверхности;

l — длина высохшей части капилляра;

λ — коэффициент сопротивления высушенной диафрагмы;

n — количество диафрагм в высушенной части капилляра;

α — коэффициент пропорциональности, характеризующий особенности строения поверхности капилляра.

Как видно из формулы (81), коэффициент K_2 не является постоянной величиной, так как форма и размеры капилляров и количество диафрагм в капилляре будут меняться. Используя прежний метод рассуждений, можно написать в общем виде уравнение скорости процесса испарения льда из внутренней зоны (третий слой) мышечной ткани рыбы в следующем виде:

$$\frac{dW}{d\tau} = \frac{K(p_1 - p_2)}{\alpha \int_0^l \frac{H}{A^2} dl \lambda \int_0^n dn} \quad (82)$$

или

$$\frac{dW}{d\tau} = K_3(p_1 - p_2), \quad (83)$$

где: $\frac{dW}{d\tau}$ — скорость испарения воды (льда) из внутренних слоев мышечной ткани рыбы;

K_3 — коэффициент испарения воды (льда) из внутренних слоев мышечной ткани рыбы;

p_1 — давление водяного пара у поверхности испарения при температуре сублимации t_1 ;

p_2 — давление водяного пара в сублиматоре.

В формулы (79) и (82) входит и температура сублимации, так как в коэффициент K входит p_1 :

$$p_1 = \frac{m}{Rt_1}, \quad (84)$$

где: m — молекулярный вес пара;
 R — газовая постоянная;
 t_1 — температура сублимации.

Как видно из формулы (82), скорость процесса испарения льда из внутренней зоны мышечной ткани рыбы при $t_1 = \text{const}$ пропорциональна разности давления пара у поверхности испарения и в сублиматоре, обратно пропорциональна геометрическим размерам H , l и количеству диафрагм n в высушенной части капилляра.

Формула (82) характеризует период убывающей скорости сушки и показывает, что при $t_1 = \text{const}$ и $p_1 - p_2 = \text{const}$

$$\frac{dW}{d\tau} = f(K_2). \quad (85)$$

Из формулы (82) легко понять причину резкого падения скорости процесса. По мере углубления поверхности испарения (при $p_2 = \text{const}$) внутрь пластины (филе) рыбы увеличивается длина высушенной части капилляра dl и количество высушенных диафрагм dn в капилляре. В результате постепенного углубления поверхности испарения в глубь мышечной ткани рыбы продвижение водяных паров к поверхности рыбы затрудняется, так как капилляры и особенно диафрагмы в них оказывают значительное сопротивление движению водяных паров.

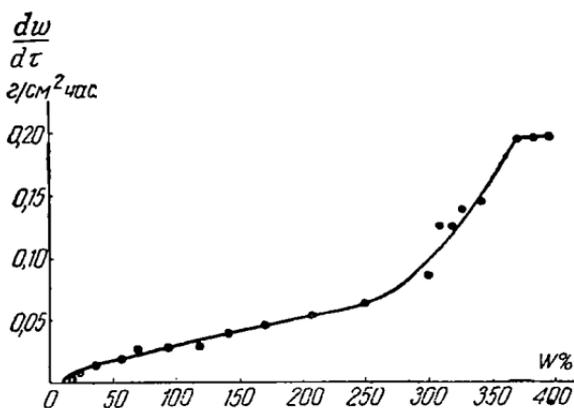


Рис. 97. Кривая скорости сушки предварительно замороженного образца мышечной ткани рыбы.

На рис. 97 показана кривая скорости процесса сушки кусочка мышечной ткани трески. На кривой показаны периоды постоянной и убывающей скорости сушки. Скорость сушки начинает резко уменьшаться как только зона испарения перемещается в глубь пластины (филе), т. е. когда водяные пары при движении встречают препятствие в виде одной или несколь-

ких высохших диафрагм. В результате замедленного движения водяных паров по капиллярам, в ячейках капилляра, где происходит испарение, скапливаются водяные пары и давление их p'_2 в этом участке капилляра бывает бóльшим, чем в сублиматоре ($p'_2 > p_2$). Поэтому процесс испарения в этом случае зависит уже не от $(p_1 - p_2)$, а от $(p_1 - p'_2)$ *.

По мере перемещения поверхности испарения в глубь мышечной ткани рыбы выражение $p_1 - p'_2$ будет приближаться к нулю, а потому и $\frac{dW}{d\tau} \rightarrow 0$. Для того чтобы предотвратить это нежела-

тельное явление, рекомендуется принимать следующие меры:

по возможности уменьшать толщину кусков рыбы, направляемых на сушку, т. е. уменьшать l ;

до возможного предела уменьшать остаточное давление в аппарате (сублиматоре), чтобы ускорить отсасывание водяных паров из капилляров;

до возможного предела повышать температуру сушки, чтобы увеличивать интенсивность испарения и скорость движения водяных паров в капиллярах.

Приведенные выше рассуждения относятся к случаю сушки предварительно замороженной рыбы. При сушке рыбы без предварительного замораживания схема процесса остается такой же за исключением того, что во время дегазации и самозамораживания мышечной ткани рыбы вода некоторое время испаряется из жидкого состояния при положительных температурах. В результате этого отличия происходит уплотнение (усадка) поверхностного слоя мышечной ткани рыбы, который делается плохо проницаемым для водяных паров**.

По этой причине уменьшается продолжительность постоянного периода скорости сушки и скорость процесса в период убывающей скорости сушки уменьшается в большей мере, чем при сушке с предварительным замораживанием.

Скорость углубления зоны испарения в мышечную ткань рыбы в процессе сушки

В работах некоторых специалистов скорость процесса сушки характеризуется не путем дифференцирования кривых сушки, а скоростью углубления зоны испарения внутрь высушиваемого материала [190, 182, 178]. Этот метод весьма удобен для установления продолжительности сушки при эксплуатации промышленных установок и, таким образом, имеет практическое значение. На рис. 98 графически изображена зависимость между продол-

* Безусловно, p'_2 , в свою очередь, зависит от p_2 .

** В данном случае процесс приближается к холодной атмосферной сушке, при которой, как известно, наблюдается сильное уплотнение и даже ороговение поверхностного слоя мышечной ткани рыбы.

жительностью сушки и величиной углубления поверхности испарения, наблюдавшаяся при сушке пластины мышечной ткани трески толщиной 20 мм и весом около 100 г при $p_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. и $t = 50^\circ$. Как видно из конфигурации кривых, по мере углубления зоны испарения скорость процесса уменьшается, что полностью согласуется с изложенными в предыдущем разделе положениями о влиянии высушенного слоя на скорость испарения воды, а следовательно, и скорость сушки. Утверждения

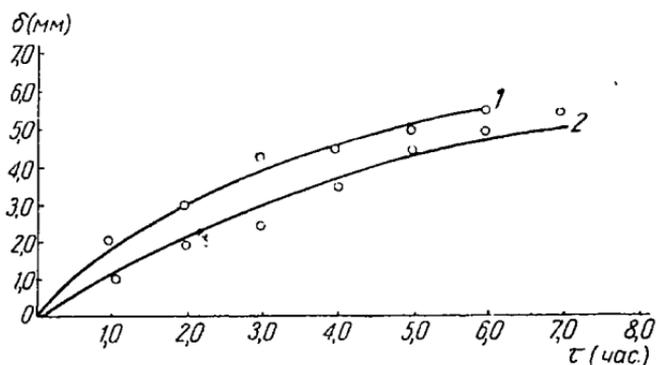


Рис. 98. Кривые, характеризующие углубление зоны поверхности испарения в высушиваемом образце трески:

1—кривая углубления зоны испарения со стороны нижней поверхности пластины; 2—кривая углубления зоны испарения со стороны верхней поверхности пластины рыбы.

Flosdorf [190], Greaves [182] и Bradich [178] о том, что скорость углубления зоны испарения в глубь высушиваемого материала является постоянной величиной, на рыбу распространять нет оснований. В рассуждениях о скорости сушки у Bradish и Greaves есть существенные расхождения.

Bradish [178] считает, что скорость сушки ограничивается скоростью передачи водяных паров от замороженного продукта к поверхности конденсатора, а Greaves [182] отводит в этом вопросе главную роль тепловому фактору, или, следуя его терминологии, «переносу скрытой теплоты сублимации к поверхности испарения»¹.

Чтобы определить продолжительность сушки рыбы в условиях глубокого вакуума, необходимо знать скорость уменьшения толщины пластины льда при тех же условиях сушки. На рис. 99 представлены результаты наблюдений за сушкой пластины водного льда толщиной 12 мм и весом 20 г при $p_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. и $t = 50^\circ$. Как видно из рис. 99, уменьшение толщины пластины водного льда при сушке подчиняется зако-

¹ Практически для перемещения 1 г воды к конденсатору необходимо подвести к высушиваемому материалу 901,5 ккал [182].

ну прямой. Следовательно, скорость уменьшения толщины пластины водного льда может быть выражена следующим выражением:

$$v = \frac{\delta}{\tau}, \quad (86)$$

где: v — скорость уменьшения толщины высушиваемой пластины льда;

δ — толщина высушиваемой пластины льда;

τ — продолжительность сушки.

Отсюда продолжительность сушки водного льда определяется следующей формулой:

$$\tau = \frac{\delta}{v}. \quad (87)$$

В замороженной мышечной ткани рыбы или в любом другом структурированном материале лед распределен между прослойками плотных веществ, образующих сетку (каркас). Как было

показано в предыдущем разделе, структурная сетка мышечной ткани рыбы является препятствием для движения водяных паров. Поскольку она образуется из плотных веществ, надо полагать, что чем больше высушиваемый материал содержит плотных веществ, т. е. чем более массивна эта сетка, тем большее сопротивление оказывает она в высушенном состоянии движению водяных паров.

Таким образом, при определении продолжительности сушки рыбы необходимо учитывать, что при сушке методом сублимации скорость углубления по-

верхности испарения внутрь высушиваемого материала зависит от количества в нем плотных веществ.

Для доказательства этого положения приведем график, характеризующий скорость углубления поверхности испарения при сушке предварительно замороженных 10%-ного раствора протенна плазмы и пластины мышечной ткани трески (рис. 100)*.

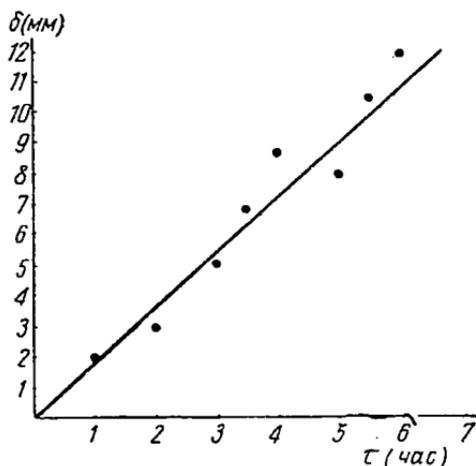


Рис. 99. Скорость уменьшения толщины пластины водного льда при сушке методом сублимации в вакууме.

* Кривая сушки для плазмы построена по данным Flosdorf [182], а для трески — по нашим данным.

Как видно из рис. 100, скорость уменьшения толщины высушиваемого слоя 10%-ного раствора протеина плазмы подчиняется закону прямой, что свидетельствует об отсутствии влияния плотного остатка на уменьшение скорости испарения льда из замерзшего раствора плазмы. При сушке мышечной ткани трески, содержащей 20% плотных веществ, влияние их на скорость испарения довольно значительное, что находит свое отражение в характере кривой углубления зоны испарения. Поэтому при сушке замороженной мышечной ткани рыбы и, по-видимому, любого другого структурированного материала в формулу (87) для расчета продолжительности сушки следует ввести поправочный коэффициент β , характеризующий сопротивление плотных веществ (каркаса) движению водяных паров. Тогда формула (87) примет следующий вид:

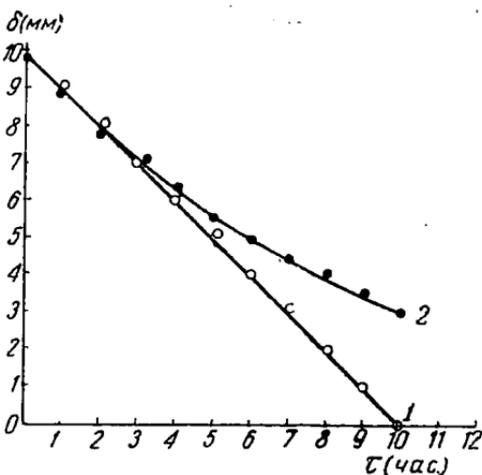


Рис. 100. Скорость углубления поверхности испарения при сушке предварительно замороженных 10%-ного раствора протеина плазмы и пластины мышечной ткани трески:
1—плазма; 2—мышечная ткань трески.

$$\tau = \frac{\delta}{\beta v}, \quad (88)$$

Скорость уменьшения толщины слоя высушиваемого водного льда v зависит от температуры и остаточного давления в аппарате. В пределах рекомендуемых нами температурных режимов сушки рыбы при $p_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. значения v для льда можно найти из графика (рис. 101).

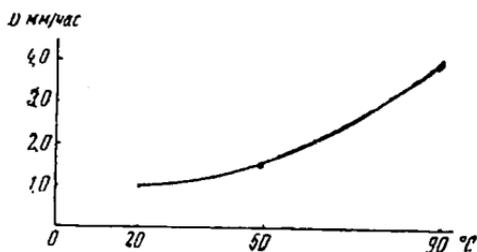


Рис. 101. Скорость уменьшения толщины образца водного льда в зависимости от температуры сушки.

Кoeffициент β имеет тот же физический смысл, что и K_2 в формуле (81). Как мы уже убедились, коэффициент K_2 является величиной переменной, изменяющейся в процессе сушки по сложному закону. Для того чтобы формулу (88) сделать практически применимой для приближенных расчетов продолжительности сушки рыбы и других продуктов, мы делаем допу-

шение, что углубление зоны испарения внутрь образца высушиваемого материала идет с постоянной скоростью, а поэтому и коэффициент β является величиной постоянной.

Тогда коэффициент β для любого тела (раствора), высушиваемого в замороженном состоянии, можно определить из следующей формулы:

$$\beta = 1 - \frac{\lambda G}{100}, \quad (89)$$

где: λ — коэффициент, учитывающий особенности строения материала в высушенном состоянии;

G — содержание плотных веществ в материале до сушки в %.

Поскольку в чистом водном льду нет плотного остатка, то $\lambda=0$, а поэтому $\beta=1$.

Для любого другого структурированного тела (раствора), высушиваемого в замороженном состоянии, коэффициент β будет меньше единицы. Чем больше в высушиваемом материале плотных веществ G , тем больше при прочих одинаковых условиях продолжительность сушки.

Правильность этого положения подтверждается проведенными опытами сушки предварительно замороженных яблок, мяса трески, томатного сока и водного льда в виде кусочков толщиной 10 мм, шириной 55 мм, длиной 45—50 мм и весом 18—20 г. Сушку указанных продуктов производили одновременно при $P_{общ} = 0,8$ мм рт. ст. и $t=60$ и 100° .

Содержание плотных веществ и воды в материалах до сушки показано в табл. 96. Кривые сушки материалов представлены на рис. 102.

Т а б л и ц а 96

Наименование материала	Химический состав до сушки в %	
	вода	плотные вещества
Лед	100,0	0,00
Томатный сок	95,33	4,67
Яблоки	83,13	16,87
Мышечная ткань трески	78,10	21,90

Как видно из рис. 102, величина прогиба кривых сушки увеличивается по мере увеличения количества плотных веществ G , в высушиваемом материале. Особенность строения высушиваемого материала и, в частности, его структурной сетки также оказывают соответствующее влияние на форму и величину прогиба кривой сушки.

Таким образом, проведенные опыты со льдом, томатным соком, яблоками и рыбой подтвердили наше исходное положение, что по мере увеличения количества плотных веществ в высушиваемом объекте продолжительность процесса увеличивается.

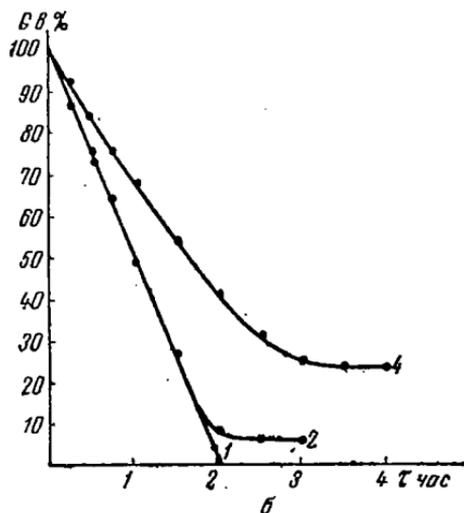
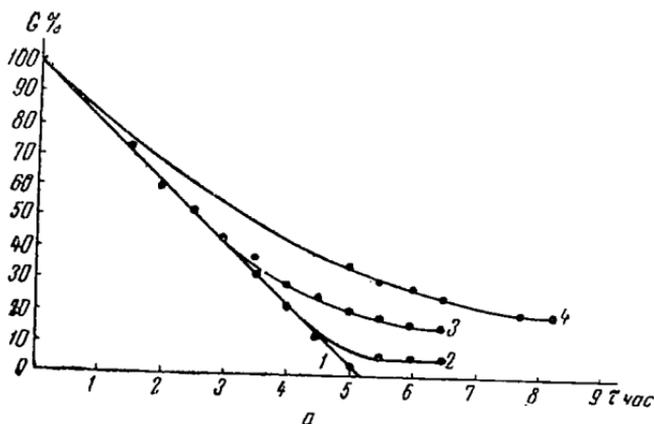


Рис. 102. Кривые сушки:

а—при температуре 60°; б—при температуре 100°: 1—лед; 2—томатный сок; 3—яблоки; 4—треска.

Температура мышечной ткани рыбы в процессе сушки

Этот показатель имеет большое значение для характеристики процесса сушки и должен обязательно учитываться при контроле за протеканием процесса. Изменение температуры высушиваемого материала зависит не только от режима сушки, но и от изменения содержания воды в материале в процессе сушки.

Для анализа процесса сушки Лыков [107] предложил пользоваться температурными кривыми, показывающими зависи-

мость между температурой материала в какой-либо точке и влажностью его.

Применительно к сушке при атмосферном давлении Лыков достаточно подробно изучил этот вопрос, причем сделал весьма важный вывод о том, что период постоянной скорости сушки характеризуется постоянной температурой материала, а период убывающей скорости сушки — возрастающей температурой материала.

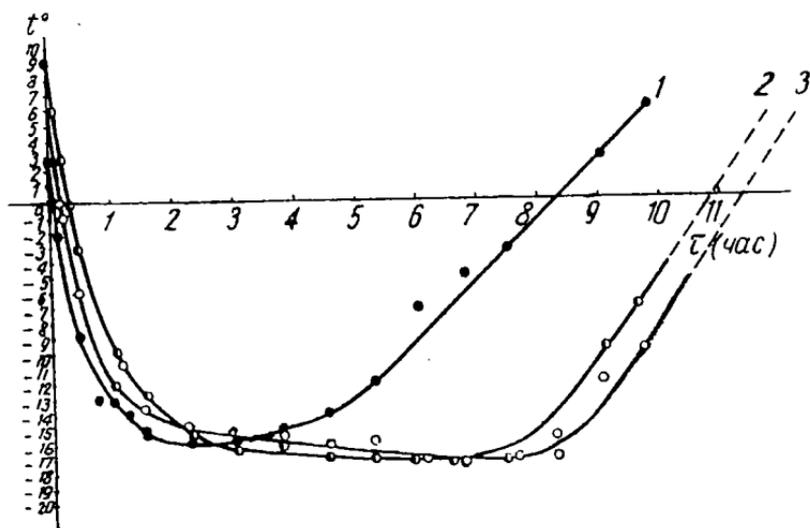


Рис. 103 Кривые температуры образцов высушиваемой рыбы на глубине:
1—2 мм; 2—6 мм; 3—7 мм.

Со своей стороны, исследуя процесс сушки сублимацией в глубоком вакууме, мы провели следующий опыт. Кусочки мяса дефростированной трески размером $20 \times 40 \times 40$ мм помещали в формочки (рис. 88) и высушивали при $p_{общ} = 1,0$ мм рт. ст. и $t = 50^\circ$. Температуру кусочков рыбы во время сушки измеряли медно-константановыми термопарами, которые вводили в кусок рыбы на глубину 2, 6 и 7 мм от верхней поверхности.

На рис. 103 приведены кривые, характеризующие изменение температуры в трех точках куска рыбы в процессе сушки.

Как видно из рис. 103, температура мышечной ткани рыбы на глубине 2 мм начала повышаться через 2 часа после начала сушки, на глубине 6 мм — через 6,5 часа и на глубине 7 мм — через 7,5 часа.

Медленное повышение температуры в верхнем слое образца следует объяснять охлаждением термопар движущимися из зоны испарения водяными парами с низкой температурой. Температура по сечению пластины мышечной ткани рыбы изменяется с различной скоростью и достигает неодинаковой вели-

ны. В начале процесса в поверхностном слое пластины рыбы температура быстро понижается до нуля и затем начинает повышаться. Испарение воды в этой зоне частично происходит за счет тепла внутренних слоев мышечной ткани, расположенных за поверхностью испарения. Во внутренних слоях пластины рыбы температура непрерывно уменьшается, пока не достигнет предела, соответствующего режиму сушки.

Температура мышечной ткани рыбы, расположенной в глубине от поверхности испарения, в процессе сушки остается постоянной, а в высушиваемом слое постепенно повышается. Изменение температуры в высушиваемом слое мышечной ткани рыбы можно увязать с испарением свободной и связанной воды.

При испарении свободной воды температура мышечной ткани рыбы в зоне испарения остается отрицательной, соответствующей режиму сушки, и только когда испаряются остатки иммобилизованной воды, температура в зоне испарения начинает повышаться.

При испарении связанной воды температура мышечной ткани становится положительной, а когда процесс испарения прекращается, достигает температуры сушки.

ОПТИМАЛЬНЫЙ РЕЖИМ СУШКИ РЫБЫ МЕТОДОМ СУБЛИМАЦИИ ПОД ВАКУУМОМ

При сушке методом сублимации в глубоком вакууме правильный выбор режима сушки оказывает большое влияние не только на качество продукта, но также и на работу всей установки, так как в состав ее входит несколько аппаратов, зависящих друг от друга. Так, например, нормальная работа вакуумного насоса полностью зависит от точности расчета конструкции тепловых аппаратов (сублиматора и конденсатора).

Большинство современных вакуум-сублимационных сушильных установок состоит из следующих основных аппаратов и машин: бака для подогревания воды, вакуум-сублимационного шкафа, конденсатора, холодильной машины и вакуумного насоса.

Существует и другой тип вакуум-сублимационной установки с паровым инжекторным насосом, однако мы его не будем разбирать, так как опытные данные получены нами на установке первого типа.

В предыдущих разделах был дан анализ процесса сушки рыбы методом сублимации под вакуумом. Полученные при этом данные могут служить отправными позициями для выбора и обоснования оптимального режима сушки рыбы в производственных вакуум-сублимационных установках. Приводимые ниже рассуждения и рекомендации будут относиться только к рыбам с небольшим содержанием жира (щука, треска, судак и т. п.).

Режим сушки в известной мере зависит от способа разделки рыбы. Нами предложены следующие способы разделки рыбы для сушки методом сублимации: филе с костью и без кости; филе без кости клипфиской разделки; филейчики типа американских стеков (рис. 104); пластины с последующим их прессованием после сушки (тип норвежских брикетов, рис. 105); кусочки; фарш с последующим прессованием.

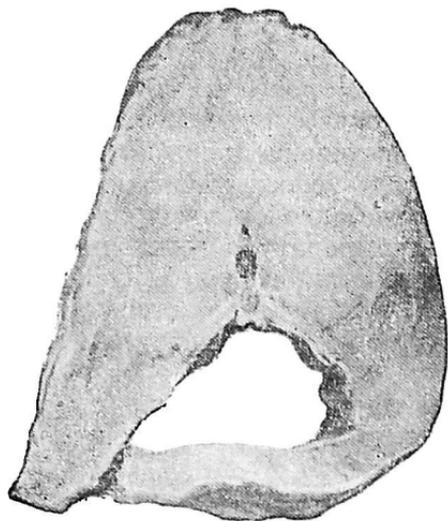


Рис. 104. Филейчики трески.

На заводе «Смычка» в Ростове-на-Дону применяется своеобразный способ разделки рыбы, который можно назвать рыбной стружкой.

Все вышеуказанные способы разделки рыбы для приготовления сушеных продуктов можно разделить на две группы.

К первой группе относятся такие способы разделки, при которых сохраняются первоначальное строение и размеры образца мяса рыбы (филе, филейчики и кусочки), а ко второй группе—такие способы, при которых разрушается строение мышечной ткани рыбы (пластины, фарш и мука, которые после сушки прессуют в брикеты).

В режим сушки методом сублимации мы включаем начальную температуру рыбы, температуру сушки, температуру сублимации, остаточное давление в вакуум-сушильном аппарате и температуру конденсации.

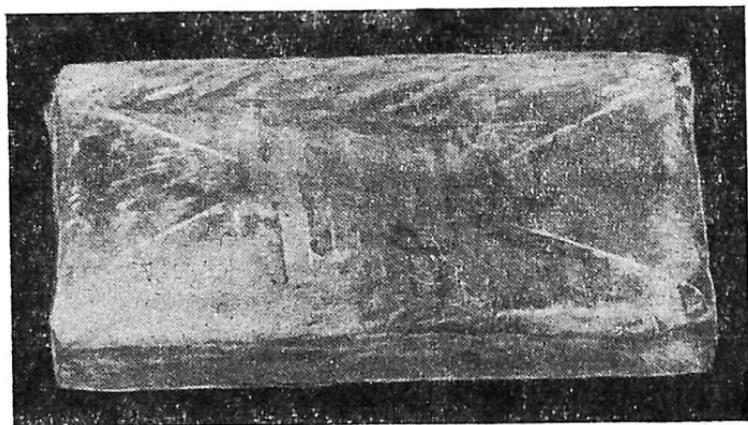


Рис. 105. Спрессованные пластины трески.

Начальная температура рыбы

Начальная температура высушиваемого материала имеет весьма важное значение. От этого фактора зависят расход тепла, продолжительность сушки и качество сушеного продукта. Вопрос о том, следует ли пищевые продукты загружать в сублиматор в замороженном состоянии или они должны замерзнуть непосредственно в процессе сушки, является до сих пор еще дискуссионным.

Мы полностью разделяем мнение Лыкова [107, 108] о том, что вопрос о предварительном замораживании должен решаться в каждом случае отдельно, в зависимости от свойств сушеного материала.

С теплотехнической, экономической и производственной точек зрения желательно, чтобы материал перед сушкой не замораживался по следующим причинам:

- 1) во время самозамораживания все тепло, аккумулированное в материале, используется на испарение из него воды и тем самым расход тепла, подаваемого извне, уменьшается;
- 2) из производственной схемы приготовления сушеного продукта исключается операция замораживания исходного материала, что ускоряет и упрощает производственный процесс;
- 3) достигается экономия в средствах, так как исключается потребность в холодильном и энергетическом оборудовании для предварительного замораживания материала.

Однако все эти соображения следует принимать во внимание только в том случае, если сушка без предварительного замораживания обеспечивает получение сушеного продукта высокого качества.

В предыдущих разделах было показано, что при сушке рыбы без предварительного замораживания качество сушеного продукта значительно ухудшается. Кроме того, увеличивается продолжительность сушки, так как при дегазации и самозамораживании образующаяся на поверхности образца корочка плохо проницаема для молекул воды. По этим причинам мы не можем рекомендовать сушку рыбы, особенно в целом виде или разделанной на пластины (филе, филейчики или кусочки) без предварительного замораживания.

Криогидратная точка раствора солей в мышечной ткани рыбы соответствует -20° [30]. Отсюда следует, что предварительное замораживание рыбы необходимо осуществлять до температуры не выше -20° , используя для этой цели скоростные методы замораживания. Учитывая, что для загрузки сублиматора требуется известное время, рыбу целесообразно замораживать до температуры $-22 \div -25^{\circ}$, чтобы предотвратить ее оттаивание. С этой же целью полочки сублиматора перед загрузкой не следует подогревать, а загружать сублиматор надо по возможности быстрее (не более 10 мин.). Сублиматоры следует

делать вместимостью не более 100 кг, так как в этом случае их можно достаточно быстро загрузить продуктом и затем быстро создать в них необходимый вакуум.

Температура сушки

Сушка рыбы под вакуумом, так же как и при атмосферном давлении, требует подвода тепла, так как изменение агрегатного состояния воды (лед — пар) в мясе рыбы, как и в любом другом материале, может происходить только с затратой тепловой энергии. Интенсивность испарения при прочих равных условиях в первую очередь зависит от притока тепла к телу извне, если только испарение не происходит за счет тепла, ранее накопленного в самом теле.

При атмосферном давлении сушка должна сопровождаться непрерывным подводом тепла к рыбе в количестве, достаточном для поддержания необходимой постоянной температуры рыбы в течение всего процесса сушки.

При сушке под вакуумом методом сублимации температура рыбы по ее сечению непрерывно меняется, даже если к ней в определенные промежутки времени подводится одинаковое количество тепла. Объясняется это тем, что внутренняя диффузия воды в жидком состоянии при сушке методом сублимации не наблюдается, поэтому поверхность испарения постепенно углубляется внутрь высушиваемого образца.

Процесс сушки методом сублимации (испарения воды) осуществляется зонально (по слоям), что непрерывно меняет характер распределения температуры по сечению образца рыбы.

В связи с тем что вода (лед) в первую очередь испаряется из поверхностных слоев мяса рыбы, температура в этом слое сравнительно быстро повышается и достигает температуры в аппарате. По этой причине нельзя применять при сушке слишком высокие температуры во избежание ухудшения качества (пожелтения поверхности) рыбы.

При выборе температуры сушки следует также учитывать остаточное содержание воды в продукте, так как оно имеет определенное влияние на длительность хранения сушеной рыбы. Flosdorf [182] и Титов [157], для того чтобы длительное время сохранить высокую активность биопрепаратов и микроорганизмов (например, дрожжей), рекомендуют сушить их до содержания воды не более 1—2%.

Теоретически обоснованных норм остаточного содержания воды в пищевых продуктах вакуумной сушки нет. В предыдущем разделе нами была установлена зависимость между температурой сушки и конечным содержанием воды в рыбе, причем было показано, что для того, чтобы высушить рыбу до содержания воды не более 2%, необходимо поддерживать температуру не ниже 80°. Эту температуру следует считать верхним

пределом, выше которого сушку даже в течение непродолжительного времени производить не следует.

В случае загрузки в сублиматор предварительно замороженной рыбы высокая начальная температура сушки вызовет ее оттаивание, так как в аппарате невозможно мгновенно достигнуть глубокого вакуума. Например, в аппарате, на котором мы работали, для этого требовалось минимум 5 мин., в аппаратах производственного типа, имеющих больший размер, для этого требуется больше времени. С учетом этих особенностей представляется возможным вести сушку рыбы по трехступенчатому режиму: вначале при температуре 18—20°, затем при 50—60° и в конце процесса — при 80°.

Продолжительность первого периода зависит от вместимости сублиматора и особенностей работы всех аппаратов и устройств сушильной установки. Тем не менее продолжительность этого периода не следует слишком затягивать, чтобы не уменьшать производительности установки; для хорошо работающих установок продолжительность первого периода не должна превышать 1 часа. Продолжительность второго периода зависит главным образом от толщины образцов высушиваемой рыбы. Этот период должен заканчиваться тогда, когда в рыбе останется только связанная вода, о чем с некоторым приближением можно судить по изменению веса образца. После этого начинается третий период сушки, при температуре 80°, продолжительность которого не должна превышать 2 час.

При 80° остаточное содержание воды в рыбе можно довести до 10—12% в расчете на сухое вещество, или 2—3% в расчете на сырое вещество, что является вполне достаточным для длительного хранения продукта в специальной упаковке, предотвращающей его увлажнение. Если для продукта допустима более высокая влажность, то досушивание рыбы при температуре 80° желательно не применять, так как нами установлено, что сушка при температуре выше 60° ухудшает консистенцию рыбы, которая становится более жесткой.

По-видимому, удаление связанной воды способствует возникновению в структурной решетке мышечной ткани рыбы дополнительных межмолекулярных связей, которые, по утверждению Михайлова [119], не разрываются при замачивании продукта в воде. Таким образом, оптимальной температурой сушки следует считать 18—20° в начальном периоде и 50—60° во втором — основном — периоде сушки.

Температура сублимации

До самого последнего времени многие специалисты были сторонниками сушки пищевых продуктов при весьма низких температурах сублимации, так как считали, что только при этих температурах наиболее полно сохраняются нативные свой-

ства высушиваемого объекта. Это мнение сложилось в фармацевтической промышленности при сушке биопрепаратов и в дальнейшем было механически перенесено на сушку пищевых продуктов.

Кроме того, считали, что криогидратные точки пищевых продуктов находятся в зоне весьма низких температур. Этому мнению придерживались и мы до тех пор, пока нами не были изучены гидрофильные свойства мышечной ткани рыбы.

Температуру сублимации для сушки пищевых продуктов, в том числе и свежей рыбы, методом сублимации под вакуумом, следует устанавливать с учетом характера связи воды в пищевом продукте, влияния увеличения вакуума как средства понижения температуры сублимации на консистенцию продукта (для сушки рыбы это очень важно) и скорость процесса сушки, технической целесообразности и экономической эффективности.

При выборе температуры сублимации мы исходим из положения, что сушка рыбы должна производиться в таком состоянии, чтобы вся свободная вода была в ней заморожена, т. е., чтобы растворитель в мышечной ткани рыбы из жидкой фазы был полностью переведен в твердую. В этом случае предотвращается перегруппировка в процессе сушки частиц белка, воды и особенно солей за счет диффузионных процессов. Безусловно, процесс замораживания должен проходить достаточно быстро.

Как мы установили, мышечная ткань тощих рыб содержит до 75% (на сырое вещество) свободной воды. Чтобы перевести это количество воды в твердую фазу, необходимо заморозить рыбу до температуры — 20°, которую и следует считать температурой сублимации для тощих рыб (во всяком случае она должна быть не выше этой температуры). При сушке методом сублимации вся свободная, в том числе иммобилизованная вода из рыбы должна испаряться только из твердого (замороженного) состояния.

При испарении части и тем более всего количества воды из жидкого состояния в процессе сушки происходит усадка рыбы; товарный вид и вкус ее ухудшаются; замачивается в воде такая рыба медленно, причем неполностью восстанавливает свой первоначальный вес.

Влияние различных способов сушки на изменение товарных и химических свойств свежей рыбы разобрано в нашей работе [29], поэтому на этом вопросе мы здесь останавливаться не будем.

Остаточное давление в сублиматоре

При описании кинетики и динамики сушки было установлено, что интенсивность процесса сушки методом сублимации зависит не только от количества подводимого к рыбе тепла, но и

от скорости перемещения молекул водяного пара через слой сухой ткани.

По мере углубления зоны поверхности испарения внутрь мышечной ткани рыбы водяные пары, прежде чем выйти на поверхность рыбы, преодолевают препятствие в виде большого количества высушенных стенок клеток и соединительной ткани.

Кроме того, скорость перемещения молекул воды через высушенный (пористый) слой мышечной ткани рыбы зависит от разности давлений паров воды у поверхности испарения и в сублиматоре.

Для того чтобы ускорить движение водяных паров в высушенной части мышечной ткани рыбы, необходимо увеличить разницу в давлениях водяного пара у поверхности сублимации и в сублиматоре. Это можно сделать путем повышения температуры сублимации или путем уменьшения остаточного давления в сублиматоре.

Верхний предел температуры сублимации нами установлен -20° . При этой температуре давление водяных паров у поверхности испарения составляет 0,78 мм рт. ст. Поэтому в сублиматоре необходимо устанавливать такое остаточное давление водяных паров, чтобы при данной температуре сушки не изменялась (не повышалась) температура сублимации, а поэтому и давление водяных паров у поверхности испарения.

Теоретически для того, чтобы выполнить это условие, остаточное давление в сублиматоре по мере протекания процесса сушки должно непрерывно уменьшаться, так как только в этом случае можно компенсировать сопротивление слоя сухой ткани движению водяных паров. На практике это условие можно не выполнять, так как высушенный слой мяса уменьшает теплопередачу от нагретой полочки к зоне испарения. Кроме того, по мере протекания процесса скорость сушки уменьшается, в связи с чем уменьшается и давление в аппарате, т. е. в нем как бы автоматически создаются условия для нормального протекания процесса.

Из данных наблюдений, проводившихся при сушке предварительно замороженной трески по комбинированному (трехступенчатому) температурному режиму (рис. 106), видно, что давление неконденсируемых газов в аппарате в процессе сушки изменяется мало. Это вполне закономерно, если учесть, что оно зависит главным образом от количества газа, проникающего в установку через неплотности соединений.

Уменьшение общего давления в сублиматоре в процессе сушки носило характер ломаной кривой, так как по мере повышения температуры сушки удавалось предотвратить резкое уменьшение скорости сушки. Поэтому только к концу процесса сушки, когда в рыбе осталось мало воды и зона испарения ушла далеко в глубь кусков рыбы, общее давление в аппарате стало быстро уменьшаться, а давление неконденсируемых

газов уже не изменялось. В конце процесса общее давление в аппарате приблизилось к давлению неконденсируемых газов ($P_{общ} \rightarrow P_2$).

Весьма характерно, что температура сублимации в процессе сушки колебалась в небольших пределах. Это подтверждает правильность уже сделанного нами ранее объяснения. Поскольку общее давление в аппарате является величиной убывающей в процессе сушки, следует устанавливать его величину для начала процесса. При давлении неконденсируемых газов не более 0,3 мм рт. ст. оно должно составлять 0,6—0,8 мм рт. ст. В этом случае температура сублимации не будет выше -20° .

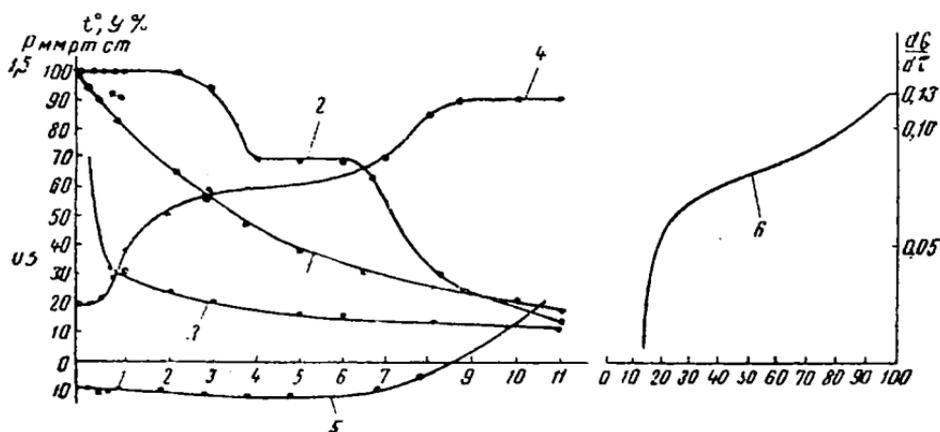


Рис. 106. Кривые, характеризующие процесс сушки рыбы методом сублимации:

1—кривая сушки (G —вес в процентах); 2—изменение общего давления в аппарате ($P_{общ}$ в мм рт. ст.); 3—изменение давления неконденсируемых газов (P_1 в мм рт. ст.); 4—температура сушки; 5—температура сублимации; 6—скорость сушки.

Затем, по мере протекания процесса сушки, давление водяных паров в аппарате уменьшается, в результате чего может немного понизиться температура сублимации. Этот вопрос требует уточнения на производственной установке.

Рекомендуемый газовый режим должен образовываться в сублиматоре в течение не более 15 мин. При более продолжительном образовании нужного вакуума происходит оттаивание поверхности рыбы и при высушивании на ней образуется корочка.

Температура конденсации

В сушильных установках, используемых в настоящее время в сушильной технике, должны быть специальные аппараты, полностью улавливающие водяные пары из паро-воздушной смеси, движущейся из сублиматора к вакуумному насосу. Обычно с этой целью применяются конденсаторы, выполняющие в ва-

куум-сушильных установках роль насосов для водяных паров и аппаратов, защищающих вакуумные насосы от попадания в них паров воды. Методика обоснования и точного расчета температуры конденсации водяных паров в известной нам литературе не опубликована. Имеются лишь указания, что температура конденсации водяных паров должна быть примерно на 10—15° ниже температуры сублимации [107, 108].

Ставить температуру конденсации в зависимость только от температуры сублимации нельзя, хотя бы по той причине, что паро-воздушная смесь поступает в конденсатор со значительно более высокой температурой, чем температура сублимации. При выборе температуры конденсации нужно учитывать также особенности конструкции вакуумного насоса. Например, выпускаемые насосы марки ВН не имеют сепараторов, и работа их заметно ухудшается при попадании в масло даже небольших количеств воды.

Более правильно выбор температуры конденсации ставить в зависимость в первую очередь от остаточного давления газов, которое может поддерживать вакуумный насос в сушильной установке при работе ее на холостом ходу. Насосы марки ВН могут обеспечивать остаточное давление в аппарате 0,01 мм рт. ст., но при наличии подсосов, которые невозможно полностью устранить в сушильной установке, остаточное давление в сублиматоре, не заполненном высушиваемым материалом, составляет не менее 0,05 мм рт. ст. Это остаточное давление и следует считать той нижней границей, которую необходимо брать за основу при выборе температуры конденсации водяных паров.

Остаточному давлению 0,05 мм рт. ст. соответствует температура сублимации —45°. Этой температуре и должна соответствовать температура конденсации, так как только ничтожное количество водяных паров, не конденсируемых при данной температуре (точке росы), будет попадать в насос.

Gerch и Stephenson [189] рекомендуют более жесткие условия для работы конденсаторов: для того чтобы процесс конденсации водяных паров шел нормально, в конденсаторе должно создаваться давление не более 0,01 мм рт. ст., что соответствует температуре конденсации не выше —57°. Greaves [182] рекомендует охлаждать конденсатор до —40°.

Характеристика вакуум-сублимационного оборудования приводится в книге Лыкова и Грязнова [109], поэтому мы здесь не ставим перед собой задачу выбора типа конденсатора, но считаем необходимым отметить, что как скребковые, так и трубчатые конденсаторы имеют свои достоинства и недостатки.

Достоинством скребковых конденсаторов является непрерывность их работы и высокий коэффициент использования охлаждающей поверхности, а поэтому и хладагента. К недостаткам следует отнести большие габариты и необходимость периодического удаления из сборника льда и снега.

Достоинством трубчатых конденсаторов являются их сравнительно небольшие размеры и возможность создать большую поверхность конденсации, а недостатком — периодичность их работы и низкий коэффициент использования охлаждающей поверхности, а поэтому и хладагента.

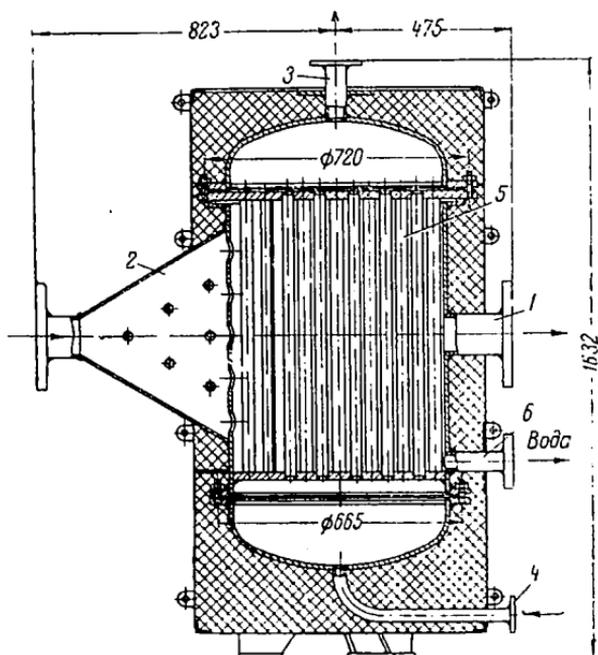


Рис. 107. Конденсатор Гипрорыбпрома:

1—патрубок для удаления воздуха; 2—приемное устройство паро-воздушной смеси; 3—патрубок для удаления раствора хлористого кальция; 4—патрубок для подачи холодного раствора хлористого кальция; 5—зеевик; 6—патрубок для отвода воды из конденсатора.

По нашему мнению, тип конденсатора необходимо выбирать исходя из производительности установки и особенностей сушки того или иного продукта. Не исключена возможность спаренного применения обоих типов конденсаторов. Автор является сторонником последнего варианта. Весьма удачная конструкция трубчатого конденсатора разработана Гипрорыбпромом в проекте сублимационной установки для рыбы. В этом конденсаторе паро-воздушная смесь движется с внешней поверхности трубок и перпендикулярно им (рис. 107). В этом проекте также предусматривается конденсация водяных паров в последовательно расположенных скребковых и трубчатых конденсаторах (рис. 108). Эта установка запланирована к монтажу на одном из заводов Балтийского госрыбтреста.

Как видно из рис. 108, установка состоит из двух секций вакуумных шкафов вместимостью по 100 кг трескового филе каж-

дый. Шкафы системой трубопроводов соединяются с конденсаторами, а затем с вакуумным насосом. Конденсаторы могут работать по отдельности или последовательно. В последнем случае паро-воздушная смесь вначале поступает в скребковый конденсатор, а затем уже остатки водяных паров улавливаются в трубчатом конденсаторе. Установка рассчитана на обработку 1 т рыбы в сутки.

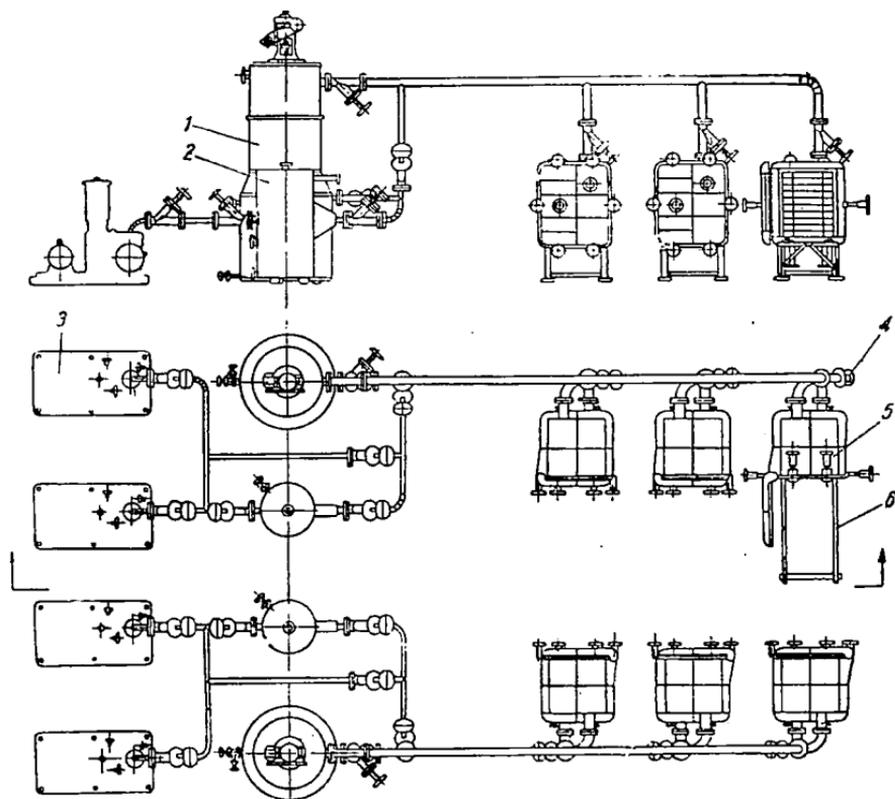


Рис. 108. Сублимационная установка:

1—конденсатор скребковый; 2—конденсатор трубчатый; 3—вакуумный насос ВН-4;
4—вентиль; 5—шкаф; 6—подставка.

Рекомендуемый нами оптимальный режим сушки рыбы методом сублимации характеризуется следующими показателями:

Начальная температура рыбы	—20°
Температура сушки	+50°
Температура конденсации	—40°
Температура сублимации	—20°
Общее остаточное давление в сублиматоре	1,0—0,7 мм рт. ст.
Давление паров воды в сублиматоре	0,8—0,5 мм . . .

Конечное содержание воды в высушенной рыбе не должно превышать 30% на абсолютно сухое вещество.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНЫХ СВОЙСТВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ СУШКИ

В отечественной и иностранной литературе опубликовано значительное количество работ, характеризующих метод сублимации как наиболее совершенный способ сушки, причем ряд специалистов — Лыков [107], Белопольский [7], Грязнов и другие — указывают, что при сушке методом сублимации пищевые продукты полностью сохраняют свои первоначальные свойства.

В последней своей работе Лыков и Грязнов [109] придерживаются несколько иной точки зрения; признавая наличие некоторых изменений в продукте в результате сушки сублимацией, они не указывают, однако, характера этих изменений.

Более осторожно о достоинствах высушенных методом сублимации продуктов высказываются Норд [199], Джен [187], Фургал [185], признающие некоторое отличие между свойствами свежих и замоченных сушеных продуктов. Аналогичные указания имеются в работах Флосдорфа [182, 184] и научной рыбохозяйственной станции в г. Абердине [180, 184].

Отсутствие единого мнения по вопросу о влиянии сушки методом сублимации на свойства пищевых продуктов объясняется тем, что по этому вопросу накоплено еще мало экспериментальных данных и сущность процессов, протекающих в различных пищевых продуктах при сушке из замороженного состояния, изучена еще совершенно недостаточно.

Работая с рыбой, мы совершенно ясно наблюдали, что при сушке сублимацией первоначальные свойства рыбы изменяются, и этот вопрос явился предметом наших специальных исследований.

Поскольку мышечная ткань свежей рыбы после сушки превращается из влажного тела (гидрогель) в сухое пористое тело (аэрогель), появилась необходимость дополнить разработанный метод характеристики коллоидно-химических свойств мышечной ткани свежей рыбы (см. главу III) новыми показателями, характеризующими структурно-сорбционные свойства сушеной рыбы (плотность, пористость, удельная поверхность и сорбционная способность по воде и по бензолу). Методика определения этих показателей описана Дубининым и Чмутовым [53—55].

В табл. 97 представлены результаты проведенных сравнительных исследований свежей и сушеной мышечной ткани рыбы¹, показывающие, что пищевые достоинства и коллоидно-химические свойства мышечной ткани рыбы при сушке меняются.

¹ Сушку рыбы производили при $p_{\text{общ}}=0,8$ мм рт. ст. по двухступенчатому температурному режиму (20 и 50°) с предварительным замораживанием до -20° .

Таблица 97*

Наименование показателей	Свежая рыба	Сушеная рыба
Общий химический состав в %		
вода	81,2	7,5
белок	16,7	85,9
жир	0,6	2,6
зола	1,2	5,9
Калорийность (ккал на 100 г)	78,8	375,1
Усвояемость в %	93,0	93,0
Структурно-механические свойства:		
эластичность в %	53,8	70,0
эластическая прочность в $г/см^2$	341,5	2067,0
пластическая прочность в $г/см^2$	177,5	834,5
Органолептические показатели в баллах:		
внешний вид	5	5
запах	5	5
вкус	5	4
консистенция	5	3
Содержание различных форм азота в % на сухое вещество:		
белковый	12,9	12,7
небелковый	2,0	2,1
солерастворимый	9,8	3,2
водорастворимый	6,3	2,2
Содержание различных форм воды** в % на сухое вещество:		
общая	406,0	400,0
связанная	—	32,5
структурно-свободная	24,0	88,4
Особенности строения ткани:		
архитектоника	Свойственная рыбе	Частично нарушенная
структура:		
истинная плотность в $г/см^3$	—	1,3
кажущаяся плотность в $г/см^3$	—	0,6
объем пор в % от общего объема образца	—	57,7
удельная поверхность в $м^2/г$	—	854,4

* В проведении опытов вместе с автором принимали участие З. В. Мелкова и К. В. Мартемьянова.

** Для определения содержания различных форм воды сушеную рыбу после дегазации под вакуумом при $P_{обц}=0,1$ мм рт. ст. замачивали в воде также под вакуумом.

Как видно из данных табл. 97, в результате замораживания и последующей сушки сублимацией коллоидно-химические свойства мышечной ткани свежей рыбы в значительной мере изменяются. Особенно большие изменения наблюдаются в строении мышечной ткани рыбы в результате денатурации белков и механических разрушений, связанных с кристаллизацией воды и фиксацией структурных решеток в растянутом и сжатом состоянии. Белковые молекулы, образующие структурную решетку



Рис. 109. Разрез куска сухой мышечной ткани щуки.

(остов) мышечной ткани рыбы, в высушенном состоянии в значительной мере теряют гибкость и способность «работать» на растяжение и сжатие. При этом наибольшие изменения происходят в саркоплазме и миофибриллах, в которых молекулы белка, по-видимому, подвергаются наибольшей денатурации.

В результате происшедших изменений при замачивании сухой рыбы в воде структурные решетки, характерные для мышечной ткани свежей рыбы, не восстанавливаются. Таким образом, при сушке наблюдаются необратимая денатурация белков и разрушение коллоидной системы золь — гель мышечной ткани рыбы, которая уже не представляет собой более единой системы мышечные волокна — септы — эндомизий.

Денатурация мышечной ткани рыбы начинается еще в процессе ее замораживания [30]. При этом в результате кристаллизации воды происходит фиксация структурных решеток в растянутом или сжатом состоянии.

На рис. 109 и 110 показаны образцы мышечной ткани щуки и сома, высушенной с предварительным замораживанием. Сухая мышечная ткань рыбы представляет собой капиллярно-пористое тело с небольшими трещинами и разрывами в отдельных местах; отчетливо видны септы, корочка на поверхности отсутствует.

Мышечная ткань щуки при сушке разрушилась в большей степени, чем мышечная ткань сома, что следует объяснить осо-

бенностями строения ткани сома и влиянием жира. Развитая рыхлая соединительная ткань и прослойка жира в мышечной ткани сома выполняют роль амортизатора, в известной мере предотвращающего деформацию мышечной ткани этой рыбы в процессе сушки. Мышечная ткань щуки содержит ничтожное количество жира, а рыхлая соединительная ткань у нее меньше развита, чем у сома.

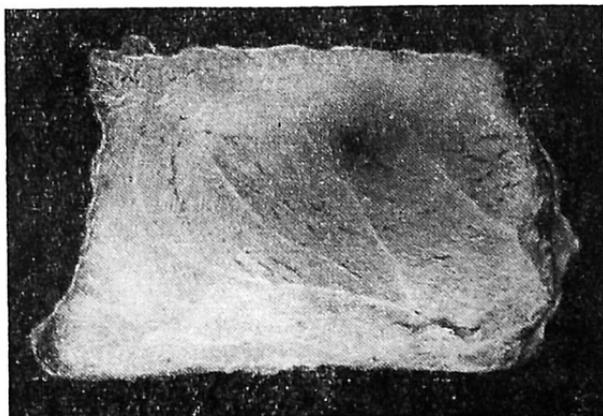


Рис. 110. Разрез куска сухой мышечной ткани сома.

Путем наблюдений под микроскопом удалось установить особенности разрушения отдельных составных частей мышечной ткани рыбы (рис. 111).

Сравнивая строение мышечной ткани до и после замораживания и после сушки можно видеть весьма значительные гистологические изменения. При замораживании мышечной ткани (рис. 111,б) в результате кристаллизации воды наибольшие изменения происходят в мышечном волокне (саркоплазме и миофибриллах). Мышечные волокна сжимаются, а эндомизий за счет этого расширяется. В результате расширения молекулярной и мицеллярной сетки (остова) при замерзании воды мышечная ткань фиксируется в напряженном — растянутом или сжатом — состоянии. Тем не менее указанные сетки в замороженной ткани еще не теряют присущей им гибкости, хорошо «работают» на растяжение и сжатие, а потому разрушаются только в местах образования больших кристаллов льда.

Совершенно иное мы наблюдаем при высушивании замороженной ткани. По мере высыхания те структурные сетки, которые находились в растянутом состоянии, рвутся в местах наиболее слабых связей.

В процессе удаления из мышечной ткани воды и связанной с этим денатурации белков структурные решетки саркоплазмы,

миофибрилл и эндомизия не выдерживают возникающих напряжений и в значительной мере разрушаются; в сарколемме и септах разрушений мы не обнаружили.

Мышечная ткань рыбы в сухом состоянии (рис. 111,в) напоминает соты, стенки которых, по-видимому, состоят главным

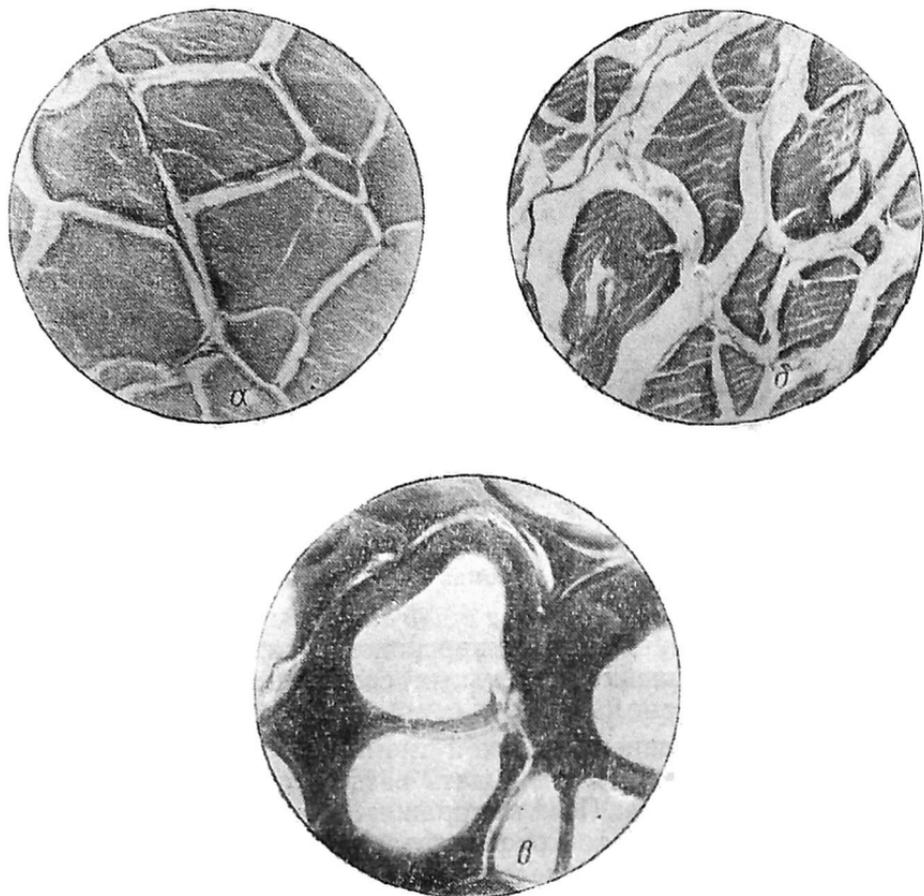


Рис. 111. Поперечные срезы мышечной ткани щуки:
а—свежая; б—мороженная; в—сушеная.

образом из фибриллярных белков. При замачивании в воде сухая мышечная ткань рыбы не приобретает свойств мышечной ткани свежей рыбы и напоминает морскую губку, поры которой заполнены водой и растворенными в ней веществами. В общем при сушке рыбы методом сублимации в ней наблюдаются такие же изменения, как и при замораживании, но только в большей степени.

Сравнивая кривые деформации мышечной ткани свежей и замоченной в воде сушеной рыбы (рис. 112), следует отметить по крайней мере три отличительные особенности.

Во-первых, замоченная в воде сушеная мышечная ткань имеет значительно меньшую мгновенно-упругую деформацию, чем свежая. Этот факт косвенно доказывает, что в процессе сушки структура сарколеммы, септ и, по-видимому, неразрушенной части рыхлой соединительной ткани, становится более прочной.

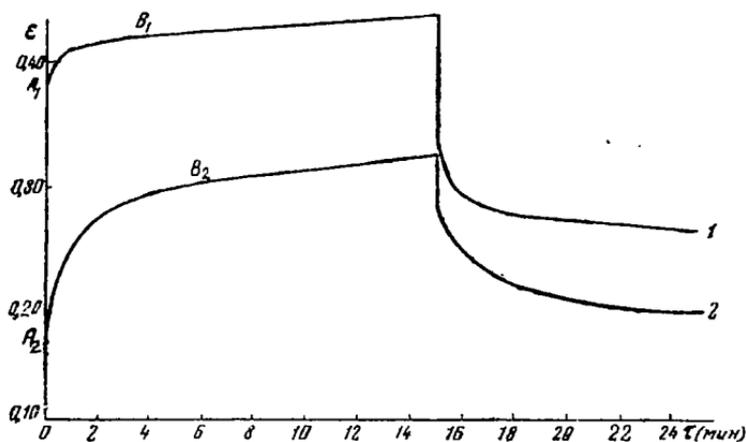


Рис. 112. Кривые деформации мышечной ткани щуки:
1—свежая; 2—сушеная и замоченная.

Во-вторых, эластическая деформация мышечной ткани у замоченной сушеной рыбы значительно больше, чем у свежей. Этот факт доказывает, что в процессе сушки происходит значительное разрушение структуры саркоплазмы и миофибрилл, а также рыхлой соединительной ткани.

Сарколемма и септы, хотя и имеют повышенную прочность, но, лишенные подпорок в виде структурных решеток саркоплазмы, миофибрилл и эндолизия, медленно деформируются.

В-третьих, остаточная деформация мышечной ткани замоченной сушеной рыбы больше, чем свежей рыбы. Этот факт является косвенным доказательством того, что в результате сушки мышечная ткань становится более хрупкой, менее эластичной и гибкой.

Касаясь структурно-сорбционных свойств сухой мышечной ткани рыбы, необходимо отметить, что она имеет небольшую истинную ($1,3 \text{ г/см}^3$) и кажущуюся плотность ($0,55 \text{ г/см}^3$) и очень развитую внутреннюю поверхность (см. табл. 97). Эти данные относятся к неразрушенной части мышечной ткани рыбы и главным образом к сарколемме и септам.

В табл. 98 приводятся данные, характеризующие изменение содержания некоторых форм азота в мышечной ткани сома в результате сушки и кулинарной обработки.

Состояние мышечной ткани	Содержание воды в %	Содержание разных форм азота в % на абсолютно сухое вещество				
		общий	солерастворимый	водорастворимый	небелковый	аминокислотный
Свежая	82,85	15,33	10,72	4,72	1,74	0,27
Свежая отваренная ¹	76,86	14,91	6,17	3,22	1,04	0,25
Сушеная	5,07	14,54	4,13	3,00	1,89	0,25
Сушеная, замоченная в воде в течение 3 час.	75,05	14,59	4,49	2,45	1,02	0,21
Сушеная, замоченная и отваренная ¹	69,59	14,48	2,56	2,68	0,66	0,26

¹ Кусочки рыбы варили в течение 20 мин. в кипящей воде, содержащей 1% поваренной соли.

Из данных табл. 98 следует, что термическая обработка (замораживание, сушка и варка) мышечной ткани свежей рыбы (сома) сопровождается значительным уменьшением содержания в ней солерастворимых и водорастворимых азотистых веществ.

При замачивании сушеной мышечной ткани рыбы (сома) ее химические свойства полностью не восстанавливаются, и по содержанию как влаги, так и растворимых азотистых веществ замоченная рыба не соответствует свежей. Отваренная сушеная мышечная ткань по сравнению с отваренной свежей содержит также значительно меньше растворимых азотистых веществ.

Отваренная свежая рыба содержит значительно больше воды (76,86%), чем отваренная сушеная рыба (69,59%). Этот факт является дополнительным доказательством денатурации мышечной ткани в процессе сушки, выражающейся в уменьшении ее иммобилизационной способности по отношению к воде.

Указанное различие в химическом составе отваренной сушеной и свежей мышечной ткани вполне закономерно, если учесть, что в первом случае мышечная ткань подвергается трехкратной термической обработке (замораживание, сушка и варка), соответственно чему происходит трехступенчатая денатурация белков. Данные табл. 98 показывают, что в вареной сушеной рыбе солерастворимого азота содержится в 4,2 раза, а водорастворимого в 1,8 раза меньше, чем в исходной свежей. В то же время при варке сырой (несушеной) рыбы содержание со-

лерастворимого азота уменьшается всего в 1,7, а водорастворимого — в 1,5 раза.

Коллоидно-химические изменения, происходящие в мышечной ткани рыбы во время сушки методом сублимации, влияют главным образом на ее консистенцию. После варки и жарения мышечная ткань замоченной сушеной рыбы имеет более жесткую и менее сочную консистенцию, чем свежая мышечная ткань.

Тем не менее сушку рыбы из замороженного состояния под вакуумом по сравнению с другими способами сушки следует считать наиболее совершенной, так как при этом способе полностью сохраняются цвет, форма, запах и усвояемость свежей рыбы.

На специальных дегустационных совещаниях первые и вторые блюда, приготовленные из рыбы, высушенной методом сублимации, получили хорошую оценку.

С технологической и экономической точек зрения этот метод сушки рыбы не может конкурировать с замораживанием и должен иметь ограниченное применение в специальных целях: для снабжения экспедиций, некоторых родов войск и отдаленных населенных пунктов. С этой целью мы рекомендуем внедрять этот способ сушки рыбы в промышленность.

Изучение изменения свойств рыбы, высушенной сублимацией, в частности трески, при длительном хранении показало, что для нее требуется упаковка в герметичную тару.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РЫБЫ ВАКУУМНОЙ СУШКИ

В начале главы было указано, что известно два способа сушки пищевых продуктов под вакуумом — при положительной и отрицательной температуре высушиваемых объектов.

Приготовление сухого рыбного филе с применением сушки под вакуумом при положительной температуре

Технология приготовления этого вида продукта разработана датской фирмой Атлас. Этой же фирмой сконструировано и изготавливается необходимое оборудование.

Технологический процесс приготовления сушеного филе из трески заключается в следующем. Рыбу разделяют на филе без костей и кожи и укладывают в алюминиевые противни, которые помещают в вакуум-сушильный шкаф, по конструкции напоминающий многоплиточный морозильный аппарат (рис. 113). Плиты с уложенными на них противнями с рыбой сжимают гидравлическим устройством и затем включают вакуум-насос. В плитах циркулирует нагретая до 80° вода, при помощи которой аппарат обогревается. Сушка продолжается 6 час. при $p_{общ} = 20$ мм рт. ст. и $t = 80^{\circ}$. Высушенное филе немного увлажняют и прессуют в виде блоков в прессах под давлением

320 кг/см²; затем блоки распиливают на куски соответствующего размера. Под воздействием высокой температуры сушки и прессования первоначальные свойства мяса свежей рыбы значительно изменяются. Основными достоинствами продукта

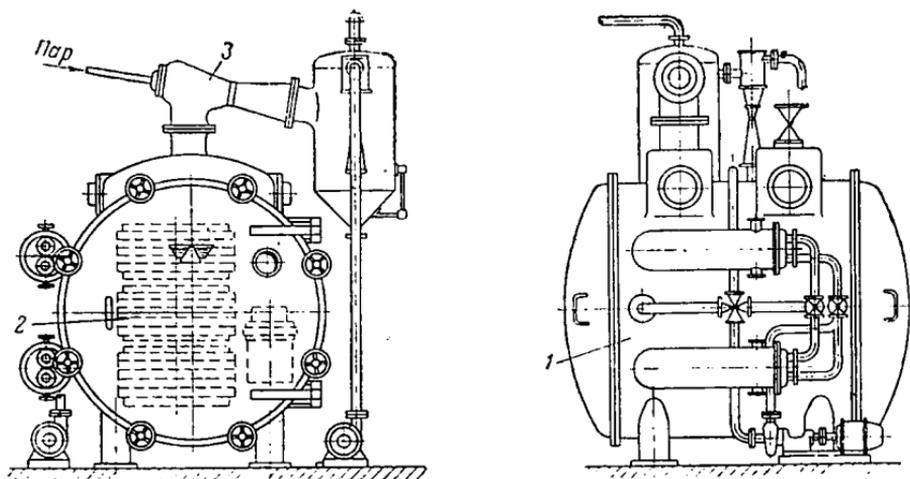


Рис. 113. Вакуум-сушильный аппарат для контактной сушки с инжекционным насосом:

1—вакуум-сушильный шкаф; 2—секция плит; 3—пароструйный насос.

следует считать его способность выдерживать длительное хранение в обычных (неохлажденных) складах и транспортабельность.

В Англии разработана более совершенная технология. Филе сушат до содержания влаги 15% при остаточном давлении от 10 до 2 мм рт. ст. и температуре 60—80°. После трехдневной выдержки в специальном помещении с целью перераспределения воды рыбу прессуют, режут на куски и сушат до содержания воды 5%.

Приготовление сушеной рыбы с применением сушки методом сублимации в вакууме

ВНИРО разработана технология приготовления трех видов продуктов с применением сушки сублимацией.

Сухое рыбное филе и ломтики. Для приготовления продукта используется треска, судак и другая рыба с содержанием жира не более 2% весом не менее 2 кг. Рыбу очищают от чешуи, затем удаляют голову и внутренности; тушку тщательно моют и затем разделяют на филе или ломтики. При разделке на филе желательно снимать кожу. Для разделки на ломтики тушку режут поперек на кусочки толщиной 10—12 мм. Эту операцию легко механизировать, используя дисковую выборезку. Ломтики или филе раскладывают на противни и замораживают

до температуры $-22-25^{\circ}$, после чего быстро загружают в сублиматор и сушат по двухступенчатому или трехступенчатому температурному режиму при $p_{общ} = 0,8-1,0$ мм рт. ст.

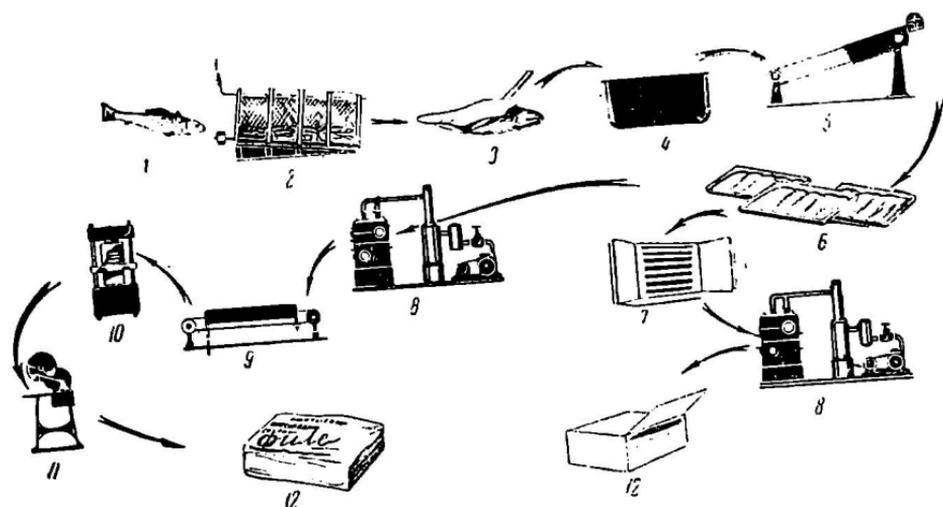


Рис. 114. Аппаратурная схема изготовления сухих рыбных продуктов методом сублимации:

1—поступление сырья; 2—мойка; 3—филетирование; 4—мойка; 5—стеканье и подсушка; 6—укладка на противни; 7—замораживание; 8—сушка; 9—увлажнение; 10—прессование; 11—резка брикетов на порции; 12—упаковка.

На рис. 114 показана схема приготовления сушеного филе из тощих рыб. Высушенную рыбу, предназначенную для быстрой реализации (не более 2 месяцев хранения), упаковывают

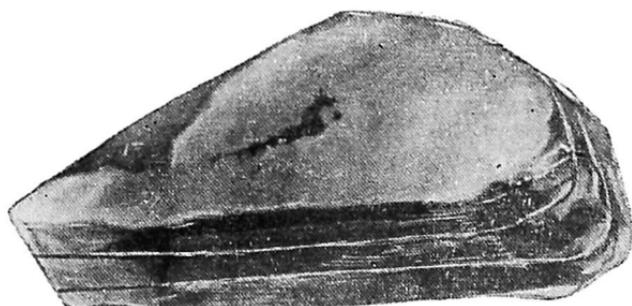


Рис. 115. Брикет сухих филейчиков трески.

в пакеты из лакированного целлофана или другого аналогичного материала (рис. 115). В случае более длительного хранения продукт необходимо упаковывать в герметичную тару под вакуумом или с заполнением тары инертным газом.

Сушеные прессованные рыбные пластины. Треску, пикшу, судака и другую крупную рыбу с содержанием жира не более

2% разделяют на филе. Затем из филе вырезают ровные пластины одинакового размера толщиной 10—20 мм (в зависимости от величины рыбы), которые раскладывают на противни и замораживают до -22 — -25° , после чего быстро загружают в сублиматор и сушат по трехступенчатому температурному режиму при $p_{общ} = 0,8$ — $1,0$ мм рт. ст. Пластины, высушенные до содержания воды 4—5%, в течение 1—2 мин. обрабатывают паром и по 3—4 штуки вместе немедленно прессуют под давлением до 100 кг/см².

Спрессованные пластины обертывают паронепроницаемым или, лучше, газонепроницаемым материалом. Получаемый продукт имеет объем в 5 раз меньший по сравнению со свежим филе, что дает большую экономию в таре. Однако вследствие частичного механического разрушения мышечной ткани при прессовании продукт имеет несколько худшее качество, чем сушеное непрессованное филе.

Сушеный рыбный фарш (рыбная крупа). Рыбный фарш готовят из мелкой рыбы и отходов (срезков мяса) от разделки рыбы на филе или пластины. После измельчения на мясорубке фарш раскладывают на противни слоем толщиной 12—15 мм, которые загружают в сублиматор. Сушку производят при температуре 60° и $p_{общ} = 0,8$ — $1,0$ мм рт. ст.

Для придания продукту более привлекательного вида через 2—3 часа сушки фарш следует вторично пропустить через мясорубку и затем окончательно досушить. Этой операцией также ускоряется процесс сушки, так как происходит перераспределение воды в частицах фарша.

Высушенный фарш упаковывают в герметичные банки или пакеты из паронепроницаемого материала. Для длительного хранения продукт необходимо дегазировать. Может быть и другой, более экономичный способ упаковки — прессование сухого фарша в брикеты весом по 100 или 50 г с последующей оберткой их соответствующим упаковочным материалом.

ГЛАВА XII. ВЯЛЕНИЕ РЫБЫ

Под вялением следует понимать медленное обезвоживание соленой полужирной или жирной рыбы. Для этой цели используют обычно воблу, леща, тарань, белорыбицу, нельму, чира, осетра, белугу, калугу, омуля, кету, горбушу и некоторые другие рыбы.

Вялят рыбу на вешалах, располагаемых на открытом воздухе. Основное отличие вяления от искусственной холодной сушки заключается в воздействии на мясо рыбы солнечного света.

Солнечные лучи активизируют ферментативные процессы, поэтому рыба в период вяления на открытом воздухе созревает быстрее и полнее, чем высушенная в камерах, лишенных естественного света. Учитывая положительное влияние на рыбу ультрафиолетовых лучей солнечного спектра, вешала рекомендуют делать с откидной крышей (навесом). В дождливую погоду навесы необходимо закрывать; то же самое следует делать и во второй половине дня, когда в солнечном спектре количество ультрафиолетовых лучей уменьшается, а солнце начинает в это время слишком сильно припекать. Чрезмерно продолжительное действие солнечных лучей ухудшает качество продукта.

Отрицательной стороной вяления является полная зависимость его от состояния погоды. Для успешного осуществления процесса необходима сухая погода, без осадков, с умеренным ветром.

В районе южных водоемов рыбу вялят преимущественно весной. На Дальнем Востоке наиболее благоприятным периодом для вяления является осень, когда с материка дуют сухие прохладные ветры.

СОЗРЕВАНИЕ РЫБЫ ПРИ ВЯЛЕНИИ

При созревании вяленой рыбы жир, по-видимому, играет более существенную роль, чем при созревании соленой рыбы. В свежей и несозревшей соленой рыбе он располагается главным образом в подкожной клетчатке и соединительной ткани и

заключен в особые клетки — фибропласты, где находится как бы в связанном состоянии.

При вялении жир освобождается из клеток и пропитывает всю мышечную ткань рыбы, что в сочетании с частичным удалением влаги из рыбы приводит к тому, что мясо приобретает янтарный цвет и становится полупрозрачным, а также уплотняется и приобретает особые вкусовые качества. Этими признаками и характеризуется созревание вяленых рыбных товаров.

Для успешного созревания рыбы при вялении необходимы дневной свет и умеренная, но обязательно положительная температура воздуха. Небольшая отрицательная температура (например, утренние заморозки при вялении рыбы в Сибири ранней весной) не ухудшает качества продукта.

Некоторое количество жира выступает на поверхности рыбы и образует тонкую пленку, предохраняющую основную его часть от прогоркания. Образование этой пленки, по-видимому, связано с явлением высыхания жира под влиянием света и кислорода воздуха. При вялении (особенно таких жирных рыб, как осетровые, белорыбца и нельма) очень важно вовремя прекратить процесс, потому что даже незначительная передержка рыбы на вешалах ухудшает качество готового продукта.

Характер изменения жира при вялении балыков из отборной каспийской сельди был исследован И. П. Леванидовым.

По его описанию, рыбу вялили при температуре 15—20°, причем процесс протекал очень быстро. Уже через сутки после вывешивания жир начал с рыбы стекать; максимума этот процесс достиг на четвертый-пятый день, после чего на срезе образовалась подсохшая пленка с специфическим запахом окисленного жира. Выделившийся жир не имел резких признаков изменения, сохранял текучесть и запах жира свежей сельди.

На шестой день жир равномерно распределился в сельди и балык можно было считать готовым. При дальнейшем вялении мясо подсыхало, теряло сочность и делалось дряблым.

В табл. 99 приводятся данные, характеризующие химические изменения жира поверхностного и внутреннего слоев мяса балыка сельди при вялении (по И. П. Леванидову).

Из табл. 99 видно, что жир мяса сельди при вялении подвергается гидролитическому расщеплению, на что указывает значительное увеличение его кислотного числа. Окислительные процессы, по-видимому, не имеют заметного развития в продукте, так как количество оксикислот даже в жире поверхностного слоя мяса оказалось невелико.

Результаты исследования жира при вялении воблы оказались несколько иными, чем для сельди (табл. 100).

Продолжительность выдерживания рыбы на воздухе в сутках	Характеристика жира из поверхностного слоя рыбы				Характеристика жира из внутреннего слоя рыбы				Примечание
	кислотное число	число омыления	йодное число	оксикислоты (по Фарнону)	кислотное число	число омыления	йодное число	оксикислоты (по Фарнону)	
1	7,73	190,54	158,39	0,56	10,10	193,40	156,22	0,42	Жир неза- метен
4	9,85	191,61	149,12	0,67	12,86	192,06	148,86	0,76	—
6	11,06	193,71	145,35	1,06	13,25	193,68	148,05	0,42	Жир высту- пает из тка- ней
9	11,44	192,10	148,22	1,02	19,88	197,78	150,08	0,38	Сельдь мягкая, дряблая

Таблица 100

Наименование продукта	Характеристика жира			
	кислотное число	число омыления	йодное число	оксикислоты (по Фарнону)
Вобла свежая	1,4	178,9	136,3	1,8
Вобла вяленая	29,5	198,9	115,2	4,1

Как видно из табл. 100, при вялении воблы значительно увеличилось не только кислотное число, но также число омыления что свидетельствует о наличии распада жира с образованием кислот с низким молекулярным весом; сильное понижение йодного числа при одновременном увеличении количества оксикислот ясно указывает на наличие окислительных процессов в жире.

ВЯЛЕНИЕ ВОБЛЫ

Приготовление вяленой воблы осуществляется следующим образом.

Принятую на завод рыбу выдерживают до окончания по-
смертного окоченения, для того чтобы из нее выделилась слизь,

а мясо ее несколько размягчилось¹. После сортировки рыбу нанизывают на шпагат; в зависимости от количества нанизываемых рыб ее называют двойкой, четверкой и т. д. (табл. 101).

Т а б л и ц а 101

Название рыбы	Размеры рыбы в см	Вес 1000 рыб в кг
Отборная — двойка	21 и выше	—
Крупная — четверка	18—21	353—360
Крупная — шестерка	16,5—18	250—260
Средняя — восьмерка	15,8—16,5	200—215
Средняя — десятка	13,5—15,8	140—150
Мелкая — пятнадцатка	до 13,5	Менее 140

Рыбу нанизывают вручную при помощи шпильки, лучше всего медной (так как она не ржавеет и имеет больший коэффициент скольжения, чем железная), длиной 35 см и диаметром 0,4 см. В ушко шпильки вдевают шпагат, накальвают на нее определенное количество рыбы (2—15 штук); затем одним движением руки через ушко шпильки снимают рыбу на шпагат, завязывают его концы и сбрасывают чалку в носилки или другое транспортное устройство.

Для удаления слизи нанизанную рыбу промывают в пресной воде и затем направляют в посол. Солят рыбу смешанным способом, с использованием отработанных натуральных тузлуков и жировой соли.

В Волго-Каспийском районе лучшими тузлуками считаются тузлуки от посола сельди; тузлук от посола сома не применяют, так как он содержит очень много слизи.

Посол воблы с применением натурального тузлука и жировой соли способствует ее созреванию, но при этом рыба несколько медленнее просаливается; поэтому при температуре воздуха выше 10° обычно жировую соль применяют в смеси с солью, еще не бывшей в употреблении, или, как ее принято называть, белой солью.

Посол в зависимости от размеров рыбы длится от 3 до 5 суток. Высоленную рыбу вынимают из чана и доставляют к вешалам, где складывают в кучи на камышовые подстилки в ожидании мойки и развески.

¹ Если посолить воблу до окончания посмертного оконченения, то слизь еще некоторое время продолжает выделяться во время посола; от действия соли слизь свертывается и плотно пристает к чешуе, образуя трудносмываемую пленку неприятного цвета. Кроме того, выдерживание рыбы перед посолом способствует лучшему созреванию ее при вялении.

Вешала состоят из ряда параллельно расположенных деревянных шестов, приподнятых над землей и укрепленных на деревянных столбах высотой до 4 м. Их размещают отдельными кварталами — салмаками, между которыми оставляют широкие проходы для подвоза рыбы и выполнения необходимых операций¹. Салмаки обычно имеют вид прямоугольника или квадрата.

Рыбу, доставленную к вешалам, тщательно промывают в пресной воде от остатков соли и загрязнений, после чего развешивают на вешалах таким образом, чтобы ее равномерно обдувал ветер и чтобы рыбы были обращены спинками наружу. На 1 м длины шеста подвешивают восемь чалок.

Средняя продолжительность вяления (в сутках) составляет:

Двойка и четверка	23—30
Шестерка	19—22
Восьмерка	16—18
Десятка	15—16
Пятнадцатка	13—15

Ниже приводятся данные, характеризующие убыль в весе рыбы по дням вяления (по данным заводских лабораторий Волго-Каспийского треста).

Дни вяления	1	2	3	4	5	10	15
Уменьшение веса рыбы в % от веса рыбы, поступившей на вяление	10,0	7,2	6,2	2,4	2,4	2,1	0,6

Из этих данных видно, что при благоприятной погоде основное количество воды рыба теряет в первые дни вяления.

Готовую воблу снимают с вешалов и около суток выдерживают в кучах. За это время рыба приобретает специфический запах, а жир в ней перераспределяется (рыба обливается жиром). Затем рыбу сортируют по размерам и сорту, связывают в пучки по 40—50 шт. и упаковывают в рогожные кули вместимостью до 50 кг или в ящики.

Мясо доброкачественной вяленой воблы имеет плотную консистенцию и оранжевую (янтарную) окраску; содержание влаги в мясе должно быть не более 38% и соли 12—14%. Средний химический состав и калорийность мяса воблы на разных стадиях обработки приведены в табл. 102 (по данным ВНИРО).

Как видно из данных табл. 102, в результате вяления получается весьма калорийный продукт с большим содержанием белка.

¹ В Азово-Черноморском бассейне такие вешала называют бегунами.

Летом воблу не вялят, так как при слишком высокой температуре воздуха жир быстро прогоркает, что отрицательно сказывается на качестве продукта. Данные, характеризующие

Т а б л и ц а 102

Вид обработки воблы	Химический состав мяса в %				Калорийность 100 г мяса в ккал
	вода	жир	белок	зола	
Свежая	77,5	2,6	18,8	1,8	101
Соленая	69,4	3,1	21,7	6,2	117
Вяленая	29,0	7,4	49,4	14,4	270

утечку при вялении воблы в зависимости от ее размеров, по данным заводских лабораторий Волго-Каспийского треста, приведены в табл. 103.

Т а б л и ц а 103

Размер воблы	Утечка по норме в %	Продолжительность вяления в сутках	Содержание в готовом продукте в %	
			влага	соль
Крупная	50	22	32	10
Средняя	52	20	32	10
Мелкая	54	15	32	10

Утечки при вялении, так же как и при посоле, увеличиваются с уменьшением размеров рыбы.

В последние годы в Волго-Каспийском бассейне (завод им. Крупской) практикуется приготовление вяленой воблы путем искусственной сушки (с предварительной отмочкой соленого полуфабриката) в туннельной сушилке в течение 10 суток. По внешнему виду получаемый товар мало отличается от обычной вяленой воблы, но по вкусу значительно уступает ей.

ВЯЛЕНИЕ ЛЕЩА И ДРУГИХ РЫБ

Для вяления, помимо воблы, наиболее часто используют леща (особенно донского), шемаю, кутума, усача (особенно аральского), тарань, рыба, чира, сазана и амурского язя. Технологический процесс их обработки мало отличается от приготовления вяленой воблы. Рыбу мелких и средних размеров (до 30 см) вялят обычно без разделки; крупную рыбу (более 30 см)

потрошат, а еще более крупную (свыше 40 см) разделяют на пласт и, реже, на балык.

Разделку крупной рыбы приходится применять во избежание ее порчи во время длительного нахождения на вешалах; вообще же разделять рыбу для вяления нежелательно, так как во внутренней полости рыбы в нагульный период содержится много жира, который при вялении впитывается в мясо, благодаря чему повышается калорийность и вкус готового продукта.

Рыбу, нанизанную на шпагат по 2 или 4 шт. (в зависимости от размеров), после посола и мойки развешивают на вешала. Развешивать рыбу следует реже, чем это принято для воблы. Продолжительность вяления 25—30 суток. Готовность продукта определяют по тем же признакам, что и при вялении воблы.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БАЛЫЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕЛОРЫБИЦЫ И НЕЛЬМЫ

Рыбу, разделанную на балык и тешу, зачищают, аккуратно удаляя почки, пленку и остатки крови, после чего тщательно моют и солят.

Посол рыбы включает следующие операции: натирание поверхности рыбы солью, укладку рыбы в чаны с пересыпкой солью; выдержку рыбы по окончании просаливания в течение 3—4 суток для равномерного распределения соли в толще мяса.

Рыбу солят сухим способом, теши отдельно от балыков, и в зависимости от температуры в цехе охлаждают во время посола льдом или предварительно замораживают.

Посол балыков (включая выдержку для выравнивания солености) продолжается 15—25 суток, теши 8—13 суток в зависимости от размеров рыбы и температуры посола.

Общий расход соли составляет около 40% от веса рыбы. Из этого количества непосредственно на посол затрачивают 15—20% соли, а остальное количество ее используют для правильного распределения соли по всей поверхности рыбы, чтобы достигнуть равномерного просаливания. Количество соли в рыбе после посола не должно превышать 12%; желательно, чтобы оно составляло 8—10%, так как в этом случае продукт получается значительно лучшего качества.

Выгруженную из чанов соленую рыбу промывают в образовавшемся натуральном тузлуке, сортируют по качеству и размеру, затем некоторое время отмачивают для опреснения поверхностных слоев.

Для отмочки рыбу укладывают в два-три ряда в невысокие ванны и заливают пресной водой с температурой 5—6°; продолжительность процесса 1—2 суток. Соленость рыбы после отмочки не должна превышать 7%.

Отмоченную рыбу после трехчасового стекания развешивают на вешалах для вяления, которое в зависимости от температуры и влажности воздуха продолжается 9—16 суток для балыков и не более 12 суток для теши. При вялении теша теряет около 20%, а балык 15% первоначального веса.

Химический состав вяленых балыков и теши из белорыбницы приведен в табл. 104 (по данным ВНИРО).

Т а б л и ц а 104

Вид продукта	Химический состав в %				
	вода	жир	белок	соль	зола
Балык (спинка)	58	8	25	8	1
Теша	38	37	18	6	1

ПРИГОТОВЛЕНИЕ БАЛЫЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Балычные изделия готовят главным образом из осетра и шипа весом более 12 кг; белугу, калугу и севрюгу целесообразнее направлять на копчение, так как мясо белуги и калуги имеет сравнительно жесткую консистенцию и при вялении медленно и неполно созревает, а севрюга обычно имеет небольшие размеры и потому неудобна для разделки.

Осетровые рыбы поступают в обработку с мест лова в живом или охлажденном виде, причем в последнем случае, как правило, потрошеными.

На качество рыбы, условия ее доставки и тщательность обработки обращают особое внимание, так как осетровые по сравнению с другими рыбами наиболее подвержены заражению опасным микроорганизмом — ботулинусом, вырабатывающим яд. Ботулинус обладает ничтожной протеолитической активностью, поэтому, находясь в продукте (например, в вяленой рыбе), он себя внешне не проявляет, так как не вызывает порчи (гниения продукта). Ботулинус — анаэроб, поэтому грунт (особенно дно реки) является для него благоприятной средой. Осетровые относятся к донным рыбам. Пойманные на крючковую снасть, они получают на теле ранения, в которые могут проникнуть микроорганизмы, в том числе ботулинус. Ботулинус встречается также в кишечнике осетровых, куда попадает вместе с пищей.

Этот микроорганизм, главным образом в виде спор, встречается и на поверхности земли, поэтому в балычных цехах необходимо особенно тщательно выполнять санитарные требования. Споры ботулинуса и особенно вырабатываемый им токсин весьма термостойчивы.

На основании работ Института санитарии и гигиены им. Эрисмана (1934—1937 гг.) при участии Н. Т. Березина были разработаны правила приготовления балычных изделий из осетровых рыб, в которых предусмотрено следующее.

1. Для балыков должна употребляться только вполне бодрая, живая рыба, выпотрошенная приемщиком на судне или на рыбозаводе. При потрошении необходимо следить за тем, чтобы не допускать пореза стенок кишечника и обязательно удалять его вместе с анальным отверстием.

Приготовление балычных изделий из рыбы, поступившей на завод в снулом непотрошеном виде, запрещено, так как в этом случае возможно проникновение бактерий ботулинуса из кишечника рыбы в мышечную ткань.

2. Рыба с ранениями в мясистых частях спинки не должна идти на балычные изделия. При ранении брюшной части рыбы на приготовление балычных изделий может быть использована только спинка. Рыба, предназначенная для приготовления балычных изделий, немедленно после потрошения и мойки должны быть уложена в лед и по возможности быстро доставлена в цех обработки.

Схема технологического процесса вяления осетра мало отличается от производства балычных изделий из белорыбицы и нельмы, но некоторые стадии его обработки имеют свои особенности.

Поступившую в балычный цех потрошеную рыбу по возможности быстрее разделяют, причем отрубают голову и плавники, зачищают брюшную полость и разрезают тушку на балык и тешу. Конец среза теши заканчивают на расстоянии около 5 см от переднего конца анального плавника.

Тщательно вымытую после разделки рыбу замораживают льдосолевой смесью до температуры 5—8° и затем солят в ваннах в холодных цехах или лучше в выходах-ледниках. Перед укладкой в ванны или чаны рыбу натирают солью; каждый ряд рыбы пересыпают солью, причем при посоле балыков (спинки) к соли примешивают селитру в количестве 0,1—0,2% от веса рыбы для окраски мяса в розовый цвет. Расход соли составляет 22—25% к весу рыбы.

Продолжительность посола теши 3—5 суток, балыков 12—15 суток; соленость рыбы не должна превышать 7%.

Мясо осетра после посола становится упругим, кожа на нем сморщивается. После окончания посола рыбу складывают в штабель высотой до 70 см и для равномерного распределения соли в толще мяса тешу выдерживают в нем 3—4 дня, а спинки 4—6 дней. Приготовленный указанным путем соленый полуфабрикат отмачивают в воде или слабом тузлуке (уд. вес 1,08—1,10). В первом случае отмочка продолжается 8 час., во втором до 2 суток в три периода с промежутками между ними в 1—2 часа.

Балыки нанизывают за хвост на шпагат длиной 40—50 см, тешу — через прокол в хвостовой части. После мойки и сортировки рыбу развешивают на вешалах и вялят: тешу в течение 10 суток, а балыки — до 30 суток.

Хороший осетровый балык имеет темную спинку со слегка съезжившейся кожей; мясо сочное, жирное и нежное, бледно-желтого или оранжевого цвета. В табл. 105 приведен химический состав мяса осетра (балыков) на различных стадиях обработки (по данным заводских лабораторий Волго-Каспийского треста).

Т а б л и ц а 105

Вид обработки осетра	Химический состав мяса в % на сырое вещество			
	вода	жир	белок	соль
Свежий	70	10	20	—
Соленый	50	17	21	12
Отмоченный	60	15	17	5
Вяленый	49	18	23	9

Как видно из данных табл. 105, вяленый осетровый балык является весьма питательным продуктом, содержащим большое количество белка и жира. Балыки обычно приготавливают с содержанием соли в продукте высшего сорта не более 7%, I сорта 9% и II сорта 11%.

ВЯЛЕНИЕ ТЮЛЬКИ

Для вяления используют тюльку мартовского, апрельского и майского улова с примесью других рыб не более 20%. Из тюльки летнего улова ввиду ее низкой жирности получается продукт очень низкого качества.

Вымытую тюльку солят в насыщенном тузлуке (уд. вес 1,2). Одновременно в чан вместимостью 25 ц загружают 300—400 кг рыбы и в 3—4 раза больше тузлука. Перегружать чаны рыбой не следует, так как в этом случае она просаливается неравномерно.

Продолжительность посола при температуре тузлука 10—15° составляет 1,5—2 часа, а при более высокой температуре 1—1,5 часа. Содержание соли после посола в толще рыбок составляет 2—3% и на поверхности 3—4%.

Чтобы рыба не просолилась дополнительно за счет тузлука, который остается на ее поверхности, ее из посольного чана сразу загружают в другой чан или обрез, в котором моют в холодной воде, тщательно при этом перемешивая.

После мойки тюльку помещают в плетеные корзины и выдерживают в них 15—20 мин. для стекания воды¹; затем рыбу раскладывают на рамы с сеткой из хлопчатобумажной дели, которые помещают на козлы высотой 0,5—0,6 м. На 1 м² рамы следует раскладывать 2,5—3 кг тюльки.

Вяление продолжается от 2 до 4 суток в зависимости от состояния погоды. Через сутки или двое тюльку с рам снимают и для вылеживания складывают в кучки небольшой высоты на рогожи, разостланные на земле. В период вылеживания происходит перераспределение жира в тюлке, она как бы обливается жиром и приобретает при этом приятный запах. Готовую вяленую тюльку убирают в рогожные или бумажные кули, а также в ящики и короба.

Вяленая тюлька является вкусным и питательным продуктом. Выход ее составляет до 35% к весу сырья.

По данным Пестряновой, вяленая тюлька содержит 10,4% соли, 34% влаги, 15% жира.

Длительного хранения вяленая тюлька не выдерживает, так как жир ее быстро окисляется, причем поверхность рыбы покрывается желтым налетом (ржавчиной), а мясо приобретает горький привкус. В качестве профилактического средства, несколько задерживающего процесс окисления жира, можно рекомендовать хранение вяленой тюльки в темных помещениях при возможно более низкой температуре.

¹ Вместо мойки в чанах или обрезках тюльку можно ополаскивать водой в корзинах.

ГЛАВА XIII. ОБЫЧНОЕ КОПЧЕНИЕ РЫБЫ

В нашей стране копчение рыбы с торговой целью, по-видимому, впервые стали применять новгородцы в XIII—XIV вв. В XVI и особенно в XVII в. в Архангельске семгу в значительных количествах обрабатывали холодным копчением и под названием копченой лососины вывозили в Голландию и другие государства [32, 93, 126, 131, 170].

В XIX и XX вв. копчение в нашей стране становится весьма распространенным способом консервирования многих видов рыб и особенно частиковых.

В дореволюционной России коптильные предприятия находились главным образом в местах промысла рыбы — в основном в Волго-Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. В годы Советской власти значительное количество коптильных заводов построено в других бассейнах, а также в потребляющих центрах страны, куда рыбу доставляют в мороженом или соленом виде в специальных вагонах-ледниках.

В настоящее время ежегодный выпуск копченых товаров составляет около 800 000 ц.

Для производства копченой продукции используют многие виды частиковых рыб (вобла, лещ, тарань, чехонь, рыбец, сом и др.), а также сельдь, кефаль, скумбрию, угря, сиговых (муксун, омуль, сиг и др.), осетровых (осетр, севрюга, белуга), лососевых (кета, горбуша, нерка), тресковых и морского окуня, а также ряд других рыб.

Кроме того, при производстве некоторых видов консервов («шпроты в масле» и т. п.) и балычных изделий копчение является весьма важным дополнительным процессом, улучшающим вкус, запах и внешний вид продукта.

Существуют два основных способа копчения: горячее и холодное.

При горячем копчении рыбу коптят дымом с высокой температурой (выше 80°), а при холодном — не выше 40°.

Товары горячего копчения имеют небольшую соленость; мясо рыбы при таком способе копчения полностью сваривается и имеет нежную, сочную консистенцию, с большим содержанием

ем влаги. Эти товары не могут в обычных условиях храниться длительное время, и поэтому их реализуют в течение максимум 3 суток с момента изготовления. Для удлинения срока хранения применяют замораживание, но при этом вкус и консистенция мяса ухудшаются.

В последние годы А. П. Макашев успешно в полупромышленном масштабе провел опыты по транспортировке и хранению рыбы горячего копчения в контейнерах, заполняемых углекислым газом. В сочетании с охлаждением рыбы до 5—7° ему удалось продлить сроки хранения продукта до 20 суток без понижения качества. Однако продукт при этом все же теряет одно из своих основных свойств — свежесть.

Товары холодного копчения, в отличие от товаров горячего копчения содержат значительно больше соли и меньше влаги; мясо рыбы имеет плотную консистенцию, так как в процессе копчения оно теряет значительное количество воды. Эти товары могут в обычных условиях выдерживать сравнительно длительное хранение. Они обладают своеобразным приятным вкусом и запахом и пользуются большим спросом у потребителя.

Характеристика продуктов горячего и холодного копчения и некоторые особенности их приготовления приведены в табл. 106.

Т а б л и ц а 106

Показатели	Горячее копчение	Холодное копчение
Сырье или полуфабрикат . .	Свежее и мороженое	Соленое
Температура дыма при копчении в °С	80—170	Не выше 40
Продолжительность копчения	До 5 часов	До 5 суток
Содержание соли в %	До 4	7—15
Содержание воды в %	60—70	48 - 55
Консистенция мяса рыбы . .	Сочная, нежная	Обычно плотная, но у некоторых рыб (например, у осетровых, сельди) нежная

В других государствах горячее и холодное копчение рыбы не получило такого широкого распространения, как в нашей стране.

За границей в значительных количествах выпускают так называемые полукопченые продукты, которые изготовляют из трески и сельди; перед употреблением они нуждаются в дополнительной кулинарной обработке. В нашей стране этот вид копченых товаров намечен к производству.

В связи с изобретением новых методов копчения пищевых продуктов (мокрое копчение и электрокопчение) появляется необходимость дать существующим методам копчения соответствующую классификацию.

По способу применения продуктов разложения древесины при копчении рыбы и других пищевых продуктов копчение следует подразделять на:

газовое (дымовое) — копчение продуктами разложения древесины, используемыми в газообразном состоянии (дым);

мокрое (бездымное) — копчение продуктами разложения древесины, используемыми в виде растворов (копильная жидкость, дымовое масло, копильный раствор и т. п.);

смешанное — копчение продуктами разложения древесины, используемыми в жидком и газообразном состоянии.

При последнем способе копчения рыбу последовательно пропитывают продуктами разложения древесины, находящимися в жидком и газообразном состоянии, т. е. наблюдается сочетание газового и мокрого копчения.

По особенностям проведения процесса копчение следует классифицировать на:

естественное копчение — осаждение продуктов разложения древесины на поверхности рыбы и проникновение их внутрь тела рыбы — осуществляется естественным путем, т. е. без применения специальных технических приемов, активизирующих процесс;

искусственное копчение — осаждение продуктов разложения древесины на поверхности рыбы и проникновение их внутрь тела рыбы — осуществляется с применением специальных технических приемов, активизирующих эти процессы;

комбинированное копчение — некоторые стадии процесса копчения осуществляются с применением специальных технических приемов, активизирующих процессы.

К специальным техническим приемам, активизирующим процесс копчения рыбы, можно отнести токи высокого напряжения и высокой частоты, инфракрасные и ультрафиолетовые лучи, а также другие технические средства.

ТОПЛИВО

Топливо при копчении является источником дыма и тепла. Для копчения предпочтительны твердые породы деревьев, не содержащие смолистых веществ, которые придают копченому продукту горьковатый вкус и темный цвет.

Наиболее пригодны для копчения дуб, орешник, клен, ольха, бук, береза (с обязательным удалением коры), ясень, тополь, но при необходимости можно применять также ель и сосну, хотя в них содержится повышенное количество смолистых веществ.

В копильном и сушильном производстве топливо используют в виде опилок, стружек и дров.

Элементарный химический состав древесины разных пород весьма близок; что видно из табл. 107 (по Г. И. Бондареву).

Т а б л и ц а 107

Порода дерева	Химический состав в % на сухое вещество			
	углерод	водород	кислород	азот
Береза	49,4	6,3	43,2	1,0
Дуб	49,7	6,0	42,7	1,6
Ель	51,2	6,3	41,6	0,9
Ольха	49,7	6,1	43,5	0,7
Сосна	50,5	6,2	—	—

Важнейшей характеристикой топлива как источника тепла является его теплотворная способность, т. е. количество тепла, которое выделяет 1 кг топлива при полном сгорании.

Главным горючим элементом топлива является углерод. При сжигании 1 кг углерода выделяется 8140 ккал. При неполном сгорании топлива, т. е. при недостаточном доступе воздуха, углерод окисляется только до окиси углерода, выделяя при этом всего 2440 ккал [164].

Для определения низшей теплотворной способности дров пользуются следующими формулами:

для дров сухопутной доставки

$$Q_p^* = 4370 - 49,7 W \text{ ккал/кг};$$

для дров сплавной доставки

$$Q_p^* = 3870 - 44,5 W \text{ ккал/кг},$$

где W — влажность древесины в %.

Свежесрубленное дерево содержит обычно 45—55% влаги, через полгода 25—30%; через год около 20%; дальнейшую сушку можно осуществить только искусственным способом. Дрова, стружки и опилки считаются сухими, если содержание влаги в них меньше 25%, полусухими — при влажности до 35% и влажными — при содержании влаги более 35%. Для копчения необходимо применять дрова, опилки и стружки с влажностью до 30%.

Объемный вес (в кг/м³) абсолютно сухих дров (при длине полена 54 см) следующий:

Дуб	0,40	Ель	0,25
Береза	0,35	Осина	0,26
Сосна	0,28		

Осина горит прозрачным синеватым пламенем, береза и сосна менее прозрачным; наименьшую длину пламени имеет ольха, наибольшую — сосна.

ДЫМ И ЕГО СВОЙСТВА

Дымообразование в коптильной камере в период собственно копчения весьма близко по своим особенностям к сухой перегонке дерева. При сухой перегонке дерева образуется около 70 различных химических веществ, из которых при копчении весьма важное значение имеют формальдегид и высшие альдегиды, кетоны, муравьиная и уксусная кислоты, смолы, спирты, фенолы и вода. Дым, полученный от сжигания смеси буковых стружек и опилок, содержит следующие вещества (в % к сухой древесине):

Смола	12,2	Муравьиная кислота . .	1,0
Формальдегид	0,8	Уксусная кислота	4,9
Альдегиды	0,3	Вода и спирт	60,0
Кетоны	0,9	Прочие вещества	19,9

Большинство продуктов сухой перегонки обладает антисептическими или пищевкусовыми свойствами.

Фенолы и кислоты, входящие в состав дыма, обладают резким запахом и острым вкусом. Среди летучих компонентов дыма особенно сильным антисептическим действием обладает формальдегид, который, кроме того, обладает дубильными свойствами.

Высушивающая способность дыма зависит от его температуры и относительной влажности воздуха, входящего в его состав, и не зависит от химического состава дыма.

Цвет, который приобретает поверхность рыбы при копчении, в значительной степени обусловлен густотой дыма и количеством смолистых веществ в нем, а также температурой копчения и наличием влаги на поверхности рыбы. Густой дым, образующийся при медленном горении топлива, содержит много смолы, придающей рыбе неприятную темную (грязную) окраску и горький вкус. При высокой температуре дыма рыба окрашивается в светло-коричневый цвет, а при низкой — в темно-коричневый. Рыба с сухой поверхностью окрашивается в более светлые тона, так как в этом случае дым только адсорбируется, в то время как, оседая на влажной поверхности, составные части дыма растворяются в воде.

Вопрос о том, насколько глубоко и в каких количествах проникают в ткани рыбы продукты дыма, изучался советскими учеными.

В основу исследования было положено определение фенолов, альдегидов и кислот, проникающих в ткани рыбы при горячем копчении. Содержание фенолов принято определять бромным методом в дистилляте, получаемом путем отгонки с паром летучих веществ из рыбного фарша.

Поскольку с паром, помимо фенолов, отгоняются и другие летучие вещества, реагирующие с бромом, в частности альдегиды, коптящие свойства дыма принято характеризовать двумя показателями: числом копчения и фенольным числом.

Числом копчения называется суммарное количество всех летучих веществ, отгоняемых паром из рыбы, реагирующих с бромом и определяемых в неочищенном дистилляте.

Фенольное число характеризует наличие действительного количества фенолов, для определения которых дистиллят предварительно очищают от посторонних веществ.

Минимальные и максимальные значения числа копчения и фенольного числа, полученные А. Грищинской [41] при холодном копчении сельди, приведены в табл. 108.

Т а б л и ц а 108

Продолжительность копчения в часах	Число копчения в мг на 1 кг сухой рыбы	Фенольное число в мг на 1 кг сухой рыбы
10	77—104	28—47
34	145—180	68—96
58	188—237	98—137
82	246—378	158—242
106	254—526	126—331

Увеличение числа копчения и фенольного числа, как видно из данных табл. 108, пропорционально продолжительности копчения.

В табл. 109 приведены данные, характеризующие числа копчения и фенольные числа в коже и мясе рыбы при холодном копчении.

Т а б л и ц а 109

Число копчения в мг на 1 кг сухой рыбы		Фенольное число в мг на 1 кг сухой рыбы	
мясо	кожа	мясо	кожа
31—229	386—629	12—147	205—534
48—131	462—661	22—65	148—438
33—125	205—398	12—97	44—294

Как видно из табл. 109, мясо рыбы в значительно меньшей степени пропитывается фенолами, альдегидами и другими веществами, входящими в состав дыма, чем кожа.

Числом копчения и фенольным числом нельзя полностью характеризовать степень копчености рыбы, так как фенолы и родственные им вещества бесцветны и не придают рыбе характерного цвета и запаха, свойственных копченому продукту.

По-видимому, при копчении более существенная роль принадлежит смолистым веществам и альдегидам; однако этот вопрос изучен еще совершенно недостаточно. Фенолы, являясь антисептиками, придают дыму бактерицидные свойства, о которых можно судить по результатам микробиологических анализов [191] поверхности свежей и копченой пикши, приведенным в табл. 110.

Таблица 110

Способ консервирования	Количество микроорганизмов в 1 г трески		Температура копчения в °С
	свежая рыба	копченая рыба	
Горячее копчение	108 000	1 100	90—110
Холодное копчение	41 000	23 000	30—35

Как видно из данных табл. 110, при горячем копчении погибает 99%, а при холодном 47% первоначального количества микроорганизмов. Следует, однако, учесть, что при горячем копчении стерилизующее действие на рыбу оказывает главным образом высокая температура.

Таким образом, бактерицидное действие дыма оказывается не очень сильным. Это подтверждается также тем, что при хранении копченую рыбу довольно легко поражают плесневые грибки, для которых отдельные составные части дыма, находящиеся на поверхности рыбы, являются, по-видимому, даже благоприятной средой.

Бактерицидное действие дыма несколько возрастает с увеличением его густоты, о которой судят по влиянию дыма на яркость света от электрической лампы. Дым считается негустым, если помещенная в него электрическая лампочка 40 *вт* видна на расстоянии 6—7 *м*, и очень густым, когда лампочка не видна уже на расстоянии 60—80 *см*.

Известны два способа регулирования густоты дыма.

1. Естественное регулирование — интенсивность горения топлива, а следовательно и густоту получаемого дыма, регулируют, открывая заслонки (шиберы) на трубах, через которые

в камеру подается воздух и отводится избыток его вместе с дымом, а также количеством опилок, которыми покрывают горящие дрова. При повышенном количестве опилок затрудняется доступ воздуха к горящим дровам, что вызывает усиленное дымообразование.

2. Искусственное регулирование — применяется на современных механизированных коптильных заводах, где существуют специальные аппараты (дымогенераторы), в которых образуется дым. Аппараты размещают вне коптильной камеры; дым, получаемый в них, по каналам при помощи вентиляторов подают в коптильные камеры; в случае необходимости к нему подмешивают определенное количество воздуха, разбавляя таким образом дым и изменяя температуру и относительную влажность воздуха, входящего в его состав.

АППАРАТЫ ДЛЯ КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

Существующие в настоящее время коптильные аппараты по принципу действия разделяются на две группы: периодического и непрерывного действия.

В коптильных аппаратах периодического действия рыбу загружают и разгружают периодами (циклическая работа), и в промежуток времени между выгрузкой одной и загрузкой другой партии рыбы аппарат не используется. Коптильные аппараты непрерывного действия характерны тем, что у них загрузка полуфабриката и выгрузка готового продукта производятся по ходу процесса копчения, небольшими порциями, благодаря чему работа аппаратов не прерывается.

По особенностям конструкции рабочего пространства коптильные аппараты делятся на камерные, башенные и туннельные.

Аппараты для холодного копчения рыбы

Камерные коптильни. Камерные коптильни промышленного типа до сих пор еще распространены в промышленности. Они представляют собой кирпичное помещение, имеющее в большинстве случаев глинобитный пол. В потолке камеры имеется несколько вентиляционных окон, продолжением которых служат вытяжные трубы. Двери камер в нижней части имеют отверстия с заслонками для регулирования количества подаваемого в камеры воздуха; в больших камерах эти отверстия делают в нижней части стены с обеих сторон дверей.

Камеры для холодного копчения делают сравнительно большого размера, с площадью пола до 50 м², так как низкие температуры копчения дают возможность обслуживающему персоналу входить внутрь камеры во время копчения для осмотра рыбы и поддержания равномерного горения опилок.

Внутри камеры на стенах имеется три или четыре ряда полочек для укладки реек с навешенной рыбой. Рейки укрепляют в камере с таким расчетом, чтобы концы рыбы нижнего ряда находились от пола на расстоянии не меньше 170 см. Таким образом, нижние полочки для реек необходимо делать от пола камеры на расстоянии длины рыбы плюс 1,7 м. Расстояние между полочками по высоте должно быть немногим больше длины рыбы. Рыбу на рейках размещают так, чтобы отдельные экземпляры ее не соприкасались между собой, иначе на поверхности рыбы будут получаться непрокопченные места.

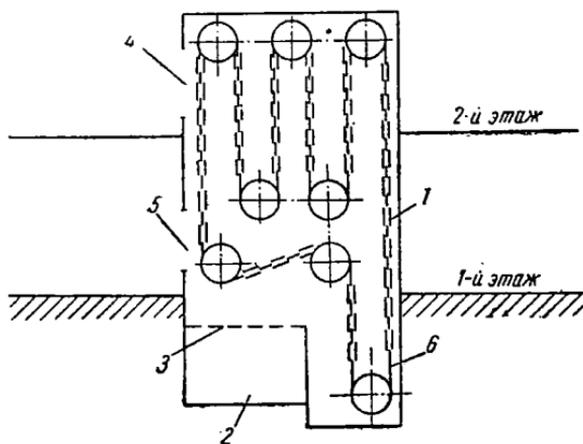


Рис. 116. Укороченная башенная коптильная печь:

1—цепь конвейера; 2—яма для топлива; 3—решетка; 4—загрузочное окно; 5—разгрузочное окно; 6—конвейер.

Башенные коптильные печи. Башенные коптильни представляют собой многэтажные камеры, обычно располагаемые по середине здания. Камеры во всех этажах снабжены дверными отверстиями, по одному с каждой стороны. Рыбу в камерах развешивают вручную с площадки, подвешенной на шарнирах.

Башенные коптильные печи с производственной точки зрения крайне неудобны, так как загрузка и выгрузка продукта из камер занимает почти столько же времени, сколько сам процесс копчения, а условия труда крайне тяжелые. Такие коптильные печи распространены в Англии, в СССР их не строили.

К механизированным башенным коптильным печам можно отнести так называемую автокоптилку, смонтированную на Московском рыбокомбинате (рис. 116)*.

По высоте эта коптильная печь занимает три этажа здания и имеет вид высокой камеры, в которой движется в вертикальном направлении цепной транспортер с прикрепленными к нему

* Данная коптильная печь работает не автоматически, поэтому название ее неправильное.

рейками, имеющими полочки для размещения шомполов с рыбой. В нижней части коптильной камеры находится углубление для сжигания дров с опилками, которое отгорожено от рабочего пространства печи сбоку стенкой, а сверху — металлической решеткой, служащей для улавливания рыбы, падающей с реек. Во втором этаже имеется окно для загрузки транспортера рыбой, а на первом этаже — окно для выгрузки выкопченной рыбы. В потолке камеры расположены отверстия, продолжением которых являются вытяжные трубы. Вместимость коптильной печи 7,5 т рыбы, продолжительность загрузки и разгрузки 4—6 час.

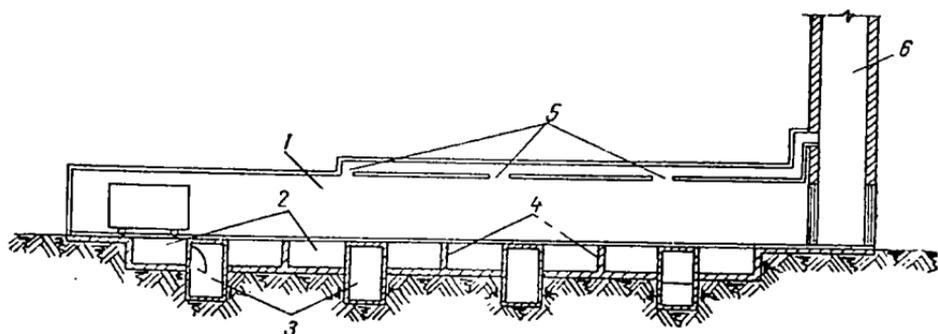


Рис. 117. Коптильная камера туннельного типа:

1—коптильная камера; 2—печи; 3—топочный коридор; 4—перегородка, разделяющая смежные камеры печи; 5—отверстия для выхода дыма; 6—центральная вытяжная труба.

Непрерывное движение транспортера способствует равномерной подсушке и копчению рыбы. Загрузочное и разгрузочное окна коптильной печи во время ее работы должны быть плотно закрыты.

Коптильные печи туннельного типа. Туннельные коптильные печи непрерывного действия могут быть двух типов: с топками, расположенными под коптильными печами, и с выносными топками.

Коптильные туннельные печи первого типа были впервые построены на Астраханском рыбокомбинате (рис. 117).

Туннели имеют размеры $25 \times 2,2 \times 2,5$ м. Стены и потолок оштукатурены, а пол асфальтирован, и по нему проложены рельсовые пути. Под полом туннелей устроены топки высотой 80 см с площадью пола $1,5 \times 2$ м, с коридорами для обслуживания.

Печи снабжены откидными дверцами с четырьмя отверстиями для регулирования горения опилок. Дым, поступающий в туннель, обволакивает рыбу, подвешенную в вагонетках, и удаляется естественной тягой через три отверстия в потолке в общий боров и далее в вытяжную трубу. Вагонетки передвигают по туннелю периодически. Иногда их заменяют клетями, движущимися в подвешенном состоянии по монорельсу.

Туннельные коптильные печи обычно разделены на две самостоятельные секции: в первой секции происходит подсушка, а во второй — копчение рыбы. В конструкции обеих секций имеется много общего.

Существенным недостатком описанных коптильных печей является неравномерность подсушки в них рыбы. Для устранения этого недостатка Гипрорыбпромом внесены следующие улучшения в конструкцию туннельных сушилок:

устранены зазоры между вагонетками (клетями) и потолком туннеля путем устройства ложного короба и фартуков, а также установлены направляющие плоскости для направления потоков воздуха в камере; пол в камере нагревают при помощи специальных устройств (панелей).

По данным Гипрорыбпрома, в коптильных печах туннельного типа расход топлива на 1 кг продукта составляет 0,37 кг, расход воздуха на 1 кг топлива—105,5 м³, количество проходящих по туннелю дымовых газов 1870 м³/час. Производительность туннельной коптильной печи 57 кг/час.

В туннельных печах для устранения потерь дыма и воздуха при загрузке и выгрузке вагонеток по концам туннеля иногда устраивают тамбуры. Вагонетки перемещают навстречу движению воздуха и дыма, причем каждую из них по мере продвижения по каналу дым омывает то сверху вниз, то снизу вверх. Для этой цели потолок и пол в каналах сделаны с порогами; кроме того, каждая вагонетка имеет одну глухую стенку с опускающимся до порога щитом, препятствующим движению воздуха только в одном горизонтальном направлении; газы, войдя в канал, циркулируют только через вагонетку. Для поддержания одинаковой температуры по всей длине канала в нем устанавливают батареи из ребристых труб для промежуточного подогрева воздуха.

Несмотря на некоторые улучшения последних конструкций, туннельные коптильные печи нельзя считать совершенными, так как контролировать и регулировать режим подсушивания и тем более копчения рыбы по длине туннеля практически очень трудно, а создать равномерную скорость движения воздуха и дыма по длине и высоте туннеля невозможно. Наблюдать за рыбой в процессе копчения можно только в отдельных ограниченных местах туннеля.

Башенная печь канадского типа (рис. 118). Высота печи 9,6 м, основание 3,0×2,4 м. Корпус печи сделан из черного листового железа. Конвейер печи снабжен 15 рамами (корзинами) для подвешивания рыбы; скорость движения конвейера 2,74 м/мин.

В печи предусмотрена рециркуляция дыма через шибер *За* (рис. 118); во время рециркуляции шибер *Зб* должен быть закрыт. При прохождении дыма через рециркуляционную трубу к нему через заслонку можно добавлять порции свежего

воздуха. По пути в камеру воздушно-дымовая смесь нагревается при помощи калорифера, после чего увлажняется водой, поступающей через сопло. Вода попадает на лотковый водоуловитель, с которого она испаряется и увлажняет дым.

Система рециркуляции дыма с добавлением к нему порций свежего воздуха с последующим нагреванием и увлажнением воздушно-дымовой смеси дает возможность в известной мере регулировать процесс копчения. Печь имеет выносной дымогенератор.

Достоинством данной печи, как и других башенных печей, является то, что в процессе копчения место нахождения рыбы в камере непрерывно меняется, благодаря чему достигается равномерность подсушки и копчения и устраняется подпарка рыбы. Кроме того, в этих печах удобно осуществлять контроль за процессом копчения.

К недостаткам башенных печей следует отнести неудобство и длительность загрузки; низкую производительность, необходимость частой очистки цепей звездочек транспортера от смолы и трудоемкость этой работы и большие габариты печей.

Аппараты для горячего копчения рыбы

Камерные печи. Камеры для горячего копчения делают из кирпича, высотой 3—3,5 м, с куполообразным потолком, обеспечивающим стекание сконденсировавшейся на потолке влаги и смолы по поверхности стен, и железными дверями. Площадь пола обычно не превышает 10 м². Посредине потолка имеется отверстие, над которым расположена вытяжная труба.

На полу камеры проложен путь из уголкового железа. По нему передвигают противень с костром горящих дров для равномерного прогрева камеры.

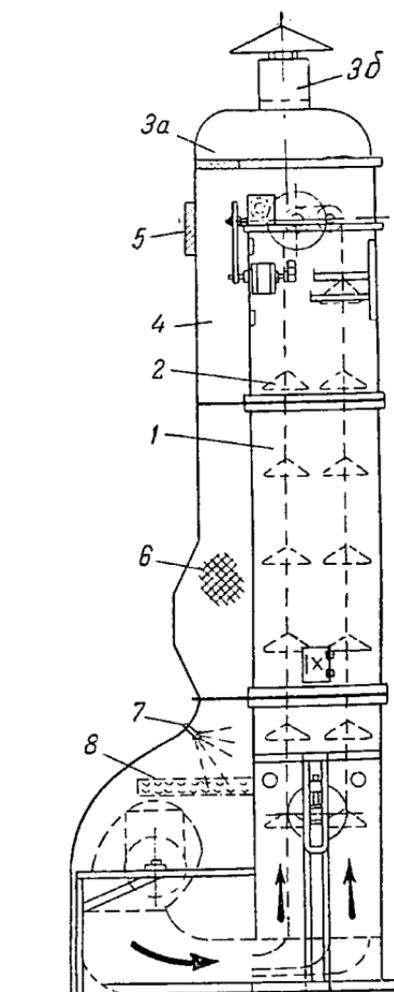


Рис. 118. Башенная печь канадского типа:

1—конвейер печи; 2—рамы для подвешивания рыбы; 3 а, 3 б—шиберы, 4—рециркуляционная труба; 5—заслонка; 6—калорифер; 7—сопло; 8—водоуловитель.

Печь с шахтой для отвода дымовых газов. Печь (рис. 119) представляет собой кирпичную камеру, за задней стенкой которой расположена шахта для отвода дымовых газов. Камера вмещает не более 200 кг рыбы; загружают и разгружают ее вручную. Топливо сжигают на противне, который можно передвигать по двум направляющим из уголкового железа. Дымовые газы поднимаются вверх и постепенно заполняют рабочее пространство камеры; избыточное количество дыма удаляется в шахту через окно, расположенное около пола; часть дыма и влажного воздуха можно удалять из камеры через верхние створы дверей.

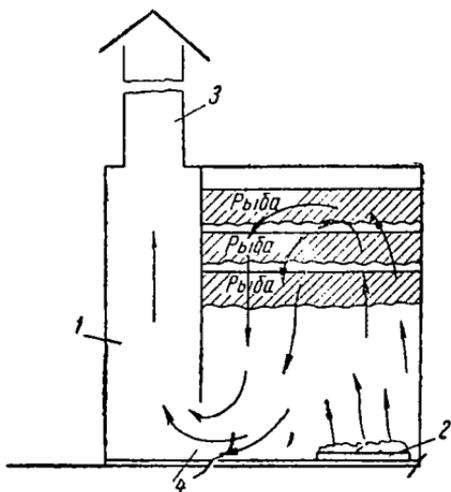


Рис. 119 Печь с шахтой для отвода дымовых газов:

1—дымовая шахта; 2—противень с топливом; 3—вытяжная труба; 4—окно.

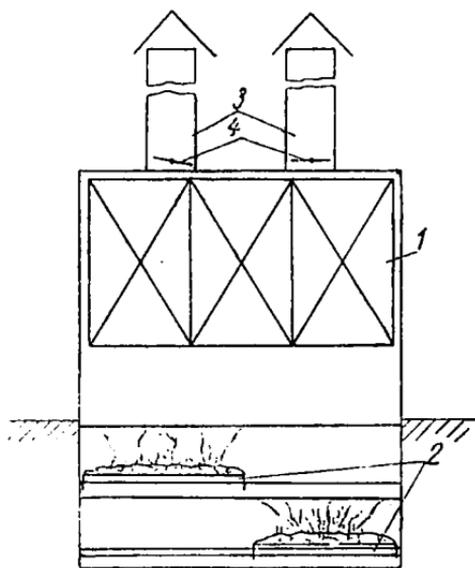


Рис. 120. Печь системы Гипрорыбпрома:

1—клетки с рыбой; 2—противень с топливом; 3—вытяжные трубы; 4—шибер.

Шахта служит для отвода дыма из камеры; в случае необходимости через нее можно задвигать в камеру противень с горящими дровами. Во время копчения окно в шахту полностью закрывают или прикрывают железной заслонкой. Тяга через окно в нижней части стены укорачивает длину пламени, что несколько предотвращает образование ожогов на рыбе нижнего ряда. Печи такой конструкции строят секциями в 4—6 шт. Достоинством таких печей является довольно полное использование коптящих свойств дыма и равномерный температурный режим копчения.

Печь системы Гипрорыбпрома. Топочное пространство печи устроено в нижнем подвальном помещении; противни с топливом расположены в два яруса, что дает возможность обогревать одновременно все рабочее пространство камеры (рис. 120). Загрузка и разгрузка камеры механизированы при помощи

клетей, движущихся по монорельсу в подвешенном положении. Печь вмещает до 200 кг рыбы. В печах данной конструкции трудно регулировать режим копчения, так как мастер-коптильщик не может сам следить за горением топлива и, следовательно, регулировать процесс его сжигания.

Печь рижского типа. В Латвии существует два типа так называемых рижских печей, которые можно условно разделить на печи старого и нового типа. Отличие заключается в системе

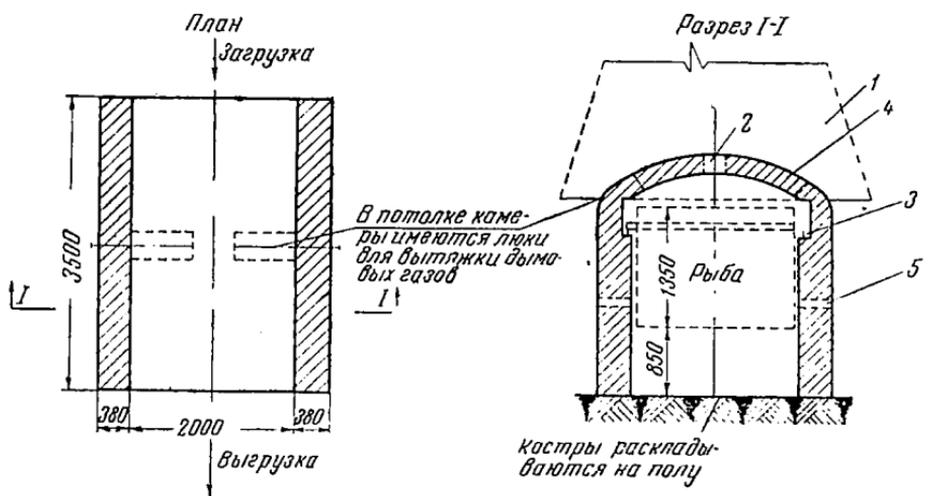


Рис. 121. Печь нового рижского типа для горячего копчения рыбы: 1—вытяжной зонт; 2—люки; 3—стойки для рам с рыбой; 4—потолок; 5—резервные люки.

вентиляции и в форме потолка. В печах старого рижского типа отсутствует приточно-вытяжная вентиляция, а потолок имеет форму плоской плиты. В печах нового типа потолок имеет овальную форму; кроме того, в боковых стенках имеются специальные отверстия для подачи воздуха, а в потолке — люки для удаления из печей водяного пара и дыма.

Печь нового рижского типа следует считать более совершенной, чем печи старых конструкций. Она представляет собой пролетную камеру (рис. 121) со сводчатым потолком; с двух торцовых сторон печь закрывается двустворчатыми металлическими дверцами. Печь расположена под вытяжным зонтом, вытяжных труб не имеет. Образующиеся дымовые газы и теплый воздух через люки, расположенные в потолке, попадают в вытяжной зонт и далее удаляются через трубу в атмосферу.

С двух сторон печи имеются стойки, на которых располагают рамы с рыбой. Рыбу загружают вручную; металлические шомпола с нанизанной рыбой размещают на рамках, вставляемых в пазы одной общей рамы. Рама представляет собой разновидность тележки, которую закатывают в печь по рель-

сам, закрепленным на стойках. После копчения ее выкатывают из печи со стороны, противоположной той, где производилась загрузка.

Треску загружают в печь в два ряда, а салаку в четыре ряда с таким расчетом, чтобы нижний ряд рыбы находился от костра на расстоянии 80—90 см.

Дрова сжигают в кучках, расположенных по три в ряд вдоль боковых стен камеры. Таким образом, всего в печи разжигают шесть полениц дров.

Техника копчения состоит в следующем. Вначале полным пламенем разжигают дрова и в хорошо прогретую печь загружают раму с рыбой. Таким образом, рыба начинает подсушиваться сразу же при очень высокой температуре, порядка 140—150°.

В это время вентиляционные люки, через которые подается свежий и удаляется теплый воздух, насыщенный водяными парами, а также двери камеры полностью открыты. Рыбу пропекают при несколько прикрытых дверцах, но полностью открытых вентиляционных люках, причем температура в камере во время пропекания значительно повышается. Собственно копчение происходит при полностью закрытых дверях, а также в значительной мере прикрытых вытяжных люках. В результате прекращения доступа воздуха интенсивность горения дров постепенно уменьшается и к концу процесса копчения полностью прекращается. В печи образуется большое количество дыма, за счет которого и происходит копчение рыбы. Ошибок при копчении применяют очень мало. Ими только посыпают горящие дрова, чтобы приглушить пламя.

Достоинствами печей рижского типа являются: механизация загрузки и выгрузки рыбы, удобство расположения топлива в камере и сравнительная простота обслуживания печи. К недостаткам следует отнести невозможность точного регулирования процесса, а отсюда и неравномерность температурного режима по сечению печи. В тех местах, где рыба расположена непосредственно над горящими дровами, температура бывает выше, чем в промежутке между кострами. Печь требует большого расхода дров (52 кг дров на 100 кг трески); условия труда рабочих тяжелые из-за большого количества дыма, скапливающегося в цехе. Эти недостатки не позволяют рекомендовать данную печь для дальнейшего внедрения в промышленность.

Печь ленинградского типа. В настоящее время имеется несколько конструкций печей ленинградского типа, которые между собой мало отличаются. Ниже описывается печь последней конструкции, построенная на Вентспилском рыбокомбинате (рис. 122). Печь пролетная, имеет железные двустворчатые двери с двух торцовых сторон, через которые в камеру закатывают клетки с рыбой. Всего в камеру помещают три клетки. В нижней части камеры, с той стороны, где производится за-

грузка рыбы, находятся одностворчатые топочные двери, через которые загружают топливо и регулируют интенсивность его горения. Печь имеет два передвижных огневых очага, на которых располагают топливо. Входные отверстия дымохода печи находятся в задней части потолка, ближе к разгрузочным дверям камеры. Каждая пара печей имеет один общий дымоход. Одновременно в печь можно загрузить до 120 кг салаки.

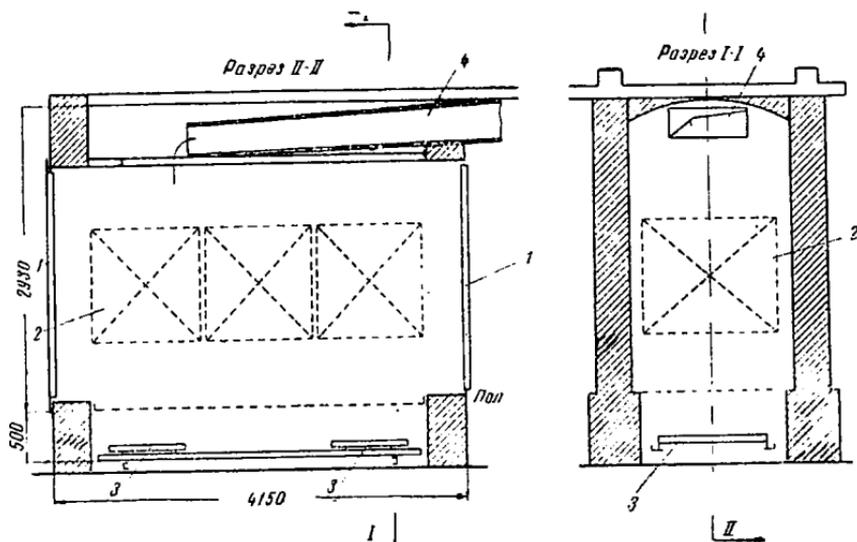


Рис. 122. Печь ленинградского типа для горячего копчения рыбы:
1—двери; 2—клетки с рыбой; 3—огневые очаги; 4—дымоход.

Основными недостатками печи ленинградского типа являются тяжелые условия труда и невозможность точно регулировать процессы копчения рыбы. Два костра горящих дров не обеспечивают быстрого поднятия температуры в печи и равномерной температуры по сечению камеры.

До недавнего времени печи ленинградского типа считались наиболее совершенными, но в настоящее время они уступают печам конструкции Цукурса и Кромберга.

Печь шкафного типа. Печь (рис. 123) имеет углубленную в землю топку и оборудована зонтом для отвода дыма из камеры; рыбу размещают в камере на рейках; загружают и разгружают ее с одной стороны печи вручную; потолок двустворчатый, деревянный; створы можно раздвигать и таким способом удалять из печи дым и влажный воздух. Подобные печи разнообразной конструкции остались в прибалтийских республиках (Латвия, Литва, Эстония) с давних времен и больше не строятся, так как они неудобны в эксплуатации. В Эстонии печи шкафного типа располагают секциями, по 4—9 шт. вместе. Каждая печь вмещает от 50 до 100 кг рыбы.

Башенные печи. На рис. 124 показан поперечный разрез однокамерной башенной печи (печь Эльбе).

Коптильная установка состоит из двух сообщающихся внизу камер, из которых одна служит для подсушивания и другая — для копчения. Каждая камера имеет самостоятельную топку, расположенную под ней¹. Горячие газы выводятся из топки через отдушину в канал, соединенный с дымоходом. Чтобы избежать попадания теплого воздуха из сушильной камеры в коптильную, устроены направляющие перегородки. Для отвода дыма из печи служит труба.

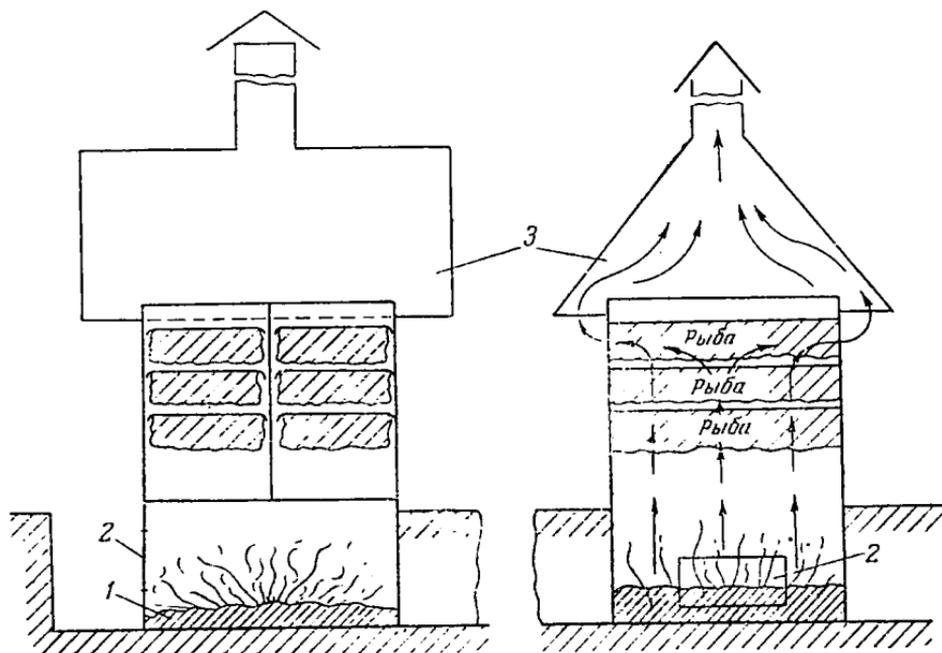


Рис. 123. Печь шкафного типа:
1—дрова с опилками; 2—дверца топки; 3—вытяжной зонт.

Рыбу нанизывают на рейки или прутки длиной 1,2 м, которые устанавливают на подвески конвейерной цепи, приводимой в движение от электродвигателя. Загружают и выгружают рыбу в разных этажах.

Во избежание обливания рыбы жиром, стекающим с вышерасположенных рядов, под каждой рейкой устраивают корытца для улавливания жира.

Производительность печи 400—800 кг рыбы в час.

Более совершенна конструкция двухкамерной башенной печи, рекомендуемой для копчения мелкой сельди (рис. 125). Установка состоит из двух башен — сушильной и коптильной, к которым может быть присоединена еще третья башня — для охлаждения копченой рыбы. В данной установке в отличие от

¹ Топки для подсушивания и дымообразования могут быть вынесены за пределы камер.

установки Эльбе продукт движется лишь в одном направлении: в сушильной камере снизу вверх, а в коптильной сверху вниз. Загрузку и выгрузку рыбы производят с противополож-

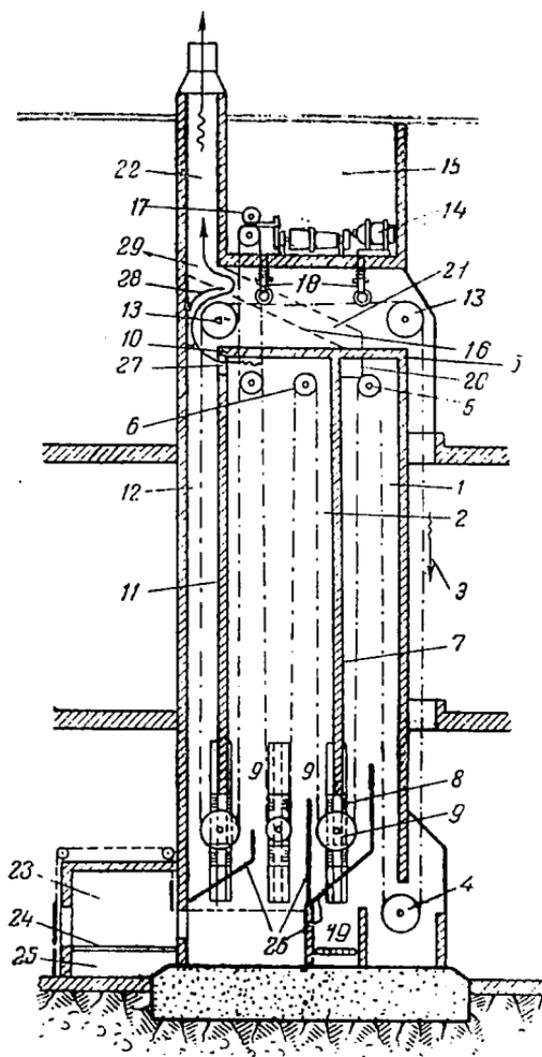


Рис. 124. Однокамерная башенная печь с петлевым конвейером:

1—камера подсушки; 2—камера копчения; 3—направление движения цепи; 4—направляющие ролики; 5—потолок сушильной камеры; 6—направляющие цепь ролики; 7—перегородка, отделяющая коптильную камеру от сушильной; 8—отверстия для роликов; 9—направляющие ролики с пружинами для натяжения цепи; 10—потолок коптильной камеры; 11—наружная стена; 12—выводной канал; 13—ролики, возвращающие цепь в сушильную камеру; 14—силовая установка; 15—камера для двигателя и передаточного механизма; 16—цепь передаточного механизма; 17—шестерня цепной передачи; 18—опорные ролики; 19—печь сушильной камеры; 20—отдушина; 21—отводящий канал для отработанного газа из сушильной камеры; 22—дымоход; 23—дымообразователь; 24—колосники; 25—поддувало; 26—перегородки, направляющие сушильные и коптильные газы; 27—отверстие для выхода дыма; 28—направляющие для дыма; 29—направление движения дыма.

ных сторон печи на рамах, передвигающихся в горизонтальном направлении.

Механизированная коптильная печь карусельного типа¹. В коптильном цехе Мосрыбкомбината установлена карусельная коптильная печь непрерывного действия (рис. 126) для копчения рыбы мелких и средних размеров.

Основной частью коптильной установки является собственно коптильная камера, представляющая собой башню квадрат-

¹ Этот раздел написан Л. В. Францужовой.

ного сечения, внутри которой проходит цепной транспортер. Он движется по пологой винтовой линии, делающей в камере 22 витка. Транспортер снабжен каретками, в которых устанавливают сетки с рыбой. Для того чтобы вытекающий из рыбы сок

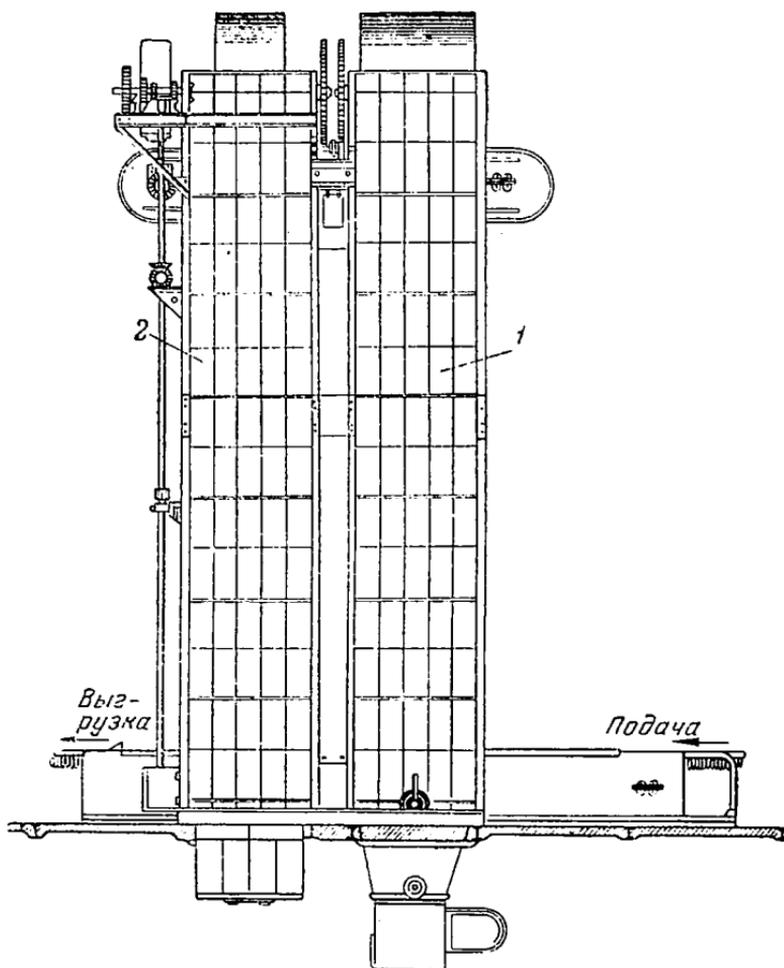


Рис. 125. Двухкамерная башенная коптильная печь:
1—сушильная камера; 2—коптильная камера.

не попадал на поверхность следом идущей рыбы, под сетками установлены специальные металлические поддоны. Цепной транспортер приводится в движение электродвигателем через вариатор скоростей и редуктор. Регулируя скорость движения транспортера, можно менять время пребывания рыбы в коптильной камере в пределах от 50 мин. до 3 час. 45 мин.

Коптильная печь снабжена выносным дымогенератором. Образующийся в дымогенераторе дым поступает в нижнюю часть камеры и под действием естественной тяги поднимается

кверху. Для равномерного распределения дыма по всему объему в центре камеры установлен лопастной вентилятор, который рассеивает дым, отгоняя его от центра к периферии, благодаря чему вся рыба, находящаяся в камере, равномерно омывается дымом. Дым удаляется из печи через трубу. Для созда-

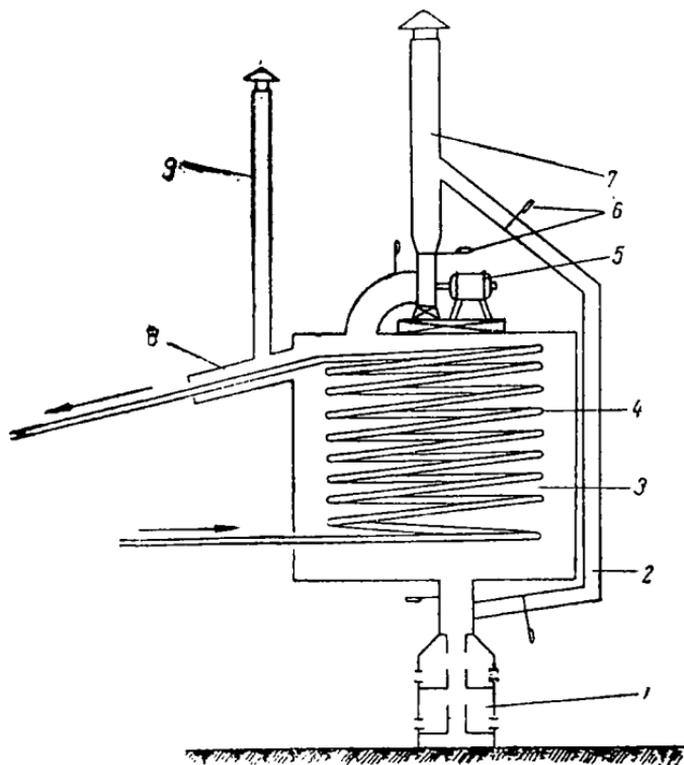


Рис. 126. Механизированная коптильная печь карусельного типа:

1—дымогенератор; 2—распochная труба; 3—коптильная камера; 4—цепной транспортер; 5—электромотор с вентилятором; 6—шнбер; 7—основная вытяжная труба; 8—кожух; 9—вспомогательная вытяжная труба.

ния необходимого температурного режима по стенам камеры в шахматном порядке в два яруса расположены паровые калориферы.

Копчение рыбы осуществляется следующим образом: предварительно дефростированную и подсоленную рыбу раскладывают вручную на сетки, которые устанавливают на непрерывно движущийся транспортер.

В карусельной коптилке резкого разграничения процесса копчения на составляющие части не происходит. Он протекает в одной камере с постоянным и определенным режимом. При подъеме по карусели сетки с рыбой последовательно проходят через зоны с постепенно повышающейся температурой. Если

по высоте камеру разделить на три зоны, то температуру воздуха и дыма в нижней зоне можно считать в среднем равной 80° , в средней зоне 100° и в верхней 120° . Контроль за стабильностью температурного режима осуществляется при помощи самопишущих дистанционных термометров, установленных в этих трех зонах.

В течение всего процесса копчения рыба обрабатывается дымом, непрерывно подаваемым в камеру.

Пройдя карусель, транспортер с рыбой выходит из печи через щель в верхней ее части. Во избежание задымления помещения щель окружена наклонным металлическим коробом, от которого отходит вспомогательная вытяжная труба.

Готовую копченую рыбу вместе с сетками снимают с транспортера и охлаждают циркулирующим предварительно охлажденным воздухом, после чего рыбу снимают с сеток, сортируют и упаковывают.

Размеры коптильной камеры: $6,6 \times 6,25 \times 5,0$ м; производительность ее по сырцу в среднем $0,5$ т/час; расход топлива на 1 кг готовой продукции в среднем составляет $0,13$ кг (по данным испытаний 1956 г., проведенных И. М. Маршаком, С. Н. Суржиным и др.). Установка занимает площадь 125 м²; производительность ее из расчета на единицу этой площади составляет 4 кг/м²час, т. е. намного меньше, чем у других печей.

К преимуществам этой печи относится непрерывность процесса копчения, что делает возможным создание поточной линии горячего копчения. Количество подаваемого дыма можно регулировать, так как процесс дымообразования происходит вне коптильной камеры. В различных зонах камеры благодаря наличию паровых калориферов можно поддерживать стабильный температурный режим.

Карусельная коптилка не является универсальной. Использование этой печи для копчения крупной рыбы нерационально, так как производительность ее при этом резко снижается. Так, если продолжительность копчения воблы составляет 2 часа, а производительность печи 400 кг/час, то лещ коптится 4 часа 15 мин., а производительность снижается до 250 кг/час.

Карусельная коптилка капризна в эксплуатации: часты слу-

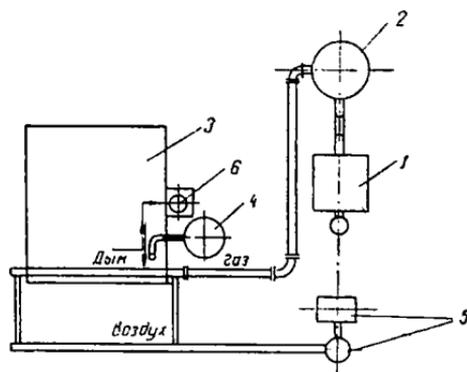


Рис. 127. План расположения аппаратов печи Цукурса и Кромберга:

1—газогенератор; 2—газоочиститель; 3—коптильная камера; 4—дымогенератор; 5—компрессорная установка; 6—дымовая труба.

чан заклинивания рабочих деталей в месте перехода цепи конвейера на карусель. Для своей производительности печь громоздка.

Газогенераторная печь **Цукурса и Кромбергса**. Печь конструкции Цукурса и Кромбергса (рис. 127) состоит из трех основных аппаратов: газогенератора, дымогенератора и коптильной камеры. В газогенераторе за счет сжигания дров или торфа образуются топливные газы, которые после очистки в газоочистителе вентилятором подаются в инжекционный смеситель, где смешиваются с воздухом, подаваемым компрессорной установкой. На рис. 128 показана конструкция газовой горелки, которая состоит из инжекционного смесителя, сопла и катализатора.

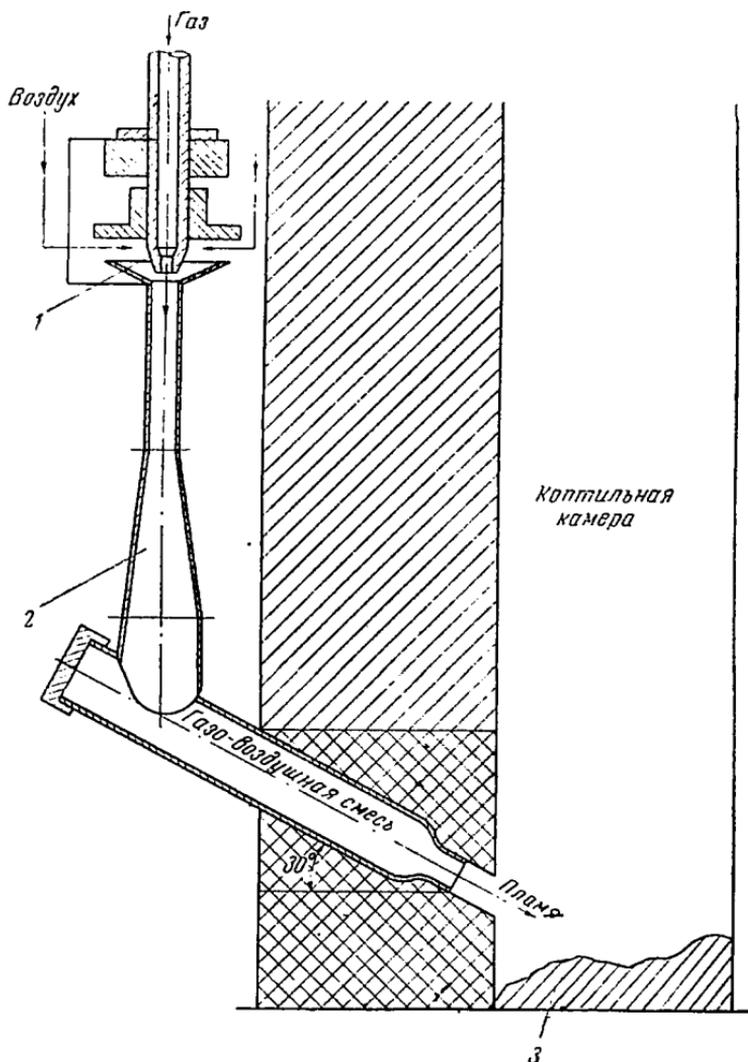


Рис. 128. Газовая горелка коптильной печи:
1—инжекторный смеситель; 2—сопло; 3—катализатор.

В печи имеется две пары инжекционных смесителей; одна пара служит для подачи небольших, а другая — больших количеств газа.

После пуска газогенератора топливный газ, поступающий в копильную камеру, зажигают при помощи факелов, и дальше он горит у выходного отверстия сопла горелки непрерывным пламенем, интенсивность которого зависит от действия катализатора. Пламя горячего газа ударяет в кирпичный барьер

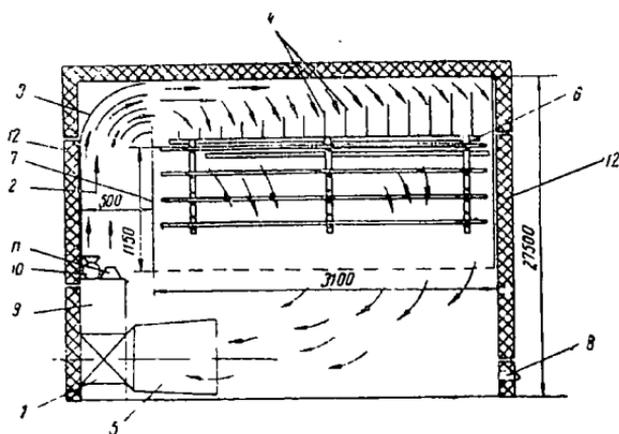


Рис. 129. Схема циркуляции воздуха и дыма в копильной камере печи Цуккурса и Кромберга:

1—вентилятор; 2—туннель; 3—направляющие; 4—жалюзи; 5—труба; 6—полочки; 7—ложная стенка печи; 8—боковой люк; 9—калорифер; 10—сопло; 11—дополнительное сопло; 12—дверь.

ер, расположенный в задней части копильной камеры и выполняющий роль калорифера. Горячий газ быстро обогревает камеру; часть избыточного горячего воздуха в смеси с дымом служит теплоносителем в процессе копчения.

На рис. 129 показаны продольный разрез копильной камеры и схема циркуляции в ней воздуха. Образующийся в результате горения газа теплый воздух непрерывно нагнетается вентилятором в верхнюю часть камеры и затем по туннелю между дверью и ложной стенкой печи через направляющие и жалюзи в ложном потолке равномерно, по всему сечению камеры, поступает к рыбе, размещенной на полочках. Теплый воздух, соприкасаясь с рыбой, подсушивает ее и нагревает, после чего часть воздуха удаляется в атмосферу, а другая часть через трубу возвращается к калориферу, нагревается и вновь нагнетается в камеру. Для понижения температуры в камере к циркулирующему потоку теплого воздуха через два боковых люка, расположенных в нижней части под дверью камеры, добавляют порцию свежего холодного воздуха.

Дым образуется в дымогенераторе цилиндрического типа и засасывается в камеру через специальное сопло, расположенное в боковой стенке коптильной камеры. При помощи вентилятора и направляющих дым смешивается с нагретым газом и циркулирует в камере.

Сечение выходного отверстия трубы для удаления отработанных газов рассчитано таким образом, что, когда заслонка открыта полностью, $\frac{1}{3}$ газовой смеси может выходить в атмосферу, а $\frac{2}{3}$ продолжает рециркулировать внутри печи.

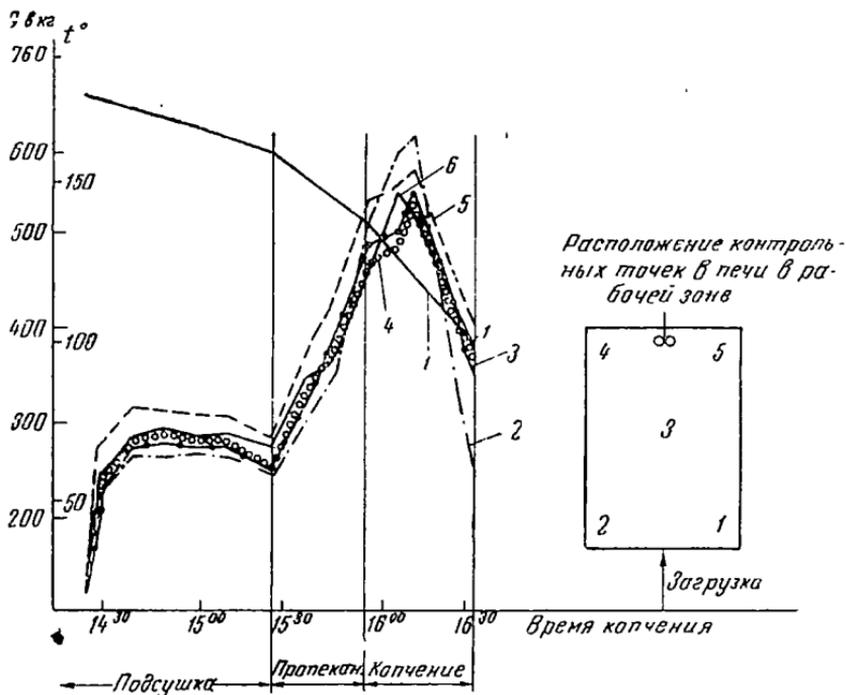


Рис. 130. Температурный режим в печи Цукурса и Кромбергса:
1—вес рыбы; 2—точка № 1; 3—точка № 2; 4—точка № 3; 5—точка № 4;
6—точка № 5.

Таким образом, путем регулирования интенсивности сжигания топливного газа и использования приточно-вытяжной вентиляции возможно быстрое и точное изменение температуры и влажности газа в печи.

Крупную рыбу (треску) загружают в печь в три ряда в количестве до 1000 кг, а мелкую (салаку)—в пять рядов общим количеством до 450 кг.

Температура в полностью загруженной печи в течение 5, максимум 7 мин. достигает 170° и выше.

Температурный режим в этой печи очень равномерный (рис. 130).

В результате хорошо продуманной системы вентиляции и возможности регулировать интенсивность сжигания топлива

копчение в печи можно производить по любому режиму, что делает эту конструкцию наиболее совершенной из всех ныне существующих печей горячего копчения.

Печь можно использовать и для холодного копчения, а также для сушки рыбы.

Наряду с высокой производительностью печь требует небольшого расхода топлива (36 кг дров на 100 кг трески) и обеспечивает приготовление высококачественной продукции, поэтому ее можно рекомендовать как типовую для внедрения в промышленность.

Особенно экономичной эта печь будет в тех районах, где имеется светильный газ. В этом случае отпадает необходимость оборудовать печь газогенераторной установкой, весьма осложняющей конструкцию печи и повышающей ее стоимость.

МЕТОД ТЕХНИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВЕРШЕНСТВА КОНСТРУКЦИЙ КОПТИЛЬНЫХ КАМЕР

В настоящее время совершенство конструкций коптильных камер принято оценивать по следующим показателям: по качеству получаемой продукции, расходу дров, продолжительности копчения, механизации загрузки и выгрузки рыбы, удобству регулирования и наблюдения за процессом копчения.

Все эти показатели недостаточно характеризуют эксплуатационные качества печи и не дают технической характеристики самой конструкции. По нашему мнению, конструкции камер (печей) горячего копчения следует оценивать по следующим показателям: геометрическому и рабочему объемам, производительности, параметрам воздушно-дымовой смеси, продолжительности процесса и оборота камеры, расходу топлива, наличию приборов и приспособлений, позволяющих контролировать и регулировать процесс.

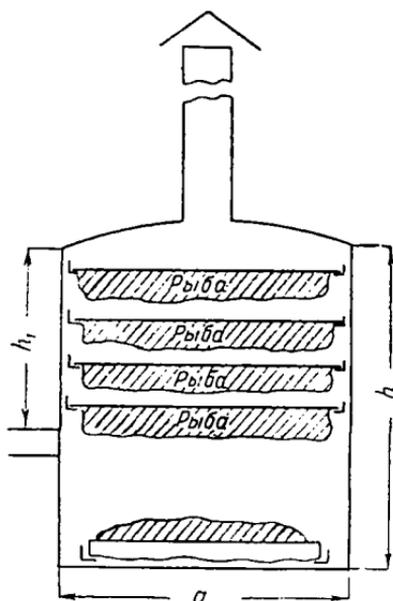


Рис. 131. Разрез коптильной камеры горячего копчения:

a —ширина печи; h_1 —высота рабочего объема печи; h —высота печи.

abh с геометрическим объемом V и рабочим объемом V_1 .*

* Рабочим объемом камеры мы называем ту часть ее пространства, в котором может быть развешена рыба.

Тогда

$$V = abh;$$

$$V_1 = abh_1.$$

Отсюда коэффициент использования геометрического объема камеры составит

$$K_1 = \frac{V_1}{V}. \quad (90)$$

Чем ближе этот коэффициент к единице, тем совершеннее аппарат, так как в нем легче поддерживать равномерный режим копчения.

Производительность печи. Производительность печи следует определять по следующей формуле:

$$P_1 = \frac{G}{S \tau}, \quad (91)$$

где: G — вес сырья, загружаемого в печь;

S — площадь, занимаемая печью с обслуживающими ее подсобными устройствами;

τ — продолжительность оборота камеры.

Продолжительность оборота камеры. Продолжительность оборота камеры находится из следующей формулы:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3, \quad (92)$$

где: τ_1 — продолжительность загрузки камеры рыбой и других подготовительных операций (например, прогревание печи), необходимых для проведения процесса;

τ_2 — продолжительность процесса;

τ_3 — продолжительность разгрузки камеры.

При установлении значения τ_1 необходимо продолжительность прогревания печи разделить на возможное число оборотов печи в сутки.

Если τ_2 разделить на τ , то найдем коэффициент, в известной мере характеризующий степень механизации печи и эффективность этой механизации:

$$K_2 = \frac{\tau_2}{\tau}, \quad (93)$$

Однако формула (93) не будет достаточно точно характеризовать технические особенности механизации камеры, так как печи различных конструкций и даже одной и той же конструкции могут иметь различные рабочие объемы, а поэтому вмещать различное количество рыбы. По этой причине даже при одинаковых средствах механизации на разгрузку печи потребуются различное время. Для характеристики производительности

сти механизации или, если она отсутствует, для ручного обслуживания печи предлагается следующая формула:

$$P_2 = \frac{G}{\tau_1 + \tau_3}, \quad (94)$$

где G — вес рыбы, загруженной в печь.

Равномерность температурного режима. Этот показатель очень важный, от него во многом зависят качество и выход продукции. Равномерностью температурного режима копчения мы называем показатель, характеризующий, насколько температура дыма в различных участках рабочего объема камеры (печи) отклоняется от средней температуры дыма в рабочем объеме камеры.

Для того чтобы установить этот показатель, необходимо одновременно измерить температуру по диагонали поперечного сечения печи (параллельно полу печи) минимум в трех местах каждого ряда рыбы; для измерения температуры лучше пользоваться термометром сопротивления. Измерять температуру в камере горячего копчения следует через 10 мин., а холодного — через 3—5 час.

Допустим, через время τ_1 температура в камере горячего копчения составила в первом ряду t_1, t_2, t_3 , во втором ряду t_4, t_5, t_6 , в третьем ряду t_7, t_8, t_9 .

Отсюда в момент копчения, соответствующий времени τ_1 , средняя температура в рабочем пространстве камеры составит

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9}{9}.$$

В общем виде формулу можно писать следующим образом:

$$t_{cp} = \frac{\sum t_n}{n}, \quad (95)$$

где: n — количество проведенных измерений;
 t_n — значение каждого измерения температуры.

Допустим, t_6 имеет максимальное отклонение от t_{cp} , а t_2 — минимальное, тогда абсолютное отклонение от среднего значения температуры t_{cp} составит:

максимальное

$$t' = t_6 - t_{cp}$$

или

$$t' = t_{cp} - t_6;$$

минимальное

$$t'' = t_2 - t_{cp}$$

или

$$t'' = t_{cp} - t_2.$$

Мы здесь приводим два случая, так как и максимальное и минимальное отклонение может быть больше или меньше средней температуры.

Однако величина абсолютных отклонений еще не характеризует температурный режим в целом, потому что в этом случае учитываются только семь из сделанных девяти измерений температуры. Поэтому температурный режим копчения следует характеризовать еще некоторым относительным показателем равномерности температурного режима копчения в виде коэффициента K_3 , который можно определить из следующей формулы:

$$K_3 = 1 - \frac{1}{t_{cp}} [(t'_{cp} - t_{cp}) + (t''_{cp} - t_{cp})]. \quad (96)$$

Значение t'_{cp} и t''_{cp} находят следующим образом:

$$t'_{cp} = \frac{\sum t_n}{n},$$

где каждое из значений $t_n \leq t_{cp}$;

$$t''_{cp} = \frac{\sum t_n}{n},$$

где каждое из значений $t_n > t_{cp}$.

Чем ближе коэффициент K_3 к единице, тем более равномерным является температурный режим процесса копчения.

Равномерность режима относительной влажности воздуха. Исследования О. П. Грецкой достаточно убедительно показали, что относительная влажность воздуха в дыме при горячем копчении имеет значение не меньшее, чем при холодном копчении.

Работы О. П. Грецкой в значительной мере меняют наше представление о горячем копчении как о тепловом процессе, который достаточно характеризовать только температурой. В действительности влажность воздуха при приготовлении товаров горячего копчения имеет очень важное значение при подсушке и проваривании рыбы. При подсушке низкая относительная влажность воздуха способствует обезвоживанию наружной поверхности мяса рыбы (образование корочки). При проварке, наоборот, следует иметь повышенную относительную влажность воздуха, для того чтобы увеличить теплоотдачу от воздуха к рыбе и предотвратить дальнейшую ее подсушку.

Порядок наших рассуждений в отношении метода установления режима влажности остаётся таким же, как и для температурного режима. Относительную влажность воздуха в дыме следует измерять в тех же точках рабочего объема камеры, где измеряли температуру, и в то же время.

Допустим, через время τ_1 относительная влажность воздуха

в дыме в камере горячего копчения оказалась в первом ряду $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$; во втором ряду $\varphi_4, \varphi_5, \varphi_6$; в третьем ряду $\varphi_7, \varphi_8, \varphi_9$. Отсюда в момент копчения, соответствующий времени τ_1 , среднее значение относительной влажности воздуха в рабочем пространстве камеры составит

$$\varphi_{cp} = \frac{\sum \varphi_n}{n}. \quad (96a)$$

Допустим, φ_3 имеет максимальное отклонение от φ_{cp} , а φ_5 — минимальное; тогда абсолютное отклонение от φ_{cp} составит:

максимальное

$$\varphi'_{cp} = \varphi_3 - \varphi_{cp}$$

или

$$\varphi'_{cp} = \varphi_{cp} - \varphi_5;$$

минимальное

$$\varphi''_{cp} = \varphi_5 - \varphi_{cp}$$

или

$$\varphi''_{cp} = \varphi_{cp} - \varphi_3.$$

Коэффициент равномерности относительной влажности воздуха в камере (K_4) определяется по формуле

$$K_4 = 1 - \frac{1}{\varphi_{cp}} [(\varphi_{cp} - \varphi'_{cp}) + (\varphi''_{cp} - \varphi_{cp})]. \quad (97)$$

Значения φ'_{cp} и φ''_{cp} находят следующим образом:

$$\varphi'_{cp} = \frac{\sum \varphi_n}{n},$$

где $\varphi_n \leq \varphi_{cp}$;

$$\varphi''_{cp} = \frac{\sum \varphi_n}{n},$$

где $\varphi_n > \varphi_{cp}$.

Чем ближе коэффициент K_4 к единице, тем равномернее режим влажности процесса копчения.

Расход топлива. Обычно расход топлива определяют в весовых единицах, взвешивая дрова, опилки, стружки, заложенные в коптильную камеру и оставшиеся после копчения. В этом случае расход топлива определяют по формуле

$$A = A_1 - A_2, \quad (98)$$

где: A_1 —вес топлива (дрова, опилки, стружки), заложенного в печь;

A_2 —вес топлива (дрова, опилки, стружки), оставшегося несгоревшим после окончания процесса копчения.

Для точного подсчета эта формула неприемлема, так как она не учитывает теплотворной способности топлива. Поэтому для характеристики расхода тепла при копчении лучше пользоваться следующей формулой:

$$B = A_1 Q_{1p}^* - A_2 Q_{2p}^*, \quad (99)$$

где: Q_{1p}^* — низшая теплотворная способность топлива, заложенного в печь;

Q_{2p}^* — низшая теплотворная способность топлива, выгруженного из печи.

Значение Q_p^* находят из следующей формулы:

$$Q_p^* = 4370 - 49,7 W_1, \quad (100)$$

где W_1 — содержание воды в топливе.

Влажность дров W_1 в начале процесса копчения можно в среднем принять равной 40%, а в конце процесса (несгоревшие дрова) 20%.

Расход тепла при копчении необходимо относить к единице выпускаемой продукции. Тогда формула (99) примет следующий вид:

$$B = \frac{A_1 Q_{1p}^* - A_2 Q_{2p}^*}{G}, \quad (101)$$

где G — количество рыбы, загружаемой в печь.

При оценке совершенства конструкции коптильной печи необходимо принимать во внимание все указанные выше технические показатели.

Однако наиболее важными являются коэффициенты равномерности температурного режима и относительной влажности воздуха в камере, так как от режима копчения и его регулирования зависят качество и выход копченой продукции.

Например, требуется установить техническое совершенство коптильных печей ленинградского и эстонского (шкафного) типа по следующим данным их испытаний при копчении салаки, проведенных на заводах в Усть-Луге и Пярну (по данным О. П. Грецкой).

Температура в камерах дана за период проварки, которая продолжалась 15 мин. Измерения проводили через каждые 5 мин. Таким образом, каждое значение температуры является средним из трех измерений.

Печь ленинградского типа

1) $h=2,86$ м; $b=1,32$ м; $a=2,92$ м; $h_1=1,46$ м; $S=3,85$ м².

2) $G=100$ кг.

3) $\tau=1,33$ часа; $\tau_1+\tau_3=0,25$ часа; $\tau_2=1,08$ часа.

4) Температура рыбы (в °С) по рядам

Первый	$t_1 = 70; t_2 = 82; t_3 = 80$
Второй	$t_4 = 60; t_5 = 88; t_6 = 90$
Третий	$t_7 = 65; t_8 = 90; t_9 = 105$
Четвертый	$t_{10}=116; t_{11}=126; t_{12}=120$

Решение

- 1) Геометрический и рабочий объемы печи

$$V = 2,86 \cdot 2,92 \cdot 1,32 = 11,02 \text{ м}^3;$$

$$V_1 = 1,46 \cdot 2,92 \cdot 1,32 = 5,62 \text{ м}^3;$$

$$K_1 = \frac{V_1}{V} = \frac{5,6}{11,0} = 0,51.$$

- 2) Производительность печи

$$P_1 = \frac{100}{3,85 \cdot 1,35} = 19,23 \text{ кг/м}^2 \text{ час.}$$

- 3) Продолжительность оборота печи

$$\tau = 0,25 + 1,08 = 1,33 \text{ часа};$$

$$K_2 = \frac{1,08}{1,33} = 0,81;$$

$$P_2 = \frac{100}{0,25} = 400 \text{ кг/час.}$$

- 4) Равномерность температурного режима

$$t_{cp} = \frac{70 + 82 + 80 + 60 + 88 + 90 + 65 + 90 + 105 + 116 + 126 + 120}{12} = 91^\circ;$$

$$t'_{cp} = \frac{70 + 82 + 80 + 60 + 88 + 90 + 65 + 90}{8} = 78^\circ;$$

$$t''_{cp} = \frac{105 + 116 + 126 + 120}{4} = 117^\circ;$$

$$K_3 = 1 - \frac{1}{98} [(96 - 85) + (117 - 96)] = 0,68.$$

Печь эстонская шкафного типа

1) $h=2,47 \text{ м}; b=1,0 \text{ м}; a=1,0 \text{ м}; h_1=0,97 \text{ м}; S=1 \text{ м}^2.$

2) $G=30 \text{ кг.}$

3) $\tau=1,0 \text{ час.}; \tau_1+\tau_3=0,25 \text{ часа}; \tau_2=0,75 \text{ часа.}$

- 4) Температура (в °C) по рядам

Первый $t_1 = 60; t_2 = 69; t_3 = 65$

Второй $t_4 = 55; t_5 = 75; t_6 = 80$

Третий $t_7 = 68; t_8 = 88; t_9 = 100$

Четвертый $t_{10}=105; t_{11}=128; t_{12}=135$

Решение

- 1) Геометрический и рабочий объем печи

$$V=2,47 \cdot 1,00 \cdot 1,00=2,47 \text{ м}^3;$$

$$V_1=0,97 \cdot 1,00 \cdot 1,00=0,97 \text{ м}^3;$$

$$K_1 = \frac{0,97}{2,47} = 0,39.$$

Название печи	Площадь, занимаемая печью, в м ²	Количество рыбы, загружаемой в печь, в кг	Объем камеры копчения в м ³		Коэффициент использования геометрического объема камеры копчения K ₁	Продолжительность в минутах		Производительность печи в кг/м ³ час	Коэффициент			Расход топлива в кг на 100 кг рыбы
			геометрический	рабочий		копчения	оборота печи		полезного использования печи K ₂	равномерности температурного режима печи K ₃		
Рижская нового типа (Лиеная) . . .	10,0	400	14,4	5,0	0,35	120	140	17,6	0,86	—	—	52,0*
Рижская старого типа (Вентспилс) . .	9,7	450	23,2	6,0	0,26	135	205	15,3	0,73	0,45	—	39,7*
Ленинградского типа (Вентспилс) . .	8,7	500	24,5	7,0	0,28	120	145	25,0	0,86	0,63	—	—*
Шкафного типа . .	1,0	60	2,5	1,0	0,39	120	160	21,5	0,75	0,56	—	—*
Цукурса и Кромбергса (Лиеная) .	15,0	1000	15,6	6,8	0,44	120	145	26,8	0,83	0,88	—	36,6**
Мельзобса (Вентспилс)	9,8	500	14,9	4,8	0,32	160	180	16,4	0,89	0,69	—	70,0***

* Режим копчения контролировать и регулировать трудно.

** Режим копчения легко поддается контролю и регулированию.

*** Режим копчения легко поддается контролю, но регулировать его трудно.

Примечания: 1. Весь расчет сделан по треске.

2. Коэффициент K₃ для печей ленинградского и шкафного типа подсчитан по данным О. П. Грецкой.

3. Продолжительность копчения в печи ленинградского типа взята условно по аналогии с печью рижского типа.

2) Производительность печи:

$$P_1 = \frac{30}{1.1} = 30 \text{ кг/м}^3 \text{ час.}$$

3) Продолжительность оборота печи:

$$\tau = 0,25 + 0,75 = 1 \text{ час.};$$

$$K_2 = \frac{0,75}{1,00} = 0,75;$$

$$P_2 = \frac{30}{0,25} = 120 \text{ кг/час.}$$

4) Равномерность температурного режима

$$t_{cp} = \frac{60 + 69 + 65 + 55 + 75 + 80 + 68 + 88 + 100 + 105 + 128 + 135}{12} = 85^\circ;$$

$$t'_{cp} = \frac{60 + 69 + 65 + 55 + 75 + 80 + 68}{7} = 67^\circ;$$

$$t''_{cp} = \frac{88 + 100 + 105 + 128 + 135}{5} = 111^\circ$$

$$K_3 = 1 - \frac{1}{85} [(85 - 75) + (111 - 85)] = 0,58.$$

Из результатов подсчетов видно, что из шести показателей, характеризующих эксплуатационные достоинства печи, четыре показателя (K_1 , K_2 , P_2 и K_3), и в том числе очень важный показатель K_3 , свидетельствуют о преимуществах печи ленинградского типа и два (P_1 и τ) — о преимуществах эстонской печи шкафного типа. Таким образом, результаты подсчетов вполне согласуются с установившимся в промышленности мнением о предпочтительности ленинградской печи.

В табл. 111 приводятся сравнительные характеристики некоторых конструкций печей для горячего копчения рыбы, применяемых в настоящее время в Прибалтике.

Как видно из данных табл. 111, по большинству показателей среди печей периодического действия наиболее совершенной следует считать печь Цукурса и Кромбергса.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

Холодным копчением называется способ консервирования, при котором тепловая обработка рыбы и пропитывание ее продуктами неполного сгорания дерева (дымом), производятся при низкой температуре (до 40°).

Технологическая схема процесса приготовления продуктов холодного копчения из свежей и соленой рыбы представлена на рис. 132.

Разберем сущность каждой операции в отдельности.

Разделка рыбы

Эта операция достаточно подробно рассмотрена в главе «Посола рыбы». Наиболее распространенными видами разделки рыбы для холодного копчения являются колодка поротая, теша и балык, режé пласт. После разделки рыбу тщательно моют.

Разделявают в основном крупных рыб. Мелкую рыбу (воблу, тарань, чехонь и др.) коптят обычно целиком, чтобы жир внутренностей пропитал мясо рыбы и брюшко не пересушивалось.

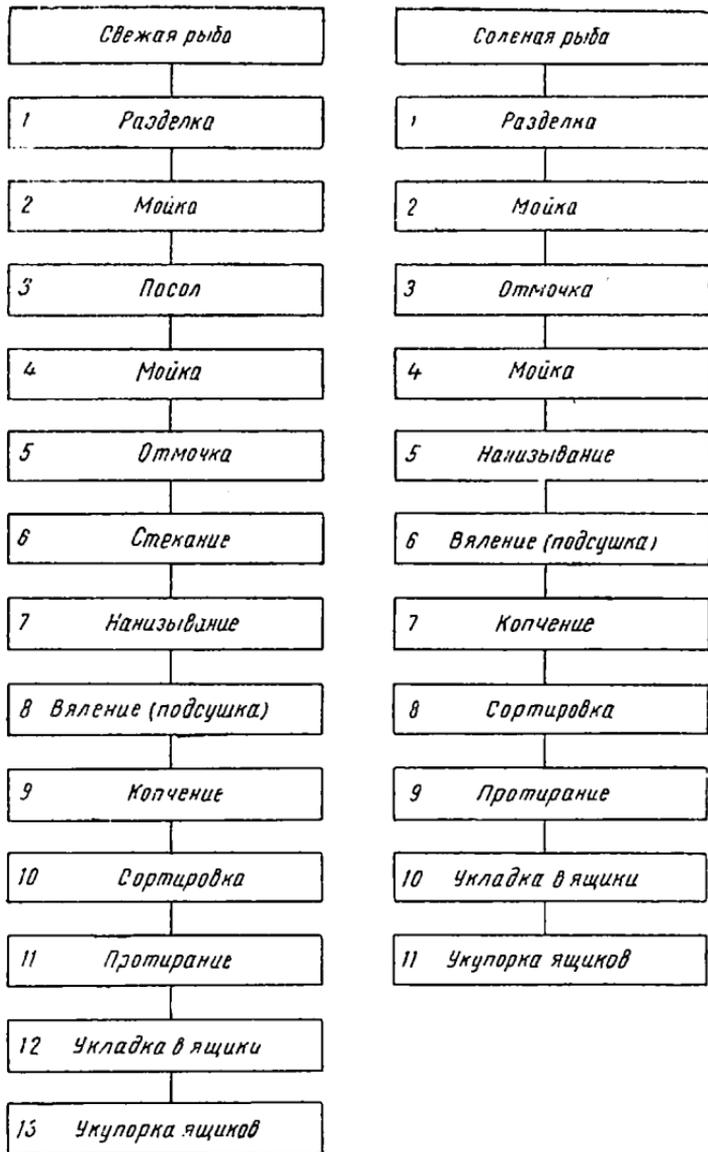


Рис. 132. Технологические схемы приготовления товаров холодного копчения из свежей и соленой рыбы.

Посол

Рыбу для холодного копчения в зависимости от ее размеров, химического состава и желаемой солености полуфабриката солят сухим, мокрым или смешанным посолом. Наиболее часто применяют сухой и смешанный посол с охлаждением рыбы в случае необходимости льдом.

Рыба, предназначенная для холодного копчения, не должна содержать слишком много соли. Предпочтительная соленость полуфабриката 8—12%. Однако такой полуфабрикат можно заготавливать только в том случае, если он быстро подвергается копчению или если имеется возможность хранить и транспортировать его при температуре не выше 5°. Если полуфабрикат должен транспортироваться или храниться при менее благоприятных условиях, содержание соли в нем должно составлять 12—14%; из полуфабриката с такой соленостью получают копченые продукты вполне удовлетворительного качества; копченые продукты из крепосоленой рыбы с соленостью выше 14% имеют пониженное качество.

Отмочка

Отмочка рыбы перед холодным копчением является наиболее ответственной операцией, от которой во многом зависят вкусовые качества и сортность продукта.

Отмачивают рыбу с целью понижения солености полуфабриката до минимального предела, обеспечивающего сохранение качества полуфабриката при дальнейшей обработке. Чем ниже начальная соленость полуфабриката, тем быстрее протекает отмочка и тем больше гарантий для получения высокосортного продукта.

К конечному содержанию соли в отмоченном полуфабрикате необходимо подходить очень осторожно, учитывая особенности будущего продукта, температурные условия его хранения, совершенство сушильных и копильных аппаратов и другие факторы. Оптимальным содержанием соли в отмоченном полуфабрикате следует считать 6—8%.

Полуфабрикат, чрезмерно отмоченный (например, до содержания соли 2—3%), в процессе дальнейшей обработки может испортиться, так как влажная поверхность и набухшее влагой мясо рыбы являются благоприятной средой для развития микроорганизмов.

Из недостаточно отмоченного полуфабриката (например, с содержанием соли до 12%) после обработки холодным копчением получается очень соленый и поэтому невкусный продукт.

Отмочка соленой рыбы является процессом, обратным посолу. Как и посол, она основана на явлениях осмоса и диффузии, но с той разницей, что в этом случае вода проникает в мышечную

ткань рыбы, а соль из последней удаляется, вследствие чего концентрация раствора соли в тканях рыбы уменьшается.

Отмочку соленой рыбы производят в небольших чанах или ваннах, высотой не более 1 м. На расстоянии 20—25 см от дна в чан (ванну) укладывают ложное решетчатое дно, сделанное из деревянных реек, под которым собираются смываемые с рыбы загрязнения, а также часть более концентрированного солевого раствора, имеющая больший удельный вес.

Подвергаемая отмочке соленая рыба должна быть предварительно рассортирована по размерам и степени солености. В ванны для отмочки рыбу помещают навалом или в подвешенном состоянии на рейках.

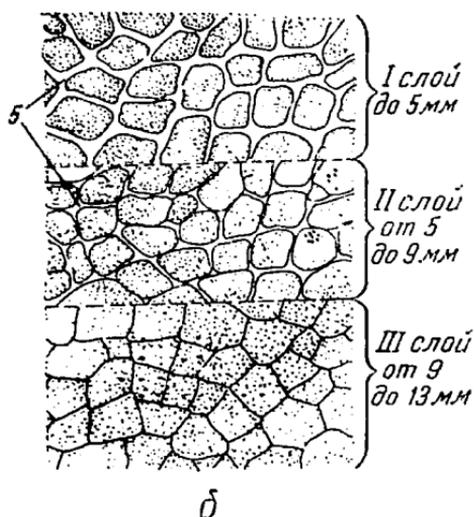
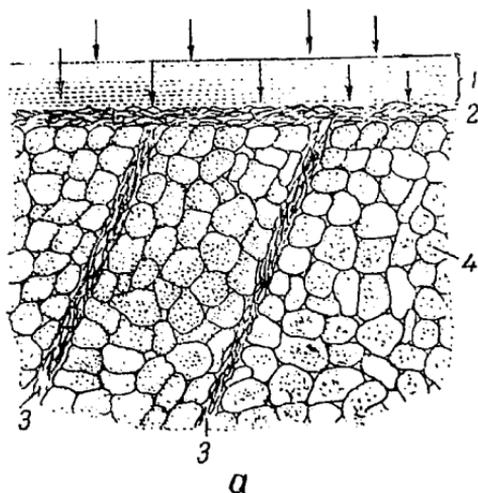
Во время отмочки опресняющую жидкость (воду или тузлук) в ваннах неоднократно заменяют свежей, для чего у дна ванны сбоку имеется специальное сливное отверстие. При отмочке навалом и особенно при редкой смене опреснителя отмоченная рыба получается неоднородной по солености: нижние ряды рыбы обычно бывают более солеными, чем верхние. Происходит это потому, что диффундирующая из рыбы соль образует солевой раствор, имеющий больший удельный вес, чем опреснитель. Этот раствор опускается в нижние слои рыбы. Слой опреснителя в ванне над рыбой не является активным и значительного влияния на процесс отмочки не оказывает.

Чтобы достигнуть более равномерного опреснения рыбы, по ходу процесса отмочки делают перерывы («передышки» или «отдыхи»), для чего жидкость из ванны сливают и рыбу оставляют лежать некоторое время без опреснителя. При этом происходит перераспределение соли внутри рыбы и, таким образом, снижается соленость внутренних слоев рыбы без излишнего опреснения наружных. Эту операцию в некоторых случаях (при высокой солености полуфабриката) приходится повторять несколько раз.

Во время отмочки в мясе рыбы происходит постепенное понижение концентрации раствора соли от поверхности рыбы к ее внутренним слоям и частичное извлечение органических веществ из мяса рыбы (главным образом белка). Потери азотистых веществ, по Минееву и Юркину [117], составляют 3,5—14% к их первоначальному содержанию в рыбе. Величина потерь зависит от качества рыбы-сырца, которая подвергалась посолу, качества соленого полуфабриката и содержания в нем соли. У рыбы, посоленной в стадии глубокого автолиза, наблюдается большая потеря азотистых веществ, чем у рыбы, посоленной в стадии посмертного окоченения.

Кроме того, при отмочке происходит набухание мяса рыбы, сопровождающееся увеличением ее веса. При прочих равных условиях оно обратно пропорционально содержанию в мясе жира. Прирост веса у жирных рыб составляет 2—7%, у рыб средней жирности 5—12%, и у тощих 7—18%.

При отмочке рыбы взаимодействуют две среды — вода и раствор соли, разделенные кожей и соединительной тканью рыбы. Согласно работам Бромлея [15], вода проникает в глубокие слои



мышечной ткани рыбы по септам и рыхлой соединительной ткани. При этом происходит набухание белков и заполнение водой в первую очередь рыхлой соединительной ткани (эндомизинума). Проникающая по септам и волокнам эндомизинума вода постепенно насыщается солью. Соль диффундирует из глубины к поверхности рыбы по тем же путям.

На рис. 133 (по Г. Ф. Бромлею) показаны гистологические срезы мышечной ткани воibly, взятые на разной глубине, которые позволяют судить о скорости отмочки. Через 4 часа проникновение воды в мышечную ткань наблюдается в слоях, расположенных на глубине 5—9 мм, а через 6 час.—уже на глубине 9—13 мм. К моменту перерыва в отмочке в периферийной части мышечной ткани появляются расширенные просветы. При этом клетки, расположенные глубже, в зависимости от продолжительности отмочки могут иметь просветы или не иметь их. За время перерыва в отмочке просветы постепенно уменьшаются, что указывает на проникновение влаги в более глубокие

Рис. 133. Влияние отмочки на гистологическую структуру тканей:

а—схема проникновения воды в пласт; б—мышечная ткань после 4 час. отмочки. 1—кутис; 2—подкожная клетчатка; 3—септы; 4—мышечное волокно; 5—просветы.

слои тушки рыбы или внутрь мышечных волокон через сарколемму.

Отмочку соленой рыбы по виду опреснителя можно разделить на водную, тузлучную и смешанную, а по способу применения опреснителя — на проточную, непроточную и комбинированную.

Отмочка в воде. Отмочка соленой рыбы в пресной воде является наиболее простой и распространенной в промышленности. Сущность ее заключается в том, что определенное количество соленой рыбы, уложенной в ванну, заливают пресной водой.

В процессе отмочки опресняющая способность воды падает за счет поступления в нее соли из рыбы, вследствие чего воду необходимо периодически заменять.

Недостатком этого способа отмочки является слишком интенсивное опреснение наружных слоев мяса рыбы в первые часы отмочки, что способствует увеличению потери азотистых веществ.

Отмочка в тузлуке. Сущность этого способа отмочки заключается в том, что соленую рыбу в ванне заливают слабым тузлуком (удельный вес 1,05—1,10), который периодически в процессе отмочки заменяют новым, той же или более слабой концентрации. При отмочке в тузлуке резкого опреснения наружных слоев мяса рыбы в начале процесса не наблюдается, т. е. ликвидируется основной недостаток, присущий отмочке в воде. Отмочку в тузлуке следует применять в теплое время года с целью предотвращения возможного скисания рыбы.

Смешанный способ отмочки. Смешанный способ отмочки имеет две разновидности.

1. Соленую рыбу отмачивают вначале в слабом тузлуке, а затем в воде. В этом случае не происходит резкого опреснения поверхностного слоя мяса рыбы, что имеет очень большое значение, если процесс идет при сравнительно высокой температуре, когда наиболее вероятно скисание рыбы.

2. Соленую рыбу вначале отмачивают в воде, а затем в слабом тузлуке. В этом случае в начале отмочки резко опресняются поверхностные слои мяса, что способствует увеличению разности осмотических давлений растворов соли в наружных и внутренних слоях рыбы и соответственно ускоряется движение соли к поверхности рыбы.

Последующая отмочка зависит главным образом от диффузии раствора соли внутри мяса, поэтому в конце отмочки применяется слабый тузлук, предотвращающий дальнейшее опреснение наружных слоев рыбы.

Смешанный способ применяют при отмочке главным образом крупной рыбы. При этом выбор той или другой разновидности смешанной отмочки зависит от солености и особенности мяса рыбы.

Непроточный метод отмочки. При этом способе рыба определенный период времени находится в несменяемом опреснителе, после чего опреснитель, получивший определенное количество соли из рыбы, удаляют и в чан наливают новые порции его.

Проточный метод отмочки. Сущность этого метода заключается в том, что опреснитель (на практике вода) поступает и удаляется из ванны (чана) непрерывно. Отмочка в проточной во-

де применяется редко, обычно только для крепкосоленого полуфабриката. Проточный опреснитель несколько ускоряет процесс отмочки, но одновременно способствует увеличению потери органических веществ.

Продолжительность отмочки рыбы. Продолжительность отмочки соленой рыбы зависит от размера рыбы, содержания в ней жира и соли, способа разделки рыбы, температуры опресняющей жидкости и отношения ее веса к весу рыбы.

Размер рыбы. На продолжительность отмочки оказывает влияние главным образом толщина рыбы.

В табл. 112, по данным заводских лабораторий Волго-Каспийского треста, показано изменение при отмочке химического состава соленой долгинской сельди и каспийского пузанка.

Таблица 112

Вид сельди	Характеристика сельди до отмочки				Характеристика сельди после отмочки			Изменения в соленой рыбе в результате отмочки		
	средний вес в %	химический состав в %			средний вес в %	химический состав в %		потеря хлористого натрия в %	увеличение количества воды в %	прирост веса в %
		жир	соль	вода		соль	вода			
Долгинская сельдь	494	6,5	17,4	53,8	538	7,2	74,0	10,8	21,2	8,7
Каспийский пузанок	149	7,8	17,6	52,4	168	4,7	80,2	12,9	27,8	12,7

Как видно из данных табл. 112, долгинская сельдь, имеющая примерно такую же жирность, как каспийский пузанок, но более крупная, за одинаковое время отмочки теряет меньше соли и меньше увеличивается в весе.

Содержание жира в рыбе. Тощая рыба при одинаковом содержании соли, одинаковых размерах и прочих равных условиях отмачивается быстрее, чем жирная.

Первоначальная соленость рыбы. Чем крепче посолена рыба, тем больше, при прочих равных условиях, требуется времени для ее отмочки и тем больше она увеличивается в весе.

Способ разделки рыбы. Рыба разделанная, особенно имеющая наибольшую поверхность обнаженного мяса, при прочих равных условиях отмачивается быстрее целой рыбы. Чешуя и кожа замедляют процесс отмочки рыбы.

Температура опресняющей жидкости. С повышением температуры опреснителя скорость извлечения соли из рыбы увеличивается, так как осмотическое давление пропорционально абсолютной температуре (см. главу V). На практике этот момент не имеет существенного значения, так как отмочку

рыбы производят обычно при температуре воды в пределах от 5 до 12°; при более высокой температуре качество рыбы ухудшается.

Отношение веса опресняющей жидкости к весу рыбы. Чем больше количество опреснителя, тем медленнее повышается концентрация соли в нем и тем более продолжительное время сохраняется его активность. На практике этот момент не имеет существенного значения, так как в любое время можно заменить опреснитель. Значительно увеличивать отношение веса опреснителя к весу рыбы нецелесообразно, так как это ведет к нерациональному использованию емкости ванны при отсутствии заметного увеличения скорости отмочки. Наиболее приемлемым отношением веса опреснителя к весу рыбы следует считать 1 : 1, в крайнем случае 1,5 : 1.

Особенности отмочки крупных и мелких рыб. Отмочку крупных рыб в зависимости от содержания соли, гистологических и химических особенностей их тканей, проводят различными способами.

При отмочке в непроточном опреснителе крупную соленую рыбу укладывают в чан слоем высотой до 70 см. Если полуфабрикат малосоленый, то его следует отмачивать только в пресной воде. Для крепкосоленого полуфабриката лучше применять вначале отмочку в слабом тузлуке в течение 4—5 час., а затем после передышки (не более 2 час.) дальнейшую отмочку в воде, с перерывами и сменой воды через 6—10 час.

При отмочке комбинированным способом рыбу, так же как и в первом случае, укладывают в чан, который затем наполняют водой; вентиль на трубе, подающей воду в чан, прикрывают, а заслонки канализационного отверстия в дне чана приоткрывают. Количество воды, проходящей через поперечное сечение чана, должно быть не более 1 м³/час; при этом уровень воды в чане должен оставаться постоянным. Длительность отмочки в проточной воде не должна превышать 6 час.; затем воду из чана спускают и после передышки продолжают отмочку непроточным способом. Комбинированный способ следует применять для отмочки полуфабриката с содержанием соли выше 12%.

Для отмочки рыбу можно развешивать на рейки так, чтобы отдельные экземпляры не соприкасались между собой. Рейки раскладывают на борт чана; развешанная на них рыба полностью погружается в воду.

Отмочка крупной рыбы в подвешенном состоянии является более совершенной по сравнению с отмочкой навалом, но трудоемкость и незначительное использование полезной емкости чана делают этот способ малоприменимым в промышленности. Его следует применять для крупных рыб (осетровых, нельмы, кеты и др.), предназначенных для производства деликатесных копченых продуктов (балычных изделий).

Преимуществом этого способа отмочки является более быстрое и равномерное извлечение соли из рыбы, так как рыба со всех сторон окружена водой. Кроме того, имеется возможность регулировать степень отмочки разных частей тушки. Рыба по длине имеет неодинаковую площадь поперечного сечения, поэтому более тонкие части отмачиваются быстрее, чем толстые. Чтобы достигнуть равномерного отмачивания, рыбу (спинки осетра, нельмы, кеты и др.) подвешивают за хвостовую часть (махалку) с таким расчетом, чтобы за несколько часов до окончания отмочки спустить из чана часть воды и таким путем прекратить извлечение соли из более тонкой хвостовой части.

Отмочку мелкой соленой рыбы производить значительно труднее, чем крупной. Объясняется это тем, что мелкая рыба, как правило, поступает в обработку в неразделанном виде, причем брюшная полость рыбы во время отмочки впитывает много воды и брюшко делается слабым.

Даже небольшая передержка рыбы в опреснителе сопровождается разрывом брюшка, что довольно часто наблюдается у жирующей сельди, леща, воблы и других рыб. Кроме того, при длительной отмочке увеличивается потеря чешуи, что является нежелательным при копчении многих рыб, так как ухудшает вид готового товара.

Мелкую рыбу обычно отмачивают навалом в воде или слабом тузлуке; отмачивать ее в подвешенном состоянии невыгодно и технологически нецелесообразно, так как регулировать степень отмочки по длине рыбы ввиду ее малых размеров нет необходимости и практически невозможно.

Основным условием, которое следует соблюдать при отмочке мелкой рыбы, является устранение частых ее перевалок во избежание механического повреждения. Поэтому кантовку рыбы в чане при отмочке не производят.

Для предотвращения сдавливания нижних рядов рыбы высота слоя отмачиваемой рыбы в чане не должна превышать 50 см.

При заливке наполненного рыбой чана струю воды надо подавать на дощечку, уложенную поверх рыбы, или применять другие приспособления, предотвращающие нарушение целостности рыбы. Передышку при отмочке мелкой и средних размеров рыбы следует делать возможно чаще, примерно через 3—4 часа, продолжительностью до 2 час.

Рыбу средних размеров обычно отмачивают так же, как мелкую, но высоту слоя такой рыбы в чане можно увеличить до 70 см.

В последние годы на многих предприятиях Главмясорыбторга получил распространение способ отмочки соленой рыбы средних размеров на шомполах. Перед отмочкой рыбу нанизывают через глаза на стальной прут (шомпол) диаметром 4 мм с острым концом на одной стороне и ушком на другой. Затем ее

укладывают в ванны спинкой вниз и отмачивают одним из описанных выше способов. Применение шомполов значительно ускоряет загрузку и выгрузку рыбы из чана, а также укорачивает процесс отмочки вследствие того, что блок рыбы на шомполах в ванне представляет собой довольно рыхлую массу.

Окончание отмочки рыбы определяют органолептическим путем или химическим анализом рыбы на содержание соли. Отмоченная рыба мягкая на ощупь, а след от нажима пальцами на спинке рыбы долго не исчезает.

Нанизывание рыбы

Чтобы достигнуть равномерного обезвоживания и пропитывания дымом, рыбу коптят в подвешенном состоянии. Правильное нанизывание рыбы имеет большое значение для дальнейшей ее обработки. Существует несколько способов нанизывания рыбы для холодного копчения (рис. 134).

Нанизывание на крючки. Для этого используют шесты (рейки) сечением 30×40 мм и длиной 1000—1200 мм, у которых с двух противоположных сторон на расстоянии 40—70 мм друг от друга размещены остро отточенные крючки (шпы) из тонкой стальной проволоки.

Нанизывание рыбы заключается в том, что рыбу после отмочки накалывают на крючки (шпы) через глаз, а затылочную кость или хвостовую часть (махалку). Накалывание рыбы в затылочную кость — более совершенный способ; при этом уменьшается площадь соприкосновения рыбы с рейкой, что очень важно, так как место соприкосновения рыбы с рейкой не прокапчивается.

При накалывании рыбу необходимо брать за голову. Если голова слабо связана с тушкой, то рыбу следует нанизывать за хвост (махалку). Этот способ рекомендуется также для рыб, подвергаемых копчению в непоротом виде (особенно если рыбы нагульные), а также с целью уменьшения потери (стекания) жира и предотвращения у некоторых рыб (рыбец и др.) взъерошивания чешуи.

Недостатком нанизывания за хвост является очень медленное в этом случае удаление влаги из жабр, что в теплое время года увеличивает опасность поражения рыбы личинками мух, которые откладывают яички в сырых жабрах.

На некоторых заводах рыбу накалывают (нанизывают) на крючки следующим образом (по Н. Т. Березину). На торцовых сторонах чана (ванны), в котором производилась отмочка рыбы, устанавливают специальные подставки, и на них размещают рейки. Работницы становятся по обе стороны чана (ванны) и нанизывают рыбу одновременно с двух сторон рейки. Для того чтобы работницам не приходилось нагибаться, ложное дно в чане укрепляют на четырех углах бечевками с противовесом и с

помощью этого приспособления вместе с рыбой поднимают по мере того, как выбираются верхние слои рыбы. Воду из чана спускать не следует, так как рыбу и решетку в этом случае лег-

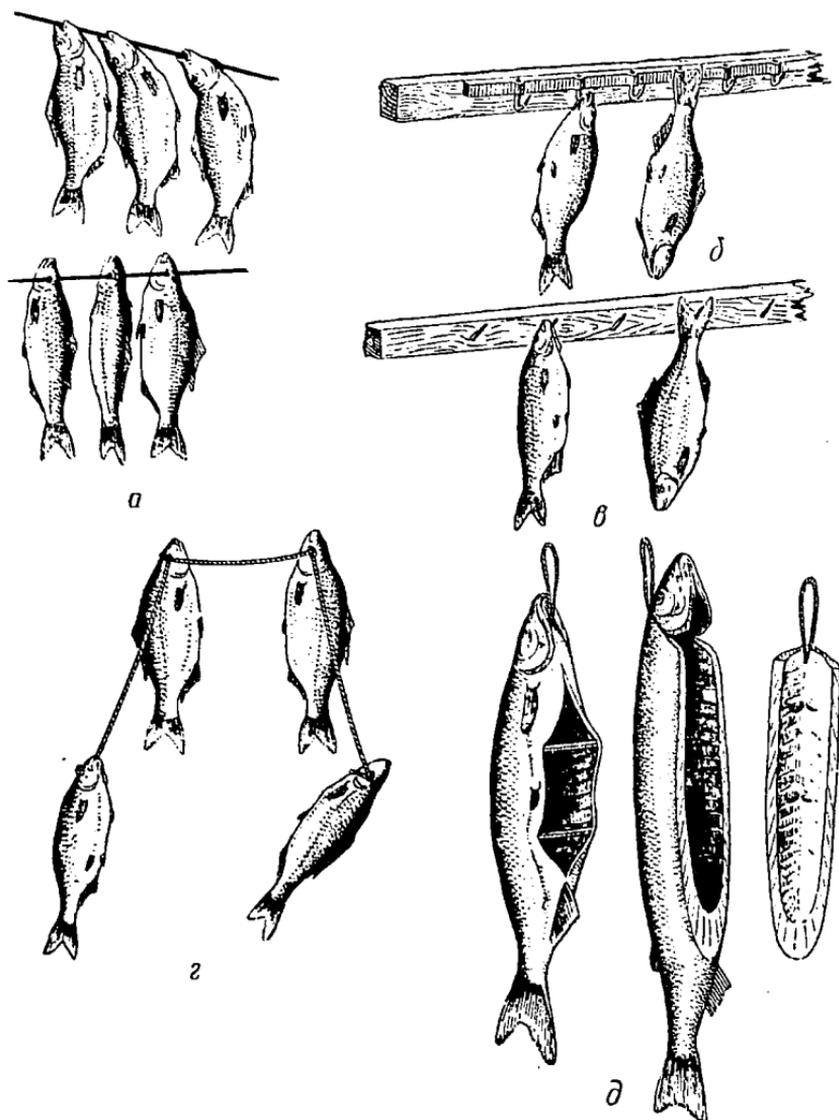


Рис. 134. Способы нанизывания рыбы для холодного копчения: а—нанизывание на прутки; б—нанизывание на крючки; в—нанизывание на шпиль; г—нанизывание на бечеву; д—подвязка крупной рыбы.

че поднимать. Такая организация процесса значительно повышает производительность труда и улучшает качество продукции — нежная, размягченная после отмошки рыба не подвергается перевалкам.

Нанизывание на шпагат. Этот способ нанизывания применяют для рыб крупных и средних размеров. Нанизывать рыбу рекомендуется до отмопки, так как иначе получается брак (повреждение чешуи, надламывание жаберных крышек и отрывание головы от тушки).

При нанизывании шпагат продевают через глаза или толщу мяса рыбы в хвостовом стебле. Надежнее нанизывать рыбу за хвостовой стебель, прошивая ее шпагатом на расстоянии 2—3 см от окончания чешуйчатого покрова.

Крупную рыбу нанизывают по одному экземпляру и подвешивают за петлю шпагата на крючки реек; рыбу средних размеров, длиной до 35 см, нанизывают по две вместе с таким расчетом, чтобы с каждой стороны рейки можно было расположить по одной рыбе.

Мелкую рыбу, длиной до 10 см, можно нанизывать по 4—6 штук и больше, но так, чтобы при навеске на рейку рыбы не соприкасались между собой.

Нанизывание на металлические прутки. Этот способ применяется для мелких рыб. Рыбу через глаза или рот и жаберные щели накалывают на металлические прутки диаметром 2—3 мм и длиной 600—800 мм, которые укладывают на рамы, помещаемые в коптильную камеру.

Копчение

Перед копчением рыбу обязательно подсушивают на вешалах (подвяливание) или в специальных сушилках при температуре не выше 30°. При отсутствии сушилок, а также зимой и в дождливую погоду рыбу подсушивают непосредственно в коптильной камере, которую обопревают углем или сжигают в ней небольшую порцию дров.

Целью подсушивания является удаление из рыбы излишней воды и подготовка поверхности рыбы к восприятию дыма. После подсушивания поверхность рыбы должна быть сухой, но и не пересушенной. Пересушенная рыба во время копчения плохо пропитывается дымом и не приобретает золотисто-коричневого цвета; недосушенная рыба с влажной поверхностью после копчения имеет темную непривлекательную окраску и привкус горечи в мясе.

Процесс подсушки и копчения рыбы в коптильных камерах осуществляется следующим образом.

Отмоченную и подвешенную на рейки рыбу после стекания в течение 5—6 час. помещают в коптильные камеры.

Первая стадия процесса копчения — подсушивание рыбы — производится при слабом горении дров или стружек с небольшим количеством опилок, чтобы меньше образовывалось дыма. При подсушивании рыбы необходимо, открывая шиберы в вытяжных трубах, быстрее удалять дым из камеры.

Вторая стадия процесса копчения — собственно копчение — производится при усиленном дымообразовании от тлеющих в камере дров с опилками. Применяя засыпку дров опилками, регулируют интенсивность их горения, а поэтому и температуру копчения; закрывая люки, подающие воздух в камеру, и прикрывая шиберы в вытяжных трубах, уменьшают или увеличивают доступ воздуха в камеру.

Для работы коптильных цехов большое значение имеет продолжительность пребывания рыбы в камерах и умение мастера полностью использовать полезную емкость камер.

Оборот коптильной камеры зависит от быстроты ее загрузки, продолжительности копчения и длительности разгрузки. Продолжительность загрузки и разгрузки зависит от размеров камеры (емкость камеры), вида рыбы и организации труда.

На продолжительность копчения влияют: густота дыма, влажность воздуха, входящего в состав дыма, размеры рыбы и состояние ее поверхности, конструкция камеры и организация процесса копчения.

Объем коптильной камеры можно разделить на зону дымообразования, пространство между полом камеры и нижними рядами рыбы, в котором дым, образующийся от тления дров и опилок, смешивается с воздухом, прежде чем поднимается вверх, и зону дымопоглощения, т. е. пространство камеры, в котором развешивают рыбу; эту зону можно назвать рабочим пространством камеры, так как в ней происходит копчение рыбы.

На рис. 135 показано изменение относительной влажности и температуры воздуха (дыма) по рядам рыбы (зона дымопоглощения) при холодном копчении кеты в коптильных камерах вместимостью 10 ц рыбы¹.

Как видно из этого рисунка, температурный режим копчения кеты по высоте камеры (по рядам рыбы) равномерный, что является достоинством коптильных камер небольшого размера, а относительная влажность дыма в них колеблется в весьма широких пределах.

Регулировать режим копчения и особенно скорость движения дыма в камерах с естественной циркуляцией весьма затруднительно, так как на скорость движения дыма в них влияют размеры вытяжных труб. В камерах с искусственной циркуляцией дыма этот вопрос разрешается сравнительно легко.

Влажность дыма (воздуха) зависит от влажности и температуры наружного воздуха, температуры копчения, а также от влажности топлива. При сжигании дров и опилок с повышенным содержанием воды увеличивается влажность дыма (воздуха) в камере за счет паров воды, испаряющейся из дерева. При повышенной влажности дыма замедляется, а иногда совершенно пре-

¹ В проведении опытов принимали участие гг. Полякова, Никольская, Новикова и Козлова (Озерпахский рыбокомбинат).

кращается процесс подсушивания рыбы. В результате рыба только коптится, а не сушится, что ухудшает качество продукта, а иногда даже его портит.

При сжигании дров с повышенной влажностью особенно важно, чтобы рыба при поступлении в камеру имела сухую (подвяленную) поверхность. Ускорению процесса копчения способствует разделка рыбы.

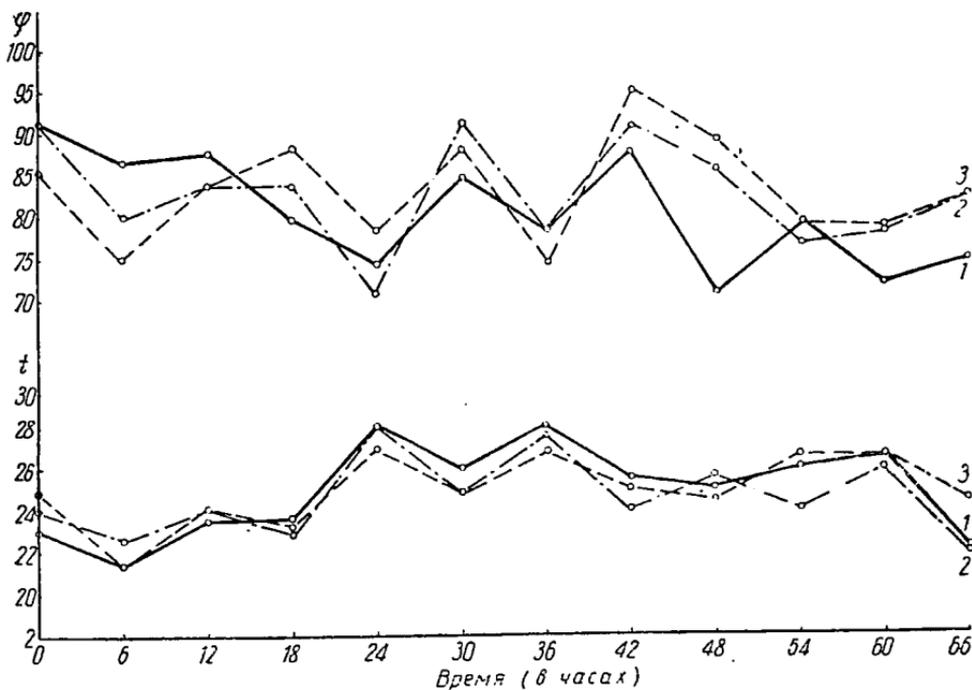


Рис. 135. Изменение относительной влажности и температуры дыма по рядам рыбы при холодном копчении кеты:
1—верхний ряд; 2—средний ряд; 3—нижний ряд.

Очень большое значение имеет конструкция коптильной камеры, в частности правильное расположение и устройство подающих воздух и отводящих (вытяжных) каналов.

Кроме того, умение коптильного мастера, основанное на опыте работы, продолжает до сих пор играть очень важную роль при копчении рыбы.

На стойкость рыбы холодного копчения при хранении влияют следующие факторы.

1. Степень обезвоживания мяса рыбы при копчении. Чем больше обезвожено мясо рыбы, тем более оно противостоит разрушительной работе микроорганизмов и тем дольше может сохраняться.

Обезвоживание мяса рыбы во время копчения производится до определенного предела, зависящего от назначения копченого

продукта и степени влияния обезвоживания на пищевую ценность рыбы. Минимальным содержанием влаги в копченом продукте надо считать 45%; при этом содержании влаги продукт имеет довольно высокие вкусовые достоинства и может выдерживать длительное хранение. Обычно промышленность выпускает рыбу холодного копчения с содержанием влаги до 58%. В копченых сельдях, сиговых и скумбрии должно содержаться 55—60% влаги; мясо их не следует пересушивать, так как при этом вкус рыбы заметно ухудшается. Копченую воблу, наоборот, следует выпускать с меньшим содержанием воды (50—52%).

2. Содержание соли в рыбе. Этот фактор влияет на качество продукта двояко: во-первых, содержание соли придает определенный вкус продукту и, во-вторых, создает неблагоприятную среду для развития микроорганизмов, что способствует увеличению срока хранения продукта.

Содержание соли в нормально приготовленной рыбе холодного копчения колеблется в пределах от 6 до 12%. Получить продукт с содержанием соли меньше 6% при принятом технологическом процессе холодного копчения трудно из-за порчи полуфабриката во время обработки. Копченую рыбу с содержанием соли более 12% готовить не следует, так как при этом ухудшаются ее вкус и товарный вид.

3. Пропитывание тканей рыбы газообразными продуктами дыма. Образующиеся при неполном сгорании дерева химические вещества, входящие в состав дыма, играют роль слабых антисептиков и, кроме того, придают продукту особые вкусовые достоинства.

В процессе копчения некоторое количество фенолов и других веществ дыма диффундирует с поверхности рыбы в толщу мяса.

Выбор температурного режима копчения зависит от следующих факторов.

1. Особенности гистологического строения мяса рыбы. Лососевых рыб обычно коптят при температуре 18—28°, так как копчение при более высокой температуре вызывает снижение качества рыбы (скисание, подпаривание). Слоистое нежное мясо лососевых, со значительным подкожным слоем жира и с незначительным количеством межмышечных костей, особенно чувствительно к воздействию повышенных температур.

Частиковые рыбы (лещ, сазан, тарань, вобла и др.) выдерживают более высокую температуру копчения, чем лососевые, так как имеют менее нежное мясо, скрепленное межмышечными костями, а подкожного слоя жира почти не имеют.

2. Способ разделки рыбы. Разделка, способствующая уменьшению размеров рыбы, дает возможность повысить температуру копчения. Например, кету-серебрянку¹, разделанную на ба-

¹ Кета-серебрянка — рыба, не имеющая брачного наряда на поверхности тела.

лык, коптят при температуре не выше 22°, а кету, разделанную на полубоковник (вид разделки, при котором рыба имеет наименьшую толщину), можно коптить при температуре до 28°.

3. Содержание жира в мясе рыбы. Верхний предел температуры копчения зависит от содержания жира в рыбе и степени неопределенности жирных кислот, входящих в его состав. Температура плавления жира понижается с увеличением количества неопределенных кислот, входящих в него, и повышением степени их неопределенности. Для предотвращения излишней потери жира, например, нагульную океаническую сельдь, содержащую до 28% жира, в состав которого входят кислоты высокой неопределенности, рекомендуется коптить при температуре до 20° (копчение холодным дымом).

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

Горячим копчением называется способ консервирования, при котором тепловая обработка рыбы и пропитывание ее продуктами неполного сгорания дерева происходят при высокой температуре — выше 60°.

При горячем копчении единственным консервирующим агентом является нагретый до 60—170° воздух, который и производит стерилизующее действие. Остальные факторы (незначительное подсаливание и подсушивание рыбы) практически не являются консервантами.

Технологическая схема процесса приготовления рыбы горячего копчения представлена на рис. 136.

Необходимость выполнения отдельных операций зависит от вида рыбы, времени года и других причин. Например, рыбу мелких и средних размеров (кефаль, чехонь, омуль, сиг, лещ и др.) целесообразно разделять для горячего копчения.

Разделка рыбы

Сущность этой операции достаточно подробно рассмотрена в главе «Посол рыбы». При горячем копчении среднюю и мелкую рыбу по возможности стараются не разделять, так как в

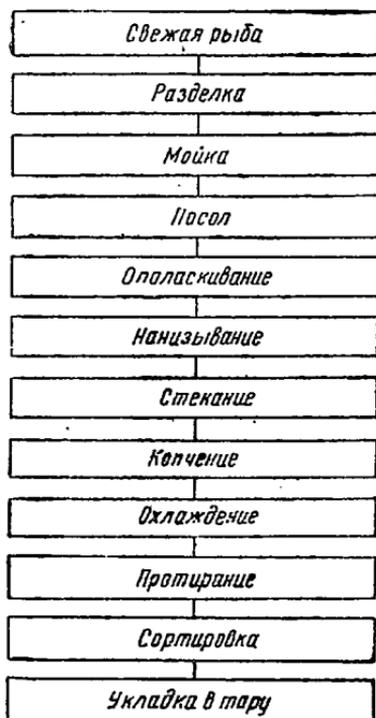


Рис. 136. Технологическая схема приготовления товаров горячего копчения из свежей рыбы.

этом случае мясо копченой рыбы бывает более сочным (меньше удаляется влаги). Крупных рыб — осетровых (белугу, калугу), сома, зубатку, — как правило, разделяют на боковник, кусок и другими способами. Неразделанную и разделанную рыбу тщательно моют.

Посол рыбы

Посол рыбы для горячего копчения применяется исключительно с целью придания рыбе соответствующего вкуса. Содержание соли в мясе рыбы после посола не должно превышать 3%; оптимальным содержанием соли следует считать 2%. Посол рыбы для горячего копчения в большинстве случаев производится в тузлуке с удельным весом 1,14—1,18. Применять более крепкий тузлук не рекомендуется из-за пересаливания поверхностных слоев мяса рыбы. Отношение веса рыбы к весу тузлука составляет 1:1. Более двух раз тузлук использовать не рекомендуется.

На некоторых заводах при посоле сиговых для ускорения процесса просаливания рыбы и закрепления на ней чешуи применяют сухой посол, а при посоле леща — смешанный.

После посола рыбу обязательно промывают, чтобы удалить с поверхности ее тузлук, а также возможные загрязнения.

Обвязка рыбы

Для развешивания в коптильной камере рыбу обвязывают или прошивают шпагатом (рис. 137). Обвязка обязательна для рыбы, разделанной на кусок и боковник. Прошивка мясистых крупных рыб и особенно разделанных на кусок и боковник рискованна, так как тонкий шпагат при сильном размягчении мяса рыбы и ослаблении тканей разрезает рыбу и она при копчении падает с реек.

Различают два способа обвязки рыбы: обвязка со шпонкой и обвязка без шпонки.

Обвязка со шпонкой состоит в следующем: в рыбу через рот вставляют деревянную палочку, заостренный конец которой проходит через брюшную полость вдоль позвоночника и выходит у хвостового плавника. Концы шпонки должны выступать из тела рыбы на 1,0—1,5 см. На конец шпонки, выступающий из головы (рта) рыбы, надевают петлю из шпагата и протягивают шпагат вдоль туловища до хвостового плавника, где завязывают шпагат затяжной петлей, охватывающей хвостовую часть тела, и делают петлю для подвески рыбы. В обратном направлении шпагат протягивают с противоположной стороны рыбы и закрепляют на тупом конце шпонки. Шпагат должен плотно прилегать к телу рыбы,

Обвязка без шпонки состоит в следующем: конец шпагата в виде петли прочным узлом обвязывают у приголовка рыбы, затем сматывая шпагат с клубка, вокруг тела рыбы накладывают затыжные петли на расстоянии 5—10 см одна от другой. Над

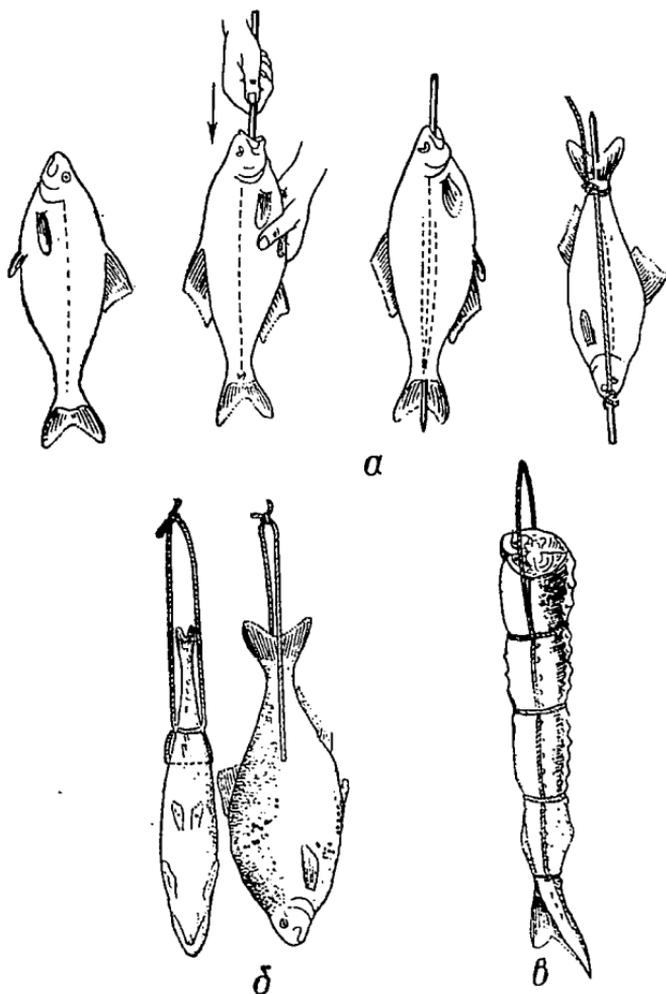


Рис. 137. Способы наизывания рыбы для горячего копчения:

а—вставка шпонки и обвязывание рыбы; б—прошивка рыбы; в—обвязка севрюги.

хвостовым плавником завязывают петлю для подвески рыбы на рейку, после чего конец шпагата длиной, соответствующей длине рыбы, отрезают от клубка и затем продергивают под петли с обратной стороны рыбы, завязывая каждую петлю узлом. Оба конца шпагата связывают у конца головы рыбы.

Недостатком обвязки рыбы является наличие следов от шпагата, остающихся на поверхности рыбы, что ухудшает товарный

вид продукта, особенно в тех случаях, когда на поверхности рыбы петель слишком много.

По предложению мастера Хабаровского копильного завода т. Макарова с успехом применяют комбинированный способ нанизывания, сочетающий обвязку с прошивкой. На кусок рыбы на расстоянии 3—4 см от торцового среза накидывают петлю, причем концы шпагата один раз переплетают. Один конец шпагата длиной 12—15 см оставляют свободным, а второй при помощи иглы протаскивают на противоположную сторону куска с таким расчетом, чтобы он вышел около петли, после чего концы шпагата связывают на торцовом срезе куска. При таком способе обвязывания шпагат, которым прошито мясо рыбы, у большинства рыб не может разрезать мясо, так как этому мешает петля.

Метод Макарова можно применять при производстве продуктов горячего копчения из рыбы с плотным мясом; для рыб с особенно нежной консистенцией мяса (сиг и др.) этот метод применять не рекомендуется, так как мясо все же прорезается.

На практике часто приходится коптить крупную обезглавленную рыбу (сом и др). В таких случаях голова должна быть отрублена, а грудные плавники обязательно оставлены при тушке; рыбу нанизывают без прошивки, обвязывая тушку около плавников только одной петлей.

Копчение

При горячем копчении в рыбе протекают следующие основные процессы: денатурация и коагуляция (свертывание) белков; частичная инактивация ферментов, а также разрушение малостойких органических соединений, например витаминов; потеря части воды за счет испарения; вытапливание жира и выделение экстрактивных азотистых веществ вместе с бульоном, вытекающим из рыбы.

Денатурация и частичная коагуляция белков происходят по всей толще рыбы, так как температура в середине рыбы во время копчения достигает минимум 70°. Таким образом, при копчении происходит проваривание рыбы, вследствие чего рыбу горячего копчения можно употреблять в пищу без дополнительной кулинарной обработки.

Инактивация ферментов и разрушение малостойких органических соединений, требующих повышенных температур, происходят главным образом на поверхности рыбы и в слоях, близких к поверхности.

Потеря воды в результате испарения обычно не превышает 15% от первоначального содержания ее в сырой рыбе. Вытапливание жира и потеря экстрактивных азотистых веществ происходят главным образом при копчении жирных рыб, причем

в основном за счет выделения их из внутренних органов рыбы; при правильном копчении рыбы потери жира и азотистых веществ обычно невелики. Наряду с глубокими необратимыми изменениями белковой части мяса рыбы под действием повышенной температуры наблюдается также взаимодействие белков и жира мяса рыбы с коптящими веществами дыма.

Окислительные процессы в мясе рыбы при горячем копчении выражены незначительно, что обусловлено кратковременностью процесса копчения, пониженным содержанием кислорода в дыме и антиокислительным действием веществ, входящих в его состав.

Процесс горячего копчения рыбы обычно разделяют на три стадии (рис. 138): подсушивание, проварка (проварка) и собственно копчение.

В отличие от холодного копчения, при котором возможна подсушка рыбы на воздухе или в специальных сушильных устройствах, при горячем копчении все стадии процесса осуществляются обязательно в коптильной камере.

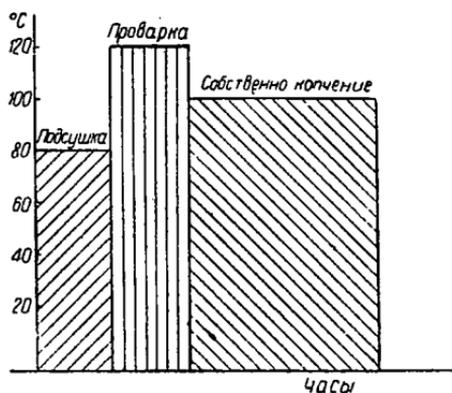


Рис. 138. Характеристика процесса горячего копчения.

Подсушивание. Подсушивание рыбы при горячем копчении осуществляется с целью создания необходимых условий для оседания частиц дыма на поверхности рыбы, свертывания белка в поверхностном слое мяса рыбы, чтобы задержать испарение воды из рыбы, частичного пропекания и подсушивания мяса рыбы для придания ему более плотной консистенции и тем самым предотвращения падения рыбы с реек.

Температуру в камере при подсушивании рыбы поддерживают в пределах 60—80°, т. е. ниже, чем в период собственно копчения. Подсушивание при температуре выше 80° снижает качество продукта, делая мясо рыбы менее сочным; кроме того, увеличиваются потери влаги и жира.

Подсушивание при температуре ниже 60° также отрицательно влияет на качество копченой продукции. В этом случае невозможно достаточно быстро удалить требуемое количество воды из наружного слоя мяса рыбы в результате чего во время последующего пропекания и копчения рыбы происходит излишнее разваривание мяса, а поверхность рыбы приобретает грязный колер.

Конец подсушивания рыбы определяют по суховатой поверхности кожи или мяса рыбы (на разрезе) и подсохшим, покоробившимся жабрам.

Пропекание. Основная задача пропекания — сварить мясо рыбы, так как последующая стадия — собственно копчение — продолжается сравнительно недолго и осуществляется при сравнительно низкой температуре, недостаточной для полного проваривания мяса в толще рыбы. Рыбу запекают при температуре в камере 110—140°, обычно при открытых дверях и шиберях в вентиляционной системе. Продолжительность пропекания составляет не более 20 мин. и зависит от размеров рыбы и свойств ее мяса, а также от относительной влажности воздуха. Как показали работы О. П. Грецкой, относительная влажность воздуха при пропекании и собственно копчении имеет очень большое значение, так как от нее зависят величина усушки рыбы и коэффициента теплопередачи от воздуха к рыбе.

Подсушка и пропекание имеют большое значение как операции, подготавливающие поверхность рыбы к осаждению на ней копящих веществ дыма. При осаждении их на поверхности уже сваренного мяса рыба приобретает специфический запах, вкус и цвет, характерные для копченой рыбы.

Собственно копчение. Собственно копчение следует непосредственно за пропеканием рыбы и проводится обычно при температуре 90—110°.

В этот период наряду с понижением температуры в камере увеличивают количество подаваемого к рыбе дыма. Основной целью собственно копчения рыбы является придание продукту привлекательного внешнего вида и приятного запаха копчености. Вместе с тем в этот период заканчивается пропекание мяса рыбы, продукт доводится до состояния полной готовности, а также происходит незначительное консервирование рыбы за счет антисептического действия дыма. Высокая температура воздуха в коптильной камере в сочетании с антисептическим действием дыма способствует тому, что в процессе копчения в значительной мере, а иногда и полностью уничтожается микрофлора на поверхности и в мясе рыбы.

Продолжительность собственно копчения зависит от вида рыбы и состояния ее поверхности, а также от температуры, от носительной влажности и циркуляции дыма в коптильной камере.

Под концентрацией дыма следует понимать количество дыма в единице рабочего объема коптильной камеры. Чем больше концентрация дыма, тем больше составных частей его оседает на поверхности рыбы в единицу времени. Однако коптить рыбу слишком густым дымом не рекомендуется, так как при этом на ней в большом количестве оседают компоненты дыма, придающие продукту горечь.

Состояние поверхности рыбы оказывает влияние не только на скорость копчения, но и на цвет поверхности копченой рыбы. На слишком сухую поверхность рыбы дым оседает медленно, причем поверхность рыбы окрашивается в бледный светло-жел-

тый цвет. На влажную поверхность дым оседает значительно быстрее, но в этом случае поверхность рыбы окрашивается в слишком темный цвет, придающий рыбе непривлекательный, грязный вид.

В табл. 113 представлены результаты химических анализов мяса копченой салаки, показывающие зависимость между степенью пропитывания рыбы продуктами дыма и состоянием рыбы перед поступлением на собственно копчение (по О. П. Грецкой).

Таблица 113

Состояние рыбы после пропекания (перед собственно копчением)	Содержание влаги в мясе салаки в %		Содержание продуктов горения дерева в мясе копченой салаки			
	после пропекания	после копчения	общая кислотность в пересчете на углекислоту в %	летучие кислоты в пересчете на углекислоту в %	фенолы в мг на 100 г сухого вещества	альдегиды и кетоны в мг на 100 г сухого вещества
Мясо проваренное, поверхность рыбы (кожа) сильно пересушена	65,0	64,4	0,21	0,03	4,2	2,2
Мясо проваренное, поверхность рыбы (кожа) слегка подсушена	69,0	68,2	0,24	0,11	16,3	5,0
Мясо проваренное, поверхность рыбы (кожа) влажная	69,0	68,6	0,24	0,15	23,8	7,1
Контрольный образец—сырая рыба	74,0	67,0	0,36	0,33	45,5	11,5

Из данных этой таблицы видно, что чем больше подсушены поверхностные слои мяса рыбы перед копчением, тем меньше содержится продуктов горения дерева в мясе копченой рыбы. Нормальным состоянием полуфабриката перед собственно копчением (после пропекания) следует считать второй случай, т. е. когда мясо уже проварилось, а поверхность рыбы слегка подсушена.

Относительную влажность воздуха в дыме только в последние годы (после работ О. П. Грецкой) стали учитывать в копильном производстве. Этот фактор имеет весьма важное значение в процессе горячего копчения, как показывают данные табл. 114, относящиеся к различным опытам копчения салаки.

Как видно из данных табл. 114, количество фенолов и летучих кислот, осаждающихся на рыбе (салаке) при копчении, прямо пропорционально относительной влажности воздуха в дыме и обратно пропорционально степени сухости поверхности рыбы.

Состояние рыбы перед собственно копчением	Средняя от- носительная влажность воздуха в ды- ме в %	Осаждение продуктов горе- ния дерева за 1 час копчения		Время, в тече- ние которого рыба приобре- ла требуемую окраску, в минутах
		фенолы в мг на 100 г сухо- го вещества	летучие кисло- ты в пересче- те на уксу- сную кислоту в %	
Мясо проварено, кожа сухая	9,0	3,9	0,03	70
Мясо проварено, кожа слегка подсушена .	21,0	21,9	0,18	35
Мясо проварено, кожа влажная	32,0	31,7	0,20	45
Контрольный обра- зец—сырая рыба . .	24,0	45,5	0,33	60

Так, например, при относительной влажности воздуха 21% рыба в 2 раза быстрее приобрела требуемую золотисто-желтую окраску, чем при относительной влажности воздуха 9%, а количество фенолов и летучих кислот в мясе рыбы за одинаковое время копчения (1 час) в первом случае ($\varphi=21\%$) оказалось приблизительно в 6 раз больше, чем во втором ($\varphi=9\%$).

Очень большое значение при копчении имеет температура дыма. С повышением температуры скорость адсорбции, как известно, увеличивается. При копчении мы фактически сталкиваемся с явлением адсорбции в виде оседания частиц дыма на поверхности рыбы. При горячем копчении рыба получает окраску значительно быстрее, чем при холодном, так как процесс идет при более высокой температуре.

Общая продолжительность горячего копчения, включая подсушку, пропекание и собственно копчение, в редких случаях превышает 4 часа. Причинами удлинения продолжительности копчения могут служить плохой предварительный прогрев камеры и использование рыбы с очень влажной (мокрой) поверхностью. В последнем случае рекомендуется рыбу слегка подсушивать над слабым огнем при температуре не выше 40° и только после того, как поверхность рыбы подсохнет, приступать к нормальному копчению.

Мокрую рыбу подсушивать при высокой температуре не следует так как при этом в мясе могут образоваться разрывы.

В коптильную камеру, как правило, следует загружать рыбу только одного вида и по возможности одного размера. Нарушение этого правила отрицательно влияет на температурный режим

копчения. На рис. 139 представлены результаты наших наблюдений за копчением в камере, в которой одновременно коптили востробрюшку и сома — рыб, совершенно различных по размерам и особенностям гистологического строения мяса. Начальный подъем температуры до 92° отражает период подсушки, а следующее за ним падение — период зарядки камеры топливом для копчения рыбы. Второе, резкое, падение температуры от 110 до 47° соответствует времени выгрузки из камеры востробрюшки, которая, как более мелкая рыба, была готова раньше сома. Периодические колебания кривых температуры, кроме первого и третьего, отражают моменты передвижения противня с костром горящих дров по длине камеры. В результате резкого понижения температуры в середине копчения в связи с выгрузкой из камеры востробрюшки вкусовые качества копченого сома оказались неудовлетворительными.

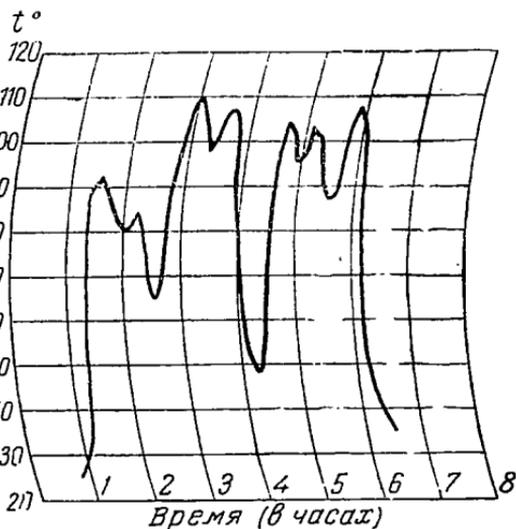


Рис. 139. Температурный режим при копчении амурских рыб — востробрюшки и сома, одновременно загруженных в камеру.

В табл. 115 приведены некоторые данные о режиме горячего копчения леща и мурманской сельди в камерных коптилках.

Таблица 115

Наименование рыбы	Режим подсушки			Режим копчения			Потери веса рыбы в % к весу сырья		Расход дров в кг	
	продолжительность в минутах	средняя температура дыма в °С	температура рыбы в конце процесса в °С	продолжительность в минутах	температура дыма в °С	температура рыбы в конце процесса в °С	после подсушки	после копчения	на 100 кг рыбы	на 100 кг испарившейся воды
Лещ	80	90	58	66	114	80	12	10	22,5	1,0
Сельдь мурманская	67	82	55	63	100	75	10	10	18,4	0,9

Период проваривания рыбы в процессе копчения не выделен. Как видно из данных табл. 115, более крупный по размерам лещ,

мясо которого к тому же скреплено большим количеством межмышечных костей, коптится при более высокой температуре, чем сельдь. Возможность повышения температуры копчения для леща обусловлена отсутствием у него подкожного слоя жира, имеющегося у сельдевых.

В последние годы в результате работ О. П. Грецкой и Е. И. Кулагина распространенный до настоящего времени режим горячего копчения, предусматривающий описанные выше стадии процесса — подсушку, пропекание и собственно копчение — подвергается значительным изменениям.

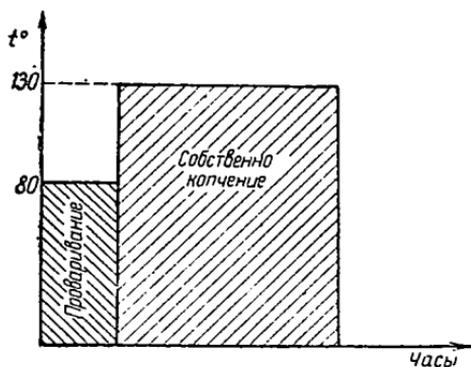


Рис. 140. Режим процесса горячего копчения по методу О. П. Грецкой.

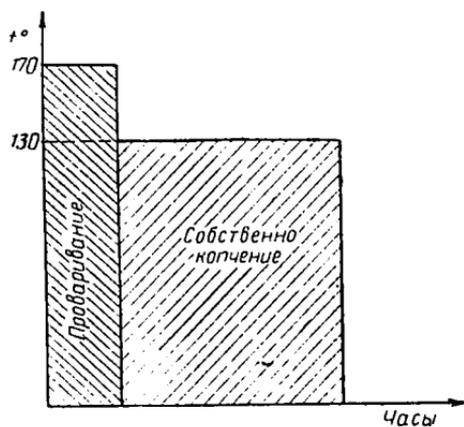


Рис. 141. Режим процесса горячего копчения по методу Е. И. Кулагина.

Научным сотрудником О. П. Грецкой в 1949 г. разработан ускоренный метод горячего копчения без предварительной подсушки поверхности рыбы. Процесс начинается непосредственно с пропекания рыбы (проваривания), продолжением которого является собственно копчение при температуре не выше 130° в течение 100—110 час. (рис. 140). Отличительной особенностью метода О. П. Грецкой является то, что пропекание рыбы производится дымом с повышенной влажностью.

Данный метод предложен О. П. Грецкой для копчения осенней салаки с целью приготовления полуфабриката для производства консервов «Шпроты в масле»; однако в настоящее время по этому методу многие ленинградские коптильщики готовят также товарную копчущку из салаки.

Бригадир-коптильщик Ленинградского коптильного комбината Главмясорыбторга Е. И. Кулагин в 1951 г. предложил ускоренный метод горячего копчения крупной рыбы (морского окуня, трески, севрюги) также без предварительной подсушки. Процесс (рис. 141) начинается непосредственно с пропекания (проваривания) рыбы при высокой температуре 140 — 170° , продолже-

нием которого является собственно копчение при температуре до 130° (обычно 100—120°).

В отличие от распространенной в настоящее время схемы процесса горячего копчения (подсушка, пропекание, собственно копчение) М. И. Кулагин счел возможным объединить подсушку и пропекание в одну операцию и, в отличие от метода О. П. Грецкой, проводить ее при довольно высокой температуре (140—170°). При изучении метода Кулагина, проведенном научными сотрудниками Ленинградского отделения ВНИРО, было установлено, что в период подъема температуры в печи для пропекания рыбы поверхность ее в достаточной мере подсыхает, а белок в поверхностном слое мяса рыбы быстро свертывается, чем предотвращается чрезмерное удаление влаги из внутренних слоев рыбы, в результате чего оно сохраняет сочную и нежную консистенцию, но запах и цвет копчености выражены слабее, чем при копчении по классическому режиму.

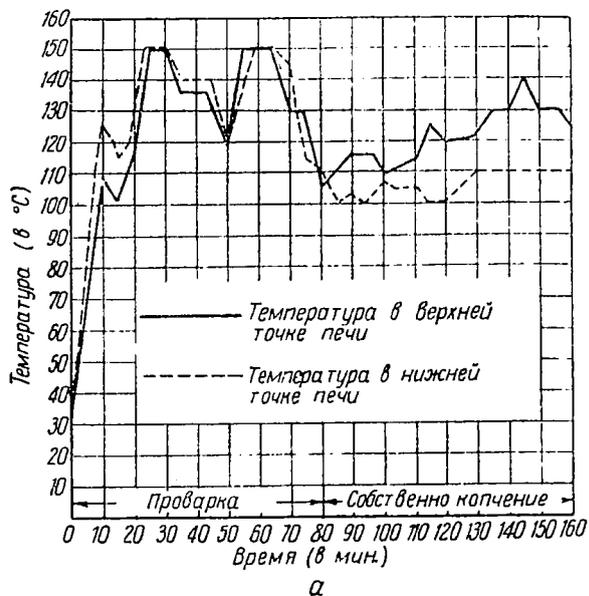
Рыба, выкопченная по методу Е. И. Кулагина, имеет хороший вкус; выход готовой продукции немного увеличивается по сравнению с установленными нормами (на 1%), продолжительность копчения сокращается на 30—40%. На рис. 142 показаны термограммы горячего копчения трески, морского окуня, сига и севрюги по методу Кулагина в камерных печах ленинградского типа [39].

Как видно из рис. 142, Е. И. Кулагин практически полностью выдерживает предлагаемый режим, так как при подъеме температуры в печи все же имеется небольшой период подсушки. На некоторых заводах Латвийской республики внедрен метод копчения полностью без подсушки. Костры дров разжигают ярким пламенем до загрузки рыбы. Загруженная в камеру рыба сразу же подвергается воздействию высокой температуры.

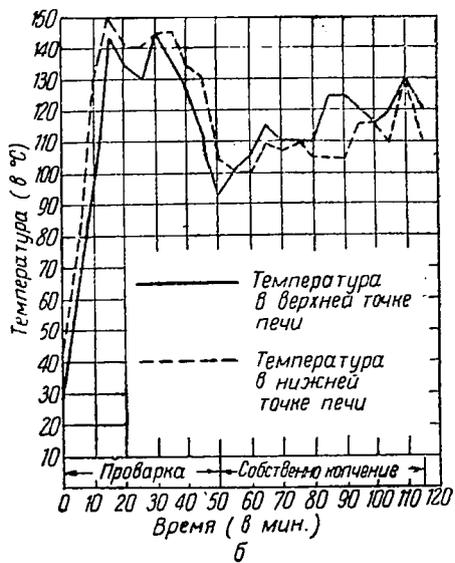
Производственные преимущества метода Кулагина видны из данных табл. 116.

Таблица 116

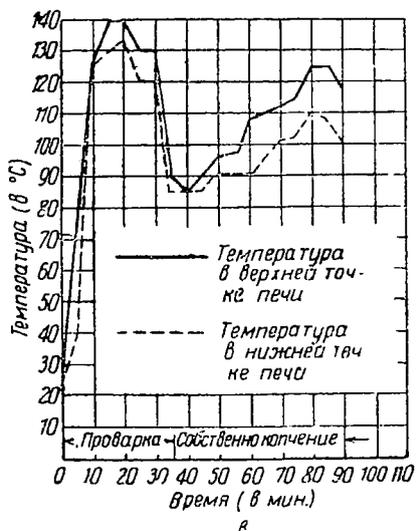
Вид рыбы	Продолжительность процесса в минутах		Количество оборотов копильной печи за смену		Нагрузка на 1 м ² пола копильной печи в кг		Производительность одной копильной печи в рабочую смену			
	по инструкции	по методу Кулагина	по инструкции	по методу Кулагина	по инструкции	по методу Кулагина	по инструкции		по методу Кулагина	
							в кг	в %	в кг	в %
	Морской окунь .	270	115	1,7	4,3	70	83	500	100	1505
Треска	240	160	2,0	3,0	80	97	672	100	1200	183
Сиг	145	90	3,3	5,3	55	57	762	100	1272	166



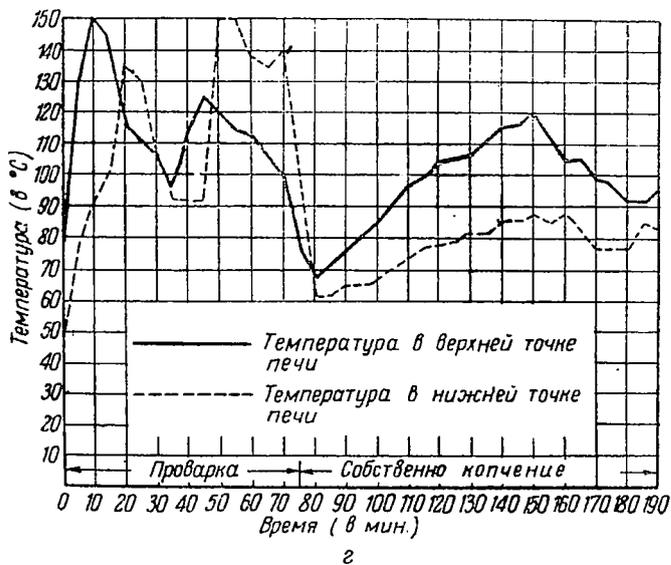
а



б



в



г

Рис. 142. Термограммы горячего копчения рыбы по методу Кулагина:
а—треска; б—морской окунь; в—сиг; г—северюга.

Охлаждение

Охлаждение рыбы после горячего копчения является весьма важной технологической операцией, от которой зависят вкус и выход готовой продукции. После окончания процесса копчения поверхность рыбы имеет температуру, равную температуре копчения или очень близкую к ней, а внутренние слои мяса рыбы — в пределах от 60 до 90° в зависимости от температуры собственно копчения и толщины рыбы. Для того чтобы предотвратить дальнейшее проваривание мяса рыбы и испарение влаги из нее, рыбу следует по возможности быстрее выгружать из камеры и немедленно охлаждать при возможно более низкой температуре воздуха. Задержка выгрузки готовой (выкопченной) рыбы из камеры или тем более охлаждение непосредственно в камере недопустимо, так как нагретые стенки камеры сравнительно долгое время могут служить источником тепла, а поэтому рыба будет крайне медленно охлаждаться и терять при этом большое количество влаги. К тому же это отражается на производительности коптильных камер.

Приведенные ниже полученные нами данные характеризуют уменьшение веса амурского сома в процессе обработки его горячим копчением (вес рыбы в % от веса сырца):

после посола	98,5
после копчения	72,7
после охлаждения	70,3

Готовую рыбу немедленно выгрузили из печи и охлаждали в сравнительно холодном помещении (при 12°). Несмотря на это, вес ее после охлаждения уменьшился на 3,3%.

ОСОБЕННОСТИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ КОПЧЕНЫХ ТОВАРОВ

В настоящее время коптильные предприятия строят главным образом в крупных городах, расположенных в потребляющих районах страны. Работают они на привозном мороженом сырье и соленом полуфабрикате. Производство копченых товаров непосредственно в районах потребления целесообразно, так как предотвращается снижение качества копченых товаров при транспортировке, что особенно важно для рыбы горячего копчения, которая является очень малостойкой и даже при пониженных температурах (около 0°) быстро утрачивает аромат копчености и покрывается плесенью; достигается экономия тары, так как при прочих равных условиях при укупорке рыбы в тару объемный вес отжатой соленой рыбы-полуфабриката (0,9—1,0) больше, чем рыбы холодного копчения (0,5—0,6); копченые продукты могут поступать в магазины в день выработки, т. е. в наиболее свежем виде.

На рис. 143 показан разрез одного из крупных копильных заводов, какие в настоящее время строят в городах. На таком заводе можно вырабатывать рыбу холодного и горячего копчения, а также балычные изделия.

Мороженую рыбу, используемую для приготовления товаров горячего копчения и балычных изделий, направляют в подготовительное отделение, где она оттаивает в специальных ваннах, после чего рыбу разделяют на столах, солят в чанах небольшой емкости, подвешивают в клетки и направляют в камеры горячего копчения.

Соленая рыба, предназначенная для холодного копчения, поступает в аккумулятор и затем в отделение отмочки. Аккумулятор представляет собой помещение для кратковременного хранения небольших партий полуфабриката, предназначенного для обработки. Перед отмочкой рыбу укладывают в контейнеры (ящики) емкостью 50 кг, которые затем при помощи тельфера загружают в чаны. Применение контейнеров позволяет механизировать загрузку и выгрузку рыбы из чана, а также обеспечивает более равномерную отмочку рыбы. Контейнер с отмоченной рыбой устанавливают

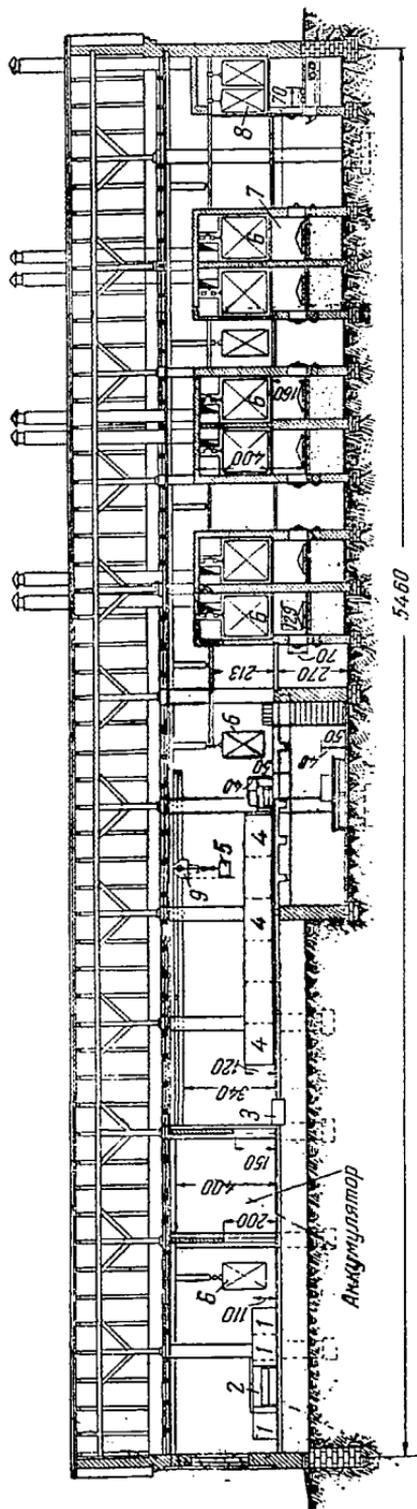


Рис. 143. Продольный разрез одного из современных копильных заводов:

1—ванны для мойки рыбы на горячее копчение; 2—стол для разделки рыбы; 3—рыбоприемные ванны; 4—ванны для отмочки рыбы; 5—контейнер для отмочки рыбы; 6—клетки для рыбы; 7—камеры холодного копчения; 8—камеры горячего копчения; 9—тельфер.

на стол, на котором рыбу нанизывают на рейки; рейки с навешенной рыбой загружают в клетки и направляют в коптильные камеры или в провялочное отделение. Коптильная камера для холодного копчения представляет собой сквозной туннель, вмещающий четыре клетки; камера горячего копчения рассчитана на две клетки.

Клетки с рыбой перемещаются по монорельсу. Готовую продукцию в клетях транспортируют в упаковочное отделение, где клетки разгружают, после чего возвращают обратно в подготовительное отделение.

Горячее копчение балтийской трески

На предприятия Балтийского бассейна треска поступает весьма различных размеров с навеской от 130 г до 9 кг; однако большая часть трески в уловах представлена мелкими экземплярами. Приведенные ниже данные показывают зависимость между весом и длиной у балтийской трески преобладающих в уловах размеров (по данным Г. И. Токаревой).

Длина в см	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70
Вес в г	255—390	310—540	580—700	730—860	1070—1150	1500—1950

По размерам треску делят на пертуй (до 25 см), мелкую (25—35 см), среднюю (35—50 см) и крупную (более 50 см).

Треска, добываемая в период нереста — с апреля по июнь, — обладает наихудшим качеством. В это время она сильно истощена и количество съедобной части (мышц) у нее заметно уменьшено.

По данным Корделя [187], содержание белка в мясе уменьшается с 17,5 до 15,5—16%, а содержание воды достигает 83%. Содержание жира в печени уменьшается с 60 до 42%.

Весовые соотношения отдельных частей тела в процентах от общего веса рыбы показаны ниже (по данным Латвийского отделения ВНИРО):

Тушка	50,1—62,5
Голова	20,1—27,8
Плавники	1,9—3,4
Внутренности	28,0—6,3

В период нереста вес икры у балтийской трески достигает 7,2% от веса рыбы; вес печени колеблется от 2 до 4,1%. Наибольшее количество трески вылавливают в южной части Балтийского моря. Поэтому основная масса ее поступает на предприятия Латвийской и Литовской ССР и Балтгосрыбтреста.

Поступившую на завод треску потрошат, моют и солят в крепком тузлуке в течение 20—30 мин. Затем рыбу нанизывают через затылочную кость на металлические или деревянные шомпола, укладывают на тележки и транспортируют к коптильным печам. С тележек рыбу перекадывают на рамы или в клетки

в зависимости от конструкции печи. На раме треску развешивают в один ряд, а в клетки — в два или три ряда.

Процесс копчения трески имеет ряд особенностей в зависимости от конструкции печи и назначения копченого продукта.

При выработке товарной копченой трески мясо ее должно быть влажным и сочным, а поверхность рыбы коричневой или темно-коричневой, с заметно выраженным запахом копчености.

При изготовлении полуфабриката для консервного производства рыбу немного пересушивают, с тем чтобы предотвратить

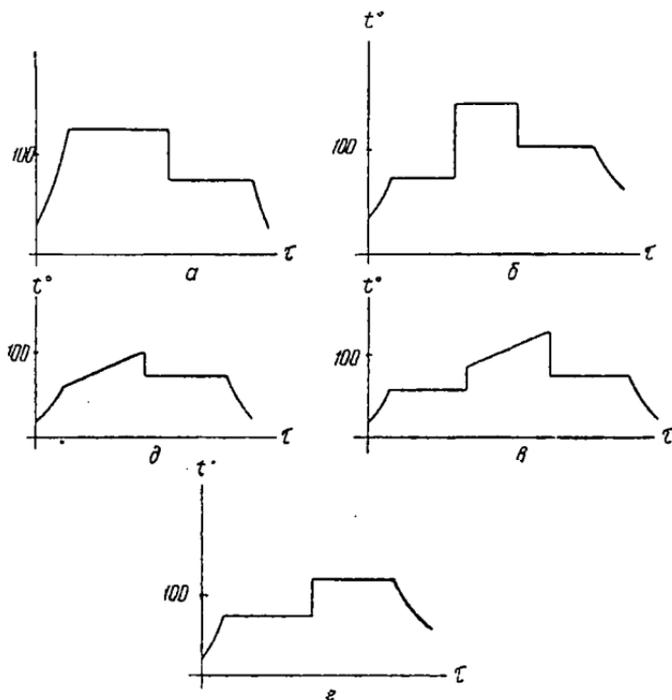


Рис. 144. Температурные режимы горячего копчения балтийской трески:
 τ —время; t —температура дыма.

выделение воды из рыбы в масло при стерилизации консервов (отстой). Кроме того, следят, чтобы поверхность рыбы имела светлый коричневый или желтый цвет (рыбу недокопчивают), так как в процессе стерилизации она несколько темнеет.

На рис. 144 показаны принятые режимы копчения балтийской трески.

Режимы **б** и **в** следует считать наиболее совершенными; однако копчение трески по ним возможно только в таких печах, в которых можно быстро и точно изменять температурный режим (например, печь конструкции Цукурса и Кромбергса). Следуя указанным режимам, подсушку трески следует проводить при температуре не выше 80° , причем надо быстро удалять водяные пары из коптильной печи.

Пропекание по режиму б обеспечивает получение наиболее сочного копченого продукта, так как при быстром подъеме температуры до 150—170° как бы обжигается поверхностный слой мяса рыбы и оно делается плохопроницаемым для водяных паров. Этот режим следует применять для производства товарной копченой рыбы.

Пропекание по режиму в дает менее сочный, более сильно подсушенный продукт, так как в этом случае температура в печи поднимается сравнительно медленно, что способствует удалению из рыбы довольно значительного количества воды. Конец пропекания устанавливают по сухой, напоминающей пергамент коже, побелевшим глазам, сухому хвостовому плавнику; мясо должно побелеть и легко отделяться от позвоночника, но в нем еще будет чувствоваться привкус сырости.

Пропекание рыбы необходимо во всех случаях вести при непрерывном и быстром удалении водяных паров из коптильной печи.

Собственно копчение рыбы производится при температуре 110—130° и большом количестве дыма, заполняющего печь. В это время шиберы в вытяжных трубах печи должны быть полностью закрыты или слегка приоткрыты для удаления водяных паров.

Расход дров при горячем копчении балтийской-трески в камерных печах составляет 0,5 кг, а опилок 0,1 кг на 1 кг свежей рыбы; загружаемой в печь.

Холодное копчение частиковых рыб в камерных коптильных печах в Волго-Каспийском бассейне¹

Для холодного копчения в основном используют частиковых рыб. На коптильные предприятия поступает полуфабрикат различной солености. Следует по возможности избегать приготовления копченых товаров из крепкосоленого полуфабриката, так как они не отличаются хорошим вкусом. Для копчения соленую рыбу обычно не разделявают и после сортировки направляют прямо на отмочку.

Отмачивают рыбу до содержания соли в мясе 5—8%. Продолжительность отмочки крепкосоленой рыбы (в часах) составляет:

Лещ	20—25
Кутум и жерех	25—30
Вобла, чехонь и тарань	14—16

¹ При написании этого раздела в значительной мере использованы результаты экспериментальных работ заводских лабораторий Волго-Каспийского госрыбтреста (1947—1949 гг.).

Рыбу с содержанием соли до 12% (специальный посол) отмачивают не более 8 час. Во время отмочки вес рыбы увеличивается.

В зависимости от вида рыбы, условий производства и других причин, отмоченную рыбу нанизывают на шпагат, шипы или прутки (шомпола), после чего провяливают на открытом воздухе, в коптильных или специальных сушильных камерах. Выбор способа провяливания зависит от времени года, состояния погоды и производственных условий.

Продолжительность провяливания в естественных условиях составляет 2—4 суток или более в зависимости от погоды. Изменение веса и химического состава леща и воблы при провяливании характеризуется данными табл. 117.

Таблица 117

Вид рыбы	Содержание в мясе рыбы в %				Убыль в весе в % от веса отмоченной рыбы	Продолжительность вяления в часах
	перед вялением		после вяления			
	соль	вода	соль	вода		
Лещ	7,42	73,8	9,38	66,9	—	92
Вобла крупная	7,01	67,3	9,64	62,5	15,9	62

Подвяленную рыбу направляют в коптильные камеры. Количество загружаемой рыбы на 1 м² площади камеры зависит от размеров рыбы и способа нанизывания (табл. 118).

Таблица 118

Навеска рыбы в г	Норма загрузки рыбы на 1 м ² пола камеры в кг при нанизывании	
	на крючках	на прже
70—100	50	50
100—200	75—90	75—90
200—300	—	100
300—400	110	80
400—600	125	100
600—1000	150	125
Более 1000	200	150

Коптится рыба при температуре 25—40° в течение 40—70 час. в зависимости от ее размеров. Для обычных промысловых

коптилок расход опилок на 1 ц готовой продукции зимой составляет 78 кг, весной 55 кг и летом 33 кг.

Изменение веса и химического состава рыбы при копчении леща и воблы показано в табл. 119, из данных которой видно, что вобла в процессе копчения была несколько пересушена; нормальной влажностью следует считать 53—55%.

Т а б л и ц а 119

Вид рыбы	Содержание в мясе рыбы в % на сырое вещество				Убыль в весе рыбы в % от веса солевой отмочной рыбы
	до копчения		после копчения		
	соль	вода	соль	вода	
Лещ	9,38	66,9	12,04	54,7	—
Вобла крупная	9,64	62,5	15,48	51,2	35,4

Готовую копченую продукцию сортируют по размерам и качеству и упаковывают в ящики.

Холодное и горячее копчение барабули

Барабуля (иначе султанка) обитает в Черном и Азовском морях и является предметом промысла в период с апреля по июнь и с августа по январь. Наибольшие уловы бывают в октябре и ноябре. Обычная длина (зоологическая) барабули 11—15 см, вес 30—40 г. Тело барабули покрыто довольно крупной легко спадающей чешуей, голова очень большая, длина тушки не превышает 60% зоологической длины.

Соотношение веса отдельных частей тела у барабули, по данным ВНИРО, в среднем следующее (в % от веса целой рыбы):

Тушка	63,5	Чешуя	1,6
Мясо	52,7	Голова	24,5
Кости и плавники	9,3	Внутренности	5,5

Весной вес внутренностей у барабули достигает 11,5%.

Барабуля, особенно осеннего улова, имеет жирное, нежное и вкусное мясо. По данным ВНИРО, мясо барабули содержит в среднем: влаги 64,3%, жира 17,4%, белка 15,5% и золы 1,5%. Мясо барабули не имеет межмышечных костей; жир у нее сосредоточен главным образом под кожей и имеет оранжево-желтый цвет. Из барабули наиболее целесообразно готовить

товары горячего и холодного копчения, а также консервы в масле (типа сардин).

Холодное копчение барабули осуществляется следующим образом¹. Свежую рыбу моют в тузлуке с удельным весом 1,10—1,14. Мыть рыбу в воде нежелательно, так как при этом с нее спадает чешуя и под жаберными крышками скапливается вода, которая в дальнейшем задерживает просаливание жабр.

Затем рыбу на столах перемешивают с сухой солью помола № 2 и 3 в количестве 20% к весу рыбы и ссыпают в небольшие чаны или ванны. Посол продолжается 2—3 суток в зависимости от жирности и размера рыбы. Посоленную рыбу промывают в воде и затем отмачивают в небольших чанах с водой. Продолжительность отмочки не превышает 24 час., причем через каждые 4 часа делают трех-четырёхчасовые передышки, потому что повышенное содержание жира в мясе рыбы задерживает диффузию соли из внутренних слоев к поверхности. По этой причине выравнивание содержания соли по толщине рыбы происходит медленно.

После отмочки рыбу ополаскивают в воде и нанизывают за затылочную кость на шипы реек. Копчение рыбы продолжается 30—35 час., из которых 12—15 час. занимает подсушка рыбы при температуре 20—25° и 18—20 час. — собственно копчение при температуре 30—35°. По данным В. М. Кривенко, при холодном копчении на 100 кг барабули расходуется 35 кг опилок и 6 кг стружек. Барабуля холодного копчения имеет плотное мясо с приятным запахом и вкусом; позвонки хребтовой кости у нее легко разжевываются.

Для горячего копчения барабулю после мойки в слабом тузлуке солят смешанным посолом, для чего ее перемешивают с солью (дозировка соли 7% к весу рыбы), заправляют в чан и заливают крепким тузлуком. По мнению К. С. Дидрова, смешанный посол способствует лучшему, более равномерному просаливанию барабули, чем тузлучный. Продолжительность посола 2,5—5 час. в зависимости от размера и жирности рыбы. Посоленную рыбу ополаскивают в пресной воде (до полного удаления тузлука с поверхности рыбы), после чего нанизывают на шипы реек за затылочную кость и затем загружают в копильную камеру. Рейки с рыбой в камере размещают в восемь-десять рядов по высоте в шахматном порядке. Режим копчения следующий: подсушка 0,5—1 час при температуре 50—60°; пропекание 1 час при температуре 50—70°; собственно копчение 1—1,5 часа при температуре 70—80°. По данным В. М. Кривенко, при горячем копчении на 100 кг барабули расходуется 12,5 кг опилок, 8 кг дров и 3 кг стружек. Барабуля горячего копчения отличается очень хорошим вкусом.

¹ Описание технологического процесса горячего и холодного копчения барабули дано по методу мастера К. Д. Дидрова.

Горячее копчение сига, муксуна, омуля и пеляди ¹

Химический состав мяса этих рыб заметно различается в зависимости от района и сезона лова, что необходимо учитывать при их обработке; для горячего копчения следует использовать преимущественно упитанную рыбу.

Продукт получается значительно вкуснее, если рыба поступает в обработку в неразделанном виде. Промытую в пресной воде рыбу засаливают смешанным посолом в обрезках или ваннах вместимостью 500—1000 кг. При посоле рыбу пересыпают по рядам солью помола № 1 и 2 в количестве 8—10% к весу рыбы, а затем заливают насыщенным тузлуком до появления его в верхних рядах рыбы в ванне. Посол длится 1—4 час. в зависимости от размера, способа разделки и упитанности рыбы и температуры тузлука; содержание соли в мясе посоленной рыбы должно составлять 1,5—2,5%.

Вынутую из посолочной ванны рыбу промывают в пресной воде, вставляют в тело деревянную шпильку и обвязывают шпагатом. В случае, если рыба потрошенная, стенки брюшка раздвигают шпонками, из которых одну вставляют посредине брюшка, а другую ближе к хвостовой части. Обвязанную рыбу подвешивают попарно на рейки, головами вниз и подвяливают на воздухе в течение 4—16 час.; окончание подвяливания определяют по высохшей поверхности рыбы. -

Подвяленную рыбу помещают в камеры, где вначале пропекают при 100—115° в течение 1—2 час., а затем обрабатывают дымом столько же времени при 90—100°.

Копченую рыбу убирают в небольшие деревянные ящики вместимостью до 20 кг, выстланные пергаментом.

Холодное копчение ряпушки ²

Ряпушку солят в насыщенном тузлуке, взятом в количестве, равном весу рыбы; в верхние ряды рыбы в чане добавляют сухую соль. Посол длится 20—30 час. в зависимости от температуры тузлука; для равномерного просаливания рыбы по высоте чана тузлук два-три раза перекачивают. Посоленная рыба должна содержать не более 6% соли. После посола рыбу ополаскивают в пресной воде, причем для удаления излишка соли из верхних слоев мяса ее выдерживают в воде 30—45 мин., затем нанизывают на крючки реек за затылочную кость и подвяливают на воздухе.

При наличии ветра и температуре воздуха выше 20° подвяливание длится обычно 16—24 час.; при более низкой температуре или отсутствии ветра продолжительность подвяливания

¹ Раздел написан по материалам К. А. Башкирова.

² Раздел написан по материалам К. А. Башкирова.

увеличивается до 36 час. В сырую и дождливую погоду рыбу подсушивают в камерах.

Подвяленная рыба должна иметь сухую кожу, несколько уплотненное мясо и сухой хвост. Степень подвяливания зависит от требований, предъявляемых к готовому продукту. При желании получить более стойкую продукцию рыбу подвяливают сильнее; для быстрой реализации рыбу подсушивают меньше, обращая главное внимание на сухость кожи.

В коптильной камере рейки с рыбой размещают в шахматном порядке. Процесс копчения продолжается 20—36 час. при температуре дыма не выше 25°.

После копчения рыбу охлаждают на специальных вешалах или на столах; охлажденную рыбу снимают с реек и сортируют, одновременно протирая тряпочками или губками, смоченными в растительном масле или рыбьем жире.

Рассортированную рыбу укладывают в ящики или коробки вместимостью не более 20 кг, выстланные пергаментом или оберточной бумагой. Рыбу укладывают рядами, брюшком вверх, головками к стенкам.

Приготовление копченых балычных изделий из осетровых рыб и белорыбицы¹

Копченые балычные изделия готовят из белорыбицы, осетра и белуги. Белорыбицу и осетра разделяют на балык и тешу, а белугу — на боковник. Особенно трудоемка разделка белуги. После потрошения и мойки рыба поступает на рыбо-разделочный стол, на котором у нее отрубают голову, удаляют жучки и плавники, а затем разрезают тело на поперечные куски одинаковой длины — тюльки (согласно стандарту, длина кусков должна быть не менее 20 см). Операцию эту выполняют ножами-секачами. Каждую тюльку разрезают вдоль на две половинки, очищают от пленки с жировыми скоплениями (маски) и почек. У половинок тюльки отрезают тонкие брюшные части (филейчики), после чего тюльки режут вдоль на несколько кусков примерно одинаковой толщины. Отходы при разделке белуги на боковник составляют до 53% к весу потрошенной рыбы. Нарезанные боковники тщательно моют в воде и затем охлаждают до 2—4°.

На охлаждение половинок расходуется 16—20% соли и 60% льда. Охлажденную рыбу солят сухим посолом. Боковники каждый отдельно натирают солью помола № 3 и обваливают в ней, после чего рядами укладывают в ванну, следя за тем, чтобы они не соприкасались между собой. Предварительно в ванну насыпают тонкий слой соли. Уложенный ряд боковников и про-

¹ Раздел написан с учетом опыта работы балычных цехов предприятий Волго-Каспийского треста.

странство между ними засыпают слоем соли. Затем в таком же порядке укладывают следующий слой рыбы. Обычно в ванны укладывают до пяти рядов боковника. По истечении суток, когда поверхностные слои боковников отдадут значительное количество влаги и немного просолятся, в ванну наливают насыщенный тузлук с температурой 8—10°.

Продолжительность посола 5—7 суток; содержание соли в боковниках после посола не должно превышать 12%. Посоленные боковники моют в тузлуке и затем оставляют лежать на воздухе (без тузлука) для выравнивания солёности в течение 2—3 суток при температуре 8—10°.

После этого боковники отмачивают в воде в течение 2—3 суток, моют, навешивают на рейки и помещают в копильную камеру для подвяливания и копчения.

Подвяливание (подсушивание) продолжается 2 суток, а копчение 3 суток при температуре 28—30°. После копчения боковники сортируют, тщательно проверяя качество каждого экземпляра, пломбируют с двух концов и упаковывают в ящики. Мясо боковников белуги холодного копчения имеет довольно хороший вкус.

Технология приготовления балыков и теши из белорыбцы и осетра мало отличается от приготовления боковников из белуги. При посоле после охлаждения поверхность балыков сильно натирают от хвоста к голове солью для удаления слизи и ускорения просаливания рыбы.

Общий расход соли при посоле составляет 35% к весу рыбы. В ванну для посола балыки (теши) кладут срезом вверх. При таком способе легче уложить рыбу в ванне правильными рядами; кроме того, соль с разрезов рыбы не сыпается, а образующийся тузлук не стекает.

Коптят балыки при низкой температуре: осетровые при 22—24°, а белорыбьи при 20—22°.

Мясо белорыбьих балыков имеет очень нежную, но слоистую консистенцию, а осетровых — более плотную.

Холодное копчение тихоокеанских лососей¹

Для холодного копчения используют главным образом кету и красную, реже чавычу, горбушу и кижуча.

На балык рекомендуется разделять рыбу длиной не менее 40—50 см; более мелкую следует коптить в потрошеном виде (горбуша, кижуч), а рыбу больших размеров — разделять на боковник. Приготовление копченых товаров из тихоокеанских лососей на заводах, расположенных в местах добычи рыбы, осуществляется следующим образом.

¹ Раздел написан на основании опыта работы копильных цехов предприятий Дальнего Востока.

Принятую на завод рыбу разделяют на балык, тешу или поротую колодку, в редких случаях — на боковник. При разделке на балык применяют промысловую резку, головы оставляют, вырезая из них жабры¹. После тщательной мойки рыбу солят охлажденным посолом; перед укладкой в чан каждый экземпляр балыка или боковника натирают солью и обваливают в ней.

Балыки, тешу и боковники солят отдельно. Техника посола рыбы для копчения не отличается от приготовления обычных соленых товаров.

Лед для охлаждения рыбы при посоле надо дробить очень мелко (снежный лед) во избежание повреждения мяса, которое у лососевых очень нежное и слоистое (легко распадается по септам). Солят рыбу до содержания соли в мясе 8—10%, на что в зависимости от размера рыбы, способа разделки и условий посола требуется 5—15 суток (табл. 120).

Таблица 120

Способ разделки рыбы	Продолжительность посола в сутках	
	охлажденный посол в леднике-выходе	охлажденный посол в обычном посольном цехе
Колодка поротая . . .	12—15	10—12
Балык	10—12	8—10
Полубалык	7—9	5—8
Боковник	6—9	6—7

Минимальные сроки посола, указанные в табл. 120, применяют тогда, когда стоит прохладная и сухая погода (осенью), а также в том случае, если имеется возможность хранить соленый полуфабрикат в охлаждаемых помещениях (ледники, ледники-выхода) или если его немедленно направляют на копчение. После посола рыбу, направляемую сразу на копчение, следует тщательно промыть в воде, а закладываемую на хранение в бочки или чан — в крепком тузлуке. Перед копчением соленую рыбу отмачивают в воде с температурой до 10° в ваннах с ложным решетчатым дном; воду в ваннах охлаждают льдом. Отношение веса воды к весу рыбы должно быть 1,5:1.

Через 10—12 час. после начала отмочки рыбу переукладывают с таким расчетом, чтобы верхние ряды рыбы после переукладывания оказались нижними. Во втором чане рыбу отмачива-

¹ В теплое время года голову удаляют, оставляя только у приголовка хрящ (так называемая резка на глаз).

ют до нужного содержания соли. Во время отмочки через каждые 3—4 часа воду из чана спускают, рыбе дают 30-минутную передышку. Продолжительность отмочки зависит от размеров рыбы и содержания в ней соли, но не превышает 2 суток. Содержание соли в рыбе после отмочки должно быть в пределах 5—7%.

После отмочки рыбу тщательно моют щетками, а затем нанизывают на шпагат или накальвают на шипы реек. Предпочтительно применять нанизывание рыбы на шпагат, так как в этом случае она лучше провяливается и коптится. Тешу в развернутом положении накальвают на два шипа, чтобы при вялении и копчении она не свернулась. Нанизанную рыбу развешивают на вешала, располагаемые под навесом или в чердачном помещении коптильных заводов. Продолжительность вяления при благоприятной погоде: балыков 3 суток, боковников 2 суток, тешы 1 сутки. В период дождей и туманов рыбу при помощи горячего угля или тлеющих дров подсушивают в коптильных камерах.

Копчение рыбы в зависимости от ее вида и способа разделки следует проводить по режиму, указанному в табл. 121.

Таблица 121

Способ разделки рыбы	Вид рыбы	Режим копчения	
		температура в °С	продолжительность в сутках
Колодка поротая	Горбуша	26—30	2,0—2,5
Балык	Кета	18—24	3,0—4,0
	Нерка	18—24	3,0—3,5
	Кижуч	24—28	2,5—3,0
Теша	Кета	26—30	2,0—2,5
	Нерка	26—30	2,0—2,5
Боковник	Кета	28—32	2,5—3,0
	Нерка	28—32	2,5—3,0
	Кижуч	30—32	2,0—2,5

Коптить лососевых рыб при температурах более высоких, чем указано в табл. 121, рискованно, так как могут образоваться дефекты (подпарка, скисание). К повышению температуры особенно чувствительна рыба, разделанная на балык и колодку.

Готовый копченый продукт должен иметь коричнево-золотистую окраску, уплотненное мясо и ясно выраженный запах и

вкус копчености; содержание влаги должно быть 50—52% и соли 8—12%.

Для получения более стойкого продукта, предназначенного для длительной транспортировки или хранения, продукт после копчения дополнительно провяливают или просушивают в коптильных камерах до содержания влаги 46—48%, на что в зависимости от способа разделки рыбы требуется 6—10 суток.

Копченые полуфабрикаты из тресковых и сельдевых рыб

Для приготовления этих товаров используют мелкую треску, пикшу и атлантическую сельдь. Рыбу разделяют на филе, тщательно моют и солят 10—12 мин. в насыщенном растворе соли. В солевой раствор часто добавляют краситель, который после копчения придает рыбе красивый желто-лимонный цвет. По окончании подсаливания филе накалывают на рейки и в течение 4—6 час. подсушивают, после чего загружают в коптильные камеры и подвергают холодному копчению в течение 6—7 час. Содержание соли в готовой продукции составляет 4—5%. Продукт после изготовления немедленно реализуют, так как он не выдерживает длительного хранения. Этот вид продукта распространен в некоторых странах (Англия, Норвегия и др.), и производство его намечается в нашей стране.

ГЛАВА XIV. МЕТОДЫ СКОРОСТНОГО КОПЧЕНИЯ РЫБЫ

В течение многих лет попытки создать механизированные устройства непрерывного действия для копчения рыбы оканчивались неудачей, основной причиной которых было то, что эти устройства создавали на основе старой технологии (старых методов) копчения. Чтобы обеспечить довольно продолжительный цикл горячего копчения рыбы (даже мелкой), приходилось создавать громоздкие устройства со сложной кинематикой, которые по производственно-экономическим показателям не могли конкурировать с обычными коптильными печами.

Только после второй мировой войны у нас в стране и за границей начинают делать попытки создания коптильных устройств на совершенно новых физико-химических принципах копчения. При этом инженерно-технические и научные работники ставили задачу сокращения продолжительности процесса копчения до нескольких минут, так как только при этих условиях можно создать коптильные устройства непрерывного действия.

Исследования проводили в двух направлениях: использование электрокинетических свойств дыма и вязкости дистиллята (коптильной жидкости), полученного после сухой перегонки дерева. В результате этих исследований появились два новых скоростных метода копчения — электрокопчение и мокрое копчение.

Работы по электрокопчению рыбы были начаты на Киевском (М. И. Калитина и А. А. Калитин) и Московском (Иванов и Скорецкий) рыбокомбинатах в 1948—1949 гг. В 1951 г. исследования на Московском рыбокомбинате были прекращены, так как разработанная технология и конструкция аппарата не дали положительных результатов.

На Киевском рыбокомбинате гг. Калитинными с помощью Киевского политехнического института (В. Н. Огиевский) и Института общей и неорганической химии АН УССР (А. В. Думанский) удалось получить обнадеживающие результаты, а потому работы на нем с каждым годом расширялись.

С 1951 г. к работам по электрокопчению на Киевском рыбокомбинате были привлечены сотрудники ВНИРО. Вначале эти работы проводились под методическим руководством В. Н. Под-

севалова, а с 1953 г. — автора данной книги. Значительную помощь с 1954 г. изобретателям оказывал Киевский технологический институт пищевой промышленности (И. С. Павлов). С 1955 г. к работе над этой проблемой были привлечены также Ленинградский филиал ВНИРО (В. А. Солнник, О. П. Грецкая, Н. Н. Сахарова).

Первые работы по применению копильной жидкости для производства копченой рыбы были проведены в 1932 г. в Ленинграде. Сущность разработанного в то время мокрого копчения заключалась в следующем. Тщательно вымытую рыбу загружали в чан, наполненный тузлуком, содержащим 5—6% копильной жидкости (от веса тузлука). При просаливании рыба одновременно пропитывалась продуктами сухой перегонки дерева. Когда соленость рыбы достигала 6—7%, ее промывали в чистом тузлуке, также содержащем копильную жидкость, и направляли на вяление. При достижении требуемой влажности (согласно требованию ГОСТов) рыба приобретала запах и вкус, напоминающий копченую рыбу, но по цвету она совершенно не соответствовала копченой рыбе.

Поэтому рыба, приготовленная мокрым копчением, тогда в промышленности получила название белой копченки. В то время (1932—1940 гг.) этот способ копчения не получил распространения, так как даже при непродолжительном хранении запах и вкус копчености у такой рыбы исчезал. Кроме того, отсутствие характерной для копченой рыбы коричнево-золотистой окраски лишало ее одного из основных качеств, на которое потребитель обращает большое внимание.

В 1955 г. на мокрое копчение рыбы вновь было обращено внимание, и над решением этой проблемы начала работать группа специалистов Института народного хозяйства им. Плеханова и Московского рыбокомбината (руководитель группы И. И. Лапшин).

Используя опыт работы по электрокопчению, указанная группа специалистов разработала новую оригинальную технологию мокрого копчения рыбы.

В Канаде применяется мокрое (бездымное) копчение (фумерзия) рыбы и других пищевых продуктов с использованием для этой цели так называемого дымового масла — фумеоль.

В СССР и США, Западной и Восточной Германии, Англии, Румынии, Польше, Канаде, Японии и Чехословакии ведутся работы по созданию устройств и целых агрегатов по электрическому и мокрому копчению рыбы и мяса млекопитающих, а также различных рыбных и мясных изделий (колбасы и т. п.). Как нам известно, наиболее законченные промышленные конструкции электрокопильных устройств для мяса и рыбы имеются в СССР, Западной Германии, США, Румынии, а устройства для мокрого копчения рыбы — только в СССР (Московский рыбокомбинат).

Разработка теории электрического и мокрого копчения отстает от создания электрокопильных устройств и в настоящее время уже является серьезным тормозом в дальнейшем решении этой проблемы. Как нам известно работы по изложению некоторых теоретических положений электрокопчения рыбы и мяса ведутся в США, СССР, Польше, Чехословакии и Англии.

ЭЛЕКТРОКОПЧЕНИЕ

Работая над проблемой электрокопчения рыбы, мы рассмотрели многие исходные положения обычного копчения.

По теории электрокопчения рыбы накоплено еще недостаточно экспериментального материала; тем не менее используя данные, полученные в опытном цехе Киевского рыбокомбината, а последние два года — и в Ленинградском институте механизации рыбной промышленности, мы можем только в самых общих чертах изложить основные теоретические положения электрокопчения рыбы.

Некоторые теоретические положения электрокопчения рыбы

В копильном производстве дым получают при очень ограниченном доступе воздуха к тлеющим опилкам или кускам дерева. Полученные при разложении древесины продукты разделяются на четыре группы: уголь, смолы, водный дистиллят и газы. Все эти продукты в том или ином количестве встречаются в дыме, который представляет собой комплекс разнообразных веществ, находящихся в твердом, капельножидком и газообразном состоянии.

В твердом состоянии в дыме находятся уголь и часть смол. Мелкие частицы угля и золы придают дыму темно-серый цвет; эти частицы, осаждаясь на рыбе, окрашивают ее поверхность в темные грязные тона (сажа), поэтому при копчении необходимо принимать меры, предотвращающие попадание частиц угля в дым.

Смолы представляют собой сложную смесь многочисленных органических соединений и могут присутствовать в дыме в капельножидком и твердом состоянии. Состав смолы в дыме зависит от породы и условий разложения древесины и условий подачи дыма к рыбе. Наиболее важными составными частями смолы являются углеводороды и фенолы. Смолы придают поверхности рыбы окраску, блеск, а также частично и запах за счет некоторых веществ, растворенных в смоле или адсорбированных на поверхности ее частиц. Смолы играют решающую роль при образовании пленки из копящихся веществ дыма на поверхности рыбы.

Вещества, входящие в состав водного дистиллята, находя-

щиеся в дыме в капельножидком состоянии — спирты, кислоты, альдегиды, кетоны, углеводороды, эфиры, фенолы, — придают рыбе специфический запах и вкус. В большинстве эти вещества бесцветны, но при окислении многие из них приобретают темную окраску.

К неконденсируемым газам относятся газы, входящие в состав воздуха (O_2 , H_2 , N_2) и образующиеся при сгорании древесины (CO , CO_2 , CH_4 , C_2H_4). Неконденсируемые газы, входящие в состав воздуха, в результате ионизации являются источниками электризации частиц дыма, что имеет большое значение для процесса осаждения дыма на поверхности рыбы.

Таким образом, дым представляет собой сложную аэродисперсную систему, которую в известной мере можно рассматривать как аэрозоль. Эта система состоит из дисперсионной среды (неконденсируемые газы) и дисперсной фазы (смолы и вещества, входящие в состав дистиллята). В зависимости от температуры дыма меняется соотношение разных фаз в нем.

По температуре дым для копчения можно разделить на три типа: с низкой (до 40°), умеренной ($40-70^\circ$) и высокой температурой (более 120°).

Чем выше температура дыма, тем более темной и тусклой получается окраска рыбы при копчении.

На состав дыма большое влияние оказывает влажность древесины (табл. 122).

Т а б л и ц а 122
(по В. А. Солинек)

Составные части	Влажность древесины в %		
	45	30	16
Смола в $г/м^3$	8,7	9,3	10,8
Сажа и зола в $мг/м^3$	240	—	80
Относительная влажность в %	31	22	20
Конденсируемые вещества в $мг/м^3$	180	150	140
Фенолы в конденсате в $мг/л$	2056	2443	2600

Как видно из данных этой таблицы, дым, полученный при сжигании более влажных дров, содержит меньше смол и фенолов, но больше сажи и конденсируемых веществ.

Термическое разложение древесины начинается при 110° . При этой температуре из древесины вместе с испаряющейся водой начинает выделяться немного смолы. При 200° и выше происходит разложение клетчатки с выделением неконденсиру-

емых газов и паров органических веществ. Наиболее интенсивное выделение смол происходит при 350—450°.

Вести разложение древесины при температуре выше 400° не следует, так как в этих условиях начинают образовываться высокомолекулярные полициклические соединения, обладающие жгучим и горьким вкусом, а также вредные для человеческого организма (спиридин, терпены, бензпирены).

Выше было указано, что коптильный дым является многофазной коллоидной системой (аэрозолем); кроме того, его можно считать одновременно туманом, так как в нем содержится много веществ в парообразном и капельножидком состоянии.

Возникает вопрос, каким образом может существовать такая сложная коллоидная система, как коптильный дым. В первую очередь это следует объяснять влиянием теплового броуновского движения частиц. Стойкость дыма зависит от степени дисперсности, а также от образования вокруг частиц ионной сферы и заряда.

Для частиц дыма характерной электрической величиной является заряд частицы, образующийся под влиянием адсорбции ионов неконденсируемых газов, контакта двух фаз, действия ионизирующих факторов (ультрафиолетовых и космических лучей радиоактивных веществ и т. п.).

Дым в начале образования содержит весьма мало заряженных частиц, но количество их быстро возрастает.

В туманах и дыме бывает заряжено минимум 22% частиц. Среди жидких частиц соотношение отрицательных и положительных частиц примерно одинаково. Среди твердых частиц больше отрицательно заряженных. При диспергировании, т. е. разбавлении дымов воздухом, количество заряженных паробразных частиц достигает 69%, а твердых 98,6%*.

В коптильном дыме, безусловно, имеют место явления диспергирования и трения. Поэтому коптильный дым следует относить к частично заряженным аэросистемам. Однако в целом коптильный дым, по-видимому, электронейтрален, и это определяет его неустойчивость, в частности склонность частиц дыма к агрегатированию, следствием чего является нарушение равновесия системы.

По описанию Думанского [61], электрически заряженная коллоидная частица гидрозоля может иметь довольно сложное строение и состоять из ядра в твердом или жидком состоянии, мономолекулярного адсорбционного слоя, жидкостной оболочки, прочно связанного ионного слоя и диффузной ионной сфе-

* Новые идеи в области изучения аэрозолей, Сборник статей, АН СССР, 1949.

ры, противоположной заряду частиц. Частица аэрозоля имеет менее сложное строение.

Рассмотрим отдельно условно неподвижную частицу дыма, входящую в состав дисперсной фазы (рис. 145, а).

Частица дыма состоит из имеющей заряд твердой или жидкой основы с адсорбированными атмосферными ионами и жидкостной оболочкой, в которой также могут находиться ионы. В сфере этой частицы могут находиться молекулы воды, кислоты и т. д.

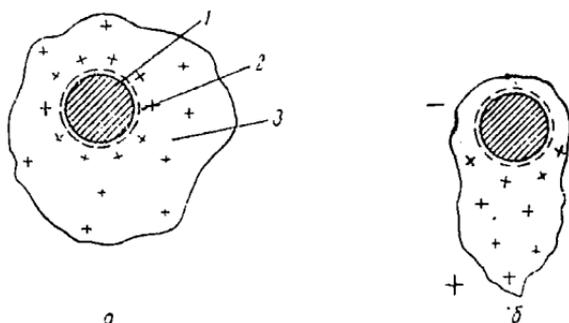


Рис. 145. Строение частицы дыма:
а—в неподвижном состоянии; б—в движении; 1—
ядро; 2—мономолекулярный адсорбционный слой;
3—жидкостная оболочка.

В результате движения частицы «шубка» (жидкостная оболочка) сползает и частица обнажается, вследствие чего образуется диполь, который может ориентироваться в электрическом поле и реагировать на электрическое воздействие (рис. 145, б). Таким образом, в процессе движения частицы дыма приобретают электрическую активность, могут реагировать между собой и осаждаться на поверхности (например, рыбы), имеющей противоположный заряд. Заряженные частицы дыма могут обладать электрической активностью и в недеформированном состоянии.

Белки рыбы являются диполями, и свободные концы их, выдвигаясь на поверхность рыбы, образуют как бы частокон, состоящий из концов белковых молекул, имеющих определенный заряд. Таким образом, на поверхности рыбы имеется электрическая, или, точнее, микроэлектрическая зона. Частицы дыма в процессе движения приобретают заряд, и, как говорилось выше, деформируются, образуя диполи, и, таким образом, при соприкосновении с заряженной поверхностью рыбы при определенных условиях могут оседать на ней.

Частицы дыма заряжаются за счет осаждения ионов на поверхности частиц¹. Такие частицы под влиянием электроста-

¹ По Б. Л. Шнейерсону, Электрическая очистка газов, Металлургиздат, 1950.

тических сил могут осаждаться в недеформированном состоянии.

Дым является весьма неустойчивым аэрозолем, который быстро меняет свои свойства под влиянием физико-химических факторов. Эти изменения происходят в результате окисления, агрегации, полимеризации и конденсации входящих в состав дыма веществ. Например, высокомолекулярные соединения, выделяясь в момент дымообразования в капельножидком состоянии, затем по мере своего движения и понижения температуры быстро твердеют. Транспортировка дыма на большие расстояния в значительной мере ухудшает его коптящие свойства. Идеальным случаем следует считать такой, когда зона дымообразования находится непосредственно в рабочем пространстве коптильного устройства.

При обычном копчении процесс осаждения дыма на поверхности рыбы осуществляется под влиянием разности температуры дыма и рыбы, приводящей к конденсации паров воды и других летучих веществ на поверхности рыбы, прилипания твердых частиц дыма к клейкой поверхности рыбы и действия электрических сил.

При обычном копчении фактор конденсации играет значительную роль в процессе осаждения дыма на поверхности рыбы, особенно в начале процесса.

Немаловажную роль играет также фактор налипания твердых частиц дыма на поверхность рыбы. Что же касается электрокинетического фактора, то он, по-видимому, не может иметь в данном случае решающего значения, так как величина зарядов частиц дыма и поверхности рыбы ничтожно мала.

В процессе обычного копчения на рыбе оседает главным образом капельножидкая фаза дыма, придающая рыбе запах и вкус. Смолистые вещества осаждаются на поверхности рыбы медленнее. Этим и следует объяснить тот факт, что образование колера отстает от образования запаха и вкуса копчености.

Твердые частицы, так же как и капельножидкие, при осаждении на поверхности рыбы участвуют в образовании жидкой пленки конденсата (лиозоля), за счет ионной атмосферы (шубки), имеющейся на частицах.

Беспорядочному движению частиц дыма в камере можно придать направленное, строго определенное движение, используя для этого электрокинетические свойства дыма и, в частности, способность его осаждаться на поверхности материала, имеющего заряд, противоположный заряду частиц.

Если рыбу зарядить зарядом, противоположным заряду частиц дыма (используя рыбу как электрод) и на некотором расстоянии от него расположить второй электрод противоположного знака (рис. 146), то частицы дыма приобретут направленное движение и осаждение их на поверхности рыбы ускорится.

В данном случае мы сталкиваемся с разновидностью явления электрофореза, если этот термин понимать в общем смысле, как движение коллоидных частиц в электрическом поле [88].

Электрофорез вызывается силой, действующей на электрический заряд движущейся частицы, в результате наложения

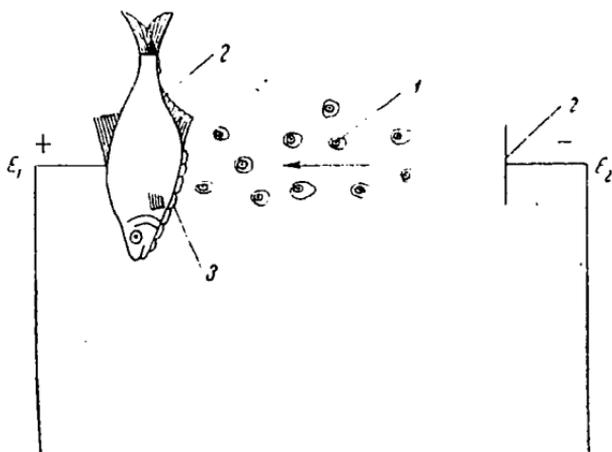


Рис. 146. Схема процесса осаждения дыма на поверхности рыбы в электрическом поле:

1—движущиеся частицы дыма; 2—электроды; 3—слой частиц дыма; стрелкой показано направление движения отрицательно заряженных частиц дыма.

внешнего электрического поля. Скорость электрофореза может быть выражена следующей формулой [88]:

$$v = \frac{eE}{6\pi\eta a}, \quad (102)$$

где: v — скорость электрофореза;
 e — электрический заряд частицы;
 E — потенциал течения;
 η — вязкость среды;
 a — радиус частицы.

Приведенная формула справедлива только для идеального случая, когда частицы одной фазы движутся внутри другой, считающейся неподвижной. Частицы, входящие в состав дыма в твердом, капельножидком и газообразном состоянии, находятся в непрерывном движении, вызываемом силой теплового потока и действия вентиляции. С учетом этого в формулу (102) следует ввести поправочный коэффициент β :

$$v = \frac{\beta eE}{6\pi\eta a}. \quad (103)$$

Значение коэффициента β зависит от скорости движения и температуры дыма в камере, а также от других факторов. Сам

по себе метод электрофореза в копильном производстве еще недостаточно эффективен по двум причинам. Во-первых, частицы дыма в камере находятся в непрерывном и быстром движении, поэтому продолжительное время удержать их в зоне сравнительно слабого электрического поля, применяемого при электрофорезе, невозможно. Во-вторых, заряд частиц обычного копильного дыма очень небольшой, к тому же значительное количество частиц дыма может и не иметь заряда.

С учетом изложенного при применении метода электрофореза в копильном производстве использовали два дополнительных фактора, активизирующих процесс осаждения дыма на поверхности рыбы: искусственное и при том значительное повышение заряда частиц e и применение электрического поля высокого напряжения (увеличение E). Таким образом, согласно формуле (103) были увеличены числовые значения двух множителей (e и E), от которых зависит скорость электроосаждения частиц дисперсной фазы дыма на поверхности рыбы.

Этими приемами удалось в значительной мере преодолеть силы броуновского движения в зоне действия электрического поля, придать частицам дыма направленное движение и добиться их быстрого осаждения на поверхности рыбы.

Таким образом, скорость движения частиц, а поэтому и скорость их осаждения в электрическом поле высокого напряжения при электрокопчении рыбы подчиняется следующему закону:

$$v = \frac{\beta neE}{6 \pi \eta a}, \quad (104)$$

где: v — скорость электрофореза;

β — поправочный коэффициент, учитывающий энергию теплового движения и действие вентиляции;

n — число электрических зарядов на частице;

e — электрический заряд частицы;

E — потенциал течения;

η — вязкость среды;

a — радиус частицы.

Как видно из формулы (104), скорость осаждения дыма на поверхности рыбы зависит не только от электрических показателей, но также от густоты дыма и размера (радиуса) частиц. Если при обычном копчении мы стремимся коптить густым дымом, то при электрокопчении, наоборот, следует использовать дым значительно менее концентрированный (уменьшать η). В этом случае облегчается ионизация дыма, что имеет особенно важное значение для осаждения веществ, находящихся в капельножидком состоянии.

Известны два способа ионизации газов: при помощи специальных ионизаторов (радиоактивные вещества, ультрафиолето-

вые лучи и т. п.) и за счет столкновения (удара) быстро движущегося иона с частицей дыма — ударная ионизация. Таким образом, при электрокопчении рыбы, заряжая частицы дыма, создают условия, активизирующие их перемещение в электрическое поле, а образование электрического поля высокого напряжения придает этим частицам большую скорость.

Для решения этой задачи в электрокопильном аппарате, установленном на Киевском рыбокомбинате, через два тонких провода (катода), расположенных по обе стороны транспортера с рыбой, пропускают ток напряжением в 40 000 в и более. При этом и большем напряжении скорость ионов достигает очень большой величины, а их кинетическая энергия — такого значения, при котором они, сталкиваясь с молекулами газа, выбивают из нейтральных атомов один или несколько орбитальных электронов, образуя положительный ион и свободные электроны.

Вновь образованные ионы также принимают участие в ионизации газа; происходит массовое образование новых ионов; Поскольку к электродам непрерывно поступают новые порции дыма, то и процесс ионизации газа в дыме также идет непрерывно.

При достаточно высокой напряженности поля газ у поверхности проводов начинает слегка светиться с характерным шипением или потрескиванием. Это явление получило название коронного разряда, соответственно чему провода названы коронирующими электродами.

В результате ионизации газов в дисперсионной среде образуются ионы — носители заряда, которые, располагаясь на внешней орбите частиц дисперсной фазы, в значительной мере повышают их отрицательные электрические заряды. В результате частицы дисперсной фазы дыма в электрическом поле под влиянием большой разности потенциалов приобретают направленное движение и с большой скоростью осаждаются на поверхности рыбы, имеющей противоположный заряд. В данном случае используется принцип провода против плоскости, где плоскостью являются сетки с рыбой.

Таким образом, в электрокопильном аппарате между электродами (проводами и рыбой) образуются две резкие, отличные друг от друга области. В первой сравнительно небольшой светящейся области (корона) вокруг коронирующих проводов образуется большое количество положительных и отрицательных ионов.

Вторая область, находящаяся между короной и рыбой, заполняется только отрицательными ионами (электронами), движущимися к рыбе. Отрицательные ионы, встречая на своем пути частицы дисперсной фазы дыма, заряжают их и, таким образом, последние включаются в общий поток движения электронов к положительному электроду (рыбе). Отрицательные ио-

ны более подвижны, чем положительные, поэтому в электрокопильной установке в качестве коронирующего электрода выбран отрицательный электрод.

Ионизация газов при помощи тока высокого напряжения (ударная ионизация) имеет, по нашему мнению, преимущества перед применением специальных ионизаторов, так как в этом случае одновременно решается и вторая задача — образование поля высокого напряжения.

Для того чтобы ток городской электросети преобразовать в ток высокого напряжения, т. е. технологический ток, необходимо довольно сложное электрическое оборудование. Технологическая схема преобразования и использования электрического тока для целей электрокопчения рыбы включает следующие операции: трансформация тока электросети в ток высокого напряжения; преобразование переменного тока в постоянный (выпрямление тока); ионизация частиц дыма; перенос частиц дыма в поле высокого напряжения к рыбе; осаждение заряженных частиц дыма на поверхности рыбы.

Осаждение частиц дыма на поверхности рыбы в поле тока высокого напряжения является чисто поверхностным процессом, и вогнать таким путем частицы дыма внутрь рыбы (или мяса), как это утверждают Рогов и Федоров [165], невозможно.

Подсушка и проваривание рыбы

Подсушка и проваривание рыбы, как известно, могут производиться тремя способами: конвекционным методом, лучевым обогревом и путем генерации тепла непосредственно в обрабатываемом объекте.

Конвекционный метод обогрева нецелесообразно применять при электрокопчении, так как подсушка и проваривание рыбы при этом идут слишком медленно. В этом случае применимы только лучевой обогрев и нагревание на основе генерации тепла непосредственно в рыбе (например, нагревание рыбы токами высокой частоты). Подсушивание и нагревание поверхности рыбы любых размеров целесообразно проводить с использованием инфракрасных и ультрафиолетовых ламп; однако рыбу крупных размеров прогреть инфракрасными лучами без нежелательных изменений тканей на поверхности рыбы трудно, а главное процесс пропекания идет довольно долго (более 30 мин. для крупной трески).

Пропекание (проваривание) крупных рыб при электрокопчении возможно только токами высокой частоты, так как в этом случае процесс идет быстро и синхронизируется с процессом электростатического осаждения дыма на рыбе. В высокочастотном аппарате электрокопильного цеха Киевского рыбокомбината севрюга пропекается за 12—15 мин. Принятая на этом комбинате технологическая схема преобразования и использова-

ния электрического тока городской сети для целей проварки (пропекания) рыбы токами высокой частоты включает следующие операции: трансформацию тока электросети для повышения его напряжения; выпрямление тока; преобразование постоянного тока в переменный ток высокой частоты; индукционный нагрев рыбы; образование магнитного поля высокой частоты в индукторе; наведение полей индуктора в теле рыбы тока высокой частоты; возбуждение ионов в теле рыбы; превращение энергии тока высокой частоты в теле рыбы в тепловую энергию.

Согласно этой схеме переменный ток электросети на электрической подстанции преобразуется в ток более высокого напряжения (6000—8000 в), а затем в постоянный ток. Далее он подается к высокочастотному генератору, где преобразуется в переменный ток высокой частоты (15 млн. периодов в секунду), который и используется с целью пропекания рыбы).

На рис. 147 показана схема аппарата периодического действия для варки рыбы током высокой частоты. Выкопченную рыбу плотно укладывают в ящик, который помещают в контур варильника.

В индукторе (контуре) образуется магнитное поле высокой частоты. Магнитные силовые линии пронизывают блок рыбы в ящике и возбуждают в рыбе токи высокой частоты. Это проявляется в том, что под действием электродвижущей силы ионы в теле рыбы приходят в движение, а затем в результате столкновения и трения большого количества ионов электрическая энергия превращается в тепловую. Для того чтобы процесс высокочастотного нагрева рыбы шел достаточно быстро, необходимо, чтобы рыба была предварительно подсолена в растворе поваренной соли.

При посоле в рыбу заранее вводят необходимое количество ионов, которые и принимают участие в превращении электриче-

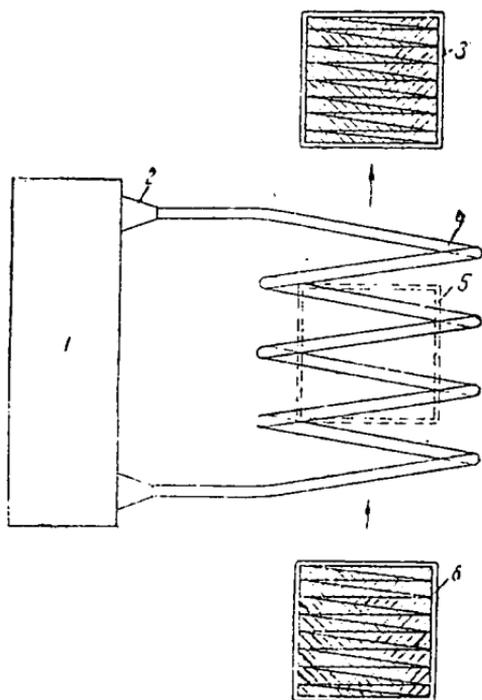


Рис. 147. Схема аппарата варки током высокой частоты рыбы, уложенной в ящики из электроизоляционного материала:

1—генератор тока высокой частоты; 2—изолятор проходной; 3—ящик с вареной рыбой; 4—индуктор варильного контура; 5—ящик с провариваемой рыбой в индукторе; 6—ящик с сырой рыбой.

ской энергии в тепловую. Подсаливать рыбу вполне достаточно до содержания соли 2—3%, как это допускается для рыбы горячего копчения. В настоящее время в опытном цехе Киевского рыбокомбината ведутся работы (Г. В. Бутенко) по созданию высокочастотного варильника непрерывного действия.

Схемы процесса горячего электрокопчения рыбы

Известны следующие основные четыре схемы процесса горячего электрокопчения рыбы.

1 схема включает подсушку, собственно копчение и пропекание. Эту схему впервые предложили М. И. и А. А. Калитины. На основании наших наблюдений, данной схеме можно дать следующее теоретическое обоснование.

Подсушка осуществляется с целью удаления воды из поверхностных слоев мяса рыбы и подготовки поверхности рыбы к осаждению на ней коптящих веществ дыма. Лучше всего для этой цели использовать инфракрасные лучи, которые могут частично проникать в глубь материала. В этом случае процесс удаления воды из верхнего слоя мяса рыбы (толщиной до 2 мм) происходит быстро за счет испарения воды и диффузии ее в глубь тела рыбы (термодиффузия). В результате в поверхностном слое мяса рыбы образуются пустоты (микростоты), которые могут служить дополнительными резервуарами для коптящих элементов дыма, осаждающихся на поверхности рыбы в жидком состоянии.

Поскольку процесс электрического осаждения дыма идет очень быстро, емкость поверхности, на которой это осаждение происходит, имеет очень важное значение. Если учесть, что вещества, придающие запах и вкус копчености, находятся в дыме в капельножидком состоянии, то станет ясным, что осаждение их, по возможности в больших количествах, является главной задачей при электрокопчении рыбы.

С помощью электростатического осаждения дыма (собственно копчение) на поверхности рыбы ей придается вкус, запах и цвет, свойственные копченому продукту.

В обычном древесном дыме преобладают вещества, придающие рыбе золотисто-коричневый цвет, поэтому основной задачей при электрокопчении является осаждение на поверхности рыбы возможно большего количества веществ, сообщающих рыбе запах и вкус. Приготовление дыма нужного химического состава имеет при электрокопчении очень важное значение. Эта задача пока находится только в стадии разрешения.

Пропекание рыбы имеет несколько специфических технологических назначений: проваривание рыбы, активизация диффузии копильных веществ дыма с поверхности внутрь тела рыбы, закрепление и проявление пленки из копильных веществ дыма на поверхности рыбы. Наилучшие результаты дает пропекание

путем применения инфракрасных ламп, так как в этом случае на рыбу действует не только тепло, но и свет, которые, действуя одновременно, придают рыбе необходимую сочную и нежную консистенцию, приятный вкус и привлекательный блестящий коричневый цвет.

Под влиянием интенсивного нагрева поверхностного слоя рыбы (это — особенность лучевого нагрева) образуется большой температурный градиент, направленный внутрь тела рыбы, активизирующий движение воды и растворенных в ней копящихся веществ дыма (термодиффузия) из поверхностных слоев мяса рыбы во внутренние слои. В результате рыба приобретает приятный вкус, нежную и сочную консистенцию, так как из нее теряется лишь небольшое количество воды и водорастворимых веществ. Действие инфракрасных или других лучей активизирует на поверхности рыбы фотохимические процессы, в результате которых пленка, имеющая после прохождения стадии собственно копчения слабо-желтый цвет, приобретает красивый золотисто-коричневый цвет.

Процесс изменения первоначального цвета пленки под влиянием теплового и лучевого воздействия мы называем проявлением. Закреплением пленки копящихся элементов дыма мы называем процесс, в результате которого эта пленка прочно скрепляется с поверхностью рыбы. Этот процесс также протекает под влиянием тепла и света, хотя последний фактор здесь не имеет такого значения, как при проявлении. Большое влияние на закрепление пленки оказывает состояние поверхности.

II схема включает те же операции, но в несколько ином порядке: подсушка, пропекание, собственно копчение. Этой схемы придерживаются в Польской Народной Республике. Для подсушки и пропекания используют горячий воздух. Недостатком этой схемы является необходимость продолжительного закрепления пленки из копящихся веществ дыма на поверхности рыбы уже после копчения.

III схема предусматривает только подсушку и собственно копчение.

Этой схемы придерживаются в Западной Германии при приготовлении копченого полуфабриката для консервного (шпротного) производства. Подсушку производят с помощью лучевого обогрева. Каким способом закрепляют пленку копящихся веществ дыма на поверхности рыбы, нам неизвестно. Достоинством этой схемы является простота и быстрота осуществления процесса. В данном случае нет необходимости полностью проваривать рыбу, так как при стерилизации консервов это все равно будет иметь место. При этом способе трудно получить полуфабрикат с пленкой копящихся веществ дыма, прочно скрепленной с поверхностью рыбы.

IV схема включает подсушивание, проваривание, собственно копчение и закрепление.

Эта схема предложена Научно-исследовательским институтом механизации рыбной промышленности (Ленинградский филиал ВНИРО) и обеспечивает наиболее прочное закрепление пленки коптящих веществ дыма на поверхности рыбы и удаление из рыбы значительного количества воды. Оба эти фактора имеют большое значение при производстве консервов из копченой рыбы в масле и особенно консервов «Шпроты в масле». Недостатком этой схемы является сравнительно большая продолжительность процесса, что вызывает необходимость создания электрокопильного агрегата больших размеров.

Технология приготовления рыбы электрокопчением

На Киевском рыбокомбинате разработаны следующие способы приготовления копченой рыбы методом электрокопчения.

Горячее электрокопчение крупной рыбы. Предложенная М. И. и А. А. Калитиными технологическая схема приготовления копченой рыбы предусматривает следующие операции.

Разделанную рыбу солят в тузлуке обычным способом и затем оставляют лежать на воздухе несколько часов (2—4 часа) для равномерного распределения соли в толще рыбы (выравнивание солёности), после чего непродолжительное время отмачивают или многократно ополаскивают (промывают) под душем, чтобы опреснить поверхностные слои рыбы, имеющие обычно более высокую солёность, чем глубинные.

Выравнивание содержания соли в толще рыбы является весьма важной операцией при электрокопчении, так как с увеличением содержания соли в мясе рыбы тепловой эффект высокочастотных токов усиливается. При неравномерной солёности рыбы наружные более солёные слои мяса могут перегреться (развариться), а внутренние, наоборот, недовариться.

После стекания рыбу подсушивают, чтобы обезводить наружные слои мяса и кожу и тем самым предотвратить разрывы наружных тканей, сохранить сочность внутренних слоев мяса и предотвратить слипание рыбок при проваривании.

За подсушиванием следует копчение рыбы, которое осуществляется следующим образом: рыбу раскладывают на решета, которые по конвейеру продвигаются в коптильной камере между двумя коронирующими электродами, находящимися под током высокого напряжения. Частицы дыма, заполняющие пространство между электродами, приобретают соответствующий заряд и оседают на рыбе, имеющей противоположный заряд.

Процесс копчения продолжается 3—6 мин.; прокопченную рыбу укладывают плотно в ящики, которые транспортером подаются в высокочастотный аппарат для проваривания рыбы. Нагревание рыбы в поле индуктора продолжается 12—16 мин., в течение которых рыба полностью проваривается.

Скорость проваривания зависит от напряжения токов, содержания соли и влаги в рыбе и размеров рыбы. При нагревании рыбы в поле тока высокой частоты происходит бурное выделение водяных паров из всего объема тушки рыбы; при этом только при наличии хорошо подсушенной поверхности рыбы предотвращается разрушение наружных тканей.

Имеющийся в настоящее время на Киевском комбинате высокочастотный варильник прерывного действия не обеспечивает возможности создания поточной механизированной линии для электрокопчения рыбы. Поэтому ведутся работы по созданию варильника непрерывного действия.

Горячее электрокопчение мелкой рыбы. Технологический процесс приготовления мелкой рыбы путем горячего электрокопчения заключается в следующем. Рыбу в целом или разделанном виде моют, подсаливают и после стечки раскладывают на металлические сетки или подвешивают на крючки реек, которые транспортером подают в электрокопильный агрегат.

Электрокопильный агрегат, созданный на Киевском рыбокомбинате, состоит из трех аппаратов (рис. 148), расположенных по высоте один за другим. В первом аппарате производится подсушка, во втором — собственно копчение и в третьем — пропекание

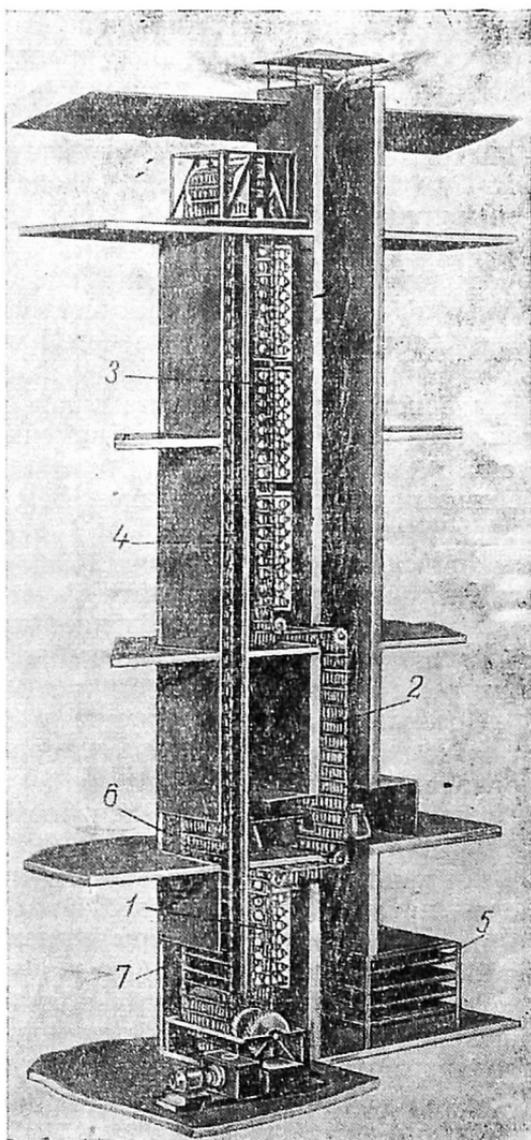


Рис. 148. Вертикальный электрокопильный агрегат для копчения рыбы мелких и средних размеров:

1—аппарат для подсушки рыбы; 2—аппарат для собственно копчения; 3—аппарат для проваривания (пропекания); 4—аппарат для охлаждения; 5—дымогенератор; 6—люк для выгрузки копченой рыбы; 7—люк для загрузки свежей рыбы.

(проваривание) рыбы. Все аппараты соединены общим цепным транспортером.

Наряду с подсушиванием рыбы в первом аппарате происходит нагревание поверхности рыбы до 80—100°, что оказывает большое влияние на процесс осаждения дыма и закрепления пленки коптящих веществ на поверхности рыбы. Одновременно происходит также частичное проваривание мяса рыбы.

Рыбу в сушильном аппарате нагревают инфракрасными лучами от батарей ламп типа СК-2 мощностью 500 вт, расположенных с обеих сторон транспортера. Пары воды от поверхности рыбы и из аппарата отводят при помощи специальной вентиляционной установки. Подсушивание продолжается 2—4 мин.

Подсушенная рыба поступает в аппарат копчения, где попадает вначале в мертвое пространство, в котором несколько охлаждается, в результате чего усиливается приток влаги из внутренних слоев мяса рыбы к поверхности. Происходящее при этом некоторое увлажнение кожи рыбы необходимо для сохранения ее эластичности и облегчения осаждения коптящих элементов дыма на поверхности рыбы, а также их диффузии с поверхности внутрь тела рыбы. Дым в аппарат поступает из дымогенератора.

Копчение продолжается не более 6 мин. и состоит из трех стадий: осаждение коптящих элементов дыма на поверхности рыбы; частичное проникновение (диффузия) коптящих веществ в поверхностные слои мяса рыбы; образование пленки коптящих веществ на поверхности рыбы.

Последняя стадия процесса в копильном аппарате полностью не заканчивается. Регулирование процесса копчения рыбы производится путем изменения густоты и температуры дыма, величины напряжения электрического тока и скорости движения рыбы и дыма в копильном аппарате. Рыба, выходящая из копильного аппарата, имеет липкую, мажущуюся поверхность, причем слой коптящих веществ, осевших на поверхности рыбы, легко отделяется при прикосновении к нему пальцами. Чтобы окончательно закрепить эту пленку и придать ей золотисто-коричневый цвет рыбу облучают инфракрасными лучами в течение 2—8 мин. При этом одновременно с закреплением пленки коптящих веществ происходит проваривание рыбы и частичное подсушивание. Весь процесс приготовления копченой рыбы, включая подсушку, копчение и пропекание, продолжается 15—20 мин.¹

В следующем аппарате, уже при движении рыбы вниз, происходит охлаждение ее и частичное подсушивание. Выкопченную рыбу снимают с реек через люк для выгрузки рыбы; рей-

¹ В этом агрегате предусматривается периодичность лучевого обогрева. Для рыбы этот принцип разработан Н. Н. Сахаровой.

ки движутся вниз и снова поступают к люку для загрузки свежей рыбой.

Холодное электрокопчение рыбы. В технологии холодного копчения рыбы, еще недостаточно разработанной, в настоящее время имеются два направления.

На Киевском рыбокомбинате разработана технология, предложенная автором (1954—1955 гг.), в основу которой положен принцип скоростного проведения процесса. Для того чтобы устранить сырой привкус у рыбы, ее подогревают ультрафиолетовыми или инфракрасными лампами. В первом случае рыба немного напоминает продукт холодного копчения; во втором случае ее следует считать продуктом полухолодного копчения.

Для приготовления таких продуктов можно использовать сельдь, лососевых и другую рыбу с содержанием соли в пределах 6—10%, которые способны созревать в соленом виде. Желательно направлять на копчение рыбу, выдержанную некоторое время в тузлуке и не имеющую сильно выраженного привкуса сырой рыбы. Крупную рыбу разделяют на филе для увеличения ее поверхности и уменьшения толщины. Оба эти фактора имеют большое значение при холодном электрокопчении рыбы, так как создают наиболее благоприятные условия для подсушивания и прогревания рыбы, а также для осаждения на ее поверхности коптящих веществ дыма.

Рыбу раскладывают на сетки или подвешивают к рейкам и направляют в электрокопильный агрегат, где она проходит стадии подсушки, собственно копчения и опять подсушки.

Технологический смысл этих операций остается таким же, как и при горячем электрокопчении. Процесс ведут по следующему режиму: подсушивание (4—6 мин.), собственно копчение (4—6 мин.), подсушивание — закрепление (6—10 мин.), охлаждение — подсушивание (10—20 мин.). Иногда одного цикла копчения бывает недостаточно, и некоторых рыб обрабатывают в два и даже в три цикла.

По этой технологии получается продукт с более нежной консистенцией, чем при обычном копчении. Выкопченный продукт укладывают в ящики и после выдержки на складе (созревание) в течение 2—3 суток направляют на реализацию.

На Ленинградском рыбокомбинате технология холодного электрокопчения, разработанная О. П. Грецкой, В. А. Солиным, А. В. Емшановой (1956—1957 гг.), представляет собой сочетание принципов обычного и электрокопчения. Рыбу (например, сельдь) в целом виде в течение 4—5 час. подсушивают воздухом с температурой 25—30°, затем коптят в электрическом поле с напряжением 20 000 в в течение 5—6 мин. Выкопченную рыбу после дополнительного подсушивания (провески) в течение 4—5 часов укладывают в ящики и выдерживают в течение 2—3 дней, после чего она может быть направлена в реализацию. Получаемый продукт имеет вполне удовлетворительное качество

и напоминает рыбу обычного холодного копчения, но только с привкусом сырой соленой и чрезмерно влажной рыбы; запах копчености недостаточный.

Преимущества и недостатки электрокопчения рыбы

Продукция, выпускаемая на обычных коптильных установках, является крайне неоднородной как по товарному виду, так и по вкусу. Выход продукции, особенно при копчении мелкой рыбы, низкий, так как процесс испарения воды при копчении значительно опережает процесс осаждения дыма на рыбу; при копчении жирных рыб теряется, кроме того, большое количество жира.

Преимущества электрокопчения перед обычным копчением заключаются в следующем.

Продолжительность процесса горячего копчения рыбы сокращается в 6—10 раз, а холодного копчения — минимум в 30 раз, что дает возможность создать коптильный аппарат непрерывного действия и обеспечить полную механизацию производственного процесса.

Процесс копчения легко регламентируется и регулируется, что обеспечивает однородность и хорошее качество копченых продуктов.

В связи с тем что продолжительность термической обработки рыбы сильно сокращается, увеличивается выход копченой рыбы, достигается значительная экономия сырья; мясо рыбы приобретает нежную и сочную консистенцию, хороший вкус.

При электрокопчении коптящие элементы дыма очень быстро осаждаются на поверхности рыбы, но внутрь тела рыбы проникают медленно. Поэтому рыба, приготовленная методом электрокопчения, имеет очень привлекательный внешний вид, но недостаточно сильно выраженный вкус и запах копчености, особенно во внутренних слоях мяса. Многие специалисты считают это серьезным недостатком электрокопченых товаров, но мы не разделяем этого мнения, так как считаем, что не все коптящие вещества дыма, накапливающиеся в мясе рыбы при обычном копчении, можно считать полезными для человеческого организма.

К недостаткам электрокопчения следует отнести сложность электротехнического оборудования, в связи с чем могут быть известные трудности при его монтаже и эксплуатации.

МОКРОЕ (БЕЗДЫМНОЕ) КОПЧЕНИЕ

В 1954—1955 гг. в опытном цехе Киевского рыбокомбината были выявлены следующие особенности действия инфракрасных лучей на рыбу при электрокопчении:

1) быстрое обезвоживание и денатурация белков в поверхностном слое мяса рыбы, приводящие к созданию активной поверхности для осаждения и абсорбции дыма;

2) быстрое высыхание и закрепление пленки коптящих веществ дыма на поверхности рыбы, в результате чего за короткий срок она приобретает характерный запах и привлекательный золотисто-коричневый цвет различных оттенков;

3) образование большого температурного градиента между поверхностью и внутренними слоями мяса рыбы, способствующего проникновению коптящих веществ дыма, придающих запах и вкус продукту, с поверхности рыбы во внутренние слои мяса (термодиффузия);

4) ускорение пропекания (проваривания) рыбы по сравнению с конвекционным нагревом.

Эти особенности действия инфракрасного облучения были учтены И. И. Лапшиным, А. М. Шапошниковым, П. И. Шущпановым и другими при разработке технологии мокрого копчения рыбы. В настоящее время на Московском рыбокомбинате создана опытная производственная установка для мокрого копчения рыбы.

Мокрое горячее копчение рыбы заключается в следующем. Рыбу в целом виде или соответствующим образом разделанную солят в тузлуке до содержания соли 2—3%. После стекания посоленную рыбу погружают на 30—60 сек. в ванну с копильной жидкостью, представляющей собой продукт сухой перегонки древесины. При этом рыба приобретает легкий запах копчености и слегка желтоватый цвет. Затем рыба поступает в тепловой аппарат, в котором в течение 15—30 мин. (в зависимости от размеров) она облучается и прогревается (проваривается) инфракрасными лампами. В результате получается продукт удовлетворительного качества, близкий к рыбе обычного горячего копчения, но с несколько тусклой коричневой окраской.

Таким образом, процесс мокрого копчения состоит из двух стадий: собственно копчения (погружение рыбы в копильную жидкость) и облучения и пропекания рыбы. При мокром копчении большое значение имеет химический состав копильной жидкости. Достоинствами этого метода являются простота технологического процесса, который можно полностью механизировать без применения сложного оборудования; большие возможности для регулирования цвета, запаха и вкуса рыбы; возможность полного использования нужных для копчения продуктов сухой перегонки дерева, улучшение условий труда рабочих (отсутствие дыма).

Однако при современном состоянии разработки этого способа он может иметь применение только для замены горячего копчения рыбы главным образом мелких и средних размеров.

Опыты по приготовлению рыбы холодного копчения скоростными методами пока не дали хороших результатов, но можно полагать, что в дальнейшем эта задача будет решена и появится возможность использовать мокрое копчение и для приготовления копченых продуктов типа холодного или полухолодного копчения.

На Московском рыбокомбинате разработана другая технология мокрого холодного копчения. Малосоленую рыбу опускают в коптильную жидкость на 30—45 сек. и затем вялят на воздухе в течение 2—3 суток.

В данном случае эта технология мало отличается от технологии, применяемой на Ленинградском рыбокомбинате, и имеет тот же недостаток — большую продолжительность процесса.

Препятствием к широкому внедрению мокрого копчения на практике является отсутствие пока достаточно разработанной технологии получения коптильной жидкости и необходимость создания для этой цели громоздких установок.

ГЛАВА XV. УБОРКА РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ

Уборкой готовой рыбной продукции называется совокупность ряда операций, связанных с приведением законсервированной рыбы в готовый (ликвидный) для реализации потребителю вид.

К таким операциям относятся: для соленых товаров — мойка, стекание, сортировка, укладка в тару, прессование, укупорка тары, маркировка; для копченых и сушеных товаров — протирание, сортировка, укладка в тару, укупорка тары, маркировка.

Мойку и протирание применяют для удаления с поверхности рыбы соли и других загрязнений, чтобы придать продукту по возможности более привлекательный вид. Моют соленую рыбу в доброкачественных насыщенных тузлуках; для стекания избыточного количества тузлука, оставшегося на поверхности рыбы после мойки, рыбу складывают в бунты, бочки, корзины. Копченые и сушеные товары протирают сухой или смоченной растительным маслом тряпочкой; для этой цели можно также употреблять рыбий жир.

Непосредственно перед укладкой рыбы в тару (бочки, ящики) ее сортируют по качеству (сортности) и размерам в строгом соответствии с требованиями ГОСТа и ТУ.

Укладка рыбы в тару является очень важной операцией, от которой во многом зависит сохранение качества продукции во время транспортировки и последующего хранения. Эту операцию следует выполнять, строго придерживаясь указаний действующих инструкций и ГОСТа. До сих пор эта весьма трудоемкая операция не механизирована. Последние годы многие изобретатели делали попытки механизировать укладку соленой рыбы в бочки, но пока это в известной мере удалось только для мелких рыб (тюльки), не требующих рядовой укладки.

Уложенную в бочки соленую рыбу прессуют. Эта важная в технологическом отношении операция преследует следующие цели:

1) полностью использовать емкость тары, уплотняя рыбу до возможного предела;

2) отжать (удалить) с поверхности, из жабр и внутренней полости рыбы остатки тузлука;

3) вытеснить часть воздуха из тары, брюшной полости и жабр рыбы, а также затруднить доступ воздуха к рыбе; это имеет особенно важное значение для рыбы, укладываемой в тару

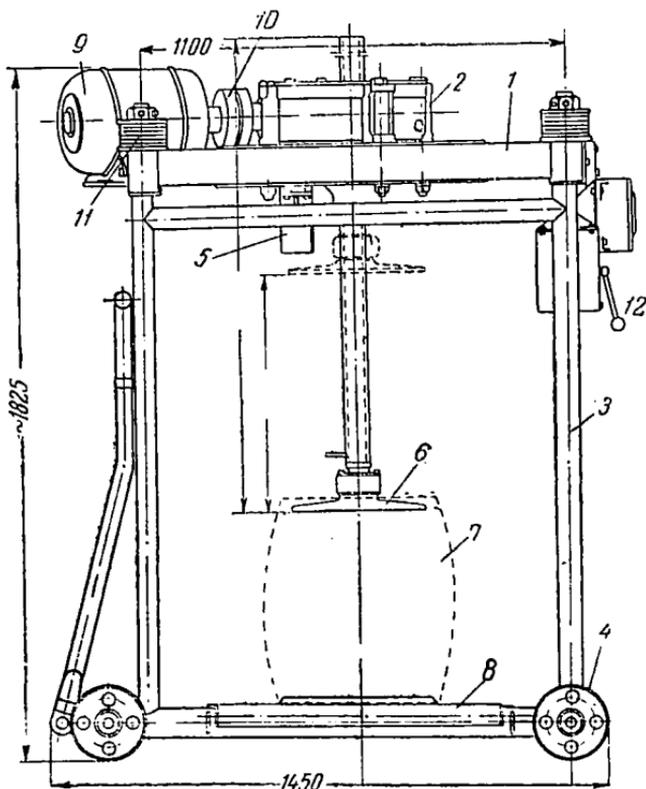


Рис. 149. Одинарный механический пресс:

1—подвижная рама; 2—червячный редуктор; 3—станина; 4—задние колеса; 5—кольцевой выключатель; 6—нажимной диск; 7—бочка; 8—направляющие ролики; 9—электродвигатель; 10—соединительная муфта; 11—набор амортизационных колец; 12—ручка управления.

(ящики, сухотарные бочки) без заливки тузлуком, так как в этом случае задерживается окисление жира в рыбе и образование ржавчины;

4) сохранить хороший внешний вид и форму рыбы; рыба, уложенная в тару неплотно (без прессовки), во время транспортировки и перевалок мнется и получает механические повреждения.

Прессуют рыбу в бочках преимущественно при помощи механических винтовых прессов.

Одинарный механический пресс. Пресс состоит из следующих основных деталей и узлов (рис. 149): станины, подвижной рамы, червячного редуктора, электродвигателя, соединительной

муфты, задних колес, средних колес, ручки управления, регулятора давления, кольцевого выключателя, переключателя барабанного, нажимного диска, направляющих роликов и набора резиновых амортизационных колец.

Станина из стальных труб смонтирована на четырех колесах для передвижения пресса. Передние колеса сделаны поворотными и соединены с ручкой управления.

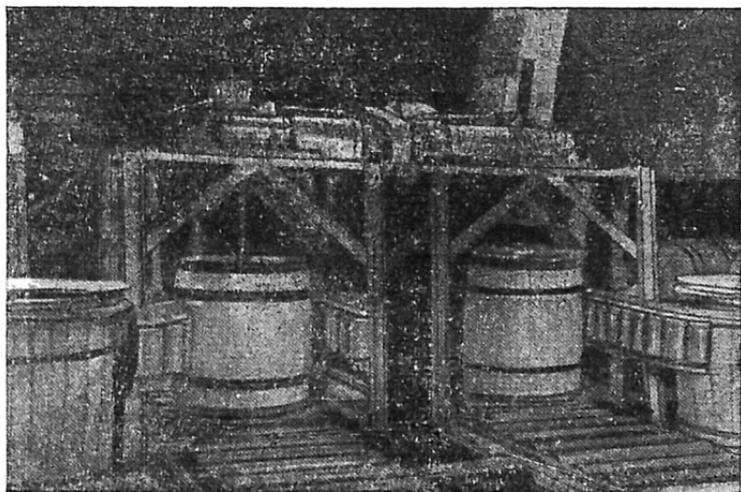


Рис. 150. Спаренный пресс.

Вертикальный винт имеет двухходовую трапецеидальную правую резьбу; для удобства накатывания бочек под пресс и съема их с пресса поставлены направляющие ролики, установленные симметрично, что позволяет подавать и снимать бочки с двух сторон пресса.

Для регулирования усилия прессования пресс оборудован автоматическим регулятором давления, который снабжен соответствующей градуированной шкалой, облегчающей настройку пресса на заданное давление.

Для включения и выключения электродвигателя и изменения направления движения винта предусмотрен типовой реверсивного действия барабанный переключатель, установленный на станине.

Пресс производит отжимку рыбы в бочках вместимостью 50—250 кг.

Спаренный пресс (рис. 150) — на раме закреплены два механических пресса, работающие от одного привода (электродвигатель). Действие этих прессов раздельное. Если шток одного пресса опускается вниз, то шток второго в это время поднимается вверх.

На рис. 150 изображен момент, когда шток левого пресса дошел до нижней крайней точки и прессование рыбы в бочке закончилось, а шток правого пресса находится в верхней крайней точке и прессование рыбы еще не начиналось.

Бочка с рыбой подается к прессу и отводится от него на рольганге. Под прессом бочка движется между направляющими валиками.

В табл. 123 приведены сравнительные данные продолжительности прессования тюльки ручным и механическим прессами.

Т а б л и ц а 123

Наименование операции	Продолжительность операций в сек.	
	на ручном прессе	на механическом прессе
Подача наполненной бочки под пресс	35	35
Первое прессование	150	60
Докладка рыбы	60	60
Второе прессование	100	40
Докладка с выравниванием верхнего ряда рыбы	20	20
Снятие бочки из-под пресса	25	25
Итого	390	240

Как видно из табл. 123, применение механического пресса сокращает продолжительность прессования на 2 мин. 30 сек., т. е. производительность труда прессовщика увеличивается почти вдвое.

На практике при прессовании рыбы на механическом прессе происходит или недостаточное, или, наоборот, чрезмерное уплотнение рыбы.

В первом случае емкость тары используется неполностью; при хранении и транспортировке рыба дает большую осадку. Во втором случае образуется лопанец и довольно часто деформируется бочка.

Успех прессования зависит от: тщательности мойки рыбы; правильности проведения операции стекания (нормальная продолжительность стекания рыбы, уложенной в бунты, бочки или корзины, 20—36 час.); правильности укладки рыбы в бочку (рыбу, неправильно уложенную в бочку и без сортировки по размерам, хорошо отпрессовать невозможно); квалификации рабочего, обслуживающего пресс, или правильности регулировки автоматически работающего пресса.

Известны попытки применить вибратор для прессования рыбы в бочке; однако, как показали испытания, вибратор, хотя и обеспечивает некоторое дополнительное уплотнение рыбы в бочке, но полностью не освобождает от необходимости применения прессы даже при уборке мелкой рыбы (тюльки, хамсы).



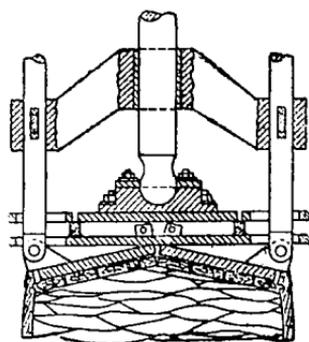
Рис. 151. Станок для укупорки бочек.

После прессования рыбы бочку укупоривают, взвешивают и затем маркируют.

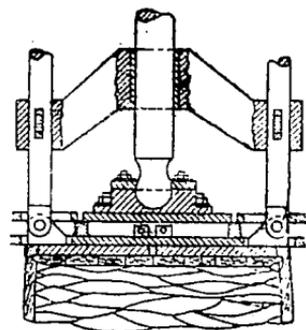
Укупорка бочек до сих пор производится вручную. Однако за последнее время благодаря усилиям советских изобретателей предложено несколько способов механизации этой весьма трудоемкой операции.

Наибольшего внимания заслуживает станок конструкции А. Ю. Храновского, состоящий (рис. 151) из рамы, подвижной плиты с укупорочным механизмом, опорных роликов, главного цилиндра, механизма для центрирования бочек и гидравлической системы.

Схема работы станка показана на рис. 152. Укупорка бочек производится следующим образом: подвижная плита подводится к доньшку бочки, затем движение плиты прекращается, а штоки боковых цилиндров, продолжая двигаться вниз, нажимают на края обонх полудисков и заводят их в уторный паз бочки. После этого движение вниз боковых штоков цилиндров



а



б

Рис. 152. Схема работы станка для укупорки бочек:

а—первая операция — подвод плиты к доньшку бочки; б—вторая операция — размещение доньшка в уторных пазах.

прекращается. Одновременно начинает спускаться подвижная плита, которая нажимает на центр доньшка и заводит весь периметр доньшка в уторный паз бочки, выравнивая при этом доньшко в горизонтальное положение.

Для облегчения захода доньшка в уторные пазы перед укупоркой бочек верхний обруч поднимают вверх, а затем, в процессе движения боковых штоков цилиндра, обруч опускается вниз автоматически. По окончании укупорки бочки подвижная плита поднимается в верхнее крайнее положение.

Укупоренные бочки вручную сталкивают с опорных роликов на рольганг для транспортировки. Работа всех цилиндров регулируется ручкой управления. Производительность станка 90 бочек в час. Заливную бочку после укладки рыбы заливают тузлуком, применяя при этом следующие два способа заливки.

1-й способ. Бочку кладут на бок (на пук) и в одно из двух шкантовых отверстий вставляют воронку, через которую наливают тузлук. Шкантовые отверстия диаметром 1,5—2,0 см просверливают около пукowych обручей, что следует делать заблаговременно перед укладкой рыбы в бочку. После заливки шкантовые отверстия плотно забивают пробками (шкантами).

2-й способ. Бочку ставят в вертикальном положении (на «попа» или «стакан») и через одно из двух шкантовых отверстий в доньшке через воронку в бочку наливают тузлук. Второй способ применяется реже по следующим причинам: во-первых, заливка осуществляется очень медленно, так как тузлуку приходится проходить сквозь ряды рыбы; двигаясь перпендикулярно слоям рыбы, он медленно просачивается на дно бочки и не всегда полностью заполняет пустоты; во-вторых, при забивке шкантов бывают случаи нарушения в днище плотности укупорки бочки.

Товары сушено-вяленые и холодного копчения убирают главным образом в ящики и кули, реже в короба. Порядок укладки этих товаров должен обеспечивать свободный доступ воздуха внутрь тары, для чего в торцовых стенках ящиков с обеих сторон просверливают по два-три отверстия диаметром 2—3 см; перед укладкой дно и боковые стенки ящиков выстилают оберточной бумагой.

Неразделанную и потрошеную рыбу холодного копчения укладывают в наклонном положении (в полрыбы) спинкой вниз и брюшком вверх; верхний ряд рыбы укладывают спинкой вверх, за исключением некоторых рыб с нежным брюшком (рыбец, шемая, сиговые, сельди).

Для рыбы горячего копчения отверстия в торцовых сторонах ящиков делать необязательно, так как эту продукцию следует немедленно направлять в торговую сеть. Крупную рыбу горячего копчения упаковывают в ящики и короба вместимостью до 20 кг, а мелкую—до 10 кг. Внутреннюю поверхность тары выстилают подпергаментом, в крайнем случае оберточной бумагой.

Тара в пищевой и, в частности, рыбной промышленности имеет исключительно важное значение. Основное назначение тары — сохранить качество и внешний вид продукта не только в период хранения на складах, но и при транспортировке. Многие виды тары (бочки, консервные банки, ящики и т. д.) полностью или частично предохраняют рыбные продукты от воздействия воздуха, ветра, дождя, попадания пыли и других загрязнений, от повреждения насекомыми-вредителями и грызунами, а также от механических повреждений. Кроме того, тара ускоряет и облегчает погрузочно-разгрузочные работы, а также учетные операции, весьма важные в производстве и торговой сети.

В последние годы большое значение начинают приобретать упаковочные материалы из пластических масс и, в частности, искусственные пленки, которые должны быть физиологически безвредными; непроницаемыми для пахучих веществ, воздуха и паров воды или же, наоборот, позволяющими осуществлять «дыхание» продукта (обмен между CO_2 и O_2); устойчивыми в отношении химических реагентов — воды, кислот щелочей, солей, жиров; прозрачными или просвечивающими; достаточно прочными и способными легко воспринимать типографские краски при этикетировании, а также обладать способностью легко скрепляться при герметизации упаковки.

При выборе упаковочного материала следует учитывать его назначение. Если он служит в качестве тары для обычных условий хранения, к нему могут быть предъявлены пониженные требования. Если же упаковка должна обеспечить стерильные условия хранения, требования к материалу повышаются.

В качестве упаковочного материала для обычных условий хранения широкое применение имеет целлофан, который обладает достаточной механической прочностью, непроницаем для пыли и имеет хороший внешний вид. Недостатком его является относительно высокая влагопроницаемость, что в некоторых случаях ограничивает его применение. Для снижения влагопроницаемости целлофан покрывают лаком.

Конкурирующим с целлофаном материалом является полиэтилен, который имеет низкую влагопроницаемость, но способен пропускать кислород и углекислоту.

Подобно целлофану и полиэтилену, для упаковки используется полистирол и непластифицированный поливинилхлорид. Полистирол применяется главным образом для изготовления коробок и банок и реже в виде пленки, так как он отчасти непроницаем для пахучих веществ.

Для сохранения скоропортящихся рыбных сушеных продуктов (чтобы снизить до минимума концентрацию паров воды и кислорода внутри пакета) применяют вакуумную упаковку пакетов. Такое же действие оказывает наполнение пакета инертным газом. Вакуумная упаковка не обеспечивает получения стерильного продукта, так как анаэробные микроорганизмы в этих условиях не прекращают своей жизнедеятельности; однако при хранении сушеных продуктов этот фактор не имеет большого значения. Для изготовления вакуумной упаковки пригодны пленки, обладающие плохой газо- и паропроницаемостью, так как только в этом случае можно снизить до минимума проникновение кислорода и паров воды внутрь пакета.

Для вакуумной упаковки большое значение имеет способ герметизации пакетов. Их можно запечатывать термическим способом (сваркой) или запирают металлическим зажимом.

Однако значение тары не следует переоценивать. Упакованный в любой вид тары продукт требует соответствующих условий хранения и транспортировки. Поэтому складские помещения (охлаждаемые и неохлаждаемые), навесы и другие сооружения для хранения рыбной продукции необходимы на каждом рыбном предприятии.

ГЛАВА XVI. ОЦЕНКА ТОВАРНЫХ КАЧЕСТВ СОЛЕННЫХ, КОПЧЕНЫХ И СУШЕНЫХ РЫБНЫХ ТОВАРОВ

Товароведение является наукой, изучающей свойства и качество товаров промышленного производства и продуктов сельского хозяйства.

По определению Карла Маркса, «товар есть прежде всего внешний предмет, вещь, которая благодаря своим свойствам, удовлетворяет какие-либо человеческие потребности»¹. Таким образом, ни одна вещь не может стать товаром, если она не удовлетворяет человеческой потребности, если она не обладает потребительной стоимостью.

В капиталистических странах товар рассматривается исключительно как предмет торговли, т. е. как средство получения прибыли. Поэтому товароведение в капиталистических странах ставит своей задачей изучение товара с точки зрения возможности его сбыта по наиболее выгодной рыночной цене; при этом особенно большое внимание уделяется внешним качествам товара (красивая упаковка и т. д.), а также рекламе.

В СССР товары являются продуктами социалистического труда и расцениваются прежде всего по наличию у них полезных для человека свойств. Поэтому многообразные свойства товаров изучаются у нас в первую очередь под углом зрения улучшения их качества, разработки способов и методов сохранения этих качеств при хранении и транспортировке товаров; большое внимание уделяется вопросу расширения ассортимента всех пищевых продуктов.

Сырье, как известно, — это исходный материал для производства товаров (полуфабрикатов, фабрикатов). В рыбной промышленности, например, сырьем является свежая рыба, поступающая на рыбообрабатывающие предприятия для обработки и консервирования.

Полуфабрикаты представляют собой предварительно законсервированную рыбу, предназначенную для дальнейшей обработки копчением, вялением и другими способами.

¹ К. Маркс, Капитал т. I, Госполитиздат, 1952, стр. 41.

Фабрикаты — это уже вполне готовые товары, которые можно направлять в торговую сеть как готовый к употреблению пищевой продукт.

Методы оценки качества товаров разделяются на субъективный и объективный.

Субъективным методом производится оценка внешнего вида, вкуса, консистенции, цвета, запаха и других качеств товара, определяемых при помощи наших органов чувств. Субъективный метод принято называть органолептическим методом. Характерной особенностью этого метода является быстрота и простота определения качества товара, но он слишком индивидуален (субъективен) и, кроме того, дает относительно правильные результаты лишь только при наличии большого опыта у лиц, проводящих испытание товаров. Главным недостатком субъективного метода является невозможность охарактеризовать качество продукта точными числовыми показателями.

Надо отметить, что большинству понятий, применяемых при субъективном методе, в товароведении пищевых продуктов не дается удовлетворительных определений, поэтому мы считаем необходимым специально остановиться на этом вопросе.

С помощью наших органов чувств, вызывающих у нас те или иные ощущения, мы даем разным пищевым продуктам соответствующую характеристику, используя для этого понятия: консистенция, вкус, запах, цвет, внешний вид и т. п.

Свое отношение к пищевому продукту человек обычно устанавливает на основании трех видов ощущений: зрительных, обонятельных и осязательных.

Зрительные ощущения воспринимают внешний вид, форму и цвет продуктов. Они как бы подготавливают организм человека к употреблению пищи и играют важную роль в физиологии питания.

Обонятельные ощущения обнаруживают и определяют запах продукта, который зависит от химической природы продукта и его физического состояния. Обонятельные ощущения играют очень важную роль в физиологии питания; они, так же как и зрительные ощущения, подготавливают организм человека к восприятию пищи, вызывая сокогонное действие желез внутренней секреции. В большинстве случаев приятный запах продуктов сочетается с их хорошим вкусом. Во всяком случае к этому стремятся технологи при изготовлении пищевых продуктов. Но в некоторых случаях этого достичь не удастся, как, например, при созревании некоторых сыров. В этом случае мы сталкиваемся с явлением, когда в сознании человека обонятельные ощущения подчиняются осязательным ощущениям.

У любителей некоторых созревших сыров (например, латвийский сыр) происходит адаптация органов обоняния к их специфичному запаху. Еще более разительным примером яв-

ляется приготовление соленой рыбы «с душком», принятое в некоторых районах Севера, — так называемый сиговый посол рыбы. Приготовленная по этому способу рыба, основательно проквашенная, издает неприятный запах и не отличается хорошим вкусом, но у коренных жителей Севера считается одним из лучших блюд. Все эти примеры подтверждают субъективный характер наших ощущений и решающее влияние условных рефлексов.

Осязательные ощущения являются последней и решающей стадией при оценке качества пищевых продуктов субъективным (органолептическим) методом.

Осязательные ощущения могут быть обусловлены физическими и химическими свойствами продуктов. В основе физических свойств (консистенции) лежат структурно-механические свойства пищевых продуктов, а химических — способность их при частичном или полном растворении диссоциировать.

В результате диссоциации веществ [17], входящих в состав данного продукта, при его употреблении в пищу появляется ощущение кислого, соленого, горького и сладкого вкуса. Осязательные ощущения Бронштейн разделяет на тактильные и чисто вкусовые. По существующим представлениям тактильные ощущения зависят от консистенции продукта, а вкусовые — от химических особенностей и свойств веществ, входящих в состав продуктов. Это деление весьма условно, так как при оценке многих пищевых продуктов консистенция во многом определяет их вкус.

Понятие о консистенции до сих пор в пищевой технологии и в товароведении трактуется по-разному.

Имеется группа специалистов, которые не пользуются совсем понятием «консистенция». В их числе в первую очередь следует указать Бронштейна [17], который при оценке вкуса пищевых продуктов не учитывает роли консистенции.

Другая группа специалистов под консистенцией понимает мягкость, плотность, твердость и упругость продукта [43, 94]. Лазаревский [94] считает, что консистенция — это способность мяса рыбы противостоять внешнему воздействию.

Грюнер [43] консистенцию относит к осязательным ощущениям и включает в это понятие следующие показатели: нежность, грубость, твердость, рассыпчатость, мягкость и неоднородность ткани.

Слово «консистенция» (лат. *konsistere* — состоять) впервые стало применяться в промышленности и торговле с целью оценки степени мягкости вещества. Затем этот термин прочно укоренился в пищевой и, в частности, рыбной промышленности СССР.

Под консистенцией пищевых продуктов мы понимаем особенности их строения и физико-химического состояния, которые

наиболее полно обнаруживаются в виде комплекса осязательных ощущений, возникающих при разжевывании и глотании пищи. В это понятие мы, так же как и Грюнер, вкладываем широкий смысл.

Понятие о консистенции продукта неразрывно связано с понятием о его вкусе. Вопрос о вкусе наиболее полно излагает Грюнер [43], который вкусовые качества продуктов характеризует комплексом трех ощущений—осязательных, обонятельных и чисто вкусовых, однако он не дает формулировки понятия «вкус».

Под вкусом пищевых продуктов мы понимаем их физико-химические свойства, а также особенности строения, которые обнаруживаются только в ротовой полости при разжевывании и глотании пищи, как комплекс всех наших ощущений.

Поскольку вкус и консистенция обнаруживаются только в ощущениях, они являются субъективными понятиями.

Исследования пищевых продуктов объективным методом осуществляются при помощи различных приборов и химических анализов. Ввиду сложности химической структуры пищевых продуктов и ее изменчивости во времени, вызывающей изменение товарных и пищевых свойств продуктов, объективный способ исследования разработан еще далеко не достаточно¹.

Документами, на основании которых производится выпуск рыбной продукции и оценка ее качества, являются соответствующие государственные общесоюзные стандарты (ГОСТы) и ведомственные технические условия (ВТУ).

В ГОСТы и ВТУ обычно включают основные показатели (признаки), характеризующие качество товара. В частности, для рыбных продуктов такими признаками являются: внешний вид, правильность разделки, консистенция, цвет, вкус и запах мяса, а также важнейшие химические показатели—содержание соли и влаги, допустимое содержание антисептика и т. п.

Чрезвычайное разнообразие сырья, из которого изготавливаются рыбные товары, значительные колебания в химическом составе рыб, их весе, размере и форме тела весьма затрудняют стандартизацию рыбных товаров; однако к настоящему времени разработаны соответствующие критерии для оценки рыбных товаров, положенные в основу их стандартизации.

Согласно действующим ГОСТам, рыбные товары подразделяются по качеству не более чем на три сорта: высший, I и II. Естественно, что к высшему сорту предъявляются более жесткие требования; однако товары, относящиеся ко II сорту, долж-

¹ В данной книге (III и XI главы) излагаются результаты наших работ по усовершенствованию этого способа введением ряда новых объективных показателей.

ны удовлетворять всем требованиям, какие могут быть предъявлены к вполне доброкачественному пищевому продукту. Различие между товарами разных сортов касается главным образом их внешнего вида и некоторых химических и органолептических показателей, влияющих на их вкус (содержание соли, консистенция мяса рыбы). Продукты, не удовлетворяющие требованиям стандартов для II сорта, поступают в торговую сеть только с разрешения санитарной инспекции со значительной учёдкой в стоимости как нестандартные (несортные).

Деление на три сорта предусмотрено действующими ГОСТами главным образом для наиболее ценных деликатесных товаров — солёных полуфабрикатов и балычных изделий из осетровых рыб, нельмы и белорыбицы, солёных лососей, пряных товаров из тугуна, ряпушки и сосвинской сельди, зернистой и паюсной икры осетровых. Для большинства остальных рыботорговаров принято деление на два сорта (I и II); как исключение, некоторые товары, как, например, рыба горячего копчения (кроме осетровых и мелких рыб), пастеризованная икра, пряная и маринованная сельдь, икра частичковая пробойная, выпускаются без деления по сортам.

Специальным ГОСТом предусматривается классификация рыбы и рыботорговаров по размерам или весу, согласно которому рыба (целая или разделанная) подразделяется на крупную, среднюю и мелкую. Наименьшие размеры и вес вылавливаемой рыбы устанавливаются в соответствии с правилами рыболовства по районам.

Длину всех видов рыб измеряют по прямой линии от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника; вес рыбы определяют по каждой штуке в отдельности. К числу рыб, разделяемых по весу, относятся тресковые, осетровые, азово-черноморская сельдь, лососи, карп прудовой, морской окунь, ряпушка, форель. Некоторые сравнительно редко встречающиеся, а также однородные по своей величине в уловах рыбы (амур, кутум, навага, горбуша, килька, хамса, анчоус, барабуля и др.) по длине и весу не подразделяются. Часть видов мелких рыб, относящихся к категории мелочи, подразделяют на три группы: мелочь первой группы (лечь, окунь речной, подуст и густера), второй группы (красноперка, плотва, ерш и др.) и третьей (укляя, мойва, атерина, песчанка и др.). Рыбу, разделанную на тушку и филе, подразделяют только по весу.

Правила маркировки тары с рыбопродуктами, а также правила приемки и отбора проб и методы исследования рыбных продуктов, также нормируются.

Ниже приводятся основные показатели, характеризующие различные рыботорговары.

СОЛЕННЫЕ РЫБНЫЕ ТОВАРЫ

Соленые рыбные товары подразделяются на крепко-, средне- и слабосоленые. Для крепкосоленых товаров содержание соли установлено в размере 14% и выше. Обычно такие товары промышленность выпускает по специальным заказам, и они предназначены для длительного хранения. Ввиду высокой солености эти товары имеют пониженные вкусовые качества и поэтому продаются по сравнительно низкой цене.

Для среднесоленых товаров содержание соли установлено в пределах от 10 до 14%. Такие товары довольно хорошо выдерживают хранение при умеренных температурах, если они уложены в хорошую тару.

Слабосоленые товары содержат соли до 10%. Эти товары требуют особенно хорошей тары и должны обязательно храниться при низких температурах. Слабосоленые товары отличаются очень хорошим вкусом и нежным мясом; некоторые из них относятся к деликатесным товарам. Естественно, что они поступают в продажу по более дорогой цене, чем среднесоленые и крепкосоленые товары.

Весьма важным показателем при оценке качества некоторых соленых товаров является их жирность. Многие рыбы в зависимости от времени года имеют различное содержание жира в мясе, что особенно характерно для сельдевых рыб. Безусловно, при прочих равных условиях соленая жирная сельдь является более питательным и вкусным продуктом, чем тощая. Тощую (отнерестившуюся) рыбу, как правило, относят ко второму сорту; исключения составляют только тресковые и немногие другие рыбы, у которых количество жира в мясе не подвержено большим колебаниям.

Дефекты соленых рыбных товаров можно разделить на две группы: исправимые и неисправимые. К исправимым дефектам следует относить такие, которые можно устранить путем соответствующей разделки или дополнительной обработки продукта.

Неисправимыми являются дефекты, связанные с заметным ухудшением вкусовых и питательных качеств мяса рыбы. Деление это условное, и в зависимости от условий производства или особенностей продукта один и тот же дефект может быть исправимым или неисправимым.

Исправимые дефекты. К исправимым дефектам относятся сырость, рвань, лопанец, неправильная разделка, затхлость.

Сырость — наличие у продукта вкуса и запаха сырой, недостаточно выдержанной в посоле рыбы; в жабрах имеется сукровица, которая главным образом и издает неприятный запах сырости.

При последующей обработке соленой рыбы копчением, вялением и маринованием, а также при кулинарной обработке

ее этот дефект устраняется. При производстве соленых продуктов из частичковых и тресковых рыб сырость является постоянным дефектом, так как мясо этих рыб в соленом виде не созревает и всегда имеет привкус сырой рыбы.

Лопанец — рыба с лопнувшим брюшком. Этот дефект обычно образуется при посоле неразделанных рыб с наполненным пищеводом или при чрезмерном прессовании уже высоленной рыбы при укладке в бочку.

У крупной и средней соленой рыбы путем соответствующей ее разделки (например, путем резки сельди на балычок) этот дефект можно исправить. Лопанец у мелкой рыбы (хамсы, кильки) устранить невозможно.

Рвань — более сильный дефект, чем лопанец, характеризуется наличием механических повреждений не только в брюшной части, но и в других участках тела рыбы; образуется исключительно из-за небрежного обращения с рыбой.

Соответствующей разделкой рыбы этот дефект не всегда можно исправить, поэтому в некоторых случаях такую рыбу реализуют как несортную (нестандартную) или направляют на утилизацию.

Неправильная разделка — рыба, разделанная небрежно, с отступлением от требований стандартов и технологических инструкций. Довольно часто дефектом разделки является волнистая линия разрезов, с выхватами мяса, прорезы кожи и т. д. Дополнительной разделкой рыбы этот дефект можно исправить не во всех случаях.

Затхлость — неприятный запах в жабрах и брюшной полости рыбы, напоминающий запах плесени. Образуется он при хранении соленой рыбы в чанах или бочках без тузлука; у рыбы, затаренной в ящики и хранящейся в плохо вентилируемых помещениях, этот дефект встречается особенно часто. Промывкой рыбы и особенно жабр в тузлуке этот дефект в большинстве случаев удается устранить.

Неисправимые дефекты. К неисправимым дефектам относятся: загар, затяжка, скисание, ржавчина, фуксин, механические повреждения.

Загар — покраснение мяса у позвоночника, сопровождаемое наличием неприятного запаха. Этот дефект появляется, если рыбу солят в стадии глубоко зашедшего автолиза, когда стенки кровеносных сосудов сильно ослабевают и кровь вытекает из сосудов, окрашивая близлежащие слои мяса. Если при этом дефекте мясо рыбы не издает неприятного запаха, то данное явление пороком не считается. Особенно часто это явление наблюдается у сельди слабого посола и, как правило, является вторичным признаком, возникающим в процессе посола или даже хранения слабосоленой рыбы.

Затяжка — более сильный дефект, чем загар, так как при этом мясо имеет неприятный запах не только вдоль позвоноч-

ника, но и в других участках тела рыбы. Само название дефекта — «затяжка» — говорит о том, что процесс посола рыбы затянулся и мясо рыбы начало портиться раньше, чем соль оказала консервирующее действие. Задержка сырья до обработки и неправильное проведение процесса посола являются основными причинами образования этого дефекта.

Скисание (окись) — мясо рыбы издает неприятный, кислый запах и имеет бледный цвет. Это очень серьезный дефект, указывающий на то, что рыба находится на грани окончательной порчи. Вкус рыбы при этом неприятный, кислый и даже горько-кислый; мясо расплывающееся, дряблое, легко отделяется от костей. Поверхность рыбы, если она хранится без тузлука, покрывается обычно налетом слизи серого неприятного цвета с таким же кислым запахом (омыление). Посол рыбы или хранение малосоленной рыбы при высоких температурах является одной из причин образования этого дефекта. Если кислый запах и слизь имеются только на поверхности рыбы и в жабрах, то этот дефект можно частично устранить путем многократной промывки и выдержки рыбы в холодном тузлуке.

В промышленности и торговле этот дефект получил название окиси.

Ржавчина — желтый или коричневый налет на поверхности рыбы, образующийся за счет окисления жира. Этот дефект часто встречается у жирных рыб (сельдевые, лососевые, скумбриевые), в состав жира которых входит большое количество непредельных кислот. Образуется этот дефект при стоповом посоле, хранении соленой рыбы в ящиках, бочках или чанах без тузлука. При далеко зашедшем процессе окисления жира внутренние слои мяса рыбы также приобретают желто-коричневую окраску, причем мясо имеет неприятный запах и горький привкус и становится несъедобным.

Механические повреждения в виде кровоподтеков (побитости) и деформации рыбы (мятость) представляют собой дефекты, образующиеся исключительно за счет небрежного обращения с рыбой в процессе обработки, транспортировки и хранения. Плохая (непрочная) тара и небрежная ее укупорка также являются причиной образования этого дефекта. Рыба с механическими повреждениями имеет непривлекательный вид и поэтому неохотно покупается потребителем.

Фуксин — красный налет на поверхности рыбы; особенно часто встречается на соленых тресковых и камбаловых, реже у жирных рыб. Причиной образования этого дефекта является деятельность особой группы пигментообразующих аэробных галофильных микроорганизмов, обладающих некоторыми протеолитическими свойствами. Этот дефект соленых товаров был впервые обнаружен более 2700 лет до н.э. в Китае [179].

Основным источником заражения соленых товаров образующими фуксин микробами является самосадочная соль. Поскольку такой солью в нашей стране и за границей снабжается большинство рыбообрабатывающих предприятий, то в настоящее время цехи этих предприятий, а также многие суда и вагоны, перевозящие соль, заражены этими микроорганизмами. При благоприятных температурных условиях и доступе воздуха к рыбе микроорганизмы эти быстро развиваются и в массовом количестве поражают соленые и соленосушеные рыбные продукты. По степени развития этого дефекта на рыбе различают три стадии его (по С. А. Бочкову):

первая стадия — фуксин отдельными пятнами выступает на поверхности рыбы; реакция мяса слабокислая; рыба имеет несколько пониженную товарную ценность, но вполне пригодна в пищу;

вторая стадия — красные пятна на поверхности рыб имеются в значительных количествах; реакция мяса в пораженных местах щелочная; в пищу такая рыба еще пригодна, но требует быстрой реализации;

третья стадия — вся поверхность рыбы покрыта слизистым красным налетом, издающим резкий специфический запах; мясо даже после удаления налета имеет слабощелочную реакцию; такая рыба уже непригодна в пищу, так как имеет неприятный специфический запах.

Лучшей мерой для предупреждения развития фуксина является хранение соленой рыбы в жаркое время года в охлажденных помещениях или под слоем тузлука и перевозка ее в вагонах-ледниках с охлаждением.

Мерой, в известной степени замедляющей развитие красных бактерий на соленой рыбе, является выдерживание ее в течение до 30 мин. в тузлуке, в который добавляют до 3% (к весу тузлука) 80%-ной уксусной кислоты. Отношение веса рыбы к весу тузлука должно быть 1:4, чтобы полностью погрузить рыбу в раствор и предотвратить резкое снижение содержания в нем уксусной кислоты. После выдерживания рыбу необходимо тщательно промыть в тузлуке с тем же содержанием уксусной кислоты.

Пожелтение. Через некоторое время после посола, особенно если соленая рыба хранится без тузлука (например, в сухотарных бочках или в ящиках) поверхность ее начинает постепенно желтеть. Этот дефект характерен для рыб с тощим мясом, наблюдается он и у жирных рыб, хотя они гораздо быстрее поражаются ржавчиной.

Зарубежные ученые Тресслер, Филу и Бурн исследовали пожелтение мяса соленой трески и пришли к выводу, что причиной его является липидо-протеиновая реакция. Липидо-протеиновые соединения образуются в результате реакции между окислившимися жирами и протеинами, а может быть и продуктами

распада последних. Присутствие $MgCl_2$ стимулирует пожелтение, а присутствие $MgSO_4$ тормозит его. С повышением температуры хранения пожелтение усиливается. Этот дефект весьма распространен также у сушеных товаров. При наличии дефекта продукт хуже усваивается.

ТОВАРЫ ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ

Согласно требованиям стандарта, товары холодного копчения I сорта должны иметь соленость в пределах до 10—12%, а у II сорта соленость может достигать 13—14%; содержание влаги для разных видов рыбы предусмотрено в пределах от 43 до 58%.

Содержание жира не нормируется, но вполне естественно, что качество рыбы холодного копчения улучшается с увеличением содержания жира.

Наиболее распространенными дефектами у товаров холодного копчения является наличие рапы, плесени, белобочка и затяжка.

Рапа — налет соли на поверхности рыбы в виде мелких кристаллов. В первую очередь этот налет появляется на голове и в хвостовой части рыбы, а затем и на остальной тушке. Дефект этот образуется во время хранения продукта на складе вследствие подсыхания поверхностных слоев рыбы; появляется он обычно на рыбе с содержанием соли в мясе свыше 12%. Дефект этот легко устраняется путем протирания поверхности рыбы вначале влажной тряпочкой, а затем тряпочкой, пропитанной рыбьим жиром или растительным маслом.

Плесень — белый или зеленоватый налет на поверхности рыбы, постепенно проникающий в толщу мяса. Плесень появляется при слабой циркуляции и высокой влажности воздуха в помещении, в котором хранится рыба. Этому способствует также неправильная укупорка копченых товаров в ящики (например, без отверстий в торцовых стенках). Поверхностную плесень легко устранить протиранием рыбы тряпочкой, смоченной в рыбьем жире или растительном масле. Плесень, проникающую в мясо рыбы, устранить нельзя, и такая рыба непригодна в пищу.

Белобочка — непрокопченные (белые) пятна на поверхности рыбы, образуются при неправильной слишком плотной развеске рыбы в коптильной камере. Причиной образования дефекта является соприкосновение рыб между собой, в результате чего дым неполностью обволакивает поверхность рыбы. Этот дефект в виде сетки на поверхности рыбы может образоваться при копчении ее в лежащем положении на сетках.

Затяжка — гнилостный запах во внутренних слоях мяса рыбы. Причины образования этого дефекта те же, что у соленых товаров.

ТОВАРЫ ГОРЯЧЕГО КОПЧЕНИЯ

Товары горячего копчения выпускаются с содержанием соли 1,5—4,0%. Товарная ценность продукта и его стоимость определяются главным образом по тем вкусовым качествам, которые приобретает мясо рыбы после обработки ее горячим копчением¹. Естественно, мясо жирной рыбы, например угря или севрюги, горячего копчения отличается значительно лучшим вкусом, чем тресковых, и расценивается дороже.

Мясо сига и леща горячего копчения имеет очень нежную консистенцию, однако в мясе леща содержится большое количество мелких межмышечных костей, что затрудняет употребление его в пищу, в связи с чем лещ горячего копчения по своим товарным качествам уступает сигу и расценивается дешевле.

Наиболее распространенными дефектами у товаров горячего копчения являются ожоги, механические повреждения, темная окраска поверхности (рубашки) рыбы, сырое или переваренное мясо. Они образуются исключительно при неудовлетворительном проведении процесса копчения и небрежном обращении с рыбой. Ожоги особенно часто наблюдаются у рыбы, развешенной в нижнем ряду коптильной камеры. Слишком темную окраску поверхности рыба приобретает в том случае, если ее коптят недостаточно подсушенной (с влажной поверхностью) или она долго находится в стадии собственно копчения.

МАРИНОВАННЫЕ ТОВАРЫ

В основу товароведной классификации маринованной рыбы (сельдей) положены способ разделки и содержание соли в мясе рыбы. По способу разделки различают рыбу зябреную, жаброванную, полупотрошеную, обезглавленную и тушку. Однако в большинстве случаев маринованная сельдь поступает в продажу в целом (непотрошеном) виде. По содержанию соли маринованную рыбу подразделяют на слабосоленую (6—9% соли) и среднесоленую (9—12% соли). По качеству маринованную рыбу на сорта не разделяют.

Содержание уксусной кислоты в разных маринованных товарах колеблется в незначительных пределах — от 0,8 до 1,2%, поэтому этот показатель имеет второстепенное значение в классификации маринованных товаров.

СУШЕНЫЕ ТОВАРЫ

В зависимости от товароведных особенностей продукты, при изготовлении которых решающее значение имеет сушка, делятся на несколько типов.

¹ В данном случае качество (вкус) копченых товаров во многом зависит от химических и гистологических особенностей мяса рыбы.

Пресносушеные, т. е. рыба, высушенная без предварительного посола. Этот вид продукта особенно распространен в Норвегии; готовят его из тощих рыб (тресковых). В Японии этот продукт в значительном количестве готовят из трески (био-тара) и сельди (мигакинисин и хакавари-нисин). Для длительного хранения готовят особый продукт — «фуш», т. е. рыбу, высушенную до окаменелости.

В СССР пресносушеные продукты в промышленном масштабе в настоящее время производятся в очень небольшом количестве. С пуском в Ростове-на-Дону цеха для сушки пищевых продуктов методом сублимации с 1956 г. производятся небольшие партии рыбного фарша и рыбных кусочков.

Соленосушеные, т. е. рыба, высушенная после предварительного посола; этот вид продукта распространен во многих странах и готовится исключительно из тресковых рыб. В СССР вырабатывают соленосушеную рыбу горячей сушки типа сушеного снетка.

Для рыбы холодной сушки перед употреблением в пищу в большинстве случаев необходима дополнительная кулинарная обработка, а рыба горячей сушки является готовым продуктом и может употребляться непосредственно в пищу.

Вяленые, т. е. рыба, предварительно подсолённая и затем высушенная в естественных условиях при умеренной температуре. При производстве вяленых товаров сырьем является рыба с содержанием жира в мясе 4% и выше, средних размеров (вобла, тарань, лещ, усач и др.), которая при сушке приобретает особый вкус и своеобразную консистенцию. Этот вид продукта распространен в нашей стране и пользуется большим спросом у советского потребителя. Кроме того, его готовят в некоторых других странах; например, во Вьетнаме выпускают рыбный продукт «чик», который очень похож на вяленую воблу.

Балычные изделия — особая группа деликатесных рыбных товаров из белорыбицы, нельмы, морского окуня, осетровых и некоторых других рыб, приготовляемых вялением и копчением. Балычные изделия отличаются исключительно хорошим вкусом, очень нежным и питательным мясом; в других странах эти рыботоровы производятся в весьма ограниченных количествах.

Вареносушеные — предварительно проваренная в горячей воде, а затем высушенная рыба [179]. Этот вид обработки особенно распространен в восточных странах (Японии, Китае, Корее и др.); в СССР такой продукт в небольших количествах производится из корюшки.

Концентраты—рыба, освобожденная от несъедобных частей, соответствующим образом измельченная и высушенная до возможного предела. Рыбные концентраты у нас и за границей пока выпускают в небольших количествах; после усовершенство-

вания технологии приготовления они, безусловно, будут занимать значительное место в ассортименте выпускаемой продукции.

В нашей стране концентраты готовят главным образом из тощих рыб (щука, тресковые, судак и т. п.) методом горячей сушки. В основу их товароведной классификации положена степень измельчения.

Рыбная мука — измельченное до пылеобразного состояния сушеное рыбное мясо; согласно требованиям ГОСТа, мука должна просеиваться через сито с отверстиями 2 мм.

Рыбные хлопья (рыбные крошки) — это грубо измельченное высушенное мясо рыбы.

* *
*

В основу стандартизации сушеных товаров положены способы разделки, вид рыб, содержание соли и влаги, консистенция мяса, а также способ сушки (табл. 124).

Таблица 124

Наименование товара	Способы разделки	Содержание в %		Способ сушки	Консистенция
		соль	влага		
Вяленая рыба	Целиком, потрошенная	6—14	20—45	Холодный	Плотная
Балычные изделия	Балык, теша, кусок, боковник	4—12	—	"	Нежная, сочная
Сушеная рыба (снеток)	Не разделяется	8—12	37—38	Горячий	От плотной до жесткой
Рыбные сухари или рыба огневой сушки	—	До 6	До 10	"	Жесткая, рассыпчатая
Рыбная мука, крупа, хлопья	Измельченные	Нет	" 10	"	То же
Рыбное филе и филейчики	—	"	" 6	Сублимация	Пористая, жестковатая
Рыбная мука, крупа, хлопья	Измельченные	"	" 6	"	То же

ИКОРНЫЕ ТОВАРЫ

По виду используемого сырья икорные товары делятся на икру осетровых, лососевых и частиковых рыб.

Икра осетровых рыб — наиболее ценный деликатесный гастрономический продукт, по вкусовым и питательным свойствам

превосходящий все другие рыбные продукты и расцениваемый очень дорого.

Икра лососевых рыб по питательным свойствам не уступает икре осетровых рыб, но обладает менее приятным вкусом и поэтому расценивается значительно дешевле.

Икра частиковых рыб в питательном и особенно во вкусовом отношении значительно уступает икре осетровых и лососевых рыб и относится к группе дешевых рыбных товаров.

Икра осетровых рыб. В основу товароведной классификации икры осетровых рыб положены: способ ее обработки (зернистый, ястычный и паюсный передел), внешний вид, цвет, запах, вкус и состояние (консистенция) зерна.

Зернистую бочоночную икру выпускают с содержанием соли 6—10%, а баночную — только до 5%. Все остальные товароведные признаки для обоих зернистых переделов имеют существенное значение, но только для бочоночной икры они в ГОСТе сформулированы в менее жесткой форме. Содержание антисептиков (в пересчете на буру) допускается во всех сортах баночной икры не более 0,6%.

Для паюсной икры, уложенной в бочки и банки, требования ГОСТа одинаковы; икра по видам рыб не подразделяется, а по цвету не сортируется.

Зернистая и паюсная икра классифицируется на высший, I и II сорта.

Ястычная икра в действующие ГОСТы не включена и направляется в реализацию I и II сортами только согласно прейскуранту цен.

Икра является скоропортящимся продуктом, поэтому ее хранят в специальных охлаждаемых складах при температуре до -4° ; даже при этих условиях, например, паюсная икра через 3—4 месяца из высшего сорта переходит в I, а через 1,5—2 года становится непригодной в пищу. Зернистая баночная непастеризованная икра является продуктом еще менее стойким при хранении, чем паюсная икра. При хранении в неохлаждаемых складах качество икры через 10—15 суток хранения заметно снижается.

Значительно более стойкой при хранении является пастеризованная икра. Пределом хранения зернистой пастеризованной икры в холодильнике следует считать полтора года, а в обычных неохлаждаемых складах — 4 месяца; после этого срока качество икры заметно ухудшается.

Снижение качества и порча икры происходят под влиянием ферментов, содержащихся в протоплазме икры и вырабатываемых микроорганизмами. При пастеризации значительное количество микроорганизмов погибает; этим и следует объяснить, что пастеризованная икра, при прочих равных условиях, выдерживает хранение более длительный срок, чем непастеризованная.

Процесс изменения качества пастеризованной зернистой икры высшего сорта (без антисептика) при хранении в неохлаждаемых складах (при температуре 16—18°) протекает примерно следующим образом.

Через 1,5—2 месяца икра теряет вкус и запах свежей икры, но еще не имеет неприятных запаха и вкуса. Такую икру принято называть лежалой икрой (икра постарела); по своим органолептическим показателям она еще может соответствовать высшему сорту.

Через 2—2,5 месяца качество икры начинает заметно ухудшаться, она переходит в I сорт, а через 4 месяца хранения — во II сорт.

При хранении в течение года окраска икры меняется, она розовеет, разжижается и начинает бродить; кислотность икры сильно увеличивается, и она оказывается непригодной в пищу.

Дефекты в икре можно разделить на две группы: естественные (природные) и искусственные, появившиеся в икре вследствие неудовлетворительно проведенного технологического процесса или неудовлетворительных условий хранения, а также чрезмерно продолжительного хранения.

К первой группе дефектов относится привкус травки и ила; наличие этих дефектов в икре зависит исключительно от места обитания осетровых рыб и состава их пищи. Этот дефект встречается только в икре донных проходных рыб (например, осетровых); в икре тихоокеанского лосося их не бывает.

В последние годы наблюдаются случаи вылова рыбы (главным образом осетровых), у которой икра имеет привкус нефти. Это связано с тем, что вода в тех местах, где обитает эта рыба, содержит много нефтепродуктов.

Привкус травки можно характеризовать как травянистый вкус икры; этот дефект в слабой форме очень трудно различим, но довольно часто встречается у икры осетра, выловленного в устье Волги и Дона, а также у кубанского берега Азовского моря.

Привкус ила — неприятный привкус в икре с затхлым (болотным) запахом. С этим дефектом икру разрешается реализовать только II сортом.

Ко второй группе дефектов относятся: смолка, острота, окись (кислотность, скисание), прогоркание (горечь), плесень и белые включения. Все эти дефекты характеризуют ухудшение пищевых качеств икры и могут служить основанием для снижения сортности и даже запрещения ее реализации. Эти дефекты могут встречаться во всех видах икры.

Острота — едва уловимый кисловатый привкус. Появление этого дефекта в икре является сигналом, что в икре начались нежелательные процессы (гидролиз, окисление), вызывающие скисание продукта,

Окись (кислотность, скисание) — заметно выраженный кислый привкус, вызывающий при употреблении икры неприятные ощущения во рту. По-видимому, название дефекта произошло от слова «окисший». Этот дефект образуется, очевидно, вследствие гидролиза белка и особенно жира с образованием низкомолекулярных кислот (уксусная, масляная, пропионовая). Такую икру следует немедленно реализовать, так как эффективных средств приостановки дальнейшей порчи икры пока нет.

Кислотность соленой икры осетровых рыб не должна превышать показателей, приведенных в табл. 125.

Т а б л и ц а 125

Вид икры	Кислоты (КОН на 1 : икры)		
	раствори- мые в воде	нераство- римые в воде	всего
Зернистая	2,2	0,6	2,8
Паюсная	2,5	3,0	5,5

Большую разницу в содержании нерастворимых в воде кислот в паюсной икре по сравнению с зернистой следует объяснить различным расположением жира в икре. В зернистой икре жир в виде отдельных шарообразных капель залегает в центральной части икринки и поэтому медленно окисляется. В паюсной икре жир расположен у поверхности или на поверхности икринки, а точнее выступает на поверхности массы икры, поэтому он окисляется в большей степени.

Горечь может появиться в икре от соли и в результате прогоркания жира. Ощущение горечи, вызванное солью, особенно в слабосоленой икре, при употреблении быстро исчезает; ощущение горечи от жира чувствуется в глубине гортани (на язычке) и сохраняется значительно дольше.

Белые включения — в пастеризованной икре в процессе хранения иногда появляются белые кристаллы (включения), напоминающие при значительном скоплении плесень и портящие товарный вид икры. На рис. 153, а показана банка с нормальной икрой, а на рис. 153, б — с икрой, в которой уже появились белые включения.

Установлено, что белые включения образуются главным образом под действием содержащихся в икре ферментов и состоят из тирозина и других аминокислот — продуктов гидролиза белка. Установлено также, что продолжительное хранение зернистой икры до обработки пастеризацией, а также повышение

температуры ее хранения способствуют появлению белых включений.

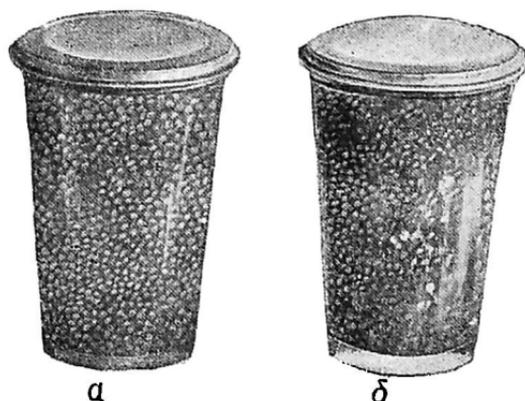


Рис. 153. Банки с пастеризованной икрой:
а—нормальная икра; б—икра с белыми включениями.

В табл. 126 приведены данные, характеризующие время появления белых включений в икре осетровых различных способов обработки при хранении в различных условиях.

Таблица 126

Способ обработки	Содержание соли в %	Температура хранения в °С	Время, в течение которого обычно появляются белые включения, в месяцах
Непастеризованная	6,9	18	2,5
Непастеризованная	6,5	2	4
Пастеризованная после хранения в течение 2—4 месяцев в холодильнике ($t=2^{\circ}$)	5,0	36	3
Пастеризованная после хранения в течение 2—4 месяцев ($t=2^{\circ}$)	5,0	18	8
Пастеризованная после хранения в течение 2—4 месяцев ($t=2^{\circ}$) в холодильнике	5,0	-2	20
Пастеризованная немедленно после посола	5,0	-2	36

Как видно из данных табл. 126, с понижением температуры хранения появление белых включений значительно задерживается.

Пастеризованная икра, особенно свежепосоленная, весьма стойка при хранении,

На рис. 154 показаны образцы пастеризованной икры — икра в начальной стадии порчи и испорченная.

Икра тихоокеанского лосося. Икру тихоокеанского лосося выпускают зернистым переделом и только в исключительных случаях в ястыках, что следует считать браком производства. Паюсную икру из лососевых не вырабатывают, так как она не отличается хорошим вкусом и, кроме того, при прессовании из икринок вытекает большое количество питательных веществ.



Рис. 154. Пастеризованная икра в начальной стадии порчи и испорченная.

В основу стандартизации икры положены вид рыбы и содержание соли в икре.

Икра кеты, горбуши и симы подразделяется на I и II сорта.

Икра I сорта должна содержать поваренной соли 4—6%, а II—4—8%, антисептиков — борных препаратов — 0,3% и уротропина до 0,1%.

Основными дефектами икры, которые служат причиной ухудшения вкуса и снижения сортности, являются перезревание и ослабление икры, острота, скисание, плесень, горечь, отстой.

Перезревшая икра — это естественный природный недостаток икры. Он свойствен икре, полученной от нерестовой рыбы, выловленной в верховьях рек. Этот недостаток характерен для икры кеты, выловленной на Амуре выше села Н. Тамбовское (570 км от устья Амура) и горбуши, выловленной в реке Амгунь (приток Амура). В Амгуни нерестует основная часть амурского стада горбуши. Из других районов Дальнего Востока икра с этим недостатком на рынок не поступает, так как рыбу там ловят в устьях рек или предустьевых пространствах.

Перезревшая икра имеет увеличенные размеры зерна, оранжевый цвет с желтоватым оттенком, слабую оболочку; консистенция протоплазмы жидкая. Такая икра плохо выдерживает длительное хранение, особенно чувствительна к механическим воздействиям; в результате в бочках довольно быстро образуется отстой. Реализуют ее I сортом.

Ослабевшее зерно — икринки имеют непривлекательный, помятый вид, при легком надавливании лопаются. Икра может еще не иметь неприятного вкуса и запаха. Тем не менее такую икру следует по возможности скорее реализовать, так

как в бочке за счет лопающихся икринок образуется жидкость—отстой, создается благоприятная среда для развития микроорганизмов. Такая икра не выдерживает длительного хранения и портится. Кроме того, при хранении получаются большие потери.

Небрежная обработка — наличие лопанца, кусочков пленки и сгустков крови. Этот дефект ухудшает товарные достоинства икры и может служить основанием для снижения сортности икры.

Острота и скисание — происхождение и признаки этих дефектов те же, что и в икре осетровых.

Плесень — беловатый, серовато-зеленый с различными оттенками налет на икре, издающий неприятный затхлый запах. Этот дефект может служить основанием для снижения сортности икры и перевода ее в нестандартную. Плесень может проникать внутрь икринок, и тогда икра уже непригодна в пищу. Налет плесени на упаковочном материале, не проникший в толщу икры, не является основанием для снижения сортности икры, находящейся в бочке. Товароведы иногда ошибочно принимают белые включения за плесень.

Белые включения появляются вследствие гидролиза белка до аминокислот (тирозин и т. п.). Обычно они равномерно, в виде белых крапинок (крупинок), распределены между икринками по всей толще икры в бочке; они не издают затхлого запаха. Плесень, наоборот, проникает в толщу икры с поверхности, причем это сопровождается некоторой усушкой икры.

Белые включения в лососевой икре видны не так заметно, как в икре осетровых, поэтому особенно не снижают ее товарной ценности. Они появляются примерно через год хранения икры в холодильнике.

Появление белых включений в икре является сигналом к прекращению хранения такой икры; ее необходимо срочно реализовать.

Горечь — неприятное (горькое) ощущение во рту при употреблении икры. Происхождение этого дефекта то же, что и у икры осетровых, но появляется он позднее. Не следует этот дефект путать с легкой горечью, присущей икре лососевых рыб, особенно нерки и кижуча.

Отстой — жидкость светло-оранжевого цвета, скапливающаяся в нижней части бочки и образующаяся из жидкой части протоплазмы, вытекающей из икринки.

Дефект образуется в результате посола задержанного или перезрелого зерна и хранения икры при высоких температурах. В последнем случае в результате гидролиза белка разрушается оболочка икринок и они теряют механическую прочность. Если в бочке появился отстой, такую икру следует срочно реализовать; исправить этот дефект невозможно. Появлению отстоя способствуют замерзание и последующее оттаивание икры.

ГЛАВА XVII. ВРЕДИТЕЛИ РЫБНЫХ ТОВАРОВ

Наиболее распространенными вредителями рыбных товаров из числа насекомых являются прыгун — личинка сырной мухи, шашел — личинка жука-кожееда и амбарная моль.

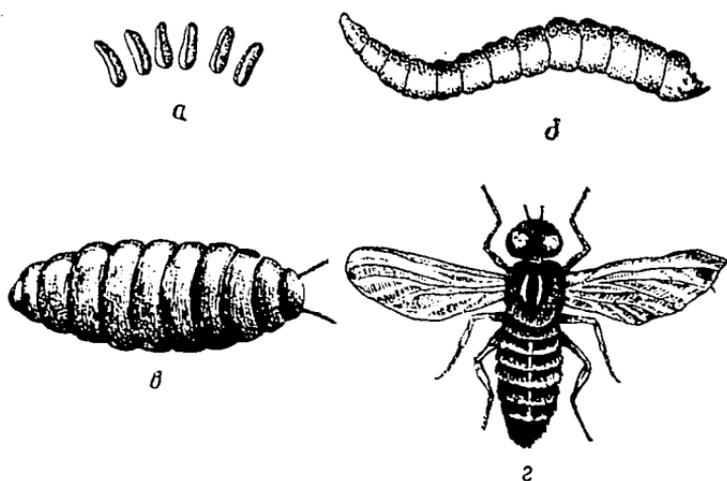


Рис. 155. Сырная муха и ее личинки:
а—яйцо; б—взрослая личинка; в—кокон-куколка; г—муха.

Сырная муха (рис. 155) меньше комнатной; она откладывает при благоприятных условиях один раз за лето 40—80 яиц длиной 0,3 мм (рис. 155,а) белого цвета, которые хорошо развиваются на соленых товарах и на чанах, бочках, носилках, тачках, таре, жировой соли и земле, пропитанных натуральным тузлуком.

Через 2—4 суток в зависимости от температуры и влажности среды из яиц развиваются личинки длиной 0,4 мм, которые через 3 дня линяют; еще через 5—7 дней наступает вторая линька. Личинки после второй линьки обладают способностью делать прыжки до 40 см в высоту, почему и получили название прыгунка или прыгуна (рис. 155,б). Продолжительность жизни прыгуна 15—25 дней; затем он превращается в куколку (рис. 155, в), из которой через 6—10 дней развивается сырная муха (рис. 155, г).

Прыгун развивается в жабрах и в мягких не покрытых чешуей или кожей частях тела, главным образом соленой рыбы (в разрезах, трещинах и т. д.); он не ядовит, но довольно прожорлив и может испортить значительное количество рыбы, если с ним не вести борьбу¹.

Для борьбы с сырной мухой и прыгуном на производстве необходимо соблюдать особо строгий санитарный режим, который в основном заключается в следующем.

При обнаружении на рыбозаводе сырной мухи в любых стадиях развития производят тщательную очистку, уборку и дезинфекцию цехов и территории завода. Рыботовары, пораженные прыгуном, немедленно удаляют в особые помещения, в которых и производят их переработку. Предварительно необходимо выяснить, в какой стадии развития находятся зародыши сырной мухи. Если имеется уже летающая муха, то, несомненно, имеются и яйца; тогда надо продержать рыбу в тузлуке не менее 6 дней, а затем перед укладкой в тару вновь промыть в тузлуке. Если же имеется только прыгун, то он всплывает в течение максимум 1,5 суток с быстротой, зависящей от концентрации и температуры тузлука.

Рыбу, зараженную прыгуном, промывают в течение часа в тузлуке с содержанием минимум 10% соли; при меньшей концентрации прыгун не всплывает. При промывке тузлуком первыми всплывают куколки затем прыгуны и, наконец, яйца мух. Всплывшие яйца и личинок снимают с поверхности тузлука сачком или ситом и затем переносят в чан с пресной водой, где они тонут.

Если некоторые участки территории завода сильно заражены прыгуном и куколками сырной мухи, необходимо в этих местах снять верхний слой земли толщиной 15—20 см, вывезти эту землю за территорию завода и лучше погрузить (утопить) в реку или море.

Свежий слой земли пропитывают раствором хлорной извести (5—10%) и затем посыпают песком. Такую работу рекомендуется делать ежегодно перед началом путины на всех предприятиях, которые заражены прыгуном и куколкой сырной мухи.

Прыгуна и особенно куколку сырной мухи довольно трудно обнаружить в земле. Для этого порцию земли, взятую с участка территории рыбозавода, опускают в ведро с тузлуком. После тщательного перемешивания земле дают осесть на дно. Если участок был заражен, то на поверхности тузлука легко обнаруживаются прыгун и куколка.

¹ Прыгун не может долго жить при отсутствии воздуха, поэтому он всплывает, если рыба погружена в тузлук; в пресной воде он тонет и гибнет.

Жук-кожеед (рис. 156) претерпевает те же стадии развития, что и прыгун. Личинка жука-кожееда (шашел) чаще всего встречается в сушеной, копченой и вяленой рыбе.

Самки жуков-кожеедов откладывают яйца (рис. 156, а) с мая до середины июня. Через несколько дней из яиц появляются личинки (рис. 156, в) темно-коричневого цвета, покрытые нежными волосками. Личинки весьма быстро передвигаются червеобразными движениями. До периода окукливания они живут 74—96 дней и за этот период 10 раз линяют. Максимальная длина личинки 13 мм. Из куколки (рис. 156, б) через 8—10 дней появляется взрослый жук (рис. 156, г). Окукливание обычно происходит там, где находились личинки, т. е. в жабрах и брюшной полости рыбы.

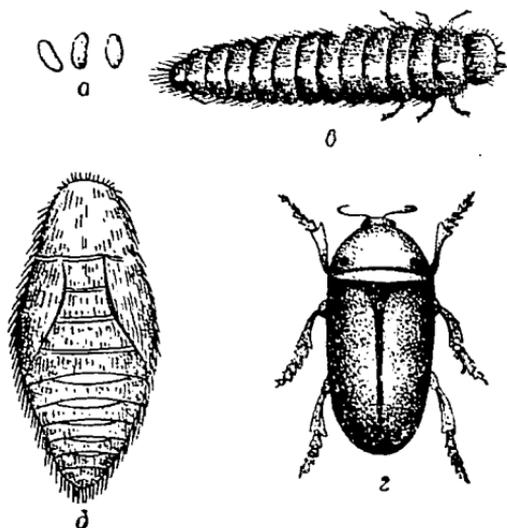


Рис. 156. Жук-кожеед и шашел: а—яйцо; б—куколка; в—личинка; г—жук.

Личинки кожеедов имеют сильно развитые челюсти и очень прожорливы; через жаберную или ротовую полость рыбы они проникают в брюшную полость, где выедают внутренние органы, а затем мышечную ткань, уничтожая в конце концов всю рыбу, но оставляя нетронутыми кожные покровы. Внутри рыбы скапливаются значительные количества экскрементов, а также шкурки после многочисленных линек. Рыба приобретает неприятный запах.

Основным профилактическим мероприятием против поражения рыбных продуктов шашелем являются: поддержание на рыбных предприятиях и складах тщательной чистоты и своевременное удаление с предприятий и складов испорченной рыбы и всех рыбных отходов, которые являются благоприятной средой для заселения жуками-кожеедами. Подозрительные на присутствие шашела партии рыбы необходимо изолировать, а помещения, где они находились, тщательно продезинфицировать. Если шашел не проник в мясо рыбы, его можно удалить путем перетряхивания и проветривания рыбы на солнце или окуривания черенковой серой в закрытых помещениях с последующим тщательным проветриванием.

В случае значительного поражения рыбы шашелем вопрос о ее дальнейшем использовании решается органами санитарного надзора.

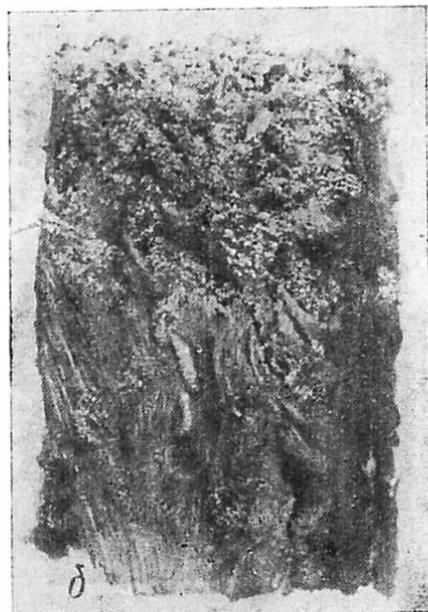


Рис. 157. Фотографии кусочков рыбы:
а—после сушки; б—после хранения в течение 15 суток; в—после хранения в течение 1 месяца.

Амбарная моль, поражающая сушеную рыбу, относится к отряду чешуекрылых насекомых. Бабочки появляются весной и могут откладывать до 100 яиц. Недели через полторы после откладки яиц из них выходят гусеницы, которые вгрызаются в сухую рыбу и главным образом по рыхлой соединительной ткани проникают внутрь мяса рыбы. Гусеницы очень прожорливы. Нами во ВНИРО был проведен опыт следующего порядка: пять бабочек были помещены в закрытую стеклянную банку, в которую были положены пять кусочков трески весом около 40 г каждый, высушенные методом сублимации. Через 15 дней (рис. 157,б) кусочки рыбы покрылись снаружи и внутри большим количеством яиц, между которыми было уже много гусениц желтовато-белого цвета длиной 6—10 мм; кусок рыбы с одного края был изъеден. Через 30 дней значительная часть кусков рыбы была съедена (рис. 157,в), причем внутри куска имелось большое количество пустот, разъединенных между собой остатками септ и мышечных волокон. Через 2 месяца от кусков рыбы осталась только труха. Моль — очень опасный вредитель. В промышленности известны случаи, когда за несколько месяцев моль уничтожала большие запасы сушеной рыбы на складах.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЯСА НЕКОТОРЫХ РЫБ В СВЕЖЕМ ВИДЕ

(по данным ВНИРО и его филиалов).

Вид рыбы	Химический состав в %			
	вода	жир	белок	зола
Треска	80,8	0,4	17,6	1,2
Пикша	80,9	0,3	17,5	1,3
Судак	78,8	0,9	19,0	1,3
Морской окунь	74,9	5,9	17,8	1,4
Палтус	77,0	2,6	19,1	1,3
Вобла	77,9	2,4	18,3	1,4
Лещ				
каспийский	75,3	4,9	18,6	1,2
азовский	74,3	7,9	16,8	1,0
аральский	77,6	4,0	17,2	1,2
амурский	—	—	—	—
Осетр				
каспийский	72,3	9,7	16,2	1,5
азовский	67,4	12,6	15,7	1,2
сибирский	70,0	14,2	15,5	0,9
Севрюга				
каспийская	69,0	13,4	17,2	1,0
азовская	69,2	12,9	17,3	1,2
Нельма	72,1	8,6	19,2	1,2
Белорыбица	—	—	—	—
Муксун	75,3	5,1	13,3	1,3
Белуга	75,0	7,0	16,9	1,1

Вид рыбы	Химический состав в %			
	вода	жир	белок	зола
Нерка	69,8	7,7	21,4	1,1
Кета камчатская	69,1	8,9	20,8	1,2
Кета амурская (осенняя)	67,6	11,0	20,9	0,5
Горбуша камчатская	70,9	6,1	21,5	1,5
Чир	70,2	10,3	18,3	1,2
Усач аральский	69,1	11,2	18,6	1,1
Усач каспийский	73,1	5,3	20,4	1,2
Чехонь	76,9	2,3	19,3	1,5
Щука	79,4	0,7	18,8	1,1
Сазан каспийский	78,0	2,7	18,2	1,1
Палтус белокорый	76,7	3,0	18,9	1,4
Зубатка полосатая	25,14	5,3	18,3	1,1
Зубатка пятнистая	76,7	7,0	16,8	0,8
Камбала — ерш	79,7	4,8	14,8	1,4
Пинагор (с костями)	72,5	16,6	10,5	1,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СОЛЕННЫХ, СУШЕНЫХ И КОПЧЕНЫХ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

(по данным ВНИРО и его филиалов)

Наименование продукта	Химический состав в %			
	вода	белок	жир	соль
Соленые продукты				
Горбуша	48,3	29,8	5,7	15,3
Килька балтийская пряного посола	58,6	20,3	15,6	9,8
Сельдь волго-каспийская (средняя)	53,1	20,8	8,2	15,8
Сельдь волго-каспийская (мерная)	55,6	20,3	11,7	15,2
Сельдь тихоокеанская (весенняя)	54,1	19,3	9,9	12,8
Шпрот черноморский пряного посола	65,2	14,7	9,3	8,7
Кета чанового посола	50,3	23,7	8,2	15,6

Наименование продукта	Химический состав в %			
	вода	белок	жир	соль
Кета стопового посола	45,8	25,0	9,8	18,2
Кета ящичного посола	60,5	21,7	8,0	8,6
Хамса осенняя	41,9	13,3	27,1	16,4
Морской окунь	47,8	—	12,6	15,9
Треска	54,6	26,1	1,3	20,1
Треска	64,8	25,8	0,1	13,0
Треска	67,2	21,9	0,4	10,0
Зубатка	55,7	—	2,5	20,7
Тюлька	47,3	17,6	15,9	16,2
Тюлька	50,5	13,7	18,1	12,7
Сельдь	53,5	—	12,6	12,3
Сельдь беломорская (сорокская)	51,3	23,7	6,8	14,9
Сельдь волжская — пузанок	55,6	20,3	11,7	15,2
Килька каспийская	50,2	16,0	17,6	14,8
То же	58,6	20,3	15,6	9,4
Кета чанового посола	54,4	23,3	14,6	7,7
Лососина дагестанская	45,6	20,9	21,7	9,3
Семга	53,5	22,7	12,2	11,2
Омуль	67,1	19,2	5,7	6,5
То же	61,4	23,1	12,2	11,2
Скумбрия черноморская	49,7	25,8	6,8	13,9
Икра				
Горбуша (зернистая)	42,7	33,1	12,4	3,5
Кефаль (вяленая)	14,7	37,8	39,0	4,7
Лобан (вяленая)	15,1	38,2	42,7	3,7
Лещ (пробойная)	57,6	25,7	5,3	8,0
Судак (галаган)	43,6	24,4	9,3	11,8
Белуга (зернистая)	45,5	29,0	17,0	5,5
Осетр (зернистая)	49,0	26,0	17,5	4,5
Севрюга (паюсная)	37,0	35,0	21,0	4,5
Осетр (паюсная)	38,2	34,4	23,8	3,9
Кета (зернистая)	42,1	39,4	11,9	4,4

Наименование продукта	Химический состав в %			
	вода	белок	жир	соль
Сушено-вяленые продукты				
Белуга вяленая (боковник)	42,3	19,8	19,2	14,6
Белорыбица вяленая (балык)	53,7	21,6	17,6	7,2
Белорыбица куреная (теша)	43,1	21,6	22,2	11,5
Осетр вяленый (балык)	54,2	21,1	9,1	12,3
Снеток соленосушенный	39,1	—	—	—
Вобла вяленая	29,0	49,4	7,4	14,4
Мука (щуки)	8,6	62,7	5,8	—
Мука (трески)	6,7	61,1	1,6	—
Крупа (наваги)	4,9	80,1	2,7	—
Бычки вяленые	7,3	60,6	9,0	18,2
Килька каспийская вяленая	39,1	22,3	24,8	11,6
Усач вяленый	49,1	24,9	9,8	14,1
Шемая вяленая	28,6	43,7	12,2	12,5
Сазан вяленый	26,2	43,1	13,8	15,6
Рыбец вяленый	49,7	26,3	14,7	12,7
Судак вяленый	26,1	55,8	4,1	11,9
Копченые продукты				
Горбуша холодного копчения	50,5	28,5	7,4	11,9
Кета холодного копчения	53,4	25,6	7,0	11,4
Лещ холодного копчения	55,7	29,8	4,3	11,5
Окунь морской горячего копчения	58,0	25,1	12,3	3,6
Рыбец холодного копчения	51,5	21,7	13,1	9,3
Тарань холодного копчения	54,4	28,5	5,1	9,7
Сельдь мурманская холодного копчения	53,3	24,1	11,0	10,4
Тюлька холодного копчения	34,5	30,2	24,7	—
Килька каспийская холодного копчения	40,5	24,5	25,7	10,9
Вобла холодного копчения	42,5	15,5	8,0	12,0
Чехонь холодного копчения	48,0	27,9	11,4	11,9
Усач холодного копчения	47,6	27,2	10,1	11,2
Шемая холодного копчения	46,2	27,9	18,7	7,7
Рыбец холодного копчения	51,5	21,7	13,1	9,3
Кефаль холодного копчения	56,4	25,6	9,3	7,0

Продолжение

Наименование продукта	Химический состав в %			
	вода	белок	жир	соль
Белорыбница холодного копчения:				
балык	57,5	23,5	13,1	5,8
теша	48,1	21,6	22,2	11,6
Омуль горячего копчения	65,8	23,2	6,7	4,7
Треска горячего копчения	71,2	26,0	1,2	1,6
Камбала (речная) горячего копчения	63,4	22,0	11,6	2,8
Салака горячего копчения	65,1	25,4	5,6	2,9

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Адам Н. К., Физика и химия поверхности, М., 1947.
2. Алеев Б. С., Попова Н. Е. и Бережной К. Д., Наблюдения над разложением белков в соленой рыбе при хранении, «Вопросы питания», т. V, вып. 6, 1936.
3. Алфрей Г., Механические свойства высокополимеров, М., 1952.
4. Аристов Н., Промышленность древней Руси, С.-Пб., 1863.
5. Арнольд И. Н., Рыбная промышленность, «Богатства СССР», вып. IV, 1926.
6. Башкиров К., Обработка шкры лососевых, Дальгиз, 1940.
7. Белопольский В. Г., Сушка методом сублимации, «Медицинская промышленность СССР», 1951, № 2.
8. Беляева В. А., Пряниковые растения, Госторгиздат, 1946.
9. Бережков М., О торговле Руси с Ганзой до конца XV века, С.-Пб., 1879.
10. Березин Н. Т., Промысловая обработка рыбы, Пищепромиздат, 1951.
11. Бладергрэн В., Физическая химия в медицине и биологии, М., 1951.
12. Бондарев Г. И., За высокое качество консервов «шпроты», «Рыбное хозяйство», 1951, № 6.
13. Брейфус Л. Л., Рыбный промысел русских поморов в Северном Ледовитом океане, Материалы к познанию русского рыболовства, т. II, вып. I, 1913.
14. Бреслер С. С., О механизме ферментативного катализа, Белки, их специфические свойства, Труды совещания по проблеме белка, состоявшегося 4—7 июня 1954 г., Киев, 1955.
15. Бромлей Г. Ф., Изменения строения тканей рыб в процессе холодного и горячего копчения, Известия ТИНРО, т. XXXI, 1949.
16. Бромлей Г. Ф., Посмертные изменения тканей рыб, Известия ТИНРО, т. 31, Дальгиз, 1949.
17. Бронштейн А. И., Вкус и обоняние, АН СССР, М., 1950.
18. Брунауер С., Адсорбция газов и паров, т. I, Москва, 1948.
19. Будилович А., Первобытные славяне в их языке, быте и понятиях по данным лексикальным, Киев, 1878.
20. Буланкин, И. И., О природе денатурации глобулярных белков, Труды совещания по проблеме белка, состоявшегося 4—7 июня 1954 г., Киев, 1955.
21. Булл Г. Б., Физическая биохимия, ИЛ, 1949.
22. Бэр, Материалы для истории рыболовства в России и в принадлежащих ей морях, С.-Пб., 1853.
23. Веденский А. П., Материалы по биологии скумбрии, Известия ТИНРО, т. XXXIV, Дальгиз, 1951.
24. Вечер А. С., О формах и содержании воды в пластинах, Биохимия, т. 15, вып. I, 1950.
25. Вешняков В. И., Рыболовство и законодательство, С.-Пб., 1894.
26. Войцеховский Р. В., Некряч Е. Ф., Швецов Н. А., Исследования гидрофильных свойств дисперсных систем методом насыщения

- их водой в неполярном углеводороде, «Коллоидный журнал», 1955, т. XVII, № 3.
27. Воскресенский Н. А., Кинетика процесса посола рыбы, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
 28. Воскресенский Н. А., Рыбные концентраты, Дальгиз, 1943.
 29. Воскресенский Н. А., Макарова Т. И., Мартемьянова К. В., Влияние различных способов сушки на сохранение нативных свойств рыбы, Труды ВНИРО, т. 29, Пищепромиздат, 1954.
 30. Воскресенский Н. А., О некоторых особенностях процесса замораживания рыбы, «Рыбное хозяйство», 1956, № 3.
 31. Галвяло М. Я. и Горохина Т. К., Характеристика мышечных белков рыб, Труды Весенно-медицинской академии им. С. М. Кирова, т. 22, 1940.
 32. Гамель И. X., Англичане в России в XVI и XVII столетиях, С.-Пб., 1865.
 33. Гамуар Р., Белки рыб, биохимия рыб, Сборник статей, М., 1953.
 34. Гаркави А., Сказание мусульманских писателей о славянах и русских, М., 1870.
 35. Гауровиц Ф., Химия и биология белков, ИЛ, М., 1953.
 36. Гейнеман А., Кенигсбергская промышленная выставка, С.-Пб., 1896.
 37. Говорков И. В., Амурская кета, Снабтехиздат, 1932.
 38. Греков Б. Д., Славяне, Возникновение и развитие Киевского государства, Военное издательство, 1946.
 39. Грецкая О. П. и Зуйкова Л. П., Горячее копчение рыбы по методу мастера-новатора Г. И. Кулагина, «Рыбное хозяйство», 1951, № 12.
 40. Грецкая О. П., Копчение сельдевых для шпрот, Пищепромиздат, 1951.
 41. Грищинская А. К., К методике определения степени копчености рыбы, «Рыбное хозяйство», 1934, № 4.
 42. Грушевский М., Киевская Русь, т. I, С.-Пб., 1911.
 43. Грюнер В. С., Органолептическая оценка пищевых продуктов, М., 1933.
 44. Гуль В. Е., Роль молекулярных сил в механизме набухания высокополимеров, «Коллоидный журнал», 1953, № 3.
 45. Гутри А. и Уокерлинг Р., Вакуумное оборудование и вакуумная техника, ИЛ, 1951.
 46. Давидов Р., Барабанщиков Н., Объективные методы оценки физических свойств сырья, «Молочная промышленность», 1950, № 4.
 47. Данилов К., Древнеросийские стихотворения, Гослитиздат, М., 1938.
 48. Державин А. Н., Волжский лосось, Сборник, посвященный научной деятельности Кошковица, Пищепромиздат, 1939.
 49. Дерягин В. В., Сольватные слои как особые граничащие фазы на основе прямых методов исследования, Труды всесоюзной конференции по коллоидной химии, Киев, 1952.
 50. Дешман С., Научные основы вакуумной техники, ИЛ, 1950.
 51. Домбровский И., Рыболовные пословицы, «Природа и охота», 1891.
 52. Драгунов А. М., и Косинова Н. Е., Влияние движения рыбы в тузлуке на скорость просаливания, «Рыбное хозяйство», 1950, № 4.
 53. Дубинин М. М. и Чмутов К. А., Физико-химические основы противогазного дела, Госхимиздат, Москва, 1939.
 54. Дубинин М. М., Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел, Труды совещания 25—28 июня 1951 г., М., 1953.
 55. Дубинин М. М., Физико-химические основы сорбционной техники, Госхимиздат, М., 1932.
 56. Думанский А. В. и Некряч Е. Д., Теплота смачивания и связанная вода, «Коллоидный журнал», 1955, т. XVII, 1.
 57. Думанский А. В., Некряч Е. Ф., Липофильность дисперсных систем, Теплота смачивания, «Коллоидный журнал», 1947, т. IX, № 5.
 58. Думанский А. В., Теплота смачивания и гидрофильность дисперсных систем, «Коллоидный журнал», 1950, № 5.

59. Думанский А. В., Гидрофильность коллоидных систем и ее теоретическое и практическое значение, Коллоиды в пищевой промышленности, сборник 2, 1949.
60. Думанский А. В., Овчаренко Ф. Д., Теплота смачивания глинозема и часов-ярской глины, «Коллоидный журнал», 1950, т. XII, № 5.
61. Думанский А. В., Учение о коллоидах, Госхимиздат, 1948.
62. Ермольева З. В. и Буяновская И. С., Ароматообразующие микробы сельди и тазлука, «Вопросы питания», 1934, т. III, вып. 3.
63. Забелин И. Е., Домашний быт русских царей в XVI и XVII веках, С.-Пб., 1895.
64. Забелин И. Е., Домашний быт русского народа в XVI и XVII веках, С.-Пб., 1872.
65. Заварзин А. А., Курс гистологии и микроскопической анатомии, Медгиз, М., 1936.
66. Изобретения и рационализаторские предложения в рыбной промышленности, Крымиздат, 1947.
67. Ильин М. Д., Рыба как пищевой продукт, С.-Пб., 1911.
68. Иоффе А. Ф., Основные представления современной физики, Гостехиздат, 1949.
69. Историко-статистический обзор промышленности России, т. 1, 1883.
70. История древнего мира, т. 1, Древний Восток, Государственная Академия истории материальной культуры им. Н. Я. Марра, Соцэксгиз, 1937.
71. Кавказов Ю. Л., Взаимодействие кожи с влагой, Госхимиздат, М., 1952.
72. Каухчишвили Э. и Гафунг, Сушка поджелудочной железы при низкой температуре, «Мясная индустрия», 1950, 6.
73. Кевдин В. А., Современное рыболовство России, М., 1915.
74. Кереев Н., Государство—город античного мира, М., 1910.
75. Кизеветтер И. В. и Лаговская Е. А., Исследования защитных (антиокислительных) свойств белых глини, Известия ТИНРО, т. 23, Дальгиз, 1947.
76. Кизеветтер И. В., Технохимическая характеристика дальневосточных промысловых рыб, Известия ТИНРО, т. 21, Дальгиз, 1942.
77. Киселевич К. А., Минеев А. Ф., Приготовление вяленой воблы, Астрахань, 1926.
78. Киселевич К. А., Каспийско-волжские сельди, Труды Астраханской научно-промысловой экспедиции, т. III, вып. 3, 1914—1915.
79. Клейменов И. Я. и Егорова Л. Н., Набухание мяса рыбы в растворах поваренной соли, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
80. Клейменов И. Я. и Егорова Л. Н., Оценка качества пряностей, «Рыбное хозяйство», 1939, № 10.
81. Клейменов И. Я. и Егорова Л. Н., Некоторые данные о природе появления «белого налета» в рыбных пресервах, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
82. Ключевский В. О., Сказания иностранцев о Московском государстве, Общество распространения полезных книг, 1918.
83. Колесов С. Г., Высушивание микроорганизмов и биопрепаратов, Сельхозгиз, 1952.
84. Костомаров Н. И., Очерки торговли Московского государства в XVI и XVII веках, С.-Пб., 1862.
85. Крашенинников С., Описание земли Камчатки, ОГИЗ, 1948.
86. Кривенко П. Ф., Производство лобаньей и кефальей икры, «Рыбное хозяйство», 1949, № 1.
87. Кройт Г. Р., Коллоиды, Госхимиздат, М., 1936.
88. Кройт Г. Р., Наука о коллоидах, т. 1, ИЛ, М., 1955.
89. Кулишер И. М., Очерк истории русской промышленности Петроградского периода, 1922.
90. Кулишер И. М., История русского народного хозяйства, т. 1—2, изд. «Мир», 1925.

91. Кульман А. Г., Коллоиды в хлебопечении, Госхимиздат, 1953.
92. Кульман А. Г., Физическая и коллоидная химия, Пищепромиздат, 1949.
93. Курц Б. Г., Сочинения Кильбургера о русской торговле в царствование Алексея Михайловича, Киев, 1915.
94. Лазаревский А. А., Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности, Пищепромиздат, 1955.
95. Лаппо-Данилевский А. С., Русские промышленные и торговые кампании в первой половине XVIII века, С.-Пб., 1899.
96. Лапшин М. И. и Строганов С. Н., Химия и микробиология питьевых и сточных вод, Госстройиздат, 1938.
97. Липатов С. М., Физико-химия коллоидов, Госхимиздат, 1948.
98. Литвинова Ф. И., Влияние замораживания на качество соленой лососевой икры, Труды ТИНРО, т. XXI, 1951.
99. Лобанов Д. И. и Быкова О. В., О процессе денатурации белков при тепловой обработке мяса рыбы, «Вопросы питания», 1938, № 2.
100. Лобанов Д. И., Климова Э. О., Соединительная ткань как фактор, обуславливающий качество мяса, «Вопросы питания», 1938, № 6.
101. Ловерн Д. А., Химия жиров и жировой обмен рыб, Биохимия рыб, АН СССР, М., 1953.
102. Лукьянов С. П. и Тимофюк М. В., Вибрационный метод уплотнения и укладки рыбы в таре, «Рыбное хозяйство», 1951, № 6.
103. Лурье Н. Ю., Сушильное дело, Госэнергоиздат, 1948.
104. Лыков А. В., К исследованию динамики сушки, Известия ВТИ, № 3, 1933.
105. Лыков А. В., Еще раз об уравнении диффузии влаги в процессе сушки, Известия, ВТИ, № 7, 1933.
106. Лыков А. В. и Ауэрман Л. Я., Теория сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов пищевой промышленности, Пищепромиздат, 1946.
107. Лыков А. В., Теория сушки, Госэнергоиздат, 1950.
108. Лыков А. В., Тепло- и массообмен в процессах сушки, Госэнергоиздат, 1956.
109. Лыков А. В., Грязнов А. А., Молекулярная сушка, Пищепромиздат, 1956.
110. Лыков А. В., Сушка и увлажнение, Гизлегпром, 1938.
111. Макаров А., Товароведение рыбы и рыбных продуктов, Госторгиздат, 1940.
112. Максимов С. В., Год на Севере, 4-е изд., М., 1890.
113. Мак-Бен, Сорбция газов и паров твердыми телами, Госхимиздат, М., 1934.
114. Меринбергер Р. Р. и Маркин Е. Ю., Технология мяса и мясопродуктов, Пищепромиздат, М., 1949.
115. Миндер Л. П., Значение тузлучного посола рыбы, «Рыбное хозяйство», 1951, № 6.
116. Миндер Л. П., Взаимосвязь белков и воды в тканях рыбы, «Рыбное хозяйство», 1947, № 5.
117. Минеев А. Ф. и Юркин А. Ф., Копченые рыбы холодным и горячим способом, Снабтехиздат, 1934.
118. Михайлов А. Н., Физико-химические основы технологии кожи, Гизлегпром, 1949.
119. Михайлов А. Н., Проблемы белка в химии кожевенного производства, Белки в промышленности и сельском хозяйстве, Конференция по белку, Киев, 1952.
120. Михайлов А. Н. и Ребиндер П. А., Структурно-механические свойства дисперсных систем, «Коллоидный журнал», 1955, 2.
121. Млодзиевский А. Б., Краткий учебник молекулярной физики, Гостехтеориздат, 1933.
122. Невтонов Н., К вопросу о динамике посола рыбы, «Рыбное хозяйство», 1935, № 9.

123. Никитский А. И., История экономического быта Нижнего Новгорода, М., 1893.
124. Николаев Б. А., Исследование общей и упругой деформации хлебного мякиша, Пищепромиздат, 1950.
125. О больших реках Российской империи, впадающих в Черное море, Собрание сочинений, выбранных из месяцелова за разные годы, т. IV, 1790.
126. Олеарий А., Описание путешествия в Московию, С.-Пб., 1906.
127. Орлов Ю. Ф., Уборка тузлучных рыбных товаров в сухотарные бочки с полихлорвиниловыми вкладышами, «Рыбное хозяйство», 1952, № 7.
128. Павлов И. П., Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных, 1938.
129. Павловский В. А., Отчет о поездке в Одессу для ознакомления с консервным производством на юге России, Материалы к познанию русского рыболовства, т. II, вып. 1, 1913.
130. Палладин А. В., Учебник биологической химии, Медгиз, 1939.
131. Памятные книги Архангельской губернии за 1852—1910 гг.
132. Пасынский А. Г. и Черняк Р. С., Гидратация и сольватация белков, Труды всесоюзной конференции по коллоидной химии, Киев, 1952.
133. Пасынский А. Г., Денатурация белков, Белки в промышленности и сельском хозяйстве, Конференция по белку, Киев, 1952.
134. Перени Н. А., Среднезковские города и возрождение торговли, Горький, 1941.
135. Планк Р. П., Современные проблемы использования холода в пищевой промышленности, «Холодильное дело», 1932, № 11.
136. Полевой, Очерки русской истории в памятниках быта, т. I и II, М., 1879—1880.
137. Подвысоцкий, Словарь областного Архангельского наречия в его бытовом этнографическом применении, Архангельск, 1885.
138. Подсевалов В. Н., Кинетика сушки рыбы, «Рыбное хозяйство», 1949, № 9.
139. Подсевалов В. Н., Копчение рыбы, Пищепромиздат, 1952.
140. Простосердов Н. Н., Основы дегустации вина, М., 1952.
141. Путилова И. В., О гидратах и гидратации белков, Труды всесоюзной конференции по коллоидной химии, Киев, 1952.
142. Равич-Шербо Ю. А., Иванова С. И., Микробиологические причины порчи рыбных пресервов и способы борьбы с нею, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
143. Ребиндер П. А., Конспект общего курса коллоидной химии, составлен доц. Поспеловой К. А., изд. Московского университета, 1949.
144. Ребиндер П. А. и Сасоненко Н. В., О методе погружения конуса для характеристики структурно-механических свойств пластично-вязких тел, Доклады АН СССР, 1949, т. XIV, № 6.
145. Ребиндер П. А., Новые методы характеристики упруго-пластичных вязких свойств структурированных дисперсных систем и растворов высокополимеров, новые методы физико-химических исследований поверхности явлений, Труды ИФХ, АН СССР, 1950.
146. Садиков В. С. и Шошин А. Ф., К выяснению процесса созревания мяса, Изменение белков мяса под влиянием ферментов самого мяса, Белковый сборник, т. I, вып. 1, 1936.
147. Садиков В., Курс биологической химии, изд. Кубуч, 1935.
148. Самнер Д. и Сомерс Г., Химия ферментов и методы их исследования, ИЛ, 1948.
149. Синеморские рыболовные промыслы, Астрахань, 1895.
150. Скальковский, Древнее и нынешнее рыболовство в Новороссийском крае, Журнал Министерства внутренних дел, 1846.
151. Смородицев И. А., Биохимия мяса, Пищепромиздат, М., 1952.
152. Смородицев И. А., Ферменты растительного и животного царства, Госиздат, 1922.

153. Смородинцев И. А., Современное положение вопроса об автолизе, «Успехи химии», 1935, т. IV, вып. 4.
154. Солиник В. А., Пастеризация икры дальневосточных лососевых. Известия ТИПРО, т. 23, 1947.
155. Сыркин Я. К. и Дядкина М. Е., Химическая связь и строение молекул, Госхимиздат, М., 1946.
156. Тагер А. А., Растворы высокомолекулярных соединений, АН СССР, Л., 1951.
157. Титов И. Н., Технология сухих биопродуктов, Сельхозгиз, М., 1945.
158. Треслер Д. К., Несколько соображений о посоле рыбы. Астрахань, 1925.
159. Турпаев М. И., Теория и практика посола сельди в Астрахани, Известия Петровского общества исследователей Астраханского края, т. 2, 1926.
160. Турпаев М. И., Посол, Технология рыбных продуктов, под редакцией проф. Касаткина Ф. С., Пищепромиздат, 1938.
161. Турпаев М. И., Очерки по истории посола рыбы в древний период. «Рыбное хозяйство», 1935, № 4.
162. Тюрин Б. М. и Бондарев Г. И., Опыты по переработке мурманской сельди, Труды ВНИРО, т. II, 1938.
163. Тягунов, Основы расчета вакуумных систем, М., 1948.
164. Уантоу-Грей и Паттерсон, Дым, Госхимиздат, 1934.
165. Федоров Н. и Рогов И., Копчение мясопродуктов в электрическом поле высокого напряжения, «Мясная индустрия», 1955, № 1.
166. Филипенко К., Кинетика сушительного процесса, Оборонгиз, 1939.
167. Флетчер Д. О., О государстве русском, С.-Пб., 1906.
168. Фрей-Висслинг А., Субмикроскопическое строение протоплазмы и ее производных, АН СССР, М., 1950.
169. Холден Д., Энзимы, Госхимиздат, 1934.
170. Чулков М. Д., Историческое описание российской коммерции при всех портах и границах от древних времен. т. I, II и III, 1785.
171. Шмакова Т. С., Изменения качества сушеного снетка при хранении, «Рыбное хозяйство», 1951, № 3.
172. Шьюен Д., Химия и обмен азотистых экстрактивных веществ у рыб, Биохимия рыб, АН СССР, 1953.
173. Энгельгард В. А., Мышечные белки и функции мышц, Совещание по белку, Сборник докладов АН СССР, 1948.
174. Энгельгард В. А. и Любимова М. Н., К механохимии мышц, «Биохимия», 1949, т. 7, вып. 5—6.
175. Энгельгард В. А., Ферментативные и механические свойства белков мышцы, «Успехи современной биологии», 1941, т. XIV, вып. 2.
176. Astbury Wt., Fundamentals of fiber structure, London, 1933.
177. Bertram J. G., The harvest of the sea, 1873.
178. Bradish C. I., Freeze Drying, Chemical products, 1947.
179. Harris M., Misely J., Taut K., Plasticity of wool in relation to chemical structure. Industry Engineering Chemistry 34, 833, 1942.
180. Dehydrated Fish and Meat, Food, January, 1956.
- 181—182. Flodsdorf E. W., Freeze-Drying, 1949.
183. Flodsdorf E. W., The Development of Freeze-Drying, Biological Applications of Freezing and Drying, New York, 1954.
184. Food for Men and Beast and Engineering in conference of Aberdaen, Food Manufacture, November, 1954.
185. Furgal H. P., Progress in Meat Dehydration, Food Engineering, No 9, 1954.
186. Gane R., Freeze Drying of Foodstuff, Report of a symposium held in June, London, 1951.
187. Kordyl E., Chemical composition of the Baltic cod and herring sexual maturity, Reports of the Sea Fisheries Institute in Gdynia, No 6, 1951.

188. Fischer E., The influence of infected fishing-cutters on the quality of fish. Reports of the Sea Fisheries Institute in Gdynia, No. 7, 1954.
 189. Gerch I. and Stephenson I. L., Freezing and Drying of Tissues for morphological and histochemical Studies. Biological Applications of Freezing and Drying, New York, 1954.
 190. Greaves R. I. N., Theoretical Aspects of Drying by Vacuum Sublimation, Biological Applications of Freezing and Drying, New York, 1954.
 191. Griffiths P. and Lemon J., Studies on the smoking of haddock. Bureau of fisheries. U. S. A., Invest Rep., No 20, 1921.
 192. Cutting C. L., Economic Aspects of the Utilisation of Fish. The Biochemistry of Fish, Cambridge, 1951.
 193. Cutting C. L., Fishing News, September 22, 1951.
 194. Knudsen M., Annalen der Physik, 28, 1909.
 195. Kiichi Muzafa, Kiichi Oishi, The Limit of Conservation of dreid and solted Meat of fishes, Bull. Japan. Soc. Sci. Fisheries, 19, 1953.
 196. Koehlen M., Tarichos on Recherches sur l'histoire et les antiquites des pecheries de la Russie Meridional, Memoires de l'Academie Imperiale des Sciences, St. Petersburg, m. I, 1832.
 197. Lenz D., Zoologie der alen Griechen und Römer, 1856.
 198. Neurath N., Greenstein Z. P., Rutnam F. W., Eryckson Z. O., Chem. Rev., 34, 157, 1944.
 199. Nord M., Principles of Freeze-Drying. Food Manufacture, November, 1952.
 200. Putnam F. W., Protein Denaturation, The Proteins Chemistry. Biological Activity and Methods, Vol. 1, part B, New York, 1953.
 201. Hamm W. S. and Rust W. A., The Electrostatic Smoking of Sardines, Commercial Fisheries Review, Vol. 9, No. 2, 1947.
 202. Sikorski Z., Zastosowanie wedzenia elektrostatycznego w przemysle rybnym, Przemysl Spozywczy, 9, 1956.
 203. Tressler D. K. and Lemon I. M., Marine Products of Commerce, New York, 1951.
-

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Рыбообрабатывающая промышленность СССР	7
Глава II. Производственный и технологический процессы	29
Глава III. Некоторые особенности и свойства мышечной ткани рыбы	36
Химический состав рыбы	36
Строение мышечной ткани рыбы	39
Биохимические свойства мышечной ткани рыбы	44
Коллоидно-химические свойства мышечной ткани рыбы	55
Изменение некоторых химических свойств мышечной ткани рыбы при хранении	74
Структурно-механические свойства мышечной ткани рыбы	78
Глава IV. Консервирующие и вспомогательные материалы	94
Поваренная соль	94
Вода	100
Коптильная жидкость	101
Уксусная кислота	103
Пряности	105
Глава V. Краткие сведения о растворах консервирующих веществ, применяемых в рыбообрабатывающей промышленности	109
Концентрация растворов	109
Растворимость солей	111
Диффузия в растворах	114
Осмоз	117
Глава VI. Посол рыбы	120
Устройства для посола рыбы и техника посола	121
Методика анализа работы линий для посола рыбы	132
Способы посола рыбы	138
Факторы, влияющие на скорость посола рыбы	145
Законченный и прерванный посол	152
Весовой баланс чанового посола	157
Составные части весового баланса посола	168
Созревание соленой рыбы	174
Технологические процессы посола основных промысловых рыб	182
Посол сельди	193
Посол лососевых	214
Посол тресковых рыб	222
Посол частиковых рыб	228

Посол сома	229
Посол тюльки	230
Бочковый посол салаки	231
Посол тихоокеанской скумбрии	235
Посол тугуна и ряпушки	237
Глава VII. Пряный посол рыбы	240
Пряный посол осенней хамсы в бочках	240
Пряный посол балтийской кильки и салаки	242
Приготовление пресервов из балтийской кильки и салаки	243
Приготовление пресервов из каспийской кильки	247
Глава VIII. Маринование рыбы	250
Сущность маринования рыбы	251
Обработка рыбы уксусно-солевым раствором	252
Технологические схемы маринования рыбы	254
Холодные маринады из соленой сельди	257
Холодные маринады из свежей сельди	259
Глава IX. Консервирование икры	261
Пищевая ценность икры	262
Икорные цехи	265
Консервирование икры лососевых	269
Консервирование икры осетровых	272
Консервирование икры частичковых и других рыб	282
Глава X. Сушка рыбы при атмосферном давлении	289
Классификация рыбных сушилок	290
Сушилки для холодной сушки рыбы	291
Сушилки для горячей сушки рыбы	295
Классификация влажных материалов	305
Холодная сушка рыбы	306
Горячая сушка	319
Глава XI. Сушка рыбы под вакуумом	327
Кинетика процесса сушки	335
Динамика процесса сушки	349
Оптимальный режим сушки рыбы методом сублимации под вакуумом	373
Изменения первоначальных свойств мышечной ткани рыбы в процессе сушки	384
Технология приготовления рыбы вакуумной сушки	391
Глава XII. Вяление рыбы	395
Созревание рыбы при вялении	395
Вяление воблы	397
Вяление леща и других рыб	400
Приготовление балычных изделий из белорыбицы и нельмы	401
Приготовление балычных изделий из осетровых рыб	402
Вяление тюльки	404
Глава XIII. Обычное копчение рыбы	406
Топливо	408
Дым и его свойства	410

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Н. А. Воскресенский „Технология посола, копчения
и сушки рыбы“

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
23	Таблица, 1 графа		
	справа	пщевых	пищевых
27	1 снизу	круголм	круглом
79	20 сверху	с разрывом	без разрыва
247	10 сверху	100	10.0
417	22 сверху	оуществлять	осуществлять
463	5 сверху	М. И. Кулагин	Е. И. Кулагин
484	30—31 сверху	парообразных	коллоидных

ТКФ. Зак. 74. Тир. 5000

Аппараты для копчения рыбы	413
Метод технической характеристики совершенства конструкций коптильных камер	430
Технологический процесс холодного копчения рыбы	438
Технологический процесс горячего копчения рыбы	453
Особенности приготовления отдельных видов копченых товаров	466
Глава XIV. Методы скоростного копчения рыбы	480
Электрокопчение	482
Мокрое (бездымное) копчение	498
Глава XV. Уборка рыбной продукции	501
Глава XVI. Оценка товарных качеств соленых, копченых и сушеных рыбных товаров	509
Соленые рыбные товары	514
Товары холодного копчения	518
Товары горячего копчения	519
Маринованные товары	519
Сушеные товары	519
Икорные товары	521
Глава XVII. Вредители рыбных товаров	528
Приложения	533
<i>Использованная литература</i>	<i>538</i>

Технология посола, копчения и сушки рыбы

Николай Александрович Воскресенский

Редактор *О. Н. Коссова*

Техн. редактор *Е. И. Кисина*

Т-03238 Сдано в набор 18/1-1958 г. Подписано к печати 24/IV-58 г.
 Формат 60×92¹/₁₆ Объем 34,25 печ. л. Уч.-изд. л. 32,95
 Тираж 5000 экз. Цена 18 р. 50 к. Изд. № 3359 Зак. 74

Типография Московской Картонажной ф-ки. Москва, Павелецкая наб., д. 8.

НОВЫЕ КНИГИ

ПО РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Кизеветтер И. В. Технология лососевой и частиковой соленой икры	3 р. 75 к.
Дорохов С. А. Борьба с вредителями рыбных товаров	3 р.
Матвеев В. И. Аппараты интенсивного действия для замораживания рыбы и рыбных продуктов	2 р. 55 к.
Хесс Э. Стандарты на рыбные продукты (перевод с английского)	5 р. 70 к.
Маттисен А. Э., Поспелов В. Н., Кириллов А. Н. Справочник по рыбохозяйственной гидротехнике	13 р. 5 к.
Голубева З. С., Коробанов Е. З., Орлова З. П. Рыбохозяйственная гидротехника и мелiorация	8 р.
Ляйман Э. М. Болезни рыб	6 р. 35 к.
Пахульский А. П. Роль птиц в рыбном хозяйстве	1 р. 30 к.
Исаев А. И., Суховерхов Ф. М., Чернов П. Г. Проектирование и эксплуатация гидросооружений рыбоводных хозяйств	8 р. 75 к.
Задубин М. Н. Охрана рыбохозяйственных водоемов от загрязнения сточными водами и другими отбросами	2 р. 30 к.
Мильштейн В. В. Разведение осетровых	1 р. 95 к.
Денисов Л. И., Исаев А. И. Рыбопромышленное использование водохранилищ	9 р. 15 к.
Морозов М. В. Организация и планирование предприятий рыбной промышленности	11 р. 30 к.
Юшин В. А. Промфинплан моторно-рыболовной станции	4 р. 50 к.
Феофилактова А. Г. Расчет и кройка сетных орудий рыболовства	2 р. 70 к.
Килессо А. И. Устройства для подъема и спуска на воду малых рыболовных судов	4 р. 65 к.
Семенов Б. А., Боровский А. Н., Теория работы траловой ледки	2 р. 35 к.
Никоноров И. В. Лов каспийской кильки рыбонасосом при подводном освещении	2 р. 85 к.
Павлов Е. Г. Холод на судах рыбной промышленности	9 р. 25 к.

Заказы (без задатка) можно направлять по адресу: Москва, Д-98, 2-й Щукинский проезд, 3, «Книга—почтой».

В Москве книги по всем отраслям промышленности продовольственных товаров, по рыбной, мясной и молочно-маслодельной промышленности в наиболее полном ассортименте имеются и их можно приобрести в Универсальном книжном магазине № 120, ул. Кирова, 6, тел. Б 8-35-67 и в магазине № 16 Москниготорга, Столешников пер., 16, тел. Б 3-32-71.

840 12

ΔΙ
10869