

34-78
Г-78
ГОСПЛАН СССР

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

ТРУДЫ

ТОМ XL

ТЕХНОЛОГИЯ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

ПИЩЕПРОМИЗДАТ

ГОСПЛАН СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ
(ВНИРО)

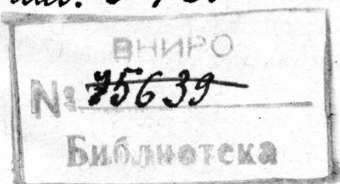
ТРУДЫ

ТОМ XL

ТЕХНОЛОГИЯ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ

Под редакцией
канд. техн. наук Р. Р. ПЕРЕПЛЕТЧИК

инв. 5781



ПИЩЕПРОМИЗДАТ
Москва • 1959

ПРЕДИСЛОВИЕ

Для успешного решения задачи увеличения выпуска, расширения ассортимента и улучшения качества рыбных продуктов необходимо дальнейшее совершенствование технологии обработки рыбы, изыскание новых, более рациональных, способов использования рыбы и морских млекопитающих.

В настоящий сборник включены работы, направленные на решение указанных вопросов. Выполнены они в основном за последние 2—3 года ВНИРО, КаспНИРО и Доно-Кубанской станцией ВНИРО.

Изучению теоретических основ технологии рыбных продуктов посвящены работы Н. А. Воскресенского, И. П. Леванидова, Г. К. Ковальчук, А. И. Юдицкой и М. В. Калантаровой.

В работах В. И. Трещевой и К. А. Мрочкова рассматривается вопрос рационального использования жира трески.

Статьи М. В. Калантаровой, М. В. Максимовой и И. К. Роговой, В. В. Колчева, А. И. Юдицкой и В. И. Трещевой, Г. К. Ковальчук и З. С. Паршиной, В. Н. Подсевалова посвящены изысканию новой технологии переработки рыбы и получению новых видов продукции.

Значительный интерес представляют также работы Н. И. Сукрутова, Т. С. Шаковой, А. Н. Куликова, посвященные изучению и совершенствованию технологических процессов переработки рыбы и морских млекопитающих.

Ознакомление широких кругов работников рыбной промышленности, ученых, преподавателей и студентов специальных учебных заведений с работами настоящего тома Трудов ВНИРО будет способствовать дальнейшему развитию науки в области технологии рыбы и морских млекопитающих.

ВЛИЯНИЕ СУШКИ МЕТОДОМ СУБЛИМАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ РЫБЫ

Канд. техн. наук Н. А. ВОСКРЕСЕНСКИЙ

Значительное количество работ, опубликованных в отечественной и иностранной литературе, характеризует сушку в глубоком вакууме как наиболее совершенный способ обезвоживания пищевых продуктов.

Однако мнения исследователей о степени сохранения свойств продуктов при сушке этим методом расходятся. Одни [8, 14, 15] считают, что при сушке сублимацией свойства продуктов не меняются и после оводнения сушеных продуктов их первоначальное состояние восстанавливается. В других же, главным образом более поздних, исследованиях [9, 10, 13, 16, 17] высказывается мнение, что замоченные в воде сушеные продукты и, в частности, рыба [13] несколько отличаются от свежих, но в чем именно состоит это отличие, в большинстве случаев не сообщается.

Отсутствие единого мнения о влиянии сушки методом сублимации на свойства продуктов объясняется тем, что по этому вопросу накоплено пока мало экспериментальных данных, а сущность явлений и процессов, происходящих в продуктах во время сушки их в замороженном состоянии, изучена недостаточно.

Наиболее подробные теоретические объяснения сущности этого метода сушки имеются в работах Лыкова [8, 9].

Свою точку зрения о полной обратимости процесса сушки методом сублимации в вакууме Лыков обосновывает тем, что при этом способе сушки обезвоживание происходит при температуре не выше криогидратной точки, при которой коллоидное тело замерзает в виде однородной массы, что исключает возможность концентрации белковых молекул и обуславливает сохранение неизменности молекулярной структуры сушеного продукта.

Мы не можем согласиться с физической гипотезой Лыкова, так как она не учитывает изменения коллоидно-химических свойств сырья, оказывающих решающее влияние на консистенцию пищевых продуктов. Кроме того, большинство пищевых продуктов по своей физико-химической природе неоднородно, а потому они не могут замерзать в виде однородной массы. Наконец, нельзя согласиться с оценкой метода сушки, учитывающей сохранение только молекулярной структуры продукта. По нашему мнению, необходимо учитывать также мицеллярную структуру и другие специфические особенности строения пищевых продуктов, связанные с структурой образующих их коллоидных систем.

В этом отношении совершенно справедливо высказывание Михайлова [11], что свойства тканевых белков определяются не только особенностями их молекул, но и особенностями еще более крупных структурных элементов.

Нами установлено [3], что при замораживании происходит денатурация белков и структурно-механические и химические свойства мышечной ткани свежей рыбы изменяются.

При сушке рыбы в замороженном состоянии методом сублимации, помимо указанных изменений, в ней должны происходить и дополнительные изменения, связанные с удалением из рыбы воды не только свободной и диффузного слоя, но частично и адсорбционного слоя. Последнее приводит к разрушению коллоидной системы и частичному нарушению строения мышечной ткани рыбы, при котором вряд ли полностью сохраняется молекулярная структура. Расклинивающее действие кристаллов льда, особенно образующихся при замерзании воды адсорбционного и прилегающего к нему слоя, вероятно, в значительной степени расшатывает межмолекулярные связи, частично разрывая их.

Для выяснения сущности явлений, происходящих в рыбе во время сушки сублимацией, проводили специальные наблюдения за изменением коллоидно-химических и структурно-механических свойств мышечной ткани свежего сома и щуки, а также мороженой трески¹. Сомы и щуку доставляли в лабораторию в живом виде; мороженую треску обычной промышленной заготовки до опытов хранили на холодильнике в течение двух месяцев.

Рыбу сушили при следующих условиях: начальная температура рыбы и температура сублимации минус 20° (при этой температуре в рыбе замерзает вся иммобилизованная вода); температура сушки 50° (при этой температуре из рыбы испаряется вся иммобилизованная вода); общее остаточное давление в сублиматоре 0,8 мм рт. ст.

Анализировали свежую и высушенную рыбу, а также сушеную — замоченную в воде и отваренную. При выборе такой методики мы исходили из того, что сушеную рыбу перед кулинарной обработкой обязательно замачивают в воде, в результате чего у нее в той или иной мере восстанавливаются свойства свежей рыбы.

В рыбе общепринятыми методами определяли содержание влаги, жира, белка и золы. Кроме того, для характеристики состояния азотистых веществ учитывали отдельно азот солеорастворимый, водорастворимый, небелковый, аминный и азот летучих оснований. Определения производили следующим образом:

солеорастворимый азот — путем определения общего азота в солевой вытяжке (в 7%-ном растворе NaCl) из навески мышечной ткани;

водорастворимый азот — путем определения общего азота в водной вытяжке из мышечной ткани;

небелковый азот — путем определения общего азота в водной вытяжке из мышечной ткани после осаждения из нее белков трихлоруксусной кислотой;

азот аминный — титрованием по Зеренсену из той же вытяжки, что и небелковый азот;

азот летучих оснований — по разработанному ВНИРО (А. А. Лазаревский) методу выделения летучих оснований из водной вытяжки отгонкой с паром и последующего колориметрирования отгона с реактивом Несслера.

Результаты анализов мышечной ткани до и после сушки², а также содержание различных форм азота приводятся в табл. 1.

¹ Под совершенно свежей рыбой мы понимаем рыбу, не достигшую стадии постмортального окоченения.

² Анализы, как и в табл. 2 и 3, выполнены Т. В. Сергеевой и К. В. Мартеньиновой.

Таблица 1

Вид рыбы и состояние мышечной ткани	Химический состав в %				Калорийность в ккал на 100 г	Содержание различных форм азота в % на сухое вещество					
	влага	жир	белок	зола		общий	солерастворимый	водорастворимый	небелковый	аминный	летучих оснований
Щука											
свежая	81,17	0,59	16,69	1,16	78,8	14,97	9,77	6,27	2,00	0,37	0,027
сушеная	7,48	2,61	85,88	5,88	375,1	14,84	3,18	2,15	2,15	0,48	0,023
Сом											
свежий	80,82	1,17	16,44	1,08	82,9	15,33	10,72	4,72	1,74	0,27	0,017
сушеный	5,07	5,69	86,25	5,64	406,5	14,54	4,13	3,00	1,89	0,35	0,020
Треска											
дефростированная	79,86	0,43	19,38	1,21	92,7	15,39	4,81	3,13	1,54	0,47	—
сушеная	6,25	3,46	84,13	5,21	396,5	14,41	4,92	3,22	1,61	0,38	—

Как видно из табл. 1, сухая мышечная ткань представляет собой белковый концентрат, содержащий в среднем около 85% белка. В результате удаления из рыбы 98% первоначального количества воды калорийность продукта после сушки возрастает более чем в 5 раз.

Содержание солерастворимого и водорастворимого азота в мышечной ткани свежей рыбы после сушки значительно уменьшается, а у дефростированной рыбы остается почти без изменения.

По-видимому, в мышечной ткани трески во время ее замораживания и последующего хранения на холодильнике процесс денатурации зашел настолько далеко, что повторное замораживание и обезвоживание при сушке уже не могли оказать значительного влияния на состояние белков.

Содержание солерастворимого и водорастворимого азота во всех образцах сушеной рыбы, независимо от ее состояния перед сушкой, оказалось близким, что указывает на общность процессов замораживания и сушки методом сублимации.

Отделение воды от коллоидной системы в обоих случаях сопровождается необратимым нарушением свойств белков, выражающимся в уменьшении их растворимости в воде и солевом растворе. Однако при сушке методом сублимации степень денатурации азотистых веществ более значительна, чем только при замораживании, что подтверждается представленными в табл. 2 данными анализа мышечной ткани свежего сома, замороженного до -20° и высушенного в вакууме при температуре сублимации -20° .

Таблица 2

Номер опыта	Состояние ткани	Содержание азота в % на сухое вещество		Степень денатурации азота в %	
		солерастворимого	водорастворимого	солерастворимого	водорастворимого
1 (замораживание)	Свежая	9,85	3,55	—	—
	Замороженная . . .	5,75	3,60	41,6	0
2 (сушка)	Свежая	10,75	4,72	—	—
	Сушеная	4,13	3,00	61,4	37,4

Из данных табл. 2 видно, что солерастворимые азотистые вещества при замораживании и сушке денатурируются в большей степени, чем водорастворимые.

При термической обработке (сушка и варка) мышечной ткани свежей рыбы (сома) растворимость солерастворимых и водорастворимых белков значительно уменьшается (табл. 3). Варили рыбу в течение 20 мин. в слегка подсоленной кипящей воде.

Таблица 3

Состояние мышечной ткани	Содержание воды в %	Содержание форм азота в % на сухое вещество				
		общего	солерастворимого	водорастворимого	небелкового	аминного
Свежая	82,85	15,33	10,72	4,72	1,74	0,27
Свежая отваренная . . .	76,86	14,91	6,17	3,22	1,04	0,25
Сушеная	5,07	14,54	4,13	3,00	1,89	0,35
Сушеная замоченная в воде в течение 3 час. .	75,05	14,59	4,49	4,45	1,02	0,21
Сушеная, замоченная и отваренная	69,59	14,48	2,56	2,68	0,66	0,26

При замачивании сушеной мышечной ткани ее химические свойства полностью не восстанавливаются и по сравнению со свежей эта ткань содержит значительно меньше солерастворимого и водорастворимого азота.

Аналогичная картина наблюдается и при сравнении отваренной свежей и замоченной сушеной рыбы. Растворимых белков в отваренной свежей рыбе в 2 раза больше, чем в отваренной сушеной рыбе. Это явление вполне закономерно, так как в первом случае мышечная ткань подвергалась трехкратной термической обработке (замораживание, сушка и варка), а во втором — только однократной (варка).

В свежей рыбе после варки сохраняется значительно больше воды (76,86%), чем в вареной сушеной рыбе (69,59%). Это еще раз свидетельствует о денатурации мышечной ткани в процессе сушки; денатурация выражается в уменьшении иммобилизационной способности ткани по отношению к воде.

Количество небелкового азота в сушеной рыбе после замачивания уменьшилось почти вдвое в результате перехода части азотистых ве-

Таблица 4

Формы азота	Содержание различных форм азота в % к азоту, содержащемуся в рыбе до сушки	
	после сушки	после замачивания и варки
Солерастворимый . . .	38,5	23,9
Водорастворимый . . .	63,5	54,6
Небелковый	108,6	38,0

ществ в воду. Во время варки замоченной рыбы азотистые вещества продолжали выделяться в воду, и отваренная сушеная рыба содержала экстрактивных веществ на 30% меньше, чем рыба, отваренная в свежем виде.

В табл. 4 приведены данные, характеризующие изменение содержания различных форм азота в рыбе на

различных стадиях обработки по отношению к их первоначальному количеству в исходном сырье, из которых видно, что при сушке и при кулинарной обработке рыбы денатурируются прежде всего белки типа глобулинов.

СТРУКТУРНО-СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СУХОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Как известно, структура сорбента характеризуется плотностью, пористостью и удельной поверхностью. Эти же показатели мы считаем возможным использовать для характеристики сушеной мышечной ткани, которую мы рассматриваем в данном случае как сорбент.

Согласно классификации Дубинина [5], плотность может иметь три разновидности:

1) истинная плотность ($d \text{ г/см}^3$) — вес единицы объема «плотной части» сухой мышечной ткани рыбы;

2) кажущаяся плотность ($\delta \text{ г/см}^3$) — вес единицы объема сухой мышечной ткани рыбы;

3) гравиметрическая плотность ($\gamma \text{ г/см}^3$) — вес единицы объема слоя сухой мышечной ткани рыбы (насыпной вес).

Мы определяли только истинную и кажущуюся плотность, причем объем пор в сухой ткани устанавливали адсорбционно-структурным методом, разработанным Дубининым и Киселевым [6, 7].

Методика проведения опытов заключалась в следующем. Для определения истинной плотности мышечную ткань дефростированной трески измельчали на мясорубке, сушили до содержания воды 6—7%, затем измельчали на мельнице и просеивали через сито с размером ячеек 0,25 мм. От просеянного материала брали пробу 2,5—3,0 г и сушили до постоянного веса при 115°. Объем сухой навески определяли путем заливки бензолом в пикнометре на 50 см³. Дегазировали навеску в вакуум-эксикаторе путем периодического подключения его к вакуум-насосу, создающему в реципиенте остаточное давление 0,01 мм рт. ст. При расчете истинной плотности в рекомендуемую Дубининым [5] формулу вводили поправку на растворение бензолом жира, содержащегося в навеске, соответственно чему формула приобретала вид

$$d = \frac{m - m'}{V_2 - V'_2},$$

где: d — истинная плотность в г/см³;

m — навеска абсолютно сухой мышечной ткани рыбы в г;

V_2 — истинный объем абсолютно сухой мышечной ткани рыбы в см³;

V'_2 — объем жира в навеске в см³;

m' — вес жира в навеске в г.

При определении кажущейся плотности порядок подготовки пробы оставался таким же, но материал подвергался более грубому измельчению (размеры зерен 2,0—2,5 мм). Определяли эту плотность на приборе нашей конструкции (рис. 1), в основу которой положен принцип работы прибора Хербста [5]. Дегазировали пробы в течение 8 час. при помощи вакуумного насоса ВН-2, обеспечивающего разрежение в 0,01 мм рт. ст. Затем под вакуумом стакан прибора заполняли ртутью.

Кажущуюся плотность сухой мышечной ткани, или объемный вес скелета материала, подсчитывали по формуле

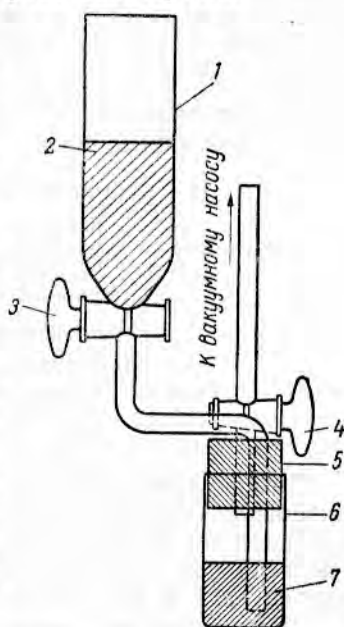


Рис. 1. Прибор для определения плотности сухой мышечной ткани рыбы:

1—цилиндр; 2—ртуть; 3, 4—краны; 5—пробка; 6—стакан; 7—сухая рыба.

$$\delta = \frac{dA}{g_1 - g_2 + A},$$

где: δ — кажущаяся плотность в г/см³;
 d — удельный вес ртути в г/см³;
 A — навеска измельченной сухой мышечной ткани рыбы в г;
 g_1 — вес прибора с ртутью в г;
 g_2 — вес прибора с ртутью и навеской сухой мышечной ткани рыбы в г [2].

Структурно-сорбционная характеристика сухой мышечной ткани трески приведена ниже.

Плотность в г/см³:

истинная	1,30
кажущаяся	0,55
Суммарный объем пор в г/см ³	1,06
Объем пор в %	57,69
Статическая активность при 20° по	
бензолу	0,094
воде	0,79

Сухая мышечная ткань рыбы имеет, по-видимому, все три известные разновидности пор: макропоры с удельной поверхностью, выражающейся десятками долями квадратного метра на 1 г; переходные поры с удельной поверхностью в пределах до нескольких десятков квадратных метров на 1 г; микропоры с удельной поверхностью в 250—900 м² на 1 г. При адсорбции поры заполняются жидкостью, причем наибольшее значение имеют микропоры. Распределение в сухой мышечной ткани различных видов пор мы выявляли косвенным методом, определяя удельную поверхность ткани по формуле

$$S_0 = \frac{Q_{см}}{q},$$

где: S_0 — удельная поверхность порошка мышечной ткани рыбы в см²/г;
 $Q_{см}$ — теплота смачивания в кал/г;
 q — изменение свободной энергии при смачивании 1 см² поверхности в эрг/см².

Величина q для гидрофильных систем, к которым можно отнести и мышечную ткань рыбы, составляет 116 эрг/см². Переводя калории в эрги и выражая S_0 в м²/г, мы получим следующую расчетную формулу:

$$S_0 = \frac{Q_{см} \cdot 4 \cdot 186 \cdot 10^7}{116 \cdot 10^4}.$$

Величины удельной поверхности, подсчитанные по найденным нами истинным теплотам смачивания (табл. 5), свидетельствуют о том, что мышечная ткань щуки и трески имеет сильно развитую внутреннюю поверхность, образующуюся главным образом из микропор.

Таблица 5

Виды рыбы	$Q_{см}$ в кал/г	S_0 в м ² /г
Щука	23,6	854,4
Треска	24,8	899,3

Данные табл. 5 характеризуют не всю мышечную ткань, а только структуру септы, сарколеммы, миофибрилл и частично эндолизия, так как при определении истинной теплоты смачивания из мышечной ткани рыбы была предварительно извлечена водорастворимая фракция белков. Таким образом, удельную поверхность, подсчитанную по истинной теплоте смачивания, можно условно рассматривать как удельную поверхность структурной решетки геля мышечной ткани рыбы.

При сравнении структурно-сорбционных свойств геля сухой мышечной ткани трески, щуки и некоторых материалов (угля, силикогелей, глины) видно, что мышечная ткань рыбы (в виде порошка) как адсорбент занимает особое положение и для нее характерны следующие особенности:

- 1) небольшая истинная и кажущаяся плотность;
- 2) большой суммарный объем пор;
- 3) малая статическая активность сухой мышечной ткани рыбы по бензолу, что свидетельствует о большом количестве микропор, имеющих меньшие размеры, чем молекулы бензола; в результате этого абсолютное большинство капилляров в сухой мышечной ткани рыбы недоступно для молекул бензола;
- 4) очень большая статическая активность сухой мышечной ткани рыбы по воде, что характеризует большую гидрофильность мышечной ткани рыбы. Кроме того, в связи со способностью белков набухать увеличивается статическая активность сухой мышечной ткани рыбы по воде, так как увеличивается емкость коллоидной системы.

Таким образом, сухую мышечную ткань рыбы можно считать хорошим адсорбентом для водяных паров и, по-видимому, паров других поллярных жидкостей с небольшим размером молекул.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СУХОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

Для выявления особенностей строения проводили гистологические исследования мышечной ткани свежей, замороженной и сушеной рыбы.

Рыбу сушили с предварительным замораживанием или без него, затем дегазировали при остаточном давлении 0,1 мм рт. ст. в течение 1,5 час. и замачивали в воде в течение 4 час.

Для гистологических анализов применяли метод парафиновых срезов, которые окрашивали гематоксилином и смесью Ван-Гисона. Свежую, замороженную и замоченную сухую ткань фиксировали в 10%-ном формалине и в жидкости Ценкер-формол (параллельная фиксация), а сухую рыбу не фиксировали.

Срезы толщиной 8—12 мк делали на санном микротоме. Препараты изучали под микроскопом в проходящем свете при увеличении в 90, 450 и 900 раз. С некоторых наиболее характерных препаратов делали микроснимки при увеличении в 240 и 400 раз. Перед гистологическими анализами образцы сухой мышечной ткани рыбы предварительно исследовали под микроскопом при небольшом увеличении и фотографировали.

На фотографиях образцов мышечной ткани щуки и сома (рис. 2), высушенной с предварительным замораживанием, видно, что сухая мышечная ткань представляет собой капиллярно-пористое тело с небольшими трещинами и разрывами в отдельных местах. Отчетливо видны септы, корочка на поверхности отсутствует. Образец мышечной ткани сома менее деформирован, чем щуки. Это можно объяснить особенностями строения ткани сома и влиянием жира.

При сушке без предварительного замораживания по мере повышения температуры сушки разрушение мышечной ткани рыбы значительно усиливается (рис. 3).

У образца мышечной ткани щуки, высушенной при 20° без предварительного замораживания, корочка на поверхности едва заметна, а внутри куса видны большие трещины, располагающиеся параллельно септам (см. рис. 3,а). Других отличий от ткани щуки, высушенной с предварительным замораживанием, не наблюдается (см. рис. 2).

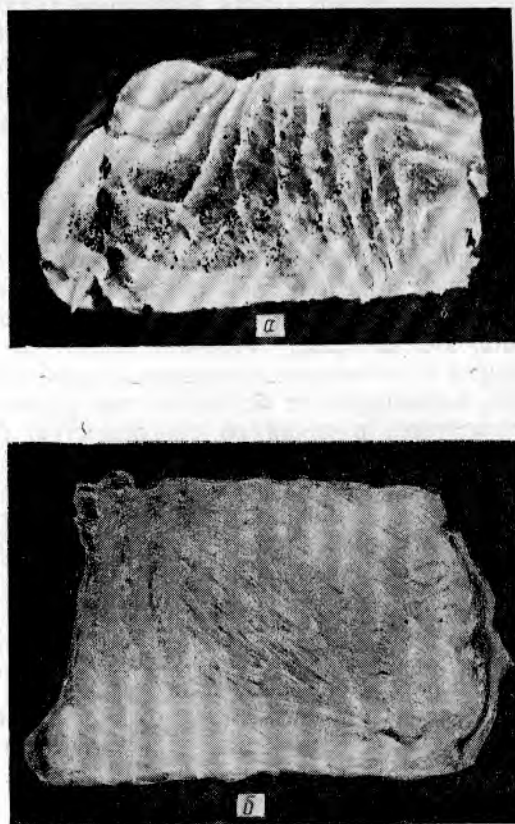


Рис. 2. Мышечная ткань, высушенная с предварительным замораживанием:
а—щука; б—сом.

В образцах, высушенных при 50 и особенно при 80° (рис. 3, б, в), на поверхности хорошо видна корочка, а внутри вследствие разрывов ткани образовались большие пустоты. Деформация оказалась настолько сильной, что даже септы в середине кусочков во многих местах разорваны.

В мышечной ткани сома в результате сушки произошли аналогичные изменения, но на поверхности ее образовалась более плотная матовая воскообразная корочка.

Таким образом, даже при небольшом увеличении удалось обнаружить довольно значительные изменения в строении мышечной ткани рыбы при сушке и установить, что эти изменения, связанные с разрушением строения мышечной ткани, усиливаются по мере повышения температуры сушки и особенно в том случае, когда рыбу высушивают без предварительного замораживания.

Результаты гистологического исследования срезов свежей, мороженой и сушеной мышечной ткани щуки при увеличении в 240, 400 и 900 раз приведены ниже.

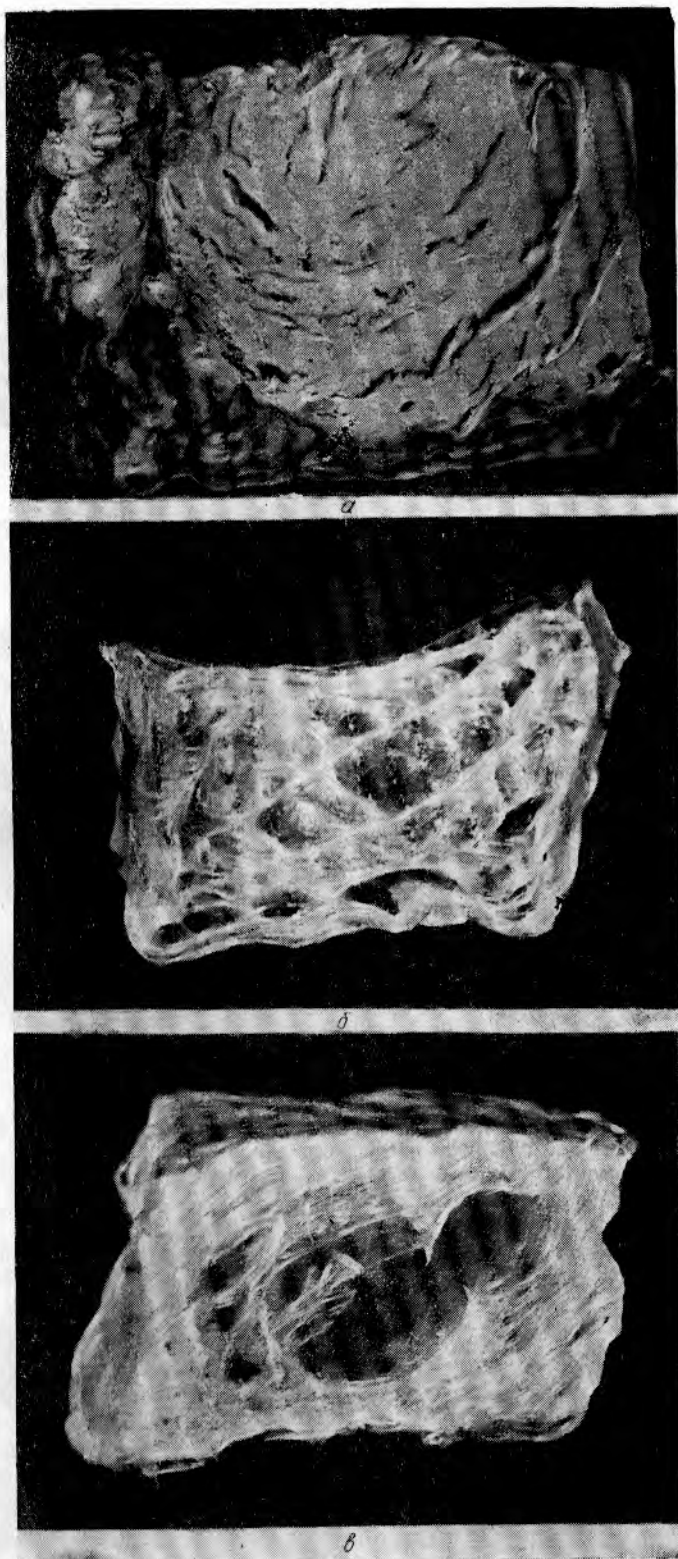


Рис. 3. Мышечная ткань щуки, высушенная без предварительного замораживания при температуре сушки:
 а — 20°; б — 50°; в — 80°

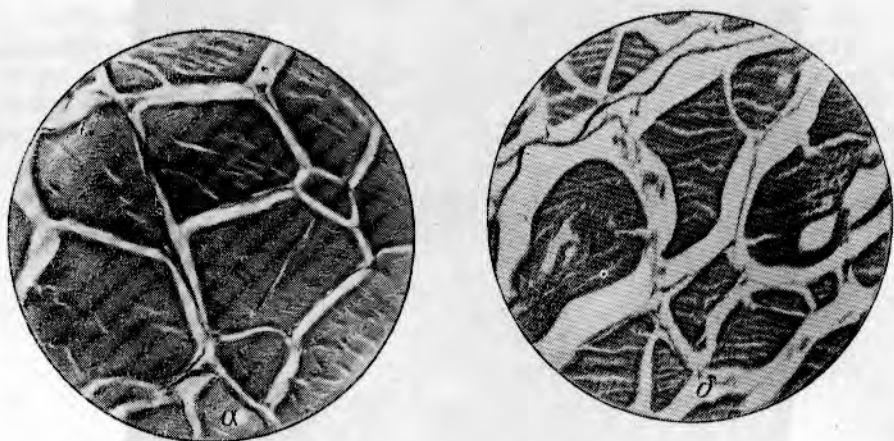


Рис. 4. Микрофотография поперечного среза мышечной ткани щуки.
а — свежей; б — замороженной до -20° .

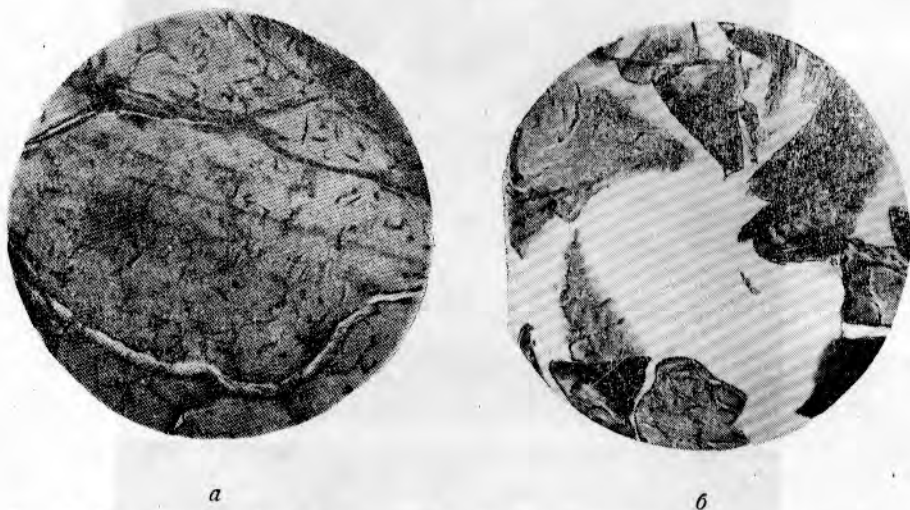


Рис. 5. Микрофотография поперечного среза мышечной ткани щуки, высушенной без предварительного замораживания:
а — у поверхности образца; б — в середине образца.

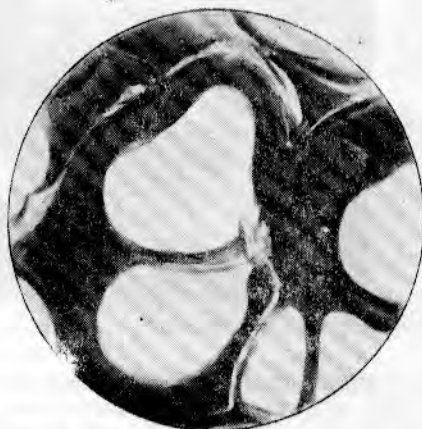


Рис. 6. Микрофотография поперечного среза мышечной ткани щуки, высушенной с предварительным замораживанием.

Свежая

Мышечные волокна сочные, извитые, несморщенные; исчерченность хорошо видна. Соединительная ткань не нарушена (рис. 4, а) и по сравнению с мышечными волокнами занимает небольшое пространство. Хорошо видны миофибриллы, разъединенные саркоплазмой

Мороженная

Ткань на срезе неоднородная (рис. 4, б): ближе к поверхности образца мышечные волокна немного сжались; внутри мышечных волокон имеются разрывы, вызванные кристаллизацией воды. В ненарушенных местах мышечного волокна миофибриллы немного приблизились одна к другой. Саркоlemma и септы не изменились. Соединительная ткань нарушена незначительно и несколько увеличилась в размере. В глубоких слоях образца изменения более значительные, чем у поверхности

Высушенная без предварительного замораживания

Ткань на срезе неоднородная (рис. 5). Порядок расположения мышечных волокон нарушен, и волокна деформировались; у поверхности образца мышечные волокна сильно сжаты и имеют сплюснутую форму; миофибриллы и саркоплазма слились в сплошную массу; свободных полостей внутри мышечного волокна нет; соединительная ткань сжалась. В глубоких слоях образца мышечные волокна раздвинулись; рыхлая соединительная ткань разрушена

Высушенная с предварительным замораживанием

Ткань на срезе неоднородная (рис. 6). Образец имеет вид сетки из мышечных волокон с пустотами внутри (полости). Саркоlemma, периферическая часть волокон и септы сохранились. Рыхлая соединительная ткань нарушена значительно. В глубоких слоях образца разрушения более значительные, чем у поверхности

Сравнивая архитектуру¹ свежей и сушеной мышечной ткани, можно отметить весьма значительные гистологические изменения ткани в результате сушки, особенно в том случае, когда рыбу высушивают без предварительного замораживания. При замораживании рыбы, являющимся первым этапом процесса сушки методом сублимации, наибольшие изменения происходят в мышечных волокнах (саркоплазме и миофибриллах), причем в результате кристаллизации воды в них образуются пустоты; в эндомизии изменения, по-видимому, незначительны. Полости образуются в различных участках мышечных волокон и в этом отношении не наблюдается какой-либо закономерности. Мышечные волокна немного сжимаются, а размеры рыхлой соединительной ткани несколько увеличиваются.

¹ Архитектурой мышечной ткани рыбы мы называем конфигурацию ее отдельных составных частей и их взаимное расположение.

При замерзании воды, вызывающем расширения отдельных участков молекулярной и мицеллярной сетки, мышечная ткань фиксируется в напряженном состоянии. Однако структурные сетки в замороженной ткани не теряют присущей им гибкости и разрушаются только в местах образования сравнительно больших кристаллов льда. При высушивании замороженная ткань дополнительно разрушается. Структурные сетки, находившиеся в растянутом состоянии, рвутся в местах наиболее слабых связей. При этом более слабые структурные сетки саркоплазмы, миофибрилл и эндомизия разрушаются в большей мере, чем структурные сетки септ и сарколеммы.

Предварительно не замороженные мышечные волокна значительно деформируются, но полостей внутри их, как правило, не образуется. Это объясняется тем, что при «самозамораживании» значительная часть воды из мышечного волокна диффундирует в рыхлую соединительную ткань. При этом в поверхностных слоях ткани мышечные волокна сливаются в одну сплошную массу, а в глубинных слоях, наоборот, раздвигаются на значительное расстояние друг от друга.

В процессе дегазации, самозамораживания и сушки нарушается порядок расположения мышечных волокон. В чрезмерно растянутых участках мышечной ткани образуются большие пустоты в результате расширения и разрушения эндомизия, а в участках, где произошло сжатие ткани, эндомизий как бы спрессовывается.

При сушке с предварительным замораживанием характер изменений в мышечной ткани примерно такой же, как и при замораживании ткани, но только разрушения, особенно в мышечных волокнах, более значительные. В этом случае внутри мышечного волокна большей частью образуется одна большая полость.

Несмотря на некоторую условность метода гистологических срезов, мы получили достаточно отчетливую картину изменений, происходящих в мышечной ткани рыбы при замораживании и сушке. Необходимо признать, что по архитектуре сушеная мышечная ткань не соответствует свежей, так как при сушке методом сублимации даже с предварительным замораживанием ткань значительно разрушается. При сушке без предварительного замораживания мышечная ткань разрушается настолько сильно, что такой режим сушки не представляется возможным рекомендовать для использования на практике.

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Изменения структурно-механических свойств рыбы в результате сушки методом сублимации изучали на образцах мышечной ткани мороженой трески, свежей щуки, сома и карпа по разработанной нами ранее методике [2, 3]. Рыбу сушили с предварительным замораживанием и без него.

Образцы сушеной мышечной ткани дегазировали при остаточном давлении 0,1 мм рт. ст. в течение 1,5 часа; после вакуумирования сосудов, в котором находилась рыба, заполняли водой и замачивали рыбу в течение 12 час.

Замоченный образец рыбы делили на две части: одну использовали для определения общей и свободной воды¹, а другую — для изучения структурно-механических свойств ткани на приборе стержневого типа и приборе Николаева. Величина деформирующей силы составляла 75 г, а деформирующего напряжения — 45 г/см². Результаты испытаний приведены в табл. 6*.

¹ Свободной (структурно-свободной) мы называем воду, которая отжимается из рыбы при давлении 40 кг/см².

* В проведении опытов принимали участие З. С. Мелкова и К. В. Мартемьянова.

Таблица 6

Исследуемый объект	Эластическая прочность в г/см ²	Эластичность в %	Пластическая прочность в г/см ²	Содержание воды в % на сырое вещество	
				свободной	общей

Без предварительного замораживания

Щука					
свежая	341,5	50,0	177,5	8,9	81,17
высушенная и замоченная . . .	8228,0	72,6	1151,0	24,1	80,01
Сом					
свежий	129,1	57,9	101,5	10,1	80,20
высушенный и замоченный . . .	638,0	65,9	357,7	19,0	79,87

С предварительным замораживанием

Щука					
свежая	341,5	53,8	177,5	6,0	81,0
высушенная и замоченная . . .	2067,0	70,0	834,4	22,3	81,6
Сом					
свежий	79,5	51,5	63,4	11,3	81,2
высушенный и замоченный . . .	129,0	62,0	157,0	15,4	80,0

Как видно из табл. 6, при сушке наблюдаются изменения противоположного характера, особенно заметные, если рыбу предварительно не замораживали. С одной стороны, структура мышечной ткани становится более прочной, что выражается в увеличении ее пластической прочности (у щуки в 7 раз, а у сома в 3,5 раза), а с другой стороны, происходит значительное разрушение ее структуры, приводящее к увеличению содержания в ткани свободной воды (у щуки в 2,7 раза, у сома в 1,9 раза).

Эластическая прочность, как и пластическая, после сушки сильно возрастает. Большая разница наблюдается в величине показателей, характеризующих структурно-механические свойства мышечной ткани щуки и сома. Эта разница вполне закономерна, так как мышечная ткань этих рыб имеет различное строение: у щуки слабее, чем у сома, развита рыхлая соединительная ткань и в большей степени развита жесткая соединительная ткань (септы, сарколемма).

Более значительное изменение пластической и эластической прочности мышечной ткани при сушке без предварительного замораживания объясняется образованием корочки подсыхания, которая даже после замачивания оказывается достаточно прочной.

По структурно-механическим свойствам к свежей мышечной ткани в большей мере приближаются образцы, высушенные с предварительным замораживанием. Изменением структурно-механических свойств рыбы при сушке объясняется ощущение жесткости в сушеной рыбе при употреблении ее в пищу в вареном или жареном виде.

Кривые деформации, полученные для образцов свежей и сушеной мышечной ткани, замоченной в воде (рис. 7), подтверждают данные табл. 7.

Особенно большое различие наблюдается на участках кривых, характеризующих упругую и эластическую деформацию. У свежей ткани эластическая деформация развивается в значительно меньшем ин-

тервале времени и составляет гораздо меньшую величину, чем у высушенной и замоченной ткани.

Сравнительно небольшая упругая деформация и, наоборот, большая эластическая деформация у сушеной рыбы позволяют считать, что в результате сушки в структурной сетке мышечной ткани происходят не только физические, но и химические изменения.

На характер деформации высушенной и замоченной мышечной ткани рыбы большое влияние оказывают разрушения, происходящие при сушке в мышечном волокне и эндомиозии. В этом отношении очень характерна кривая деформации мышечной ткани сома, высушенной без предварительного замораживания при температуре 70° (см. рис. 7).

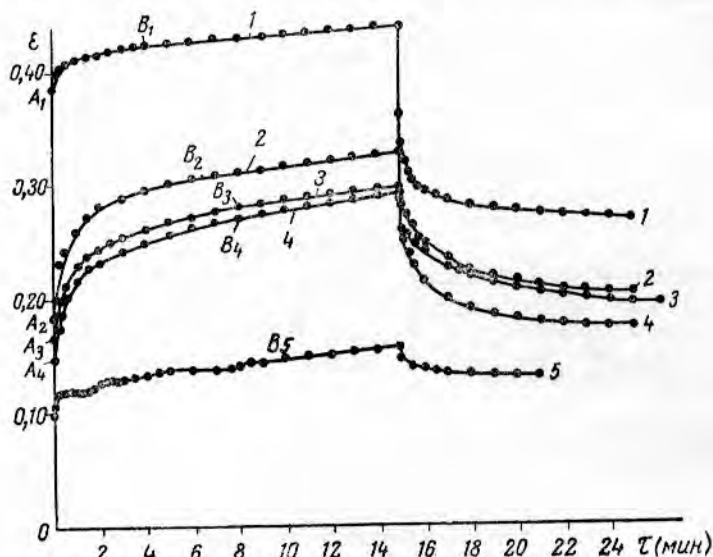


Рис. 7. Кривые деформации образцов мышечной ткани рыбы: 1—свежая щука; 2—щука, высушенная с предварительным замораживанием; 3—щука, высушенная без предварительного замораживания и загруженная в холодный аппарат; 4—щука, высушенная без предварительного замораживания и загруженная в аппарат, нагретый до 50°; 5—сом, высушенный без предварительного замораживания при температуре 70°; ϵ —деформация; A —мгновенная деформация; B —эластическая деформация.

Сжатие образца происходило не по плавной кривой, а рывками (ступенчатое сжатие). Каждая ступень представляет собой по существу сочетание эластической и пластической деформации. Под действием деформирующей силы корочка на поверхности образца непрерывно разрушается по закону ломаной кривой, и только начиная с точки B (см. рис. 7) разрушение идет по закону прямой. Остаточная деформация у этого образца оказалась очень большой.

Таким образом, несмотря на значительные разрушения, мышечная ткань рыбы после сушки все же становится более прочной. Это происходит, по-видимому, под влиянием изменения специфической внутренней структуры белков и возникновения новых прочных связей между белковыми молекулами. Образуется новая, менее гибкая структура, которая не нарушается при замачивании высушенной рыбы в воде. Структурная сетка в неразрушенной части сухой мышечной ткани значительно более прочная, чем у свежей рыбы.

Сушеная и затем замоченная мышечная ткань не представляет собой единого комплекса золь — гель, который свойствен свежей ткани; она напоминает в известной мере жесткую морскую губку, поры которой заполнены белково-солевым раствором.

ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СУШЕНОЙ РЫБЫ

Для характеристики ценности рыбы, высушенной методом сублимации, мы учитывали химический состав и калорийность продукта, его усвояемость (переваримость), возможность использования для приготовления различных кулинарных блюд и их органолептические свойства.

Сушеная мышечная ткань рыбы благодаря высокому содержанию белка (в среднем около 85%) представляет собой весьма ценный белковый концентрат. Наши исследования пищевых качеств сушеной трески, щуки и сома, проведенные ранее [4] при участии Института питания Академии медицинских наук и лаборатории биостандартизации Всесоюзного научно-исследовательского витаминного института, показали, что по усвояемости сушеная рыба не уступает свежей и может подвергаться (после замачивания в воде) самой разнообразной кулинарной обработке. Однако блюда, приготовленные из сушеной рыбы, хотя и получили в общем высокую оценку, были признаны все же уступающими по качеству соответствующим блюдам из свежей рыбы.

Внешний вид и запах блюд из свежей и сушеной рыбы заметно не различались, но консистенция и вкус сушеной рыбы как в вареном, так и в жареном виде были хуже. Свежая рыба после варки и жарения имела нежную, сочную консистенцию, а сушеная — более жесткую, суховатую и вместе с тем водянистую консистенцию. При употреблении сушеного мяса в пищу возникали примерно такие же ощущения жесткости, плотности и сухости продукта, как при употреблении соответствующих блюд из медленно замороженной рыбы. По внешнему виду и запаху замоченное сушеное и дефrostированное мороженое рыбное филе очень трудно отличить, а при надавливании на филе пальцами, из него в обоих случаях выделяется жидкость.

Различия в ощущениях консистенции и вкуса сушеной и свежей рыбы после кулинарной обработки полностью согласуются с нашими представлениями о коллоидно-химических свойствах свежей и сушеной мышечной ткани.

Мышечная ткань свежей рыбы представляет собой единую сложную коллоидную систему золь — гель. При умеренной тепловой обработке ее происходит, по-видимому, «мягкая» денатурация белков, причем часть воды отделяется от коллоидной системы в окружающую среду (испаряется при жарении или переходит в воду при варке). Основная масса воды остается в мышечной ткани; collagen в соединительнотканых образованиях переходит в глютин, вследствие чего мышечная ткань становится менее прочной и жесткой и слегка клейкой. В результате таких изменений мясо свежей рыбы в вареном и жареном виде приобретает нежную и сочную консистенцию.

Совершенно иное положение наблюдается при кулинарной обработке мышечной ткани сушеной рыбы, коллоидная система которой в значительной мере разрушена.

Частичная денатурация белков, разрушение структуры мышечных волокон и повышение прочности соединительнотканых образований (мицеллярного остова)¹ в мышечной ткани при сушке приводят к уменьшению ее иммобилизационной способности по отношению к воде (гидрофильности), в результате чего при замачивании сушеной рыбы первоначальное (свойственное свежей рыбе) содержание воды в ней не восстанавливается.

При кулинарной обработке сушеной рыбы (замачивание в воде и последующая тепловая обработка) из нее извлекается более 60% экс-

¹ Буланкин [1] считает, что при тепловой обработке мицеллярные белки уплотняются. Поэтому надо полагать, что при сушке и кулинарной обработке рыбы происходят аналогичные изменения белков мицеллярного остова мышечной ткани.

трактивных азотистых веществ, а также происходит полная денатурация солерастворимых белков, сопровождающаяся потерей рыбой значительного количества воды.

В результате всего этого мясо сушеной рыбы в вареном и жареном виде имеет слегка жесткую суховатую консистенцию, лишенную в значительной мере ощущения клейкости и характерного рыбного вкуса, присущего мясу свежей рыбы.

Ощущение водянистости консистенции вареной рыбы вызывает свободная вода, оставшаяся в промежутках молекулярного и мицеллярного остовов мышечной ткани.

ВЫВОДЫ

1. При сушке рыбы методом сублимации под вакуумом происходит денатурация мышечной ткани, выражающаяся в значительном разрушении ее структуры и архитектуры, уменьшении иммобилизационной способности по отношению к воде, упрочении соединительной ткани и значительном уменьшении растворимости белков, главным образом солерастворимой фракции.

2. Сухая мышечная ткань рыбы характеризуется небольшой истинной и кажущейся плотностью и хорошими адсорбционными способностями по отношению к воде.

3. Цвет, форма, запах и усвояемость рыбы при сушке сохраняются, но консистенция в значительной мере изменяется, что объясняется денатурацией белков и разрушением структуры мышечной ткани во время сушки. Наибольшее нарушение структуры наблюдается в мышечных волокнах (в саркоплазме и миофибриллах). Структура сарколеммы и септ при сушке, по-видимому, не разрушается, но происходит их упрочение. В результате сушки мышечная ткань рыбы из тела с коагуляционно-кристаллизационной структурой превращается в тело с кристаллизационно-коагуляционной структурой. В вареном или жареном виде рыба, высушенная методом сублимации, имеет жесткую, недостаточно сочную консистенцию и по своим вкусовым качествам соответствует медленно замороженной рыбе.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Буланкин И. И., О природе денатурации глобулярных белков, Труды Совещания по проблеме белка, состоявшегося 4—7 июня 1954 г., Киев, 1955.
2. Воскресенский Н. А., Структурно-механические свойства мышечной ткани леся, «Рыбное хозяйство», 1955, № 5.
3. Воскресенский Н. А., О некоторых особенностях процесса замораживания рыбы, «Рыбное хозяйство», 1956, № 3.
4. Воскресенский Н. А., Макарова Т. И., Мартемьянова К. В., Влияние различных способов сушки на сохранение нативных свойств мяса рыбы, Труды ВНИРО, т. XXIX, Пищепромиздат, 1954.
5. Дубинин М. М., Физико-химические основы сорбционной техники, Гос. химикотехн. изд-во, 1932.
6. Дубинин М. М., Методы исследования структуры высокодисперсных и пористых тел, Труды Совещания 25—29 июня 1951 г., АН СССР, 1953.
7. Киселев А. В., Адсорбционные методы исследования удельной поверхности и структуры адсорбентов и катализаторов, Труды Всесоюзной конференции по катализу, 6, АН СССР, 1949.
8. Лыков А. В., Теория сушки, Пищепромиздат, 1950.
9. Лыков А. В., Тепло- и массообмен в процессах сушки, Госэнергоиздат, 1956.
10. Лыков А. В., Грязнов А. Н., Молекулярная сушка, Пищепромиздат, 1956.
11. Михайлов А. Н., Проблема белка в химии кожевенного производства, Белки в промышленности и сельском хозяйстве, Конференция по белку, АН СССР, 1952.
12. Тагер А. А., Растворы высокомолекулярных соединений, Госхимиздат, 1951.
13. Dehydrated Fish and Meats, Food, January, 1956.
14. Food for men and beasts Chemists, Biologists and Engineers in conference at Aberdaen, Food manufacture, November, 1954.
15. Furgal H. P., Progress in Meat Dehydration, Food Enginirieng 9, 1954.
16. Gane R., Freeze—Drying of Foodstuffs, Freezing and Drying, Report of symposium held in June, London, 1951.
17. Nord M., Principles of Freeze—Drying, Food manufacture, November, 1952,

ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ МЯСА РЫБЫ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ПОСОЛЕ

Канд. техн. наук И. П. ЛЕВАНИДОВ

По общепринятому представлению, просаливание рыбы является физико-химическим процессом, в котором ведущая роль принадлежит диффузии и осмосу. Предполагают, что вода в тканях обладает обычным свойством растворителя (адсорбционная связь небольшого количества воды с белками тканей разрушается при концентрации хлористого натрия выше 15%) и что сложные тканевые структуры, в состав которых она входит, представляют содержимое макроскопической «осмотической» ячейки, в которой в конце просаливания равномерно распределены соль и вода в соотношениях, необходимых для образования «чистого» раствора соли однородной концентрации.

Зная начальное содержание воды и конечную концентрацию соли в тканях и основываясь на закономерностях, вытекающих из диффузионно-осмотических процессов, вычисляют расход соли на просаливание, выход продукции, конечное содержание соли и воды в тканях и т. д. Результаты вычислений удовлетворительно согласуются с непосредственными определениями и подтверждают предположение о наличии у воды тканей свойств растворителя.

Вместе с тем имеется ряд данных, свидетельствующих, что при просаливании имеет значение не только наличие у воды свойств растворителя, но и распределение ее между структурами, составляющими ткани, а также связь ее с органическими соединениями тканей, по преимуществу белками. Свойства растворителя у воды сохраняются до конца просаливания, распределение же ее и связи могут меняться под влиянием различных факторов как до просаливания, так и в процессе его. Соответственно могут меняться и конечные показатели. В частности, на зависимость (при прочих равных условиях) выхода готовой продукции от температуры просаливания и конечного влагосодержания тканей у некоторых рыб может влиять начальное состояние тканей (стадии посмертных изменений и т. п.).

Вода в тканях, например в мышечной ткани, составляющей основу мяса рыбы, входит в состав крови и лимфы, саркоплазмы и миофибрилл, соединительной и ретикулярной ткани, образующей септы, сарколемму, перемизиумы и т. д. Кровь и лимфа сосредоточены в капиллярных сосудах, пронизывающих септы и перемизиумы, и являются коллоидными (квазиколлоидными) растворами, дисперсионной средой в которых служит вода. Саркоплазма и миофибриллы (содержимое мышечных волокон), по-видимому, являются более структурированными коллоидными системами, в которых преимущественное значение имеют студни с упруго-механическими свойствами, с частичной или полной утратой текучести. Под влиянием внешних факторов (например, давления) кровь и лимфа в тканях ведут себя иначе,

чем саркоплазма и миофибриллы: благодаря текучести первые удаляются из тканей при меньшем механическом воздействии (давлении), чем вторые.

Внутренняя структура тканевых коллоидов при посмертных изменениях и просаливании рыбы может изменяться. Одновременно с этим, особенно при просаливании, может меняться также связь дисперсионной среды (воды или раствора хлористого натрия) с дисперсной фазой — тканевыми белками. Результирующей этих двух процессов будет количество жидкости, удаленной из тканей при том или ином давлении. Низкому давлению соответствует текучая (подвижная) жидкость, которую мы можем определить как межмышечный (межклеточный) сок, а высокому давлению — слаботекучая (трудноподвижная) жидкость — внутримышечный (внутриклеточный) сок.

Совокупность межклеточной и внутриклеточной жидкости дает тканевый сок. Основным компонентом сока является вода, следовательно, и ее можно определять как подвижную, трудноподвижную и неподвижную, т. е. прочно связанную с органической частью тканей. При просаливании основное значение имеет подвижная часть воды и меньшее — трудноподвижная.

В настоящей работе делается попытка количественной оценки воды, содержащейся в тканях, по степени ее подвижности, качественной характеристики межклеточного и внутриклеточного сока, определения влияния на подвижность воды температуры и концентрации хлористого натрия и, на основе полученных данных, уточнения физико-химических процессов, протекающих при просаливании рыбы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследовали мясо свежей и соленой (с различным содержанием соли) сельди и горбуши, а также специально приготовленные в различных соотношениях смеси фарша и соли. Перед исследованием у горбуши удаляли кожу, подкожную клетчатку и бурую мускулатуру; у сельди удаляли только кожу. Рыбу не обескровливали. Образцы мяса измельчали на мясорубке; из полученного фарша отбирали среднюю пробу для определения воды и хлористого натрия и две пробы (50 и 25 г) для удаления тканевого сока под давлением 7,5—8 и 130 кг/см² *.

При выборе давления были использованы результаты предварительных опытов, показавших, что наиболее интенсивно жидкость из свежей и соленой рыбы выделяется при давлении 3,5—7 и 50—90 кг/см². Нет сомнения, что при давлении более 130 кг/см² было бы получено больше тканевого сока. Но так как при посоле решающая роль принадлежит наиболее подвижным жидким системам, мы не ставили перед собой задачи найти предельные давления, сверх которых выделение сока прекращается.

Давление в прессах повышали постепенно, по мере достижения промежуточных постоянных значений. Прессование заканчивали после того, как конечное давление сохранялось постоянным в течение 5 минут. Весь цикл прессования продолжался 20—30 минут в зависимости от состояния или солености тканей.

После прессования остаток фарша взвешивали и из него отбирали пробы для определения остаточного содержания воды и хлористого натрия. Вытекающую при прессовании жидкость собирали и после от-

* В патрон (зеер) пресса фарш укладывали в два слоя, по 25 и 12,5 г в каждом слое, завернутым в 2—3 салфетки (бязь или гризбон и суровое полотно). На 1 см² площади патрона помещали 1 г испытуемого материала.

деления жира (центрифугированием и фильтрованием через слой ваты) анализировали для определения воды и соли¹.

Жидкость, выделяющаяся из мяса при давлении от 0 до 8 кг/см², как наиболее подвижная, соответствует межклеточному соку, а при давлении от 0 до 130 кг/см² — межклеточному и внутриклеточному соку, или, иначе говоря, тканевому соку.

Воду определяли высушиванием пробы до постоянного веса при 105°, хлористый натрий — титрованием AgNO₃ водной вытяжки из предварительно высушенной навески мяса и сока.

Вес воды, а при исследовании соленой рыбы — воды и соли, удаляемых с межклеточным и тканевым соком, вычисляли по следующим формулам:

$$g_v = \frac{1}{100} (h_m g_m - h_{m.o} g_{m.o}),$$

$$g_s = \frac{1}{100} (S_m g_m - S_{m.o} g_{m.o}),$$

а в процентах к начальному содержанию в мясе воды и соли:

$$h' = \frac{10000}{h_m g_m} = \frac{100 (h_m g_m - h_{m.o} g_{m.o})}{h_m g_m},$$

$$S' = \frac{10000}{S_m g_m} = \frac{100 (S_m g_m - S_{m.o} g_{m.o})}{S_m g_m},$$

где: h_m и $h_{m.o}$ — содержание воды в % в мясе и отпрессованном остатке его;

S_m и $S_{m.o}$ — содержание соли в % в мясе и отпрессованном остатке его;

g_m и $g_{m.o}$ — вес мяса и отпрессованного остатка.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТОВ

Сельдь и горбуша свежие. В табл. 1 приведены данные, характеризующие количество воды, удаляемой из тканей при прессовании (межклеточный и тканевый сок), и состав отпрессованного остатка тканей и сока.

Обращает на себя внимание относительное постоянство воды межклеточного сока, выделяющейся из мяса сельди, не зависящее ни от жирности, ни от стадии посмертных изменений и составляющее приблизительно 40% всей воды, содержащейся в мясе, или 20—32% к весу мяса (в зависимости от начального содержания воды в мясе). Количество воды внутриклеточного сока² в среднем составляет 17% (не превышает 25%) по отношению ко всей воде тканей.

Намечается наличие некоторой зависимости между количеством внутриклеточного сока и стадией посмертных изменений — по мере развития автолиза количество сока уменьшается. Если эта зависимость подтвердится в дальнейших исследованиях, то, очевидно, во время автолиза происходит упорядочение структуры коллоидов внутриклеточного сока, сказывающееся на частичной потере им текучести.

Значительный интерес представляет сравнение содержания воды в межклеточном и тканевом соке. В межклеточном соке воды содержится меньше, чем в тканевом. На каждый грамм воды в межклеточном соке приходится около 0,13 г плотных веществ, а во внутриклеточном — только 0,02—0,05 г. Постоянство содержания плотных веществ в межкле-

¹ Вследствие примеси жира, а также частичного впитывания жидкости салфетками взвешивание ее не производилось.

² Количество воды внутриклеточного сока вычисляли по разнице между водой тканевого и межклеточного сока.

Таблица 1

Характеристика рыбы	Содержание воды в %			Удалено воды (в % к началь- ному содержа- нию) с соком		Содержание воды в % в соке	
	в мясе до прессования	в остатке мяса после прессо- вания под дав- лением в кг/см²		межкле- точным	тканевым	межкле- точным	тканевым
		8	130				
Сельдь							
В стадии прекращения оковенения	73,94	67,39	60,21	44,2	60,4	88,45	90,73
После оковенения	66,24	65,38	60,67	36,1	54,6	87,90	90,95
После 28-часового хранения при 18— 20° (стадия отчетливого автолиза)	63,23	64,26	60,48	40,5	51,4	89,15	92,19
После 48-часового хранения при 0° (стадия начала автолиза)	65,15	64,86	59,46	40,4	54,1	88,22	91,22
После 96-часового хранения при 0° (стадия автолиза)	65,44	66,26	60,26	36,6	56,7	—	—
В состоянии оковенения	63,46	65,30	57,50	37,8	63,6	88,04	91,47
Горбуша							
В состоянии оковенения	74,20 74,18	69,35 69,40	64,25 60,70	40,7 44,1	57,1 63,04	82,87 82,27	85,10 85,44
После 48-часового хранения при 0°	73,62	70,20	63,32	26,5	49,4	88,18	92,76
После 120-часового хранения при 0°	73,10	68,60	—	29,6	—	91,60	—
После 48-часового хранения в охла- жденной морской воде	74,26	69,36	63,60	35,7	53,7	83,20	87,57
После 192-часового хранения в ох- лажденной морской воде	74,87	71,13	65,91	26,0	43,7	86,70	90,96

точном соке свидетельствует, что в период посмертного оковенения и автолиза он остается неизменным и сохраняет свое основное свойство — текучесть под воздействием небольших усилий, приложенных к ткани.

В отличие от сельди, подвижность (текучесть) межклеточного сока мяса у горбуши зависит от стадии посмертного изменения, в которой в данный момент находится рыба. В состоянии оковенения и, по-видимому, до начала его в виде межклеточного сока удаляется 40—45% воды, а в виде внутриклеточного сока — 16—19% от всей содержащейся в тканях воды, т. е. приблизительно столько же, сколько и у сельди.

Существенное различие наблюдается в составе межклеточного и тканевого сока мяса горбуши и сельди. У горбуши в соке содержится меньше воды и, следовательно, больше плотных веществ. На 1 г воды в межклеточном соке приходится 0,20—0,21 г плотных веществ, а во внутриклеточном соке — 0,07—0,09 г.

По окончании посмертного оковенения и переходе тканей горбуши в состояние автолиза, который при 0° начинается через 25 часов после вылова рыбы (Л. К. Бухрякова, 1958), количество подвижного межклеточного сока резко уменьшается. Мясо прессуется с трудом, приобретает студенисто-мазеобразную консистенцию и выползает из салфеток. Только при применении дополнительной салфетки из плотного шелкового полотна удавалось прессовать мясо при давлении 20—130 кг/см².

Снижение количества воды, выделяемой в виде межклеточного сока, до 26—30% к общему содержанию ее в мясе сопровождается изменением состава сока: увеличивается содержание воды и уменьшается количество плотных веществ. В стадии автолиза на 1 г воды в подвиж-

ном межклеточном соке приходится только 0,08—0,15 г плотных веществ. Следовательно, переход мяса из стадии окоченения в стадию автолиза влияет не только на уменьшение подвижности межклеточного сока, но и на соотношение в нем воды и плотных веществ.

Снижение содержания плотных веществ можно объяснить только тем, что часть их переходит в нерастворимое состояние и при пресовании остается в остатке, увеличивая его вес. Из плотных веществ, содержащихся в межклеточном соке и способных влиять не только на уменьшение подвижности сока, но и на изменение его химического состава, таким свойством обладают белки. При определенных условиях они образуют осадок, отделяются от дисперсионной среды, захватывая ее в тех или иных количествах. Максимальный захват наблюдается при застудивании — переходе золя в состояние студня.

Очевидно, после окончания посмертного окоченения под влиянием сложных биохимических реакций и изменяющихся условий среды (изменение pH и приближение реакции сока к слабощелочной) сок застудивается. Захваченная и структурно связанная в образовавшемся белковом студне дисперсионная среда полностью не удаляется даже при давлении 130 кг/см².

Зная количество воды, удаляемой из тканей в виде межклеточного сока, и состав сока в стадии посмертного окоченения и в стадии автолиза, можно вычислить количество воды, прочно удерживаемой в структурах белкового студня. Эта величина достигает 3—4 г на 1 г белка.

Как видно из данных табл. 1, снижение количества воды, удаляемой из мяса горбуши с тканевым соком, вызвано главным образом снижением количества воды, удаляемой с межклеточным соком. Из этого следует, что у внутриклеточного сока в процессе посмертных изменений почти сохраняется коллоидная структура. Это предположение подтверждается еще и тем, что соотношение между водой и плотным остатком во внутриклеточном соке горбуши не претерпевает существенных изменений, в отличие от сельди, для которой такие изменения, по-видимому, имеют место.

Соленая сельдь. Исследовали мясо слабосоленой и среднесоленой сельди, приготовленной насыщенным прерванным посолом при температуре 0,5—3°, и крепосоленой сельди, приготовленной при той же температуре и дополнительно при температуре 7—10°. По окончании просаливания сельдь выдерживали при 0° и в двух случаях при 18—20° в течение 5 суток для равномерного распределения в мясе соли. Данные по количеству воды и соли, удаляемых из мяса соленой сельди в виде межклеточного и тканевого сока, приведены в табл. 2.

Эти данные свидетельствуют, что по мере повышения концентрации соли (С) увеличивается количество межклеточного и тканевого сока и соответственно с этим — количество удаляемой воды. Подобная зависимость вытекает из свойств белков актомиозинового комплекса, которые в растворах хлористого натрия способны как к набуханию, так и высаливанию (высаливание наблюдается при концентрации соли 15% и выше).

При набухании дисперсионная среда (в нашем случае межклеточный сок, содержащий хлористый натрий) внедряется в межмицеллярное пространство. При достаточно большом количестве раствора хлористого натрия и в определенных условиях набухание приводит к разрыву связи между молекулами белка и к их растворению. В тканях же неограниченного набухания не может быть вследствие низкого отношения между жидкостью набухания и набухающим веществом, а также вследствие определенной упругости соединительнотканых перегородок. Процесс практически заканчивается на стадии ограниченного набухания — образования студня. В мясе слабо- и отчасти среднесоленой сельди образование студня при набухании белков, как и в мясе

Таблица 2

Характеристика сельди	Состав в %									Удалено воды и соли в % к начальному содержанию их в мясе				
	мяса до пресс- ования			остатка мяса после прессо- вания под давлением в кг/см²										
				8			130			с межкле- точным соком		с ткане- вым соком		
	вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (С)	воды	соли	воды	соли	
Слабосоленая	54,3	6,8	11,1	58,7	7,5	11,2	57,5	7,4	11,4	15,6	13,4	25,9	23,9	
Среднесоленая	51,7	12,1	19,0	53,1	12,3	18,8	51,5	12,2	19,2	29,0	29,4	38,0	37,0	
Крепкосоленая	49,7	15,6	23,9	45,2	14,1	23,8	41,8	13,0	23,7	50,7	51,1	62,2	62,6	
То же¹	47,5	15,3	24,4	44,0	14,2	24,4	40,3	13,1	24,5	48,9	48,7	60,9	60,5	
Крепкосоленая	52,4	17,3	24,8	39,4	12,8	24,5	35,2	11,5	24,6	63,4	—	72,1	—	
То же¹	52,9	17,6	25,0	36,2	12,7	24,6	32,7	11,4	25,9	62,1	62,8	72,8	71,5	
Среднесоленая²	57,7	10,6	15,5	54,7	10,2	15,7	50,5	9,7	16,1	46,2	45,2	60,4	59,0	
То же³	60,9	11,2	15,5	56,8	10,7	15,8	50,3	9,7	16,2	41,1	40,0	64,6	63,0	
То же⁴	59,3	10,2	14,7	59,4	10,1	14,5	55,4	9,6	14,8	21,0	22,0	44,2	43,9	

¹ Сельдь выдерживали при 18—20°.

² После 27-суточного хранения при 0° в бочках с заливкой рассолом.

³ То же после 37-суточного хранения.

⁴ То же после 75-суточного хранения.

горбуши в стадии автолиза, приводит к резкому снижению количества выделяющегося тканевого сока.

По мере просаливания и увеличения концентрации хлористого натрия начинается высаливание — отделение белков от захваченной ими при набухании жидкости набухания — межклеточного сока. Этому процессу соответствует дальнейшее изменение консистенции тканей (потеря эластичности, повышение жесткости) и увеличение количества выделяемого тканевого сока.

Кратковременное хранение крепкосоленой сельди при высокой температуре почти не оказало влияния на соотношение между водой, удаляемой в виде межклеточного и тканевого сока. В каком направлении может сказаться более длительное хранение, сейчас сказать трудно, но из приводимых ниже данных можно сделать заключение, что доля воды межклеточного сока при высоких температурах хранения будет несколько выше, чем при низких.

При сравнении концентрации хлористого натрия в мясе до и после прессования отмечается, что она в большинстве случаев уменьшается после удаления межклеточного сока и увеличивается после удаления тканевого сока. Отклонения от этого правила, вероятно, можно объяснить погрешностями отбора средней пробы фарша и остатков его после прессования. Разница концентраций может быть объяснена только тем, что концентрация соли в межклеточном соке в пересчете на «чистый рассол» выше, чем в тканевом соке. Если это так, то концентрация соли во внутриклеточном соке значительно меньше, чем в межклеточном, и тканевый сок соленой сельди не обладает однородностью, так же как и тканевый сок мяса свежей сельди.

В связи с тем, что материал салфеток удерживал часть межклеточного и тканевого сока, концентрация соли, по данным анализа, не совпадает с концентрацией, вычисленной по количеству удаленных из тканей воды и соли, но в том и другом случае сохраняется указанная выше разница (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика сельди	Удалено при прессовании из мяса в г				Концентрация соли (в %) в соке, рассчитанная по количеству воды и соли, удаленных из мяса		Состав и концентрация в % сока					
	с межклеточным соком		с тканевым соком				межклеточного			тканевого		
	воды	соли	воды	соли	межклеточном	тканевом	вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (С)
Среднесоленая	9,0	2,1	5,9	1,3	18,9	18,1	71,5	16,8	19,2	72,0	16,4	18,5
Крепкосоленая	15,1	4,8	9,3	2,9	24,1	23,7	70,6	22,1	23,8	72,9	21,9	23,3
То же ¹	13,9	4,5	8,7	2,8	24,4	24,3	69,8	22,7	24,5	71,0	22,2	23,8
Крепкосоленая	16,6	5,5	9,4	3,1	24,9	24,8	70,7	23,6	25,0	72,4	22,0	23,3
То же ¹	16,4	5,5	9,6	3,1	25,1	24,5	69,6	24,4	26,0	71,6	22,1	23,6
Среднесоленая ²	13,2	2,4	8,7	1,5	15,4	14,7	76,6	14,4	15,8	77,8	14,2	15,4
То же ⁴	6,3	1,1	6,5	1,1	15,0	14,5	79,2	13,0	14,1	81,3	12,5	13,3

1, 2, 4 См. сноски к табл. 2.

Причинами подобного различия, по нашему мнению, является адсорбция некоторой части хлористого натрия тканевыми белками [10]. Диффундируя в мышечное волокно, хлористый натрий не только распределяется в нем по законам диффузии, но частью адсорбируется на поверхности белковых мицелл коллоидных систем волокна. Адсорбция вызывает неравномерное распределение соли в волокне: больше у поверхности мицелл, меньше — в жидкости, распределенной между мицеллами.

При подобном неравномерном распределении устанавливается, однако, диффузионное равновесие между хлористым натрием межклеточного сока и мышечных волокон. Очевидно, это равновесие в том смысле, как оно обычно представляется, здесь заменяется равновесием между хлористым натрием в межклеточном соке, мицеллах белка и межмицеллярной жидкости (внутриклеточный сок), в котором большое значение имеют адсорбционные связи. По-видимому (это подтверждается также данными табл. 2), на поверхности мицелл, играющих роль мембран, накапливается хлористый натрий в количестве, превышающем концентрацию его не только во внутриклеточном, но и в межклеточном соке. При высаливании адсорбционная связь сохраняется.

Аналогичные результаты получены и для соленой горбуши. Так, концентрация соли в мясе среднесоленой горбуши семимесячного хранения после удаления тканевого сока увеличилась с 15,4 до 15,9%, а концентрация соли в соке, по расчетным данным, равнялась 15%. Воды в виде тканевого сока из мяса горбуши было удалено 56,4%, т. е. больше, чем из мяса среднесоленой сельди. Такое большое увеличение вызвано впитыванием рассола без образования прочной связи, которое часто у мяса лососевых определяется как оводнение.

Соленая сельдь после отмочки. В ряде производств (копчение, вяление), а также в домашнем обиходе крепкосоленую рыбу для снижения

Таблица 4

Характеристика сельди	Состав мяса до прессования в %			Состав отпрессованного мяса в % после удаления сока						Удалено воды и соли в % к начальному содержанию			
	вода	соль	концентрация соли (C)	межклеточного			тканевого			с межклеточным соком		с тканевым соком	
				вода	соль	концентрация соли (C)	вода	соль	концентрация соли (C)	воды	соли	воды	соли
До отмочки (просаливание и хранение при 0°)	49,7	15,6	23,9	45,2	14,1	23,8	41,8	13,0	23,7	50,7	51,1	62,2	62,6
После отмочки при 0° в течение 18 час. и 5 суток хранения	55,4	10,6	16,1	57,3	11,0	16,1	55,0	10,7	16,3	24,1	24,1	38,5	37,0
До отмочки (просаливание и хранение при 0°)	52,4	17,3	24,8	39,4	12,8	24,5	35,2	11,5	24,6	63,4	—	72,1	—
После отмочки при 0° в течение 28 час. и 5 суток хранения	69,0	9,1	11,6	65,9	8,7	11,6	61,8	8,3	11,8	23,9	23,4	42,6	41,5
До отмочки (просаливание при 0°, хранение при 20°)	52,9	17,6	25,0	36,2	12,7	24,6	32,7	11,4	25,9	62,1	62,8	72,8	71,5
После отмочки при 20° в течение 22 час. и 5 суток хранения	68,0	6,6	8,8	63,4	6,2	8,9	61,4	6,1	9,0	29,5	28,7	40,4	39,0

солености часто отмачивают. В результате этого в мясе рыбы уменьшается содержание соли и увеличивается содержание воды. По валовому составу мясо приближается к составу мяса слабосоленой или среднесоленой сельди, приготовленной нормальным или прерванным посолом.

Однако соответствие валового состава не свидетельствует еще о соответствии структурных связей, полученного во время отмочки «нового», менее соленого межклеточного и тканевого сока. Если процесс высаливания белков обратим, то после отмочки структура коллоидов тканей, текучесть межклеточного и тканевого сока должна быть такой же, как и у соленой сельди специального приготовления. Если же высаливание — процесс необратимый, то структура коллоидов и связи сока будут иными, а текучесть их будет больше, чем у крепкосоленой сельди, не говоря уже о слабо- или среднесоленой.

Для получения данных об обратимости или необратимости процесса высаливания мы провели опыты по отмочке крепкосоленой сельди, солившейся при 0—3° и хранившейся до отмочки 5 суток при 0 и 20°. После отмочки сельдь на 5 суток оставляли при той же температуре для выравнивания солености. Во время отмочки воду меняли 3 раза. Результаты анализа исходного мяса и мяса после отмочки до и после удаления тканевого и межклеточного сока, а также отжатого сока приведены в табл. 4 и 5.

Сравнивая количество воды, удаляемой из тканей в виде межклеточного и тканевого сока до и после

Таблица 5

Характеристика сельди	Удалено при прессовании из мяса в г				Концентрация соли, (в %) в соке, рассчитанная по количеству воды и соли, удаленных из мяса		Состав и концентрация сока в %					
	с межклеточным соком		с тканевым соком		межклеточном	тканевом	межклеточного			тканевого		
	воды	соли	воды	соли			вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (С)
После отмочки при 0° в течение 18 час. и 5-суточного хранения . . .	8,0	1,5	6,4	1,2	16,0	15,8	74,7	14,5	16,0	76,8	14,0	15,4
После отмочки при 0° в течение 22 час. и 5-суточного хранения . . .	8,3	1,1	7,3	1,0	11,7	11,5	82,4	10,9	11,7	83,8	10,8	11,4
После отмочки при 20° в течение 22 час. и 5-суточного хранения . . .	10,0	0,9	6,9	0,6	8,6	8,5	84,1	8,1	8,8	85,2	8,0	8,6

отмочки, видим, что снижение солёности сопровождается уменьшением подвижности межклеточного и тканевого сока и упрочением их связи с белками актомиозинового комплекса. Вместе с тем упрочение связи не достигает тех значений, которые имеются в мясе сельди, аналогичная солёность которого достигнута при просаливании. Разница выявляется тем отчетливее, чем ниже сравниваемые концентрации соли в тканях.

Является ли большая подвижность межклеточного и тканевого сока в мясе отмоченной рыбы следствием необратимости высаливания части белков актомиозинового комплекса или это связано с тем, что жидкость набухания во вторично набухшем студне удерживается слабее, сказать в данный момент трудно. Можно только указать, что вытекание сока наблюдалось при тех же минимальных значениях давления, что и у мяса нормально приготовленной сельди, поэтому вопрос о механическом захвате сока (оводнение) отпадает, особенно при отмочке и хранении сельди при 0°.

Температура рыбы до отмочки, температура отмочки и последующего хранения оказывает заметное влияние на прочность связи межклеточного сока с белками. В этом случае к высаливанию присоединяется дополнительное воздействие температуры, не только снижающей прочность связи сока с белками (по сравнению с температурой 0°), но и приводящей к необратимому высаливанию части белков — их денатурации.

В мясе сельди после отмочки разница в концентрациях соли в межклеточном и внутриклеточном соке сохраняется. Это свидетельствует, что при отмочке из тканей в воду диффундирует только тот хлористый натрий, который входит в состав тканевого сока соленой рыбы. Та же часть хлористого натрия, которая, по нашим представлениям, адсорбирована молекулами белков саркоплазмы и миофибрилл, при отмочке не удаляется или удаляется только частично.

Влияние температуры и хлористого натрия на тканевый сок. При исследовании свежей сельди были определены количественные соотношения между всей содержащейся в мясе водой и водой, удаляемой

из мяса в виде межклеточного и тканевого сока. В мясе соленой сельди эти соотношения оказались зависящими от концентрации хлористого натрия и температуры. Но в процессе просаливания, вследствие перемещения воды (пока принимаем, что перемещается вода), соотношение между суммарным содержанием воды и подвижной ее частью изменяется. Вследствие этого при исследовании мяса соленой сельди получаемые результаты не отражают полностью всех изменений, связанных с значениями соотношений между всей водой в тканях и подвижной водой, и не дают представления о том, какая же вода перемещается при просаливании (вода дисперсионной среды, набухания, межклеточный сок, внутриклеточный сок).

Для получения данных, позволяющих судить о влиянии хлористого натрия и температуры на тканевый сок и наиболее подвижную часть его — межклеточный сок, мы исследовали мясо свежей сельди. Для равномерного распределения соли и ускорения выравнивания концентрации ее мясо брали в виде однородного фарша. Приготавливали смеси со следующими отношениями соли и мяса: 20:100; 15:100; 10:100 и 5:100. После тщательного перемешивания смеси хранили при 0 и 20° в течение 4 и 3 суток соответственно, дополнительно трижды перемешивая их. После выдерживания смесь прессовали. В отпрессованном остатке, как и в исходной смеси, определяли содержание воды и соли. Из мяса свежей сельди в виде межклеточного сока удаляли 37,8%, а в виде тканевого сока 63,6% воды по отношению ко всей воде, содержащейся в мясе.

В табл. 6 приведены данные по составу смеси до и после прессования, а в табл. 7 — по количественным отношениям к общей воде воды более и менее подвижных (текучих) жидкостей. Данные табл. 6 свидетельствуют о наличии зависимости между составом остатка и концентрацией соли в мясе до прессования: чем выше концентрация соли или чем выше отношение соли к мясу, тем меньше содержится в остатке воды и больше соли.

При одной и той же температуре разница в содержании воды в остатке после прессования при 8 и 130 кг/см² сохраняется практически одинаковой при всех концентрациях. Содержание воды в остатке после выдерживания при 20° меньше, чем после выдерживания при 0°. Из этого следует, что при высокой температуре отделяется больше жидкости. Это положение подтверждается данными табл. 7; следует лишь отметить, что по мере повышения концентрации влияние температурного фактора сказывается слабее (отклонение от этого положения, замеченное для остатка после прессования при давлении 130 кг/см² из смеси 20:100, возможно, связано с полным высаливанием белков мышечного волокна при 20°). Состав жидких фракций, удаляемых при одном давлении, но при разных температурах, почти одинаков (см. табл. 7). Следовательно, повышение температуры ослабляет в тканевых коллоидах связь не воды, а сложной дисперсионной среды.

Количество воды, удаляемой при 0°, резко возрастает при концентрации соли 15—20%; при 20° это явление выражено в меньшей степени, так как при этой температуре разрушение коллоидно-студневой структуры белков тканей вследствие их высаливания, а возможно и коагуляции, снижение растворимости белков и высвобождение дисперсионной среды наблюдаются при значительно более низких концентрациях хлористого натрия и даже в отсутствии его. По сравнению с мясом свежей сельди из смеси его с солью при 0° и концентрации хлористого натрия до 15% выделяется меньше воды. При указанных концентрациях соли часть межклеточного сока захватывается коллоидами ткани, в то время как связи внутриклеточного сока с коллоидами саркоплазмы и миофибрилл остаются как бы неизменными.

Таблица 6

Отношение соли и мяса в смеси	Состав смеси в % до прессования			Состав остатка в %		
	вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (С)
Выдерживание при 0°						
5:100	61,0	5,3	8,0	65,3	5,6	8,0
				59,8	5,3	8,1
10:100	57,7	9,6	14,3	62,0	10,4	14,3
				56,1	—	—
15:100	55,3	13,3	19,4	53,8	12,8	19,2
				47,8	11,5	19,4
20:100	53,0	17,1	24,4	46,5	14,5	23,8
				42,7	13,0	23,4

Выдерживание при 20°

5:100	60,4	5,3	8,1	59,4	—	—
				53,5	4,6	8,0
10:100	58,3	9,7	14,3	56,1	9,2	14,1
				50,7	8,6	14,4
15:100	55,4	13,6	19,7	50,3	12,1	19,4
				44,8	10,8	19,4
20:100	52,6	17,1	24,5	45,0	14,2	24,0
				37,9	12,1	24,2

Примечание. В числителе указан состав остатка после удаления межклеточного сока, в знаменателе—после удаления тканевого сока.

Таблица 7

Отношение соли и мяса в смеси	Удалено при прессовании из смеси (в % к начальному со- держанию) с соком				Концентрация соли (в %) в соке, рассчи- танная по ко- личеству воды и соли, удален- ных из смеси		Состав сока в %					
	межклеточным		тканевым				межклеточного			тканевого		
	воды	соли	воды	соли	меж- клеточ- ном	ткане- вом	вода	соль	кон- центра- ция со- ли (С)	вода	соль	кон- центра- ция со- ли (С)
5:100	26,5	26,5	49,9	47,0	8,0	7,6	87,6	7,5	7,9	88,1	7,6	8,0
	50,8	—	67,8	67,7	—	8,1	—	7,1	—	87,7	—	—
10:100	30,0	30,1	55,0	—	14,2	—	80,5	13,1	14,0	81,8	12,9	13,6
	56,5	57,2	69,1	68,6	14,5	14,2	79,4	12,9	14,0	80,6	12,7	13,6
15:100	54,8	55,3	69,5	70,0	19,5	19,4	75,8	18,1	19,3	77,0	17,8	18,8
	65,4	66,3	75,4	76,0	20,0	19,9	75,9	17,8	19,0	76,4	17,6	18,7
20:100	70,0	70,7	77,0	78,2	24,5	24,6	72,3	22,0	23,4	73,3	21,9	23,0
	77,5	72,2	81,2	81,7	24,8	24,6	72,3	22,1	23,4	73,1	21,8	23,0

Примечание. В числителе приведены данные при 0°, в знаменателе—при 20°.

ми. При дальнейшем повышении концентрации соли и изменении внутренней структуры коллоидов тканей количество удаляемого сока, по сравнению с мясом свежей сельди, резко возрастает, причем в соке преобладает легкоподвижная фракция.

Такое явление может наблюдаться только при почти полном отделении дисперсионной среды от внутримышечных коллоидных систем и приобретении большей частью ее подвижности (текучести), аналогичной подвижности межклеточного сока мяса свежей рыбы. Вследствие этого количество подвижной воды возрастает почти в 2 раза, а трудноподвижной — в 1,2 раза по сравнению с мясом свежей сельди. Следовательно, высаливание белков мышечного волокна при 0° даже при высоких концентрациях хлористого натрия не увеличивает в значительной степени остаточного количества слаботекучей жидкости.

Подобное же действие оказывает повышение температуры: так, при 20° увеличение доли воды, удаляемой из смеси мяса с солью, по сравнению с мясом свежей сельди, наблюдается уже при концентрации хлористого натрия 8%. Влияние температуры постепенно уменьшается по мере повышения концентрации хлористого натрия, и при 24—25% соли количество воды, удаляемой из тканей, практически одинаково как при 0, так и при 20°.

Интересно выяснить, в виде какой же жидкости (сока) перемещается вода из мяса рыбы во внешний рассол при просаливании. Известно, что образующийся тузлук с самого начала содержит органические вещества, включающие и белки тканевого сока. Так как материал по прямому учету воды, выделяющейся при просаливании только мяса рыбы, у нас крайне ограничен, воспользуемся косвенными данными по содержанию воды в мясе до и после законченного процесса перемещения, пересчитанными на вес мяса до посола (И. П. Леванидов, 1958). По этим данным, потеря воды при просаливании в промежутке концентраций хлористого натрия от 17 до 25% составляет от 20 до 44% по отношению ко всей воде мяса до просаливания. Сравнивая эти данные с данными, приведенными в табл. 7, находим, что вода, перемещающаяся из мяса в окружающий рассол, является водой межклеточного сока и лишь отчасти внутриклеточного сока мяса свежей сельди.

Возникает вопрос, не является ли тузлук раствором хлористого натрия в межклеточном соке и, следовательно, не является ли перемещение воды из тканей рыбы в рассол в действительности перемещением межклеточного сока? На первый взгляд, это находится в противоречии с составом тузлуков, особенно насыщенных, которые должны были бы содержать меньше воды, чем в действительности определяется при анализе. Но если допустить, что белки межклеточного сока при средних и высоких концентрациях хлористого натрия высаливаются (качественно это легко наблюдать при растворении хлористого натрия в межклеточном соке мяса свежей сельди и свежей горбуши), вызывая изменение в составе его, то указанное противоречие легко устраняется.

Для суждения о том, насколько меняется состав сока при растворении в нем хлористого натрия, необходимы специальные исследования по изучению физико-химических свойств межклеточного и внутриклеточного сока.

О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ОСНОВАХ ПРОСАЛИВАНИЯ

Одним из важнейших процессов просаливания рыбы при средних и насыщенных концентрациях хлористого натрия в окружающем рыбу рассоле является перемещение в рассол воды из тканей рыбы. Причину этого перемещения видят в осмосе, допуская, что граничный слой тканей, соприкасающийся с рассолом, обладает свойством полупроницаемой мембраны. Протекающая одновременно с осмосом диффузия соли

из рассола в ткани ускоряет установление постоянной концентрации хлористого натрия в них и, следовательно, окончание просаливания.

По теории осмотическо-диффузионных процессов перемещение воды и соли должно было бы продолжаться до тех пор, пока не установятся постоянство и равенство концентраций. Между тем перемещение воды заканчивается раньше при значительно большей концентрации хлористого натрия в рассоле, чем в тканях (Невтонов, 1936; Леванидов, 1939; Миндер, 1941; Воскресенский, 1953).

Ряд исследователей (Миндер, 1941; Воскресенский, 1953; Леванидов, 1955), объясняя это явление, усложняют относительно простую и стройную картину осмоса. Следует также отметить, что оболочки животных клеток и соединительнотканые перегородки стоят ближе к типу сетчатых мембран и обладают только слабой полупроницаемостью, быстро исчезающей после смерти организма (Рубинштейн, 1938), поэтому направленный осмос воды в тканях продолжается короткое время и имеет небольшое значение.

Данные по подвижности межклеточного и тканевого сока и изменению структуры тканевых коллоидов под влиянием хлористого натрия позволяют высказать следующие соображения о причинах перемещения воды из тканей в рассол. Нами уже отмечена вероятность перемещения из тканей не воды, а межклеточного сока. Механизм этого перемещения связан с сжатием и уменьшением объема тканей (мяса), которое наблюдается при средних и высоких концентрациях хлористого натрия. Причиной этого сжатия и уменьшения объема тканей является высаливание белков мышечных волокон, приводящее, как уже отмечалось, к увеличению количества внутриклеточного сока, повышению его текучести и способности отделяться из тканей при таких же давлениях, как и межклеточный сок мяса свежей рыбы.

При высаливании объем коллоидов (белков) в связи с отделением жидкой фазы уменьшается по сравнению с объемом их до высаливания. В высоленных коллоидах структура становится более прочной, приобретает жесткость.

Приведенная схема аналогична схеме превращений, протекающих при синерезисе и, в частности, при вынужденном синерезисе студней под влиянием электролитов. Но в мышечном волокне саркоплазма, миофибриллы и сарколемма взаимно связаны и представляют собой единое структурное образование. Уменьшение объема и упрочение структуры коллоидов волокна сказывается и на уменьшении общего объема волокна под влиянием возникающих сил сжатия. Эти силы будут проявляться тем больше, чем ближе концентрация хлористого натрия к насыщению, и, наоборот, при уменьшении концентрации хлористого натрия они уменьшаются и исчезают при концентрациях ниже границы высаливания (ниже 15%).

Подобно мышечному волокну, уменьшение объема, возникновение сил сжатия протекают и в целой ткани, являющейся совокупностью отдельных волокон. Под влиянием этих сил межклеточный сок отжимается из капиллярных кровеносных и лимфатических сосудов, а затем и из текучей, подвижной части внутриклеточного сока.

Проявление сил сжатия начинается с первых же моментов просаливания, с началом высаливания белков из поверхностных, граничащих с рассолом слоев тканей. Сжатие их вызывает сжатие и остальных участков ткани и выделение первых порций сока. В средних слоях ткани уплотнение при сжатии внешних слоев вызывает давление содержащего мышечного волокна на сарколемму и более плотную упаковку волокон в миотомах. По мере диффузии соли и повышения ее концентрации в ткани высаливанию подвергаются все более и более значи-

тельные количества белков во всех слоях ткани с отделением от них жидкой фазы. Под влиянием продолжающегося, хотя и менее интенсивного, сжатия выделение сока не прекращается; в капиллярах септ и перемизиумов к межклеточному соку примешивается отделившийся от внутримышечных коллоидов внутриклеточный сок.

Перемещение сока из тканей и перераспределение его в тканях продолжается до тех пор, пока не прекратится сжатие тканей и пока из мышечных волокон не удалится часть жидкой фазы и не выравняется давление на сарколемму со стороны содержимого волокна и межклеточного сока. Если в дальнейшем высаливание еще и будет происходить, то оно, не сопровождаясь сжатием и уменьшением объема тканевых элементов, не вызовет перемещения сока, и с этого момента переход воды в рассол прекратится.

Согласуясь с данными, получающимися при средних и крепких посолах, указанная схема хорошо объясняет и отсутствие перемещения воды из тканей при посоле рыбы в рассолах, начальная или постоянная концентрация которых не выше 10—12% (Fougeaеx, 1953). В этом случае, сразу же после погружения в рассол рыбы или мяса, начинается поглощение рассола и набухание белков актомиозинового комплекса с образованием структурированного студня с высокими упругомеханическими свойствами, без изменения или с очень незначительным изменением общего объема рыбы или мяса. Фактически объем жидкости набухания ограничивается свободным объемом тканей; давление набухания недостаточно для ослабления упругости (прочности) оболочек соединительнотканых перегородок и кожи.

В настоящее время мы не можем определить или, точнее, количественно охарактеризовать возникающие при просаливании силы сжатия. Косвенное наблюдение за началом выделения сока показывает, что они невелики и лежат в пределах 2—5 кг/см^2 .

Закономерности, вытекающие из осмотического переноса воды из тканей рыбы в рассол, остаются без изменения и в том случае, если причинами этого переноса мы считаем изменение структуры коллоидных систем при высаливании белков и возникновение при этом сил сжатия. Между указанными изменениями и концентрацией хлористого натрия в рассоле и тканях имеется такая же прямая зависимость, как и при осмотическом переносе.

Механизм переноса хлористого натрия из рассола в ткани и распространение его в тканях вполне удовлетворительно объясняется с позиций закономерностей диффузионных процессов. Возможно, что в микро- и макрокапиллярах, размещенных в септах, перемизиуме и других соединительнотканых перегородках, наряду с молекулярным переносом хлористого натрия происходит перенос под действием капиллярных сил. В мышечных же волокнах и вне капиллярных сосудов хлористый натрий распределяется под воздействием молекулярной диффузии.

Более высокая концентрация хлористого натрия в межклеточном соке по сравнению с внутриклеточным и средней концентрацией в тканях позволяет объяснить причину несоответствия между средней концентрацией хлористого натрия в рассоле и тканях при законченных посолах: большая в рассоле и меньшая в тканях. Сопоставление концентраций хлористого натрия в межклеточном соке и тузлуке показывает, что в момент окончания просаливания они выравниваются и между ними устанавливается диффузионное равновесие. Отсутствие этого равновесия между межклеточным и внутриклеточным соком пока нами объясняется наличием адсорбции хлористого натрия белками. Последующие исследования должны дать материал для суждения, насколько эта точка зрения приемлема.

ЗАМЕЧАНИЯ К ПРАКТИКЕ ПОСОЛА

Характер и свойства тканевых коллоидных систем и тканевого сока резко зависят от температуры. Устойчивость связей с белками межклеточного и тканевого сока, а следовательно, и внутриклеточного сока, тем выше, чем ниже температура (в пределах до 0°). Температурный эффект сказывается тем отчетливее, чем ниже концентрация соли в тканях. Соответственно этому для сокращения потерь воды, перемещающейся при просаливании из тканей в рассол в виде межклеточного сока, а следовательно, и потери в весе рыбы технологический процесс должен проводиться при температуре около 0°, а возможно, и несколько ниже.

Проведенные в последние годы экспериментальные посолы показали полную эффективность применения низких температур для сокращения технологических потерь и для улучшения качества мяса соленой рыбы (А. П. Черногорцев, 1956). При 0° коллоиды тканей в широком интервале концентраций хлористого натрия сохраняют студнеобразную консистенцию с прочной связью захваченного при набухании сока, благодаря чему мясо приобретает упругость и эластичность. Если количество воды, удаляемой из тканей в виде межклеточного сока при 0° принять за единицу, то при 20° оно будет равно (по данным табл. 7): при $C=10$ 1,9; при $C=15$ 1,8; при $C=20$ 1,3 и при $C=25$ 1,1.

Приведенные данные свидетельствуют об эффекте понижения температуры при просаливании. Однако повышение температуры во время хранения при соответствующих прочих равных условиях (плотная упаковка, применение давления и т. п.) может свести на нет преимущества посола при низких температурах. Такие случаи встречаются довольно часто, причем приводят к дополнительным трудно объяснимым потерям.

В практике посола состояние посмертных изменений тканей (мяса) рыбы обычно связывается с качественными показателями готовой продукции и реже — с кинетикой просаливания. Из многочисленных экспериментальных данных известно, что сельдь просаливается быстрее, если ее направлять в посол в состоянии автолиза. Консистенция мяса соленой сельди оказывается более дряблой, если до посола сырец также находился в стадии автолиза.

Имеются, однако, и более глубокие связи, на которые впервые обратила внимание Л. А. Абашкина (1954 г.). При приготовлении полуфабриката соленого морского окуня для копчения при одном и том же содержании соли в мясе воды было больше в тех образцах рыбы, которые до посола хранили в течение нескольких дней во льду. Свежий сырец, посоленный сразу после вылова, как правило, после просаливания давал продукт с меньшим содержанием воды. В связи с этим Л. А. Абашкина предположила, что при посмертных изменениях происходит дезагрегация белковых молекул, увеличивается дисперсность и гидратация коллоидов в тканевых коллоидных системах, благодаря чему количество свободной воды, способной к осмотическому перемещению, уменьшается.

Применительно к горбуше данным Л. А. Абашкиной можно дать более простое объяснение. Переход из стадии посмертного окоченения в стадию автолиза сопровождается застудневанием межклеточного сока, потерей им текучести. При направлении в посол горбуши в состоянии автолиза количество удаляемого при сжатии тканей межклеточного сока, по сравнению с горбушей в стадии окоченения, уменьшается. Это уменьшение, естественное в первый период просаливания, сохраняется и в последующий период, так как, на основе косвенных данных, высаливание белков межклеточного сока, а следовательно, и разрушение структуры студня и высвобождение захваченной им жидкости (меж-

клеточного сока) протекает при более высоких концентрациях хлористого натрия, чем белков актомиозинового комплекса.

Сохранение структуры студня межклеточного сока при интенсивном сжатии и разрушение структуры в период затухающего сжатия или его прекращения может быть положено в основу объяснения причин несоответствия содержания воды в тканях рыб, однородных по начальному составу, но разных по стадиям посмертных изменений, при одном и том же содержании в них соли.

Различие в количестве и составе межклеточного сока мяса горбуши до и после начала автолиза, как нам кажется, может объяснить более высокие органолептические показатели натуральных консервов, приготовленных из горбуши после окончания посмертного окоченения. До начала автолиза образующийся при прогреве рыбы бульон содержит большое количество белков (основу бульона составляет межклеточный сок), которые при тепловой денатурации оседают в виде хлопьев на поверхность кусков, ухудшая их внешний вид. В начале автолиза в бульоне содержится небольшое количество белков; они при денатурации дают мало хлопьев, поверхность кусков остается чистой, а мясо, сохраняя больше белков, обладает лучшей консистенцией сразу после стерилизации.

Приведенные соображения подчеркивают необходимость самого тщательного изучения физико-химических особенностей тканевого сока у разных рыб. На основе полученных данных представится возможность не только более глубоко анализировать процессы, протекающие при различных способах консервирования, но и обосновать новые, более совершенные методы использования сырья.

ВЫВОДЫ

1. Мышечный, или тканевый, сок, удаляемый из мяса свежей и соленой рыбы при прессовании, разделяется на 2 фракции — легкоподвижный межклеточный сок, выделяемый при небольших давлениях (до 8 кг/см^2), и малоподвижный внутриклеточный сок, удаляемый при высоких давлениях (50 кг/см^2 и выше).

2. Межклеточный и внутриклеточный сок различаются между собой по своему составу. В межклеточном соке содержится меньше воды и больше плотных веществ, чем во внутриклеточном.

Состав тканевого сока (межклеточного и внутриклеточного) у разных рыб неодинаков. Так, сок из мяса сельди содержит больше воды и меньше плотных веществ, чем сок из мяса горбуши.

3. Межклеточный сок, выделенный из мяса совершенно свежей рыбы (в состоянии окоченения и до него), содержит примерно 40—45% всей воды, содержащейся в мясе рыбы. При посмертных изменениях рыбы — разрешении окоченения и автолизе — состав и свойства (текучесть) межклеточного сока у некоторых рыб, например сельди, заметно не меняются, в то время как у других, например горбуши, резко изменяются (сильно уменьшается количество выделяемого из мяса сока, увеличивается в соке содержание воды и уменьшается количество плотных веществ).

4. В приложении к посолу рыбы решающая роль принадлежит наиболее подвижной части тканевого сока, т. е. межклеточному соку.

Происходящее при посоле перемещение воды из рыбы в окружающий ее рассол является в основном результатом выделения из тканей рыбы межклеточного сока.

5. Выделение межклеточного сока из рыбы при посоле наступает в результате высаливания белков и изменения структуры тканевых коллоидов под влиянием хлористого натрия и сопровождается сжатием тканей (мяса) рыбы и уменьшением их объема. Возникающие при этом

силы сжатия «выжимают» межклеточный сок из тканей рыбы в окружающую среду.

6. Наблюдения за изменением водоудерживающей способности мяса, составом и свойствами тканевого сока рыбы при посоле позволяют объяснить причины наблюдаемого на практике различия в весе и качестве соленой рыбы, приготовленной и сохраняемой при разных условиях (степень свежести сырца, дозировка соли, температура при посоле и хранении рыбы).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абашкина Л. А., Влияние условий заготовки соленого полуфабриката на качество копченых балыков из морского окуня, Труды ВНИРО, т. XXIX, Пищепромиздат, 1954.
2. Воскресенский Н. А., Основы технологии посола, копчения и сушки рыбы, Гизлегищепром, 1953.
3. Леванидов И. П., Ускоренные методы обработки сельди, «Рыбное хозяйство», 1940, № 4.
4. Леванидов И. П., К количественной характеристике законченных посолов, Труды ВНИРО, т. XXXV, Пищепромиздат, 1958.
5. Миндер Л. И., Что считать весом-нетто хамсы килечного посола, «Рыбное хозяйство», 1941, № 2.
6. Невтонов Н. Ф., К вопросу о динамике посола рыбы, «Рыбное хозяйство», 1937, № 9.
7. Бухрякова Л. К., Некоторые вопросы рыбообработки, Южно-Сахалинск, 1957.
8. Рубинштейн Д. Л., Физическая химия, АН СССР, 1940.
9. Черногорцев А. П., Влияние температурного режима посола рыбы на выход соленых рыбопродуктов, Труды Астрабвтуза, вып. 3, Астрахань, 1956.
10. Шибалов А. С., Поваренная соль в рыбной промышленности, Труды Научно-исследовательского ин-та рыбного хозяйства, т. II, вып. 2, М., 1927.
11. Fougereux H., The Water Transfer in Codfish Muscle Immersed in Sodium Chloride Solutions, J. of the Fish. Res. Board of Canada, v. IX, 8, 1952.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ ПЕЧЕНИ ТРЕСКИ В БАЛЛОНАХ НА ТРАУЛЕРЕ И ПРИГОТОВЛЕНИЕ ИЗ НЕЕ КОНСЕРВОВ

Канд. техн. наук К. А. МРОЧКОВ

Печень тресковых рыб, содержащая до 80% жира, является основным источником получения медицинского рыбьего жира. В 1 г жира печени баренцевоморской трески содержится около 250 и. е. витамина А [7].

До настоящего времени около 80% тресковой печени используется для получения медицинского жира методом жиротопления и лишь из 15—20% ее изготавливают консервы. Выход жира-сырца составляет 25—50% от веса печени. В остающейся после отделения жира белковой части печени (так называемой граксе) содержится до 35% жира и до 350 и. е. витамина А на 1 г граксы [4]. Несмотря на это, гракса используется далеко не полностью и главным образом не для пищевых целей.

В целях более рационального использования печени тресковых на протяжении ряда лет проводили работы по усовершенствованию методов вытопки жира [2] и изыскивали пути использования граксы [3, 6].

Одним из вариантов рационального использования печени тресковых является переработка ее в возможно больших количествах на консервы. Так как небольшая производственная мощность консервных цехов на траулерах не позволяет заметно увеличить выработку консервов непосредственно на судах, то наиболее удачным решением этого вопроса является заготовка стерилизованной печени в специальных баллонах на борту траулера и последующая переработка ее на консервы в береговых условиях. Подобные работы были начаты на Мурманском рыбокомбинате еще в 1934 г. В течение нескольких лет с этой целью использовали бидоны различной конструкции [1, 6]. Однако ни в одной из них не обеспечивался прогрев содержимого в центре и, следовательно, не достигалась полная стерилизация печени.

А. Ф. Швецов в 1953—1954 гг. разработал конструкцию баллона с внутренней трубкой и установил режим стерилизации печени в этом баллоне с применением эксгаустирования [8]. Более поздними работами ПИНРО была установлена возможность использования баллонов без внутренней трубки (конструкция ВНИРО).

Промышленная проверка этого способа переработки печени тресковых была проведена на траулере РТ-25: печень заготавливали и стерилизовали в баллонах конструкции ВНИРО. Из стерилизованной печени приготавливали консервы в береговых условиях. Учитывали расход сырья и потери при приготовлении консервов разного ассортимента, а также трудовые затраты на всех технологических операциях.

ПЕРЕРАБОТКА ПЕЧЕНИ НА ТРАУЛЕРАХ И ЗАГОТОВКА СТЕРИЛИЗОВАННОЙ ПЕЧЕНИ В БАЛЛОНАХ

Промысловый рейс траулера РТ-25 длился 14 дней, рабочее время составило 9,5 суток. В уловах встречалась треска разного размера. Выход печени указан в табл. 1.

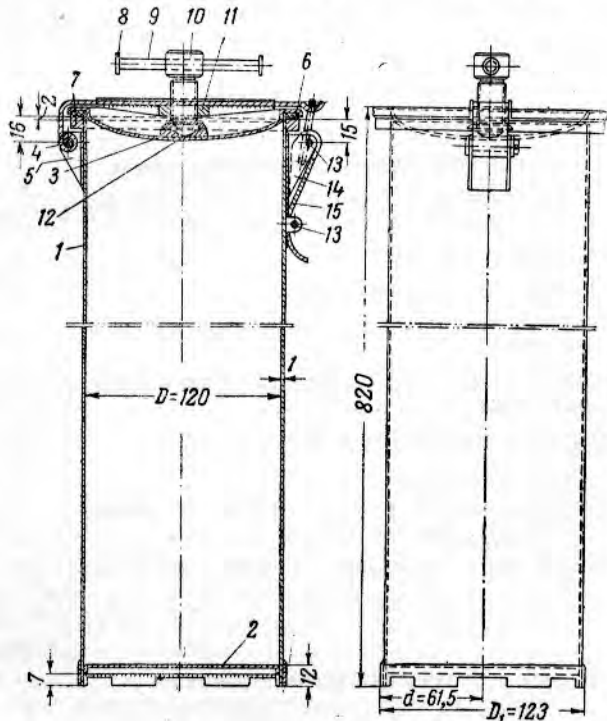
Таблица 1

Размер трески	Длина трески общая в см	Вес в кг	Вес частей тела и внутренностей в % от общего веса рыбы			
			тушка	голова	внутренности без печени	печень
Крупная	89	7,400	56,7	14,9	17,6	10,8
	80	5,900	54,2	15,2	22,0	8,6
	96	10,600	57,5	13,7	18,4	10,4
Средняя	70	2,800	64,3	23,2	6,4	6,1
	63	2,100	65,2	22,4	7,6	4,8
	66	2,280	65,8	21,0	6,6	6,6
Мелкая	43	0,700	64,3	21,4	8,6	5,7
	46	1,000	65,0	20,0	8,5	6,5
	44	0,800	68,7	18,8	7,5	5,0
Среднее			62,4	18,9	11,6	7,1

Как правило, печень была чистая, почти не зараженная нематодами. Обрабатывали ее в помещении консервно-жирового цеха, где были размещены автоклав, закаточная машина, два жиротопенных котла и стол для расфасовки печени в консервные банки. Бригада консервно-жирового цеха (4 человека) ежедневно заготавливала 64 баллона стерилизованной печени (24% рабочего времени всей бригады), вырабатывала 900 банок (320 г) консервов (66% рабочего времени) и производила в среднем 6 варок жира в котлах (10% рабочего времени).

Стерилизованную печень заготавливали в металлических баллонах, изготовленных из луженой 1,5-миллиметровой жести (см. рисунок) и представляющих собой цилиндрические сосуды высотой 820 мм, диаметром 120 мм с герметически закрываемой крышкой. Баллоны по 16 штук помещали в металлические контейнеры с гнездами для каждого из них.

Печень, собранную в бочки при разделке трески на палубе, переносили в помещение



Баллон для стерилизации печени трески (объем 9 л, вес 3 кг):

1—корпус баллона; 2—дно; 3—крышка; 4—ось крышки; 5—проушина; 6—резиновая прокладка; 7—фланец; 8—шайба; 9—вороток; 10—натяжной винт; 11—сухарь; 12—бобышка; 13—штифт; 14—проушина; 15—серьга.

консервно-жирового цеха, перекладывали в другую бочку и промывали морской водой. После этого крупную печень, не зараженную нематодами, отбирали на консервы, а остальную еще раз промывали водой и частично направляли на вытопку жира, а частично загружали в баллоны, промытые горячей морской водой, которые герметически закрывали крышками и помещали в автоклав (16—18 баллонов). Стерилизовали печень без эксгаустирования по формуле

$$5 + \frac{60}{102^\circ} + 5 + \frac{60}{112^\circ} + 5 - 10.$$

После спуска пара открывали крышку автоклава, баллоны охлаждали заборной водой из шланга в течение 2—3 мин., а затем в бочке с проточной морской водой в течение 1 часа. После этого баллоны опускали в трюм и складывали в контейнеры. Температура в трюме колебалась в пределах 3—5°.

Данные о затрате рабочего времени на работы, связанные со стерилизацией печени в баллонах и выработкой консервов «Печень тресковая натуральная» приведены в табл. 2* (на одну автоклавоварку).

Таблица 2

Процесс работы	Затраты рабочего времени в мин. при	
	стерилизации печени (85 кг) в баллонах	выработке консервов (45 банок, 144 кг печени)
Подноска печени, промывка и сортировка . .	39	48
Зачистка печени и промывка	—	439
Подготовка тары:		
доставка тары к месту работы	22	9
споласкивание баллонов	14	—
маркировка крышек консервных банок	—	37
подготовка консервных банок и расфасовка специй	—	124
Расфасовка печени	30	121
Закатка консервных банок	—	93
Загрузка автоклава, закрытие крышки и подъем пара	15	50
Открытие крышки автоклава, охлаждение, разгрузка	11	44
Упаковка консервных банок	—	27
Уборка продукции	23	15
Вспомогательные работы (мойка и уборка инвентаря, помещения)	6	32
Дежурство у автоклава (в конце рабочего дня)	31	12
Итого . . .	3 час. 11 мин.	17 час. 31 мин.
Процесс стерилизации (работа автоклава) . .	140	95
Всего . . .	5 час. 31 мин.	19 час. 06 мин.

* В работе участвовали мл. научный сотрудник ПИНРО М. П. Седунов и технолог Тралового флота Н. Х. Савенко.

Из табл. 2 видно, что за один и тот же отрезок времени путем стерилизации в баллонах можно переработать вдвое больше печени, чем при приготовлении консервов.

Основным аппаратом, лимитирующим работу консервно-жирового цеха по стерилизации печени в баллонах и в консервных банках, является автоклав. Как показали наблюдения, наиболее высокий коэффициент использования автоклава (87,5% при двусменной работе цеха, т. е. 60% суточного использования) получается при четырех автоклавоварках баллонов с печенью и двух автоклавоварках консервов.

Для сравнения провели наблюдения за работой консервно-жирового цеха при выработке им только консервов и медицинского жира (табл. 3).

Таблица 3

Производственные процессы	Переработка печени на консервы и жир			Переработка печени на консервы, жир и стерилизация в баллонах (среднее за трое суток работы цеха)		
	затраты времени	выработано продукции	использовано печени в т	затраты времени	выработано продукции	использовано печени в т
Подготовка печени для консервов (без стерилизации в баллонах)	10 час. 42 мин.	450 банок	0,144	—	—	—
Изготовление консервов "Печень тресковая натуральная" . .	35 час. 05 мин.	900 банок	0,288	35 час. 05 мин.	900 банок	0,288
Подготовка печени и стерилизация в баллонах	—	—	—	12 час. 44 мин.	64 баллона	0,341
Получение полуфабриката медицинского жира (в котлах) . . .	3 час. 05 мин.	0,8 т	1,6	5 час. 22 мин.	1,0 т	2,0
Заготовка свежей печени . .	1 час. 40 мин.	—	0,3	—	—	—
Затрата времени на перерывы	7 час. 13 мин.	—	—	3 час. 55 мин.	—	—
Неучтенное время	1 час. 05 мин.	—	—	2 час. 41 мин.	—	—
Всего . . .	58 час. 50 мин.	—	2,332	59 час. 47 мин.	—	2,629

Наблюдения показали, что из-за трудоемкости работ, связанных с приготовлением консервов, сделать ежесуточно 3 автоклавоварки консервов (1350 банок) нельзя. Если в цехе работает четыре человека, то за двое суток можно сделать пять автоклавоварок (2250 банок), т. е. максимально в сутки при наличии одного автоклава и двух котлов можно переработать около 2,3 т печени (см. табл. 3). Если же дополнительно заготавливать еще и стерилизованную печень в баллонах, то продукции из печени можно получить 2,6 т, т. е. на 300 кг в сутки больше.

За рейс траулера (9,5 рабочих дней) при обычной работе консервно-жирового цеха (без заготовки печени в баллонах) можно выработать около 10 000 банок консервов, т. е. использовать для этой цели 3,2 т пе-

чени. При комбинированной работе цеха была выработана 7901 банка консервов (2,5 т, или 13,5% всей печени) и заготовлено 503 баллона стерилизованной печени (2,7 т, или 14,6% всей печени за рейс). В общей сложности за рейс использовано печени на консервы 5,2 т, т. е. на 2 т больше, чем при обычном рейсе (без заготовки в баллонах).

Весьма существенным вопросом при внедрении в производство новой технологии переработки печени является размещение баллонов на судне. Для 500 баллонов с контейнерами требуется около 13 м³, что составляет 1,5 отсека трюма на малом траулере. Затруднения с помещением для хранения баллонов (пустых и с печенью) ограничивают масштабы применения данного способа.

Нами проанализированы различные варианты переработки печени для наиболее распространенного 20-суточного рейса траулера при среднем поступлении печени 2 т в сутки. При существующей технологии на производство консервов «Печень тресковая натуральная» направляют лишь 7,2 т печени, т. е. 18% от всего количества, около 5% печени доставляют на берег в свежем виде, 77% печени поступает на вытопку жира. Коэффициент использования автоклава составляет 20,8% в сутки.

Без производства консервов на траулере может быть заготовлено 12 т печени в баллонах, т. е. 30% всей печени за рейс; коэффициент использования автоклава составит 70,8% его суточной работы. В этом случае потребуется 2240 баллонов, для размещения которых необходимо около 60 м³. Выделить такую площадь в условиях траулера практически невозможно.

Более реальным решением вопроса является использование способа стерилизации печени в баллонах с сохранением на траулерах производства баночных консервов типа «Паштет» [5]. В этом случае можно переработать до 14 т, или 35% печени, получаемой за рейс. На жиротопление будет направлено минимальное из рассмотренных вариантов количество печени — 60%.

Консервы «Паштет из тресковой печени» пользуются большим спросом потребителя, чем консервы «Печень тресковая натуральная». Содержимое банки «Паштет из тресковой печени» представляет собой однородную массу и используется в пищу полностью, в отличие от консервов «Печень тресковая натуральная», где выделившийся при стерилизации жир (до 30% содержимого банки), как правило, не используется.

Такое направление в использовании тресковой печени на траулерах следует рекомендовать промышленности.

ПЕРЕРАБОТКА СТЕРИЛИЗОВАННОЙ ПЕЧЕНИ НА КОНСЕРВЫ

На консервном заводе Мурманского рыбокомбината из печени, стерилизованной в баллонах, были приготовлены консервы трех видов: «Печень тресковая натуральная» (1424 банки), «Печень тресковая в томатном соусе» (120 банок) и «Паштет из тресковой печени» (4430 банок)¹. Консервы изготавливались из печени, от которой отделен жир, выделившийся в процессе стерилизации.

Технологический процесс производства печени натуральной и в томатном соусе складывается из следующих основных операций: слив жира из баллона, освобождение баллонов, зачистка и сортировка печени, расфасовка печени в банки и добавление специй (заливка соусом в случае приготовления консервов в томатном соусе), закатка банок, стерилизация и складирование готовой продукции.

¹ В работе принимали участие мл. научный сотрудник ПИНРО Л. А. Абашкина и лаборант К. И. Грицкевич. Большую помощь в проведении работы оказали главный инженер консервного завода М. А. Чапурина и инженер-технолог А. И. Филиппова.

При приготовлении паштета печень, отделенную от жира, измельчают, фарш перемешивают со специями и далее повторяют все операции предыдущей схемы. При выработке консервов из стерилизованной печени использовали рецептуру и формулы стерилизации, утвержденные для выработки консервов из свежей тресковой печени.

Выход стерилизованной печени (табл. 4) колебался в отдельных баллонах от 48,9 до 69,1% и в среднем составил 64% от веса содержимого баллона, а выход жира — 30% (колебания 25,9—44,2%).

Таблица 4

Размеры печени	Вес содержимого баллона в кг	Получено в % от веса содержимого баллона			
		печени после отделения жира	слитого жира	жира в поддоне	потери жира при сливании из баллона
Крупная	5,32	56,39	36,65	5,28	1,68
Средняя	5,31	62,70	31,70	4,98	0,61
Мелкая	5,35	65,75	28,14	5,02	1,08
Среднее по всей печени	5,32	61,61	32,16	5,09	1,12
Среднее по печени среднего и мелкого размера (идущей на заготовку в баллонах)	5,33	64,22	29,92	5,00	0,84

Примечание. Представленные данные являются средними из взвешиваний по 10 баллонам для печени каждого размера.

Технологические показатели переработки стерилизованной печени на консервы приведены в табл. 5.

Таблица 5

Переработано печени				Направлено печени на выработку консервов						Отходы и потери печени		Количество испорченной печени ввиду негерметичности баллонов	
количество баллонов	вес содержимого баллонов в кг	количество печени		количество слитого жира		„Печень тресковая натуральная“		„Печень тресковая в томате“		„Паштет из тресковой печени“			
		в кг	в % от общего веса	в кг	в % от общего веса	в кг	в % от всей печени	в кг	в % от всей печени	в кг	в % от всей печени		
253	1333,2	860,2	64,5	473,0	35,5	251,2	29,2	204,0	23,7	372,0	43,2	19,4	2,3
50	258,6	170,0	65,8	88,6	34,2	69,4	40,8	38,0	22,4	56,0	32,9	6,6	3,9
198	—	673,2	Не учтено	—	—	184,6	27,4	201,0	29,8	275,0	40,9	12,6	1,9
Среднее	—	—	—	—	—	—	32,4	—	25,3	—	39,0	—	2,7

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРЕСКОВОЙ ПЕЧЕНИ И СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА А ПРИ ОБРАБОТКЕ

Содержание витамина А определяли по ГОСТу с калориметрированием в тинтометре Ловибонда.

При стерилизации печени в баллонах, а также при стерилизации консервов витамин А не разрушается (табл. 6).

Таблица 6

Наименование проб	Содержание на абсолютно сухое вещество		Содержание витамина А в и. е.		Кислотное число жира
	жир в %	белок в %	на 1 г печени	на 1 г жира	
Печень тресковая свежая (средняя проба)	93,4	4,30	150	160	—
Печень тресковая, стерилизованная в баллонах					
Крупная (средняя проба из 3 баллонов)	79,8	14,10	150	190	—
Средняя (то же)	80,4	12,87	160	200	—
Мелкая (то же)	77,3	16,46	210	280	—
Консервы из печени, стерилизованной в баллонах					
Печень натуральная	76,9	14,3	180	230	—
Печень в томатном соусе	71,3	13,3	170	230	—
Паштет из печени	67,2	15,7	190	280	—
Жир после стерилизации печени в баллонах					
От крупной печени (средняя проба из 3 баллонов)	—	—	—	180	0,31
От средней печени (то же)	—	—	—	360	0,28
От мелкой печени (то же)	—	—	—	370	0,28

Консервы, приготовленные из стерилизованной печени, отличаются от консервов, выработанных из свежей печени, относительно большим (в 2,5 раза) содержанием белка и меньшим (на 10—14%) количеством жира.

Жир, выделенный из печени при стерилизации в баллонах, имеет светло-желтый цвет и низкую кислотность. По содержанию витамина А он соответствует средней витаминной активности медицинского жира, вытапливаемого из печени в котлах.

Из 9 баллонов, подвергшихся бактериологическим исследованиям, нестерильная печень обнаружена лишь в одном (бактерии вида *Subtilis*). При стерилизации 477 баллонов печени нестерильной оказалась печень в 4 баллонах. Во всех случаях нестерильность была вызвана негерметичностью баллонов (сбита прокладка контрольных пробок в дне баллонов).

Таким образом, доказана возможность стерилизации печени в баллонах без предварительного эксгаустирования.

В герметически закрытых баллонах стерилизованную печень при температуре 0—15° можно хранить до 1,5—2 месяцев.

Совещание, на котором дегустировались консервы, приготовленные из стерилизованной печени, отметило хорошее качество консервов и рекомендовало новую технологию переработки печени для внедрения в производство.

ВЫВОДЫ

1. Опыты, проведенные в промышленных условиях по заготовке стерилизованной тресковой печени в баллонах, доставке ее и переработке на консервы, подтвердили целесообразность внедрения этой технологии переработки печени в производство.

2. Доказана возможность стерилизации печени в баллонах без предварительного экстастирования, в результате чего на судах значительно улучшается организация труда и экономится рабочее время.

3. На траулерах наиболее рациональным следует считать направление печени-сырца в обработку в следующем соотношении: на выработку консервов 18%, на стерилизацию в баллонах 17%, на жиротопление 60%; заготовка свежей печени для изготовления консервов на берегу должна составлять около 5%. Такое использование печени дает увеличение выпуска консервов на 30—40% при снижении выработки медицинского жира на 7—8%.

4. При переработке печени, стерилизованной в баллонах, выход печени составляет в среднем 64%, выход жира-сырца—35%, потери жира—около 1% к весу содержимого баллонов.

5. Консервы, приготовленные из печени, стерилизованной в баллонах, отличаются от консервов из свежей печени меньшим содержанием жира и более высоким содержанием белка при лучших вкусовых качествах продукта.

ИСПОЛЬЗОВАТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Березин Н. Т., За рациональное использование тресковой печени, «Рыбное хозяйство», 1949, № 2.
 2. Кульбин И. Н., Усовершенствованный метод вытапливания жира из печени рыб, «Рыбное хозяйство», 1950, № 11.
 3. Переплетчик Р. Р., Использование граксы, «Рыбное хозяйство», 1948, № 8.
 4. Переплетчик Р. Р., Химический состав граксы и содержание в ней витамина А, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
 5. Сахаров В. Е., Новая технология и аппаратура для изготовления консервов «Печень трески натуральная измельченная», «Рыбное хозяйство», 1957, № 5.
 6. Соболев Н. К., Удлинение срока хранения граксы, «Рыбное хозяйство», 1950, № 12.
 7. Соболев Н. К. и Булашевич М. Т., Медицинский тресковый жир, Мурманск, 1952.
 8. Швецов А. Ф., Стерилизация тресковой печени на траулерах в баллонах специальной конструкции, «Рыбное хозяйство», 1955, № 10.
-

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА НЕПОЛНОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ ТРЕСКОВОГО ЖИРА

Мл. научный сотрудник В. И. ТРЕЩЕВА

Одно из наиболее характерных свойств рыбьего жира — специфический малоприятный запах, усиливающийся при хранении, — не позволяет использовать его в натуральном виде для пищевых целей и затрудняет применение в качестве лечебного средства, особенно для детей.

Этот запах многие исследователи объясняют присутствием в рыбьем жире высоконепредельных жирных кислот, в частности клупанодоновой кислоты, отличающейся от непредельных жирных кислот, входящих в состав растительных масел (линолевой и линоленовой), высоким молекулярным весом и наличием пяти двойных связей.

Изыскание способа обработки, позволяющего удалить или в значительной степени уменьшить специфический запах рыбьего жира при сохранении всех других его свойств представляет большой практический интерес. Достичь этого можно различными способами: гидрогенизацией, полимеризацией, ароматизацией и т. д. Мы остановимся на методе гидрогенизации, наиболее простом, позволяющем получить жир с наименьшим изменением первоначальных свойств.

Работ, освещающих вопросы гидрогенизации рыбьих жиров, очень мало, и почти совершенно отсутствуют работы, касающиеся неполной гидрогенизации этих жиров с целью улучшения их вкуса и запаха.

Наши первые опыты показали, что гидрогенизация рыбьего жира имеет особенности, заключающиеся в том, что при гидрогенизации ненасыщенных триглицеридов, количество которых в рыбьих жирах особенно велико, образуются промежуточные вещества, оказывающие большое влияние на состав и свойства конечных продуктов неполной гидрогенизации жира.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИРОВ НЕКОТОРЫХ РЫБ

Жиры рыб отличаются от растительных масел качеством и количеством жирных кислот и сопутствующих им веществ. Поэтому при равной степени непредельности гидрогенизированный рыбий жир плавится всегда при более низкой температуре, чем гидрогенизированные растительные масла [2]. Рыбьи жиры легко окисляются ввиду наличия в их составе высоконепредельных жирных кислот с 4—5 двойными связями и трудно гидрогенизируются.

Запах натурального растительного масла легко удаляется во время гидрогенизации [16], уничтожение рыбьего запаха связано с большими трудностями.

Некоторые исследователи [5, 16] считают, что, кроме высоконенасыщенных кислот (например, клупанодоновой), запах рыбьему жиру придает триметиламин, попадающий в жир в небольшом количестве в результате распада белковых веществ жировой ткани. Триметиламин и

аналогичные ему вещества, как правило, удаляются из жира при обычной рафинации. Уничтожить же запах рыбьего жира, связанный с присутствием высоконенасыщенных кислот, можно только путем их насыщения.

Жидкая консистенция рыбьих жиров связана также с преобладанием в их составе непредельных жирных кислот.

Содержание предельных кислот в различных рыбьих жирах колеблется от 10 до 27%. В наибольшем количестве присутствует пальмитиновая кислота, отмечены стеариновая, миристиновая, каприновая, каприловая, лауриновая кислоты [5].

Состав рыбьего жира, а следовательно, и свойства его зависят от вида рыбы, пола, возраста, размера, сезона вылова, от того, из какой части тела или органа рыбы извлечен жир и т. д. Даже в жирах рыб, относящихся к одному и тому же семейству, но обитающих в разных условиях, кислотный состав жира неодинаков (табл. 1).

Таблица 1

Вид рыбы	Объект исследования	Содержание кислот в % по весу							
		насыщенных			ненасыщенных				
		C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	C ₁₄	C ₁₆	C ₁₈	C ₂₀	C ₂₂
Сельдь [23]	Мясо	8,3	12,1	0,3	0,5	6,4	21,0	28,3	23,1
Треска атлантичская [24]	Печень	6,0	8,5	0,5	Следы	20,0	29,0	26,0	10,0
Треска шотландская [24]	"	3,5	10	—	0,5	15,5	25,0	31,5	14,0
Треска норвежская [24]	"	5,0	6,5	Следы	0,5	16,0	31,0	30,5	10,5
Палтус [22]	"	3,9	15,1	0,5	—	18,7	34,4	13,8	13,6
Минтай [22]	"	2,1	13,0	1,4	—	10,9	34,2	25,4	13,0
Сардина [24]	Мясо	5,1	14,4	3,2	0,1	11,8	17,7	17,9	13,8
Тунец [21]	"	4,2	18,6	3,5	—	6,2	26,0	23,5	18,0
Тунец	Печень	—	17,9	8,9	—	3,4	23,5	28,2	18,1

Физические и химические показатели некоторых рыбьих жиров приведены в табл. 2 [12, 28].

Исследованию кислотного состава жира посвящено сравнительно мало работ.

Тресслер [27] указывает на содержание в рыбьих жирах 6—9% глицеридов клупанодоновой кислоты и на наличие эруковой кислоты.

По данным Hilditch [25], в состав трескового жира, йодное число которого равно 177,7, входят следующие кислоты (в %):

Насыщенные кислоты

C ₁₄	1,8
C ₁₆	14,0
C ₁₈	1,5

Ненасыщенные кислоты

C ₁₄	2,1
C ₁₆	9,3
C ₁₈	26,4
C ₂₀	25,8
C ₂₂	19,1

Fahrion [20] предположил, что в жире трески может присутствовать некоринговая кислота, а также кислота состава C₁₇H₃₂O₂. Heyerdahl [20]

Таблица 2

Вид рыбы	Удельный вес ¹	Показатель преломления ¹	Число омыления	Йодное число	Кислотное число жира	Неомыляемые вещества в %
Жир из печени						
Палтус	0,921	1,4865	162,7	135,8	0,88	11,66
Окунь	0,921	1,4777	185,7	139,0	9,34	5,64
Белый морской окунь . .	0,906	1,4749	174,5	140,1	7,76	4,71
Щука	0,956	1,4750	161,6	112,7	17,68	4,29
Налим	0,919	1,4820	182,6	167,1	3,84	1,34
Тошая треска	0,922	1,4822	177,5	146,9	0,77	5,71
Акула	0,919	1,4803	182,2	126,7	0,30	4,99
Треска баренцевоморская ²	0,9253	1,4775	186,4	152,4	0,79	1,41
Полярная акула ²	0,9130	1,4779	161,1	124,8	0,48	—
Жир из внутренностей						
Морской окунь ²	0,9210	—	181,1	127,5	2,39	—
Сельдь мурманская ² . . .	—	1,4753	183,5	132,4	3,7	—
Жир из мяса						
Угорь	0,919	1,4760	191,8	109,1	0,31	1,21
Сардина	0,920	1,4850	190,1	181,0	0,23	0,60
Сельдь	0,916	1,4779	182,0	135,1	4,24	1,92
Менхеден	0,924	1,4811	191,0	154,0	2,13	1,05
Полярный залом ²	0,928	—	187,7	131,1	26,63	1,31

¹ Удельный вес, по данным Н. И. Соболева и М. Г. Булашевич, приведен при температуре 15°, а показатель преломления—при 20°.

² Данные Н. И. Соболева и М. Г. Булашевич, остальные показатели приведены по данным Holmes A. D. и Tripp.

отмечает в тресковом жире наличие пальмитиновой, иекориновой и терапиковой кислот. Bull [20] нашел в составе трескового жира миристиновую, олеиновую, пальмитиновую, стеариновую и эруковую кислоты вместе с кислотами состава $C_{16}H_{30}O_2$ и $C_{20}H_{38}O_2$.

Приведенные ниже данные [7] свидетельствуют, что в состав трескового жира входят главным образом глицериды непредельных кислот, что обуславливает высокое йодное число жира и жидкую консистенцию его при температуре 4—5°.

Предельные кислоты	Содержание в %
Миристиновая $C_{14}H_{28}O_2$	5—6
Пальмитиновая $C_{16}H_{32}O_2$	6,5—8,5
Стеариновая $C_{18}H_{36}O_2$	Следы—0,5
Непредельные кислоты	
Тетрадециленовая $C_{14}H_{26}O_2$	Следы—0,5
Зоомариновая $C_{16}H_{30}O_2$	16—20
Олеиновая $C_{18}H_{34}O_2$	29—31
Линолевая $C_{18}H_{32}O_2$	
Линоленовая $C_{18}H_{30}O_2$	
Арахидоновая $C_{20}H_{32}O_2$	26—30,5
Крупанодоновая $C_{22}H_{34}O_2$	10—10,5

Hilditch [25] указывает, что в тресковом жире содержится 45% ненасыщенных кислот ряда C_{20} и C_{22} . Содержание предельных кислот составляет около 11—12%, причем часть из них имеет высокую температуру плавления [12].

В жире тресковой печени содержатся витамины А и D, количество которых зависит от времени и района вылова рыбы (табл. 3) [12, 3].

Т а б л и ц а 3

Печень трески	Вес рыбы в г	Жирность печени в %	Содержание витамина А в и. е. на 1 г	
			печени	жира
Балтийской побережье Латвийской ССР	410—7100	16—59	70—1600	1220
побережье Эстонской ССР	270—3500	10,4—54,0	250—4500	1500
Дальневосточной	110—15000	3,7—55,5	80—15860	—
Баренцевоморской	—	—	—	129—1120

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

Целью предварительных опытов была проверка возможности применения существующего метода гидрогенизации для неполной гидрогенизации рыбьего жира, а также установление параметров, влияющих на процесс гидрогенизации трескового жира, и ориентировочное определение пределов, в которых эти параметры могут оказывать существенное влияние.

При проведении основных опытов необходимо было:

установить режимы гидрогенизации, при которых возможно получение жира жидкой консистенции (неполная гидрогенизация), лишенного специфического запаха;

изучить степень влияния различных факторов (температуры, скорости прохождения водорода, количества катализатора и продолжительности процесса) на процесс гидрогенизации;

определить оптимальные значения параметров, влияющих на режим гидрогенизации;

исследовать изменения свойств гидрогенизированного жира в процессе хранения;

исследовать влияние процесса гидрогенизации на сохранность витамина А.

Работу проводили с одним и тем же образцом трескового фильтрованного натурального (невитаминизированного) жира, который по качеству соответствовал требованиям, предъявляемым к жирам, идущим на гидрогенизацию. Физические и химические показатели этого жира приведены ниже.

Кислотность	0,25
Йодное число (по Гюбле)	152,2
Неомыляемые вещества в %	0,68
Влага	Следы
Жирные кислоты в %	94,6
Предельные кислоты в %	9,54
Непредельные кислоты (по Твитчеллю) в %	82,68
Цвет	соломенно-желтый
Запах	специфический, свойственный рыбьему жиру

Удельный вес	0,9274
Число омыления	186,1
Содержание витамина А в и. е. на 1 г жира	290

Жир гидрогенизировали электролитическим водородом из баллона. В качестве катализатора применяли углемедноникелевую соль промышленного производства, которую предварительно восстанавливали в аппарате для гидрогенизации при температуре 240°.

Чтобы устранить влияние условий приготовления катализатора на ход гидрогенизации, в опытах использовали один и тот же образец соли.

Особенностью углемедноникелевой соли, обусловленной присутствием в ней меди [8], является возможность остановки реакции на промежуточной стадии — на стадии неполного насыщения непредельных соединений.

В промышленном образце углемедноникелевой соли были определены следующие показатели [15]:

Содержание в %	
никеля	13,8
меди	5,5
носителя	28,6
влаги	9,03
Активность катализатора С°	50

Опыты при различном сочетании влияющих факторов проводили в лабораторной гидрогенизационной установке (рис. 1). В одном опыте исследовали 100 г жира.

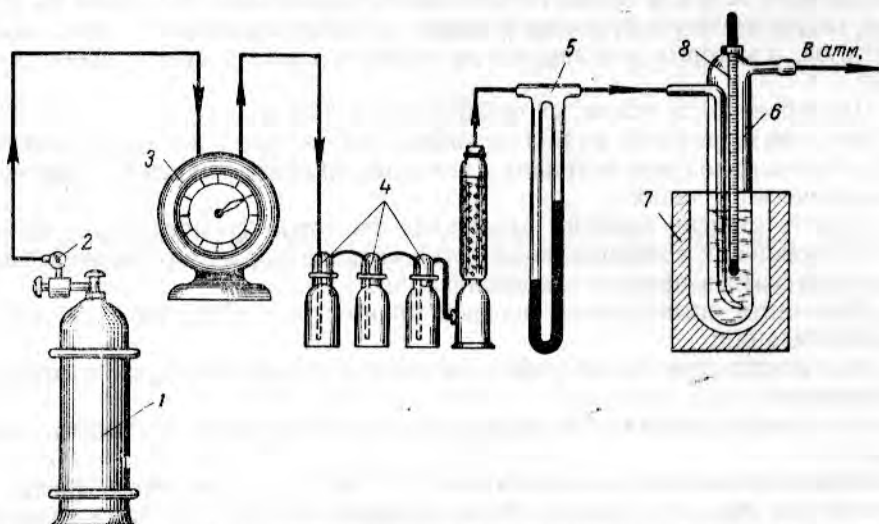


Рис. 1. Схема лабораторной установки для гидрогенизации жира при атмосферном давлении:

1—баллон с электролитическим водородом; 2—редукционный вентиль с манометром; 3—газовые часы; 4—поглотительные склянки для очистки водорода от посторонних примесей; 5—реометр для замера скорости прохождения водорода; 6—стеклянный аппарат для гидрогенизации жира; 7—вертикальный муфель для подогрева жира в аппарате; 8—термометр для замера температуры в жире.

Аппарат представляет собой сосуд из тугоплавкого молибденового стекла. Высота сосуда 50 см, внутренний диаметр 3,5 см. Внутри его проходит стеклянная трубка с изогнутым концом, а в верхней части имеется отверстие для выхода отработанного водорода. Жир в сосуде нагревали при помощи электрического обогрева и перемешивали током водорода. Температуру в аппарате регулировали путем погружения его в вертикальный муфель.

Водород, поступающий из водородного баллона, для очистки от посторонних примесей проходил через промывалки: со щелочным раствором пирогаллола — для улавливания следов кислорода, и с концентрированной серной кислотой — для улавливания следов влаги, через пустую склянку, служившую предохранителем и через колонку, наполненную хлористым кальцием. Количество водорода, поступающего на гидрогенизацию жира, и скорость его прохождения определяли с помощью газовых часов и реометра.

При проведении опытов по гидрогенизации трескового жира помещали в сосуд, добавляли к нему катализатор, предварительно восстановленный и равномерно размешанный в небольшом количестве этого же жира.

Скорость прохождения водорода при достижении определенной температуры доводили до заданной, и этот момент отмечали как начало процесса гидрогенизации. Химический анализ жира проводили до гидрирования, а затем через 30, 60, 90, 120, 180 и 240 мин. после начала опыта. Пробы жира путем добавления отбелной земли — гумбринна — освобождали от катализатора. Отбелную землю отделяли от жира фильтрацией через бумажный фильтр на воронке Бюхнера. Гидрогенизировали жир во всех опытах при атмосферном давлении.

В соответствии с задачами исследования опыты разделили на пять серий.

Опыты первой серии проводили при различной температуре и продолжительности гидрогенизации и постоянном количестве катализатора ($q=0,15\%$) и постоянной скорости прохождения водорода ($v=2$ л/мин).

В результате опытов устанавливали оптимальную температуру и продолжительность гидрогенизации при данных условиях.

Во второй серии изменяли продолжительность гидрогенизации и количество катализатора. Скорость прохождения водорода ($v=2$ л/мин) и оптимальная температура (T) оставались постоянными. В результате опытов установили оптимальное при данной температуре количество катализатора. После этого найденное количество катализатора применяли при других значениях температуры (меньшей и большей) и определяли наилучшее сочетание T и q при постоянной скорости прохождения водорода и разной продолжительности гидрогенизации.

В опытах третьей серии определяли скорость прохождения водорода и продолжительность гидрогенизации при найденном ранее сочетании T и q .

В опытах четвертой серии устанавливали, является ли найденный режим гидрогенизации оптимальным, для чего исследовали режимы процесса, не вошедшие в предыдущие серии.

Опыты пятой серии были посвящены изучению степени влияния количества катализатора, скорости прохождения водорода, температуры и продолжительности гидрогенизации на свойства получаемого жира. Для этого сравнивали между собой режимы, в которых исследуемый параметр изменялся, а все другие оставались постоянными, равными оптимальным значениям, выбранным ранее.

Качество получаемого жира определяли по органолептическим показателям и по величине йодного числа. В жирах, оставшихся после гидрогенизации жидкими, но потерявших специфический запах, определяли кислотное число и степень насыщения непредельных жирных кислот.

Для изучения изменения в процессе гидрогенизации ненасыщенной части жира применяли метод бромирования, выбранный на основе литературных данных [1, 4, 6, 7, 9, 18, 19] и уточненный нами в связи с задачами исследования. Учитывая сложный кислотный состав рыбьих жиров и сложность определения отдельных кислот, мы определяли процентное содержание групп кислот одной степени непредельности [14].

Бромировали жирные кислоты, выделенные из жира, в этиловом эфире. Бромиды, нерастворимые в эфире (полибромиды), являются произ-

водными специфических для рыбьих жиров высоконенасыщенных кислот, имеющих в молекуле более трех двойных связей. Бромиды рыбьих жиров представляют собой смесь бромидов кислот разной ненасыщенности. В зависимости от количества брома в молекуле растворимость бромидов сильно меняется. Этим свойством пользуются при разделении кислот различной степени неопределенности.

В табл. 4 приведены данные по растворимости бромидов некоторых жирных кислот [4].

Пользуясь методом бромирования, можно выделить нерастворимые в этиловом эфире бромиды (окто- и декабромиды) и по ним определить содержание в жире высоконенасыщенных кислот, имеющих большое значение для характеристики жиров рыб и морских млекопитающих и являющихся показателем степени изменения жира при гидрогенизации.

Сопоставление процентного содержания брома в выделенных фракциях бромидов с расчетным количеством брома дает возможность ориентировочно судить о составе фракций [7]. Поэтому за основу была принята методика сравнения количества различных бромидов и рассчитанного по ним количества жирных кислот в исходном жире и в пробах гидрогенизированных жиров, утративших специфический рыбий запах, но сохранивших еще жидкую консистенцию.

Для изучения влияния процесса гидрогенизации на сохранность витамина А тресковый жир предварительно витаминизировали до содержания 550 и. е. витамина на 1 г жира. Содержание витамина А определяли в соответствии с ГОСТом. Для проверки сохранности витамина А брали жир, гидрогенизированный при разных условиях, витаминизировали его до содержания 550 и. е. витамина на 1 г жира и помещали этот жир на длительное хранение.

МЕТОДИКА ХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение физических и химических показателей жира производилось общепринятыми при исследовании жиров методами [4, 5, 7].

Методика бромирования жирных кислот. На рис. 2 приведена схема выделения из жира жирных кислот и бромирования их.

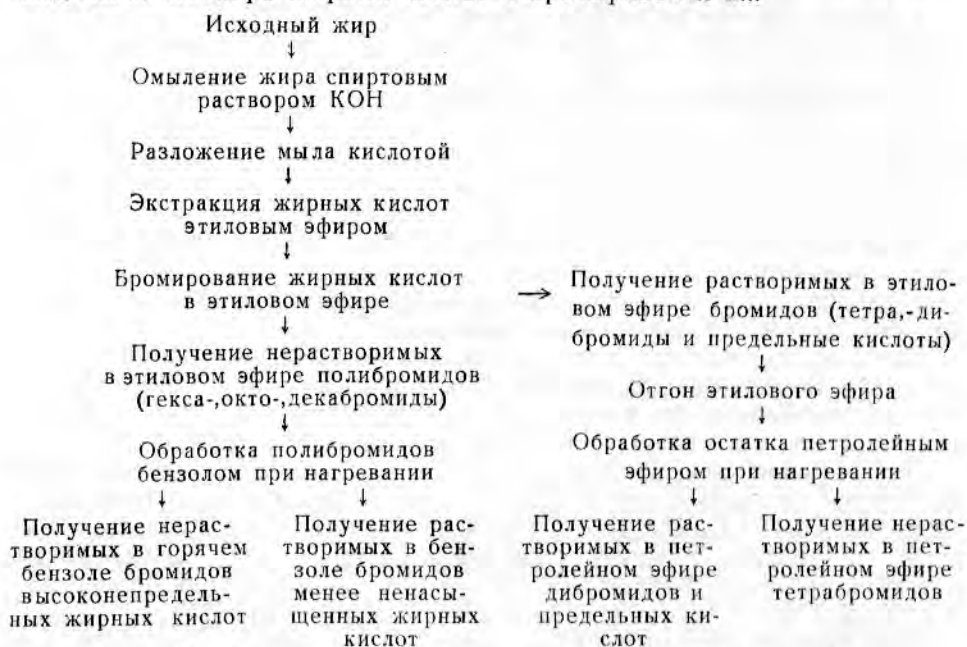


Рис. 2. Схема выделения жирных кислот из жира и бромирования их.

Таблица 4

Кислота	Бромид	Точка плавления в °	Содержание брома в %	Растворимость бромидов в следующих растворителях						
				спирт	эфир	хлороформ	петролейный эфир	бензол	ледяная уксусная кислота	четырёххлористый углерод
Олеиновая	Дибромид	Жидкий	36,18	—	Очень легко растворим					—
Эруковая	Дибромид	46—47	32,26	—	—	Очень легко растворим				—
Линолевая	Тетрабромид	114	53,33	Легко растворим			Плохо растворим	Легко растворим		
		57—58	53,33	—	Растворим		—	—	—	
Линоленовая	Гексабромид	179	63,32	Очень плохо растворим		Растворим	Очень плохо растворим	Растворим	Очень плохо растворим	Растворим
		195—196	63,32	—	Растворим			—	—	—
Клупанодоновая	Октабромид	Выше 200 чернеет	69,85	Плохо растворим при нагревании						
	Декабромид	Не плавится	70,76	Растворим			Плохо растворим	—	—	—

Жирные кислоты выделяли по следующей методике.

Навеску исследуемого жира в течение 2 час. омыляли спиртовым раствором калиевой щелочи на водяной бане с обратным холодильником. Полученное мыло освобождали от спирта отгонкой под вакуумом, переносили с помощью дистиллированной воды в делительную воронку и прибавляли к нему разбавленный (10%-ный) водный раствор серной кислоты до полного разложения мыла. Всплывшие сверху жирные кислоты экстрагировали этиловым эфиром.

Кислый водный раствор спускали в другую делительную воронку, куда добавляли небольшое количество эфира для полного извлечения жирных кислот, которые могли остаться после первой экстракции. Эфирные вытяжки соединяли вместе и промывали 10%-ным раствором поваренной соли до нейтральной реакции (по индикатору). После этого эфирный раствор жирных кислот обезвоживали над сернокислым натрием.

Для уменьшения степени изменения жирных кислот при дальнейшей обработке вместо удаления растворителя измеряли общий объем эфирной вытяжки жирных кислот и затем определяли их концентрацию. Для этого во взвешенную колбочку помещали 20 мл раствора жирных кислот и отгоняли эфир под вакуумом в токе инертного газа. Зная концентрацию жирных кислот в эфире и общий объем эфирного раствора, рассчитывали общее содержание жирных кислот.

Для бромирования раствор жирных кислот в эфире охлаждали до минус 10—15° и добавляли к нему 10%-ный эфирный раствор брома до появления отчетливого красного окрашивания, свидетельствующего об избытке брома. Раствор брома вводили по каплям при постоянном тщательном перемешивании. После введения первых капель брома появлялся осадок. По окончании прибавления брома смесь оставляли в темном месте при температуре —10° в течение 12 час., после чего выделившийся осадок отфильтровывали и промывали охлажденным (—10°) эфиром до полного удаления брома. Отмытые от брома бромиды высушивали до постоянного веса в вакуум-эксикаторе. Бромиды, нерастворимые в этиловом эфире, имели белый цвет.

Для выделения бромидов высоконенасыщенных жирных кислот сухие бромиды обрабатывали бензолом при кипении в течение 30 мин. (25 мл бензола на 1 г бромидов) в колбе с обратным холодильником. После охлаждения раствор декантировали через фильтр. Такую обработку повторяли дважды. Бромиды, растворенные в бензоле, освобождали от растворителя отгонкой. Осадок высушивали до постоянного веса при 95—100° и определяли количество бромидов. Количество осадка, нерастворимого и растворимого в бензоле, выражали в процентах к сумме жирных кислот.

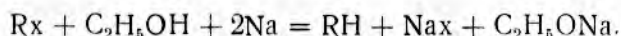
Фильтрат, полученный после отделения осадка, выпавшего при бромировании смеси кислот в этиловом эфире, в основном содержал тетрабромиды, дибромиды и предельные кислоты. Его обрабатывали 30%-ным раствором серноватистокислого натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) до полного связывания брома, промывали несколько раз водой, высушивали над безводным сернокислым натрием, после чего эфир отгоняли под вакуумом. Выход этого осадка выражали в процентах к весу суммы жирных кислот. Растворимые бромиды представляли собой мазеобразную массу светло-коричневого цвета.

Для выделения тетрабромидов к остатку прибавляли петролейный эфир и кипятили 15 мин. в колбе с обратным холодильником. Экстракцию повторяли дважды. Полученный раствор после охлаждения отфильтровывали от тетрабромидов. В петролейноэфирном фильтрате находились дибромиды и предельные кислоты, которые освобождали от петролейного эфира отгонкой, а затем высушивали при 105° до постоянного веса. Выход нерастворимого и растворимого в петролейном эфире осадка выражали в процентах к смеси жирных кислот.

Во всех фракциях бромидов определяли содержание брома в процентах по методу Степанова [14]. Содержание кислот в каждой фракции бромидов рассчитывали по формуле

$$\frac{(100 - \% \text{ брома}) \cdot \% \text{ выхода фракции}}{100} \%$$

Методика определения брома в бромидах (по способу Степанова). Методика определения брома в бромидах основана на восстановлении галоидсодержащих органических соединений металлическим натрием в спиртовом растворе. При этом образуется натриевая соль соответствующей галоидоводородной кислоты:



Количество спирта и металлического натрия, необходимое для полного разложения навески галоидсодержащих соединений, рассчитывают следующим образом [14]:

навеска галоидсодержащих веществ	0,2 г (ω)
вес спирта	68 ω
вес металлического натрия	8,5 ω

Содержание брома в % рассчитывали по следующей формуле [17]:

$$\text{Количество брома в \%} = \frac{[(A - B) - (a - b)] \cdot T_{бр} \cdot 100 \cdot 200}{C \cdot 25},$$

где: A — количество 0,1 N азотнокислого серебра ($AgNO_3$) в мл, взятого для титрования бромида;

a — то же, взятого для титрования контрольной пробы;

B — количество 0,1 N роданистого аммония (NH_4SCN) в мл;

b — то же, для титрования контрольной пробы;

$T_{бр}$ — титр брома, равный 0,004;

C — навеска бромида в г;

200 — общий объем раствора;

25 — количество раствора в мл, взятого для определения брома.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ ОПЫТОВ

Основными факторами, оказывающими влияние на режим гидрирования являются: продолжительность процесса t , температура T , количество катализатора q , скорость прохождения водорода v .

Значения этих величин, установленные опытным путем и проверенные в промышленных масштабах при полной гидрогенизации растительных и некоторых животных жиров, находятся в следующих пределах:

t в мин.	30—240
T в °	100—200
q в % при расчете на никель металлический	0,03—0,4
v в л/мин	0,5—6,0

Если при принятых предельных значениях того или другого параметра органолептические показатели жира оказывались неудовлетворительными, параметр изменяли до тех пор, пока жир получался жидкой консистенции.

В табл. 5 приведены данные опытов по гидрогенизации трескового жира при различных сочетаниях предельных значений указанных переменных факторов.

Таблица 5

Продолжительность гидрогенизации в мин. (<i>t</i>)	Температура гидрогенизации в ° (<i>T</i>)	Количество катализатора в % (при расчете на никель металлический) (<i>q</i>)	Скорость прохождения водорода в л/мин (<i>v</i>)	Органолептическая оценка жира
30	100	0,03	0,5	Жир сохранил жидкую консистенцию и специфический запах
240	100	0,03	0,5	
30	100	0,4	0,5	
240	100	0,4	0,5	
30	100	0,03	6,0	
240	100	0,03	6,0	
30	100	0,4	6,0	
240	100	0,4	6,0	
30	200	0,03	0,5	
240	200	0,03	0,5	
30	200	0,4	0,5	Жир твердой консистенции, специфического запаха нет
240	200	0,4	0,5	
30	200	0,03	6,0	
240	200	0,03	6,0	
30	200	0,4	6,0	
240	200	0,4	6,0	

Проведенные опыты показали, что гидрогенизация при температуре 100° при различных сочетаниях других переменных дает возможность получить жир жидкий, но не лишенный специфического запаха. При температуре 200° и при различных сочетаниях других переменных получается жир твердый. Таким образом, гидрогенизировать жир при 200° и при высоких значениях остальных факторов нецелесообразно.

Исходя из этого для основных опытов гидрогенизации приняли следующие значения переменных факторов:

продолжительность процесса *t* в мин. 30; 60; 90; 120; 180; 240
 температура *T* в° 150; 180; 200
 количество катализатора *q* в % (считая на металлический никель) . . . 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25
 скорость прохождения водорода
v в л/мин 1; 2; 3; 5

На основании основных опытов было установлено, что лучшие результаты (сохранение жидкой консистенции, потеря специфического запаха) получаются при гидрогенизации трескового жира по следующему режиму: температура 180°, количество катализатора около 0,1% (считая на никель металлический), скорость прохождения водорода около 3 л/мин, продолжительность гидрогенизации 60 мин.

Полученные нами данные бромирования образцов жира по этому режиму приведены в табл. 6.

Результаты бромирования исходного жира и жира, гидрогенизированного по другому режиму, приведенные в той же таблице, подтверждают правильность методики сравнения количества различных бромидов и рассчитанного по ним количества ненасыщенных жирных кислот в исходном жире и в пробах гидрогенизированных жиров, утративших специфический рыбий запах, но сохранивших еще жидкую консистенцию.

Таблица 6

Показатели	Количество в % при анализе		
	исходного жира	жира, гидрированного по режимам	
		№ 1	№ 2
I. Количество дека-, окта-, гексабромидов, нерастворимых в этиловом эфире (к общему количеству жирных кислот в исходном жире)	16,32	Следы	0
содержание брома	68,75	—	—
содержание жирных кислот	5,09	—	—
Количество тетра-, дибромидов, растворимых в этиловом эфире	178,71	170,96	183,82
содержание брома	46,98	42,35	45,73
содержание жирных кислот	94,78	99,45	99,76
II. Из бромидов, растворимых в этиловом эфире			
Количество тетрабромидов, нерастворимых в петролейном эфире	56,63	19,78	23,70
содержание брома	48,10	45,31	46,93
содержание жирных кислот	29,37	10,79	12,58
Количество дибромидов, растворимых в петролейном эфире	122,0	149,87	159,88
содержание брома	46,54	42,33	46,25
содержание жирных кислот	65,21	88,43	86,91

Примечания. 1. Йодное число исходного жира 152,2.

2. Йодное число жира при режиме № 1 равнялось 109,0 ($T=180^\circ$; $q=0,15\%$; $v=2$ л/мин; $t=90$ мин.).

3. Йодное число жира при режиме № 2 равнялось 111,0 ($T=180^\circ$; $q=0,1\%$; $v=3$ л/мин; $t=60$ мин.).

Из приведенных в табл. 6 данных видно, что при гидрогенизации высоконепредельные жирные кислоты (бромиды которых нерастворимы в этиловом эфире) переходят в кислоты, менее непредельные. В исходном жире содержалось 16% этих бромидов; в гидрогенизированном жире эти бромиды почти не образуются. Количество бромидов (растворимых в петролейном эфире) менее ненасыщенных кислот в гидрогенизированном жире увеличивается на 27,87% (режим № 1) и 37,88% (режим № 2).

Изменение количества кислот с одной и двумя двойными связями устанавливается путем учета количества тетра- и дибромидов.

При режиме № 2 (большая скорость прохождения водорода и меньшее количество катализатора) образуется большее количество ненасыщенных кислот с двумя двойными связями и меньшее количество ненасыщенных кислот с одной двойной связью.

По органолептическим показателям жир, гидрированный по этому режиму, оказался лучше (отсутствовал специфический рыбий запах, сохранялась жидкая консистенция).

ВЗАИМОСВЯЗЬ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПРОЦЕСС ГИДРОГЕНИЗАЦИИ

Если изменения, происходящие в жире, характеризовать йодным числом I , то зависимость его от ряда факторов можно выразить следующим образом:

$$I = f(T, v, q, t).$$

Для графического изображения этой зависимости на оси ординат (рис. 3) отложим отношение количества присоединенного водорода Q_1 к израсходованному Q , а по оси абсцисс — произведение расхода тепла

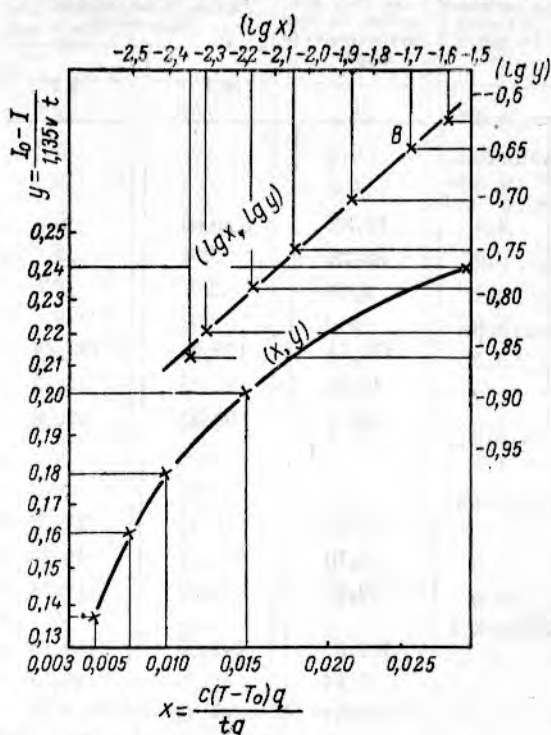


Рис. 3. График зависимости между величинами x и y (y — отношение присоединенного водорода к израсходованному; x — произведение расхода тепла на единицу гидрогенизируемого жира в единицу времени на расход катализатора).

пропорционально скорости его прохождения и продолжительности гидрирования

Отсюда

$$Q = vt.$$

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{I_0 - I}{1.135 vt}.$$

Следовательно, в принятой нами системе координат ординаты будут определяться уравнением

$$y = \frac{I_0 - I}{1.135 vt}.$$

Расход тепла на нагревание жира выражается формулой

$$Q_0 = mc(T - T_0)$$

или

$$Q_0 = \frac{G}{g} c(T - T_0),$$

где: m — масса жира;

c — теплоемкость жира;

T — температура гидрогенизации в $^{\circ}$;

T_0 — начальная температура жира в $^{\circ}$;

G — вес жира;

g — ускорение силы тяжести.

Q_2 на единицу гидрогенизируемого жира в единицу времени на расход катализатора в % q . Температура гидрогенизации T и количество катализатора q в каталитической реакции находятся в обратной пропорциональной зависимости, поэтому произведение Q_2 на q является величиной для разных процессов более или менее постоянной и характеризует интенсивность катализации.

Количество присоединенного водорода определяют по формуле

$$Q_1 = \frac{I_0 - I}{1.135},$$

где: I_0 — йодное число исходного жира;

I — йодное число гидрогенизированного жира;

1,135 — коэффициент.

Количество израсходованного водорода пропор-

Расход тепла в единицу времени на единицу веса жира составляет

$$Q_2 = \frac{Q_0}{Gt} = \frac{Gc(T - T_0)}{gGt} = \frac{c(T - T_0)}{gt}.$$

Отсюда

$$Q_2 q = \frac{c(T - T_0)}{gt} q,$$

т. е. откладываемая по оси абсцисс величина будет выражаться формулой

$$x = \frac{c(T - T_0)}{gt} q.$$

Значения x и y , вычисленные по экспериментальным данным, соответствующим оптимальному режиму гидрогенизации трескового жира, приведены в табл. 7.

Таблица 7*

I	$I_0 - I$	t	1,135 vt	$\frac{I_0 - I}{1,135 \text{ } vt}$	$\frac{c(T - T_0)q}{gt}$
127,7	24,5	30	102,15	0,240	0,0271
111,0	41,2	60	204,30	0,202	0,0136
97,4	54,8	90	306,45	0,179	0,0090
85,6	66,6	120	408,60	0,163	0,0068
67,0	85,2	180	612,90	0,139	0,0045

* Йодное число исходного жира 152,2; $c=0,5$; $T_0=20^\circ$; $v=3 \text{ л/мин}$; $T=180^\circ$; $q=0,1\%$; $c(T-T_0)=80$.

Форма кривой на рис. 3 позволяет предполагать наличие между x и y степенной зависимости типа [12]

$$y = ax^b.$$

Критерием соответствия экспериментальных данных указанной формуле служит линейная зависимость между $\lg x$ и $\lg y$.

Пользуясь табл. 7, произведем соответствующие вычисления и построения.

Значения $\lg x$ и $\lg y$, соответствующие величинам x и y , указанным в табл. 7, достаточно точно расположились на одной прямой, из чего следует, что принятая зависимость близка к действительной.

Для определения постоянных коэффициентов воспользуемся методом избранных точек. Изберем на прямой, характеризующей зависимость между $\lg x$ и $\lg y$ точки A и B со следующими координатами (см. рис. 3): A ($\lg x = -2,3$; $\lg y = -0,83$) и B ($\lg x = -1,7$; $\lg y = -0,65$).

Прологарифмировав соотношение $y = ax^b$ и подставив координаты точек A и B , получим следующие уравнения:

$$-0,83 = \lg a - 2,3 b;$$

$$-0,65 = \lg a - 1,7 b.$$

Отсюда $b=0,3$; $a=0,725$, или $y=0,725 x^{0,3}$.

Поставив вместо x и y их значения, получим:

$$\frac{I_0 - I}{1,135vt} = 0,725 \left[\frac{c(T - T_0)q}{gt} \right]^{0,3};$$

$$I_0 - I = 0,83 vt \left[\frac{c(T - T_0)q}{gt} \right]^{0,3};$$

$$I = I_0 - 0,83 vt \left[\frac{c(T - T_0)q}{gt} \right]^{0,3}.$$

Значения йодного числа гидрированного жира, полученные экспериментальным путем и вычисленные по формуле, а также отклонения и средние отклонения вычисленных величин от экспериментальных, приведенные в табл. 8, свидетельствуют, что совпадение вычисленных и экспериментальных значений совершенно достаточное.

Таблица 8

$I_{\text{эксп}}$	$I_{\text{выч}}$	$\Delta = I_{\text{эксп}} - I_{\text{выч}}$	$\frac{I_{\text{эксп}} - I_{\text{выч}}}{I_{\text{эксп}}} \cdot 100$
127,7	131,2	-3,5	-2,7
111,0	111,1	-0,1	-0,09
97,4	102,2	-4,8	-4,9
85,6	85,5	0,1	0,1
67,0	63,7	3,3	4,9

Формула для вычисления йодного числа получена применительно к экспериментальным данным оптимального режима гидрогенизации трескового жира.

Сопоставление экспериментальных и вычисленных по этой формуле значений йодного числа для предельных значений параметров исследованных режимов гидрогенизации приведено в табл. 9.

Таблица 9

Режим гидрогенизации				$I_{\text{эксп}}$	$I_{\text{расч}}$	$I_{\text{эксп}} - I_{\text{расч}}$	$\frac{I_{\text{эксп}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{эксп}}} \cdot 100$
t в мин.	v в л/мин	q в %	T в °				
30	3	0,2	200	126,7	119,9	6,8	5,3
30	3	0,05	200	132,4	130,9	1,5	1,1
240	3	0,05	200	65,7	60,9	4,8	7,3
30	5	0,05	150	138,9	122,7	16,2	11,6
30	1	0,2	200	143,4	141,4	2,0	0,1
240	1	0,2	200	112,9	106,4	6,5	5,6
30	1	0,05	200	143,3	145,1	-1,8	-1,2
240	1	0,05	200	118,2	121,8	-3,6	-3,0
30	1	0,05	150	150,5	145,7	4,8	3,1
240	1	0,05	150	135,4	124,6	10,8	7,9
240	1	0,25	150	138,1	107,5	30,6	22,1
30	1	0,25	150	148,7	141,6	7,1	4,8

В восьми случаях погрешность в величине йодного числа, определенного опытным путем и вычисленного по формуле, не превышает 5,6%, а в остальных случаях она несколько выше (до 22,1%).

Это свидетельствует о том, что зависимость между величиной йодного числа и параметрами режима, указанная ранее, сохраняется при всех исследованных режимах гидрогенизации трескового жира.

Степень точности определения йодного числа для каждого конкретного режима может быть повышена путем подбора постоянных коэффициентов на основе экспериментальных данных, подобно тому как это сделано нами для оптимального режима неполной гидрогенизации.

По формуле для определения йодного числа можно вычислить также показатели режима гидрогенизации, и эти зависимости будут справедливы для всех режимов неполной гидрогенизации трескового жира в присутствии медноникелевого катализатора.

$$T = T_0 + \frac{gt}{cq} \sqrt[0.3]{\frac{I_0 - I}{0,83vt}};$$

$$q = \frac{gt}{c(T - T_0)} \sqrt[0.3]{\frac{I_0 - I}{0,83vt}};$$

$$v = \frac{I_0 - I}{0,83t \left[\frac{c(T - T_0)q}{gt} \right]^{0.3}};$$

$$t = \sqrt[0.7]{\frac{I_0 - I}{0,83v \left[\frac{c(T - T_0)q}{g} \right]^{0.3}}}.$$

ВЫВОДЫ

1. Основными параметрами, определяющими процесс гидрирования при любом катализаторе, являются: продолжительность гидрирования t , температура T , количество катализатора q , скорость прохождения водорода v .

2. При гидрировании трескового жира в присутствии медноникелевого катализатора характерный запах при сохранении жиром жидкой консистенции исчезает, когда йодное число находится в пределах 90—111.

3. Оптимальный режим гидрирования следующий: $T=180^\circ$; $q=0,1\%$; $v=3$ л/мин; $t=60$ мин.

4. Между йодным числом и основными параметрами, определяющими процесс гидрирования, установлена следующая зависимость:

$$I = I_0 - 0,83 vt \left[\frac{c(T - T_0)q}{gt} \right]^{0.3}.$$

Она справедлива для всех режимов неполной гидрогенизации трескового жира в присутствии медноникелевого катализатора и атмосферном давлении при изменении основных параметров в следующих пределах: $t=30-240$ мин.; $T=150-200^\circ$; $v=1-5$ л/мин; $q=0,05-0,25\%$.

5. Количество витамина А, введенного в жир после его гидрогенизации, в процессе хранения снижается в меньшей степени, чем в исходном негидрогенизированном жире. По истечении 6 месяцев хранения опытных образцов в негидрогенизированном жире оставались следы витамина А, а в гидрогенизированном его оставалось от 40 до 53% введенного количества.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Белопольский М. П. и Максимов О. Б., О химическом составе жиров японской сардины (иваси), сельди, трески и ластоногих, Известия ТИНРО, т. 7, Примориздат, 1934.
2. Белопольский М. П. и Максимов О. Б., Гидрирование твердой фракции («стеарина») жира иваси, Вестник Дальневосточного филиала АН СССР, 9, 1934.
3. Витаминные ресурсы и их использование, АН СССР, 1951.
4. Грюн А., Анализ жиров и восков, Гостехиздат, 1932.

5. Денисов И. А., Печеночный жир тресковых, Сб. работ по технологии рыбных продуктов, вып. 1, Пищепромиздат, 1931.
 6. Денисов И. А., О бромиды высоконепредельных кислот печеночного жира тресковых, «Маслободно-жировое дело», 1929, № 6.
 7. Зиновьев А. А., Химия жиров, Пищепромиздат, 1952.
 8. Мэкстед Э., Катализ и его промышленное применение, Москва, 1936.
 9. Максимов О. Б., О бромиды высоконенасыщенных кислот, Известия ТИНРО, т. 7, Примориздат, 1934.
 10. Равич М. В., Технология жиров, Пищепромиздат, 1943.
 11. Семендяев К. А., Эмпирические формулы, Гостехиздат, 1933.
 12. Соболев Н. И., Булашевич М. Г., Медицинский тресковый жир, Мурманск, 1952.
 13. Сокольский Д. В., Голодов Ф. Г., Соломин А. В., Гидрогенизация хлопкового масла на медноникелевом катализаторе на носителе, «Маслободно-жировое дело», 1952, № 4.
 14. Торп Дж. и Уайтли М., Практическое руководство по органическому анализу, М., 1937.
 15. Технологические инструкции по маслободно-жировой промышленности, выпуск 11, Пищепромиздат, 1944.
 16. Тютюнников Б. Н., Юхновский Г. Л., Маркман Л. П., Технология жиров, Пищепромиздат, 1950.
 17. Фролова Г. В., Бромирование жирных кислот, выкристаллизованных из рыбьего жира при низких температурах, «Рыбное хозяйство», 1956, № 1.
 18. Чеченкин М. Н., Химия жиров пресноводных рыб, Журнал общей химии, т. 16, вып. 10, 1946.
 19. Этинбург Е. Я., Артамонов П. А., Применение медноникелевого катализатора, Вопросы гидрогенизации жиров, Пищепромиздат, 1941.
 20. Elsdon G. D., Edible oils and fats, London, 1926.
 21. Lovern J. A., Hydrogenation in the fat depots of the tunny, Biochem. Journ., vol. 30, 1936.
 22. Lovern J. A., Specific peculiarities in depot fat composition, Biochem. Journ., vol. 31, 1937.
 23. Lovern J. A., Seasonal changes in the composition of Herring fat, Biochem. Journ., vol. 32, 1938.
 24. Lovern J. A., The composition of the depot fats of aquatic animals, London, 1942.
 25. Hilditch T. P., The chemical constitution of natural fats, London, 1956.
 26. Takano M. a. Kumeno J., Studies on the partial hydrogenation of fish oil, Journal Society, Chem. Ind. Japan, vol. 38, No. 6, 7, 1935.
 27. Tressler D. K. a. Lemon J. M., Marine products of commerce, New York, 1951.
 28. Holmes A. D. a. Tripp, Fish Liver and Body Oils, Ind. Eng. Chem., vol. 33, No. 7, 1941.
-

ДЕЙСТВИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ НА БЕЛКИ РЫБ В ПРИСУТСТВИИ ХЛОРИСТОГО КАЛЬЦИЯ

Канд. техн. наук Г. К. КОВАЛЬЧУК

В целях приготовления наиболее полно усвояемых рыбных продуктов необходимо знать, какое действие оказывают такие факторы, как тепло, свет, соли и другие на растворимость мышечных белков рыбы протеолитическими ферментами.

В наших предыдущих работах [1, 2, 3] освещено влияние на протеолиз тепла и различных концентраций хлористого натрия, а в настоящей работе — хлористого кальция.

Практика посола рыбы показала, что при наличии в поваренной соли солей кальция ухудшается качество рыбы — мышцы ее белеют и становятся жесткими. Кроме того, по данным Л. П. Миндера и А. И. Минкиной, в этом случае увеличиваются потери. В литературе встречаются сообщения об ускоряющем действии на протеолиз малых концентраций солей кальция в кислой среде (рН 4,5). С этим трудно согласиться, так как мышцы рыбы, становясь более жесткими, очевидно, оказываются менее доступными растворяющему и расщепляющему действию ферментов.

Для выяснения этого вопроса мы провели ряд опытов с белковым препаратом, полученным из рыбы, и непосредственно с мясом рыбы, подвергая их действию протеолитических ферментов при различных концентрациях хлористого кальция (несколько ниже и выше допустимых при обычном посоле).

О результатах ферментативного действия судили по переходу белков в раствор и по накоплению аминного азота продуктов распада белков. Переход белков в раствор определяли рефрактометрическим методом, а аминный азот — газометрическим методом в аппарате Ван-Слайка.

Изучая влияние на протеолиз хлористого натрия, мы брали три фракции белков, полученные из мышц рыбы: водо-, соле- и щелочерастворимые. Поскольку существенной разницы в характере кривых растворимости этих фракций не наблюдалось, для данной работы мы взяли только солерастворимые белки, которые, как известно, составляют основную массу мышечных белков рыбы.

Солерастворимые белки были получены из мышц охлажденной трески путем обработки их (после извлечения водорастворимых белков) 8%-ным раствором хлористого аммония и осаждения белков из солевой вытяжки десятикратным разведением ее водой при оптимальном рН. Осадок белков отделяли центрифугированием, многократно обрабатывали спиртом и эфиром и высушивали в вакуум-эксикаторе над хлористым кальцием. Полученные солерастворимые белки были белого цвета, без запаха и вкуса. Химическая характеристика их приведена ниже.

Оптимум осаждения при pH	6,27
Количество сухого препарата в % к белкам мышц	38,80
Содержание в % к весу препарата	
влаги	4,60
зола	0,26
азота	16,00
Содержание аминного азота после полного кислотного гидролиза препарата	
в % к препарату	12,06
в % к азоту препарата	75,37

При изучении протеолиза мышц брали мышцы живой красноперки, а в качестве ферментов использовали кристаллический пепсин и трипсин.

Навески белкового препарата (100 мг) и измельченных мышц (1000 мг) помещали в сухие стеклянные бюксы. Приготавливали смеси, содержащие 0,5% пепсина, 0,2%-ный раствор соляной кислоты и различное количество хлористого кальция с таким расчетом, чтобы в приготовленных смесях содержалось 0,1; 0,5; 1; 2 и 5% Са⁺⁺. Контрольный опыт проводили без добавления хлористого кальция. Общий объем смеси во всех пробах составлял 10 мл. В качестве консерванта в смесь прибавляли по маленькому кристаллу тимола, а затем измеряли показатель преломления смеси при температуре 37°. Смеси с известным показателем преломления приливали к навескам белкового препарата или мышц, тщательно размешивали стеклянными палочками, закрывали крышками и ставили в термостат с температурой 37°. Показатель преломления многократно измеряли в течение первых 4—5 час. (после чего содержимое проб перемешивали), а затем через 24 часа после начала протеолиза.

Для перехода от показателя преломления к количеству белка в опытах с белковым препаратом предварительно определяли удельный прирост преломления, оказавшийся равным 0,0020 (при 37°).

В результате рефрактометрических измерений (см. рисунок) было установлено, что после двухчасового действия пепсина на белковый препарат в пробе без Са⁺⁺ белки полностью перешли в раствор. В присутствии 0,1% Са⁺⁺ через 2,5 часа в раствор перешло 80% белков, но в дальнейшем количество их не увеличивалось. В остальных пробах переход белков в раствор был сильно замедлен. Так, через 4,5 часа в пробе, содержащей 0,5% Са⁺⁺, в раствор перешло 50% белков, в пробе с 1% Са⁺⁺ — 35%, а с 2 и 5% Са⁺⁺ — всего 15%.

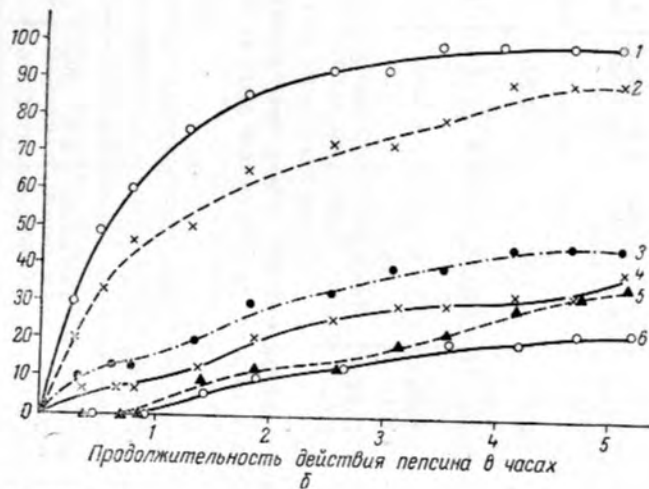
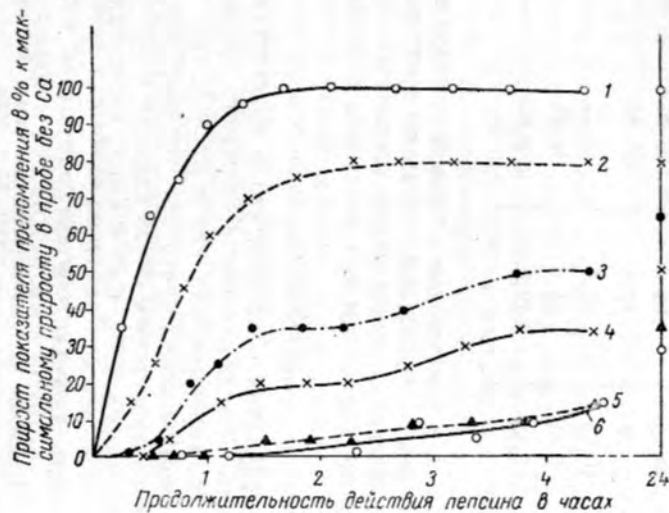
Таким образом, даже при малых концентрациях (0,1%) хлористого кальция растворимость белкового препарата под действием пепсина снижается. Увеличение продолжительности протеолиза свыше 4,5 часа (до 24 час.) очень мало способствует дальнейшему растворению белков.

Аналогичным образом хлористый кальций влияет и на растворимость мышц.

Для выяснения влияния хлористого кальция на расщепляемость белкового препарата и мышц под действием пепсина в термостат ставили по шесть аналогичных проб (без Са⁺⁺ и с различным содержанием его). Через 24 часа пробы охлаждали до 7°, отфильтровывали и в 1 мл фильтрата определяли аминный азот (табл. 1).

Из приведенных данных видно, что в присутствии хлористого кальция (в кислой среде) расщепляемость белкового препарата и мышц рыбы под действием пепсина снижается.

Чтобы выяснить, будет ли действие хлористого кальция аналогичным по отношению к трипсину, действующему в щелочной среде, взяли по 5 навесок белкового препарата (по 100 мг каждая) и измельченных мышц (по 1000 мг) и добавили к ним по 10 мл смесей, содержащих цитратно-фосфорный буфер (pH 7,8), трипсин в количестве 0,5% и различные количества хлористого кальция. Во все пробы добавляли по кусочку тимола. Пробы, как и в предыдущем опыте, выдерживали в термостате



Кривые растворимости:
 а—белкового препарата; б—мышц красноперки под действием пепсина при
 концентрациях Са⁺⁺: 1—без кальция; 2—0,1%; 3—0,5%; 4—1%; 5—2%; 6—5%.

Таблица 1

Содержание CaCl_2 в % (в пересчете на Ca^{++})	Аминный азот белкового препарата		Аминный азот мышц	
	в % к общему азоту белкового препарата	в % к содержанию в контрольной пробе	в % к общему азоту мышц	в % к содержанию в контрольной пробе
0	14,82	100	12,82	100
0,1	13,88	93,8	11,22	87,5
0,5	10,69	72,2	10,20	79,6
1,0	7,88	53,2	9,83	76,8
2,0	4,18	28,2	7,98	62,2
5,0	3,70	25,0	Не определялся	

в течение 24 час. при температуре 37° , после чего охлаждали, фильтровали и в 1 мл фильтрата определяли аминный азот (табл. 2).

Таблица 2

Содержание CaCl_2 в % (в пересчете на Ca^{++})	Аминный азот белкового препарата		Аминный азот мышц	
	в % к общему азоту препарата	в % к содержанию в контрольной пробе	в % к общему азоту мышц	в % к содержанию в контрольной пробе
0	30,62	100	35,70	100
0,1	23,75	77,5	31,30	87,7
0,5	10,23	33,4	13,22	37,2
1,0	6,61	21,6	11,28	31,6
2,0	5,88	19,2	9,65	27,1

Как видно из табл. 2, в присутствии хлористого кальция расщепляемость белкового препарата и мышц под действием трипсина также снижается, причем с увеличением концентрации хлористого кальция этот процесс идет даже интенсивнее, чем под действием пепсина.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что в присутствии хлористого кальция растворимость и расщепляемость белкового препарата и мышц рыбы протеолитическими ферментами как в кислой, так и в щелочной среде снижается. Поэтому в целях приготовления наиболее полно усвояемых рыбных продуктов присутствие солей кальция в них нежелательно, а в концентрациях, близких к $0,5\%$ Ca^{++} и выше, недопустимо.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ковальчук Г. К., Изменение расщепляемости мышечных белков рыбы пепсином при стерилизации, Укр. журнал, том XXVI, № 2, 1954.
2. Ковальчук Г. К., Влияние хлористого натрия на растворимость и расщепляемость мышечных белков рыбы пепсином, Труды АН Литовской ССР, серия БЗ, 1955.
3. Ковальчук Г. К., Влияние хлористого натрия на расщепляемость мышечных белков рыбы трипсином, Труды АН Литовской ССР, серия БЗ, 1955.
4. Замыслов А. Д., Протеазы рыб, Автореферат диссертации, 1949.
5. Замыслов А. Д. и Савостьянов, О протеолизе при посоле сельди, «Биохимия», т. I, вып. 4, АН СССР, 1936.

МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЫБЫ ПРИ ПОСОЛЕ

Канд. техн. наук А. И. ЮДИЦКАЯ

Существующие методы приготовления гистологических препаратов дают возможность наблюдать лишь общую картину изменения тканей рыбы. В связи с этим нами был разработан метод, позволяющий охарактеризовать динамику посола рыбы и дать количественную оценку скорости проникновения соли в мышечную ткань.

Для микроскопического исследования были взяты образцы сырья (целая рыба или куски) на различных стадиях посола. При проведении ряда опытов образцы вырезают из одной и той же части тела рыбы (спинно-плечевой), что дает возможность сравнивать ткань примерно одинакового строения. Из образца в соответствии с заданным для наблюдения направлением мышечных волокон вырезают кусочек ткани (блок) размером примерно $3 \times 10 \times 10$ мм.

На замораживающем микротоме из блока нарезают срезы толщиной 25—30 мк. К концу среза, обычно свернутого в трубочку, быстро и осторожно прикасаются гистологической иглой. Срез прилипает к игле, и его тотчас же помещают на предметное стекло, предварительно смазанное раствором белка¹.

Оттаивая, срез распрямляется и плотно ложится на стекло. В таком состоянии он легко рвется, поэтому его нельзя передвигать. Препарат сушат в сушильном шкафу в течение 1,5 часа при температуре 55—60°.

Готовые препараты укладывают в коробки, избегая прикосновения к поверхности срезов. До просмотра под микроскопом и фотографирования препаратов коробки хранят в эксикаторе или герметически закрывающихся банках во избежание увлажнения соли, выкристаллизовавшейся на срезах. Просматривать и фотографировать препараты лучше в первые две-три недели после их приготовления, хотя практически препараты сохраняются неопределенно долгое время.

На препаратах, приготовленных описанным способом, под микроскопом ясно различаются волокна мышечной ткани, септы, перимизиум. На срезах соленой рыбы видны кристаллы соли, располагающиеся между этими структурами. На начальных стадиях посола отчетливо видна граница диффузии соли, и расстояние до нее от края образца может быть измерено с помощью окулярмикрометра.

При проведении опытов² сырьем служил свежий сом и мороженный судак, хранившийся в течение полугода при температуре минус 14—16°.

Для получения наиболее отчетливой картины проникновения соли с кусочков рыбы размером $20 \times 20 \times 20$ мм и весом около 25 г снимали ко-

¹ Раствор белка готовят следующим образом: белок свежего куриного яйца сбивают в пену и фильтруют через складчатый фильтр, смоченный дистиллированной водой. К отфильтрованному белку добавляют равный объем глицерина и тщательно перемешивают. В качестве антисептика добавляют небольшой кристалл камфары или тимола.

² Технологическая часть опытов была проведена под руководством Н. А. Воскресенского, анализы выполнены З. С. Мелковой.

жу и солили их в насыщенном растворе поваренной соли при 13—15°, погружая в раствор.

Пробы рыбы для анализа отбирали перед посолом и через 0,5; 1; 1,5; 2; 4; 6 и 24 часа после начала посола. Каждый раз отбирали три образца: один для микроскопического исследования и два для определения содержания влаги и соли.

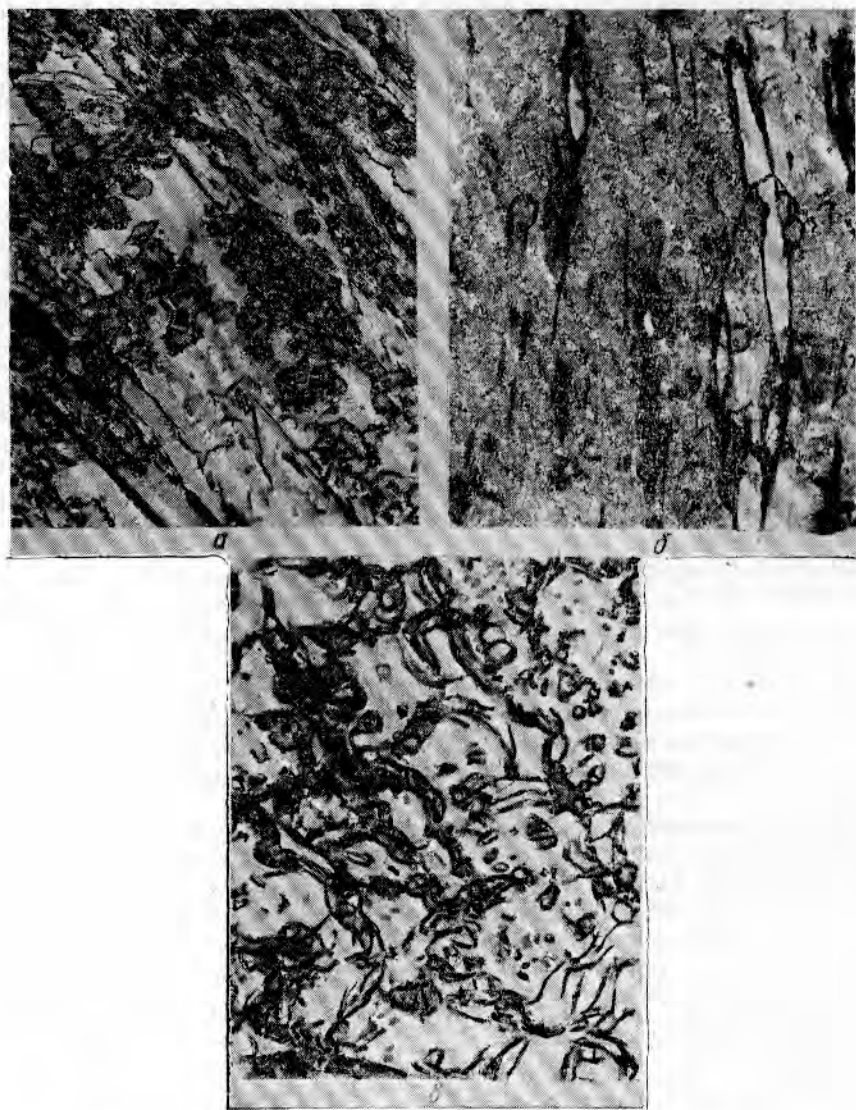


Рис. 1. Образцы мышечной ткани свежемороженого судака (увеличение 8×10) при продолжительности посола:
а—0,5 часа; б—4 часа; в—6 час.

Во всех случаях определяли среднюю соленость и влажность образца в целом, т. е. включая ту часть кусочка, куда соль успела проникнуть, и ту часть, где соли еще не было. Зная вес, объем, общую соленость образца и глубину проникновения в него соли (в мм), можно также вычислить содержание соли в той части образца, где она фактически находится.

Ввиду большой рыхлости мышечной ткани мороженого судака нам не удалось приготовить удовлетворительный препарат сырья, поэтому в этом случае микроскопический анализ был начат с образца рыбы, пролежавшего в тузлуке в течение получаса. Под микроскопом были отчетливо видны основные структуры мышечной ткани рыбы — сероватые, полупрозрачные, с резкими темными контурами. На поверхности мышечных клеток (волокон) находились кристаллы соли различной величины и формы, зависящей от порядка сочетания элементарных кубических кристаллов.

При изучении препаратов мы имели в виду определенную условность получаемой микроскопической картины состояния мышечной ткани. При высушивании среза соль в мышечной ткани частично перераспределяется, несколько изменяется и сама ткань. Однако высушивание среза происходит быстро, и эти изменения не могут быть значительными. В основном картина распределения соли фиксируется достаточно ясно, и граница кристаллизации соли на срезе с достаточной степенью точности может быть принята за границу диффузии солевого раствора.

На препарате образца, солившегося в течение получаса (рис. 1,а), у края среза на поверхности продольных срезов мышечных волокон и между волокнами были видны отдельные группы кристаллов соли. Ввиду отсутствия отчетливой границы размещения соли измеряли расстояние от наиболее отдаленных групп кристаллов до краев среза и установили, что за полчаса тузлук проник в мышечную ткань на глубину 2,2 мм (среднее из промеров 5—6 срезов). Соленость образцов составляла 3,69%, влажность 76,18%. Результаты наблюдений за проникновением соли в рыбу представлены в таблице.

Продолжительность посола в час.	Влажность в %	Соленость в %	Глубина проникновения соли в мм
------------------------------------	---------------	---------------	---------------------------------

Мороженный судак

0,0	79,14	0,0	0,0
0,5	76,18	3,69	2,2
1,0	75,35	5,09	2,4
1,5	75,25	6,05	4,0
2,0	75,00	6,73	4,2
4,0	72,58	9,35	9,0
6,0	71,32	10,96	9,0
24,0	68,81	14,18	9,0

Свежий сом

0,0	81,11	0,0	0,0
0,5	78,61	4,98	1,8
1,0	77,19	5,15	2,9
1,5	75,89	5,85	3,9
2,0	75,13	6,38	5,8
4,0	74,09	8,13	5,7
6,0	73,88	10,42	6,7
24,0	69,92	13,22	9,0

Спустя час после начала посола, граница соли отступила от края среза на 2,4 мм. Группы кристаллов соли стали больше, и группы ближе

располагались одна к другой. Появились отдельные крупные кристаллы в промежутках между мышечными волокнами.

Через полтора часа граница диффузии соли отодвинулась от края среза на 4,0 мм. Почти вся часть среза, куда проникла соль, была покрыта мелкими кристаллами. В промежутках между волокнами были видны относительно крупные кристаллы. Через 2 часа после начала посола часть среза, куда проникла соль, была сплошь покрыта кристаллами соли. Срез имел вид, показанный на рис. 2.

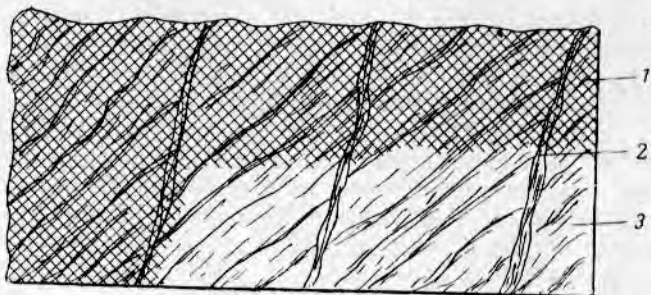


Рис. 2. Схема распределения тузлука по срезу мышечной ткани:

1—площадь среза, заполненная кристаллами соли; 2—септа; 3—мышечное волокно.

При исследовании этих препаратов замечено, что септы являются своеобразными барьерами, препятствующими распространению солевого раствора. Можно предположить, что при просаливании солью последовательно заполняются отдельные миотомы и раствор диффундирует параллельно септам по межклеточным промежуткам — по перимизиуму. На

поперечных срезах мышечных волокон видно, что соль кристаллизуется не только на поверхности волокон, но и внутри них. Такой срез при рассмотрении его под микроскопом имеет вид контрастной мозаики (рис. 3).

Размер образцов, взятых для опыта, ограничил дальнейшее наблюдение за глубиной проникновения соли в мышечную ткань рыбы. Спустя 4 часа после начала посола образец был насквозь пропитан солью (рис. 1,б). Встречались участки с относительно редко расположенными сравнительно крупными кристаллами соли.

Рис. 3. Кристаллизация соли внутри мышечных волокон:

1—мышечное волокно; 2—кристаллы соли.

На срезах образцов, солившихся в течение 6 час., были обнаружены сравнительно крупные кристаллы, расположенные внутри мышечных волокон и между ними (рис. 1,в). Ткань довольно сильно разрыхлена, волокна сжаты, и между ними видны большие промежутки. Еще более отчетливо уплотнение и сжатие мышечных волокон было видно на срезах образцов, солившихся в течение 24 час.

При проведении опыта со свежим сомом были изготовлены препараты сырья, на которых были ясно видны основные структуры мышечной ткани (рис. 4). На отдельных мышечных волокнах была заметна поперечная полосатость.

При просмотре образца, солившегося в течение получаса, на срезе были обнаружены отдельные группы очень мелких кристаллов соли, наиболее отдаленные из них находились на расстоянии 1,8 мм от края среза. Соленость образца составляла 5,1%. Через полтора часа после начала посола просоленная часть среза была покрыта сравнительно крупны-

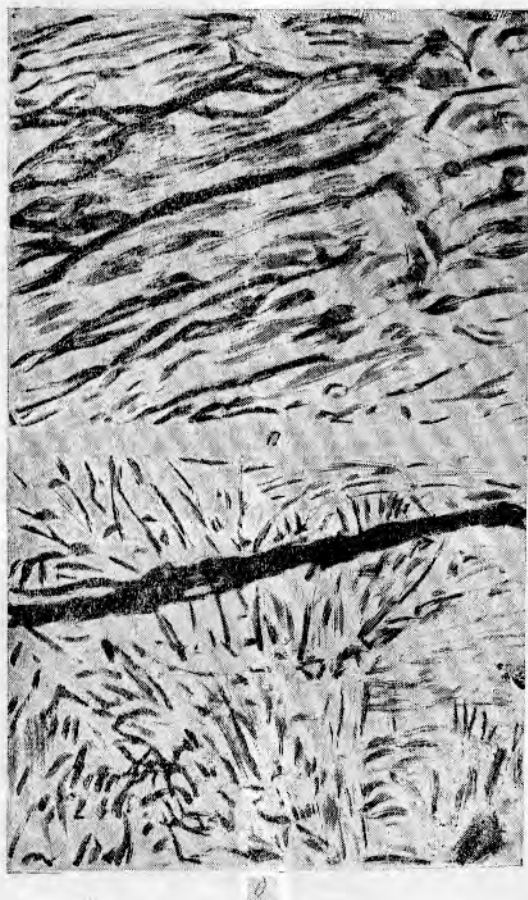


Рис. 4. Мышечная ткань свежего сома до посола:

а—при увеличении 8×10; б—при увеличении 8×40.

ми кристаллами соли. Граница диффузии проходила на расстоянии 3,99 мм от края среза и была достаточно отчетлива (рис. 5,а).

После 2 час. просаливания граница соли на препаратах была очень размыта и делать промеры было трудно. Помимо основной плотной массы кристаллов, встречались группы мелких кристаллов, менее отчетливо различных.

Следующая серия срезов была приготовлена из образцов, просаливавшихся в течение 4 час. Граница диффузии соли была отчетлива и находилась на расстоянии 5,7 мм от края среза. В отличие от срезов замороженного сырья соль здесь еще не распределилась по всей толщине среза. На этом этапе отмечено также, что некоторые участки септ становятся путями диффузии соли (рис. 5,б и рис. 6).

Через 6 час. после начала опыта соль еще не проникла во всю толщу среза и граница диффузии находилась на расстоянии 6,7 мм от края среза. На этой стадии посола мы наблюдали кристаллизацию соли на

межволоконных связях (рис. 5, в). Соль выкристаллизовалась на поверхности тонких пленочек перимизиума, повторяя их рисунок (см. рис. 4, б).

На срезах образцов, просаливавшихся в течение суток, соль выкристаллизовалась по всей площади среза (рис. 5, г). Соленость образцов

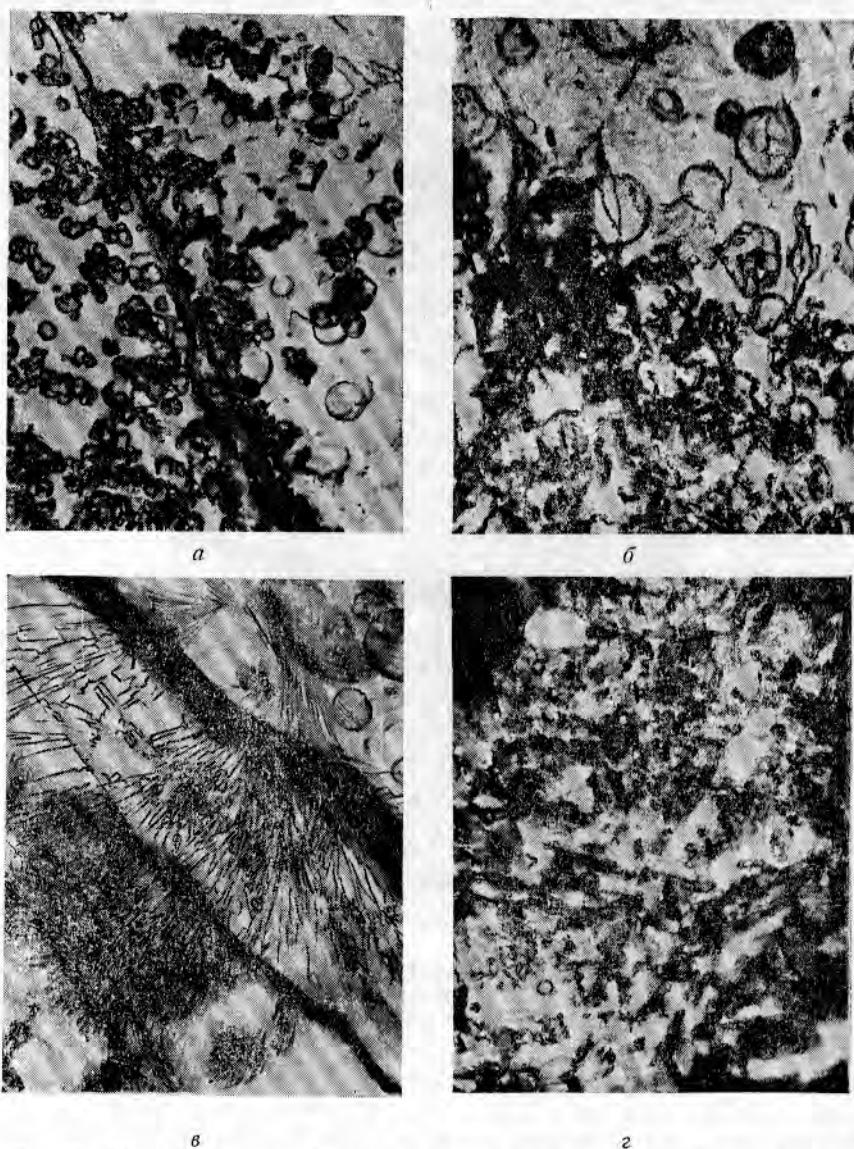


Рис. 5. Образцы мышечной ткани свежего сома (увеличение 8×10) при продолжительности посола:
а—1,5 часа; б—4 часа; в—6 час.; г—24 часа.

достигла 13,22%. Как правило, на участках ткани, где наблюдалась обильная кристаллизация соли, отмечалось сжатие мышечных волокон и увеличение межволоконных промежутков.

На основании промеров глубины проникновения соли в мышечную ткань рыбы можно рассчитать среднюю скорость этого процесса, которая может быть использована при сравнительной оценке разных способов посола на первых стадиях процесса и при выяснении влияния на процесс посола температуры, концентрации соли в растворе, состояния сырья и т. д.

Так, например, в нашем случае средняя скорость просаливания мяса мороженого судака в течение первых 4 час. посола выражается следующими величинами:

$$v_1 = \frac{9,0}{240} = 0,038 \text{ мм/мин} = 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ см/мин.}$$

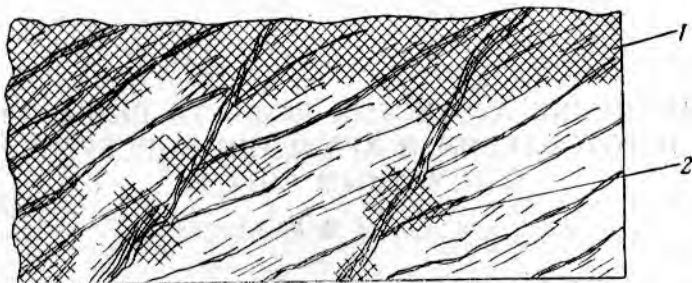


Рис. 6. Схема кристаллизации соли в мышечной ткани сома:
1—площадь среза, заполненная кристаллами соли; 2—кристаллизация соли у септ.

В опыте со свежим сомом за то же время средняя скорость просаливания была меньше и равнялась

$$v_2 = \frac{5,7}{240} = 0,024 \text{ мм/мин} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ см/мин.}$$

Скорость просаливания в каждый отдельный момент может быть вычислена по кривой, представленной на рис. 7, из которого видно, что при посоле мороженой рыбы кривая близка к прямой линии, а при посоле свежей рыбы она имеет выпуклость, направленную вверх, что свидетельствует о замедлении процесса проникновения соли в мышечную ткань.

ВЫВОДЫ

Проведенные опыты являются лишь первой попыткой применения разработанного нами метода микроскопического наблюдения за процессом посола. Однако они позволяют сделать некоторые предварительные выводы о характере процесса диффузии соли в мышечную ткань рыбы.

На первой стадии посола септы являются своеобразным барьером для диффузии соли внутрь каждого следующего миотома. Диффузия происходит главным образом вдоль мышечных волокон с участием перимизиума. Только при посоле свежей рыбы, спустя 4 часа после начала посола, мы наблюдали участие септ в диффузии. Соль диффундирует затем внутрь волокон и при высушивании ткани (по условиям приготовления препарата) кристаллизуется на поверхности волокон и внутри них.

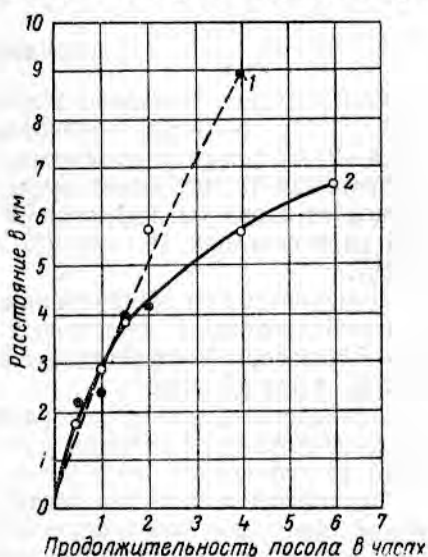


Рис. 7. График скорости диффузии солевого раствора в мышечную ткань рыбы:
1—свежемороженный судак; 2—свежий сом.

ИЗМЕНЕНИЕ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ РЫБЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И ХРАНЕНИИ КОНСЕРВОВ С ТОМАТНЫМ СОУСОМ

Канд. техн. наук М. В. КАЛАНТАРОВА

Исследования проводили с целью выяснения степени расщепления белков мяса рыбы в процессе обжаривания ее в растительном масле при температуре 150—160° и при стерилизации консервов при температуре 112° и изучения распределения азотистых веществ между рыбой и соусом в готовых консервах. Для этого содержание общего, белкового и небелкового азота и азота летучих оснований определяли в сырой и обжаренной рыбе, а также в консервах (раздельно в мясе и соусе), до и после стерилизации, после термостатной выдержки и во время хранения в течение 3 месяцев.

Консервы изготовляли из охлажденной рыбы: судака, сазана, леща, сома, осетра, севрюги и белуги. Потери при обжаривании рыбы определяли путем взвешивания рыбы до и после обжаривания.

ОБЖАРИВАНИЕ РЫБЫ

Соотношение белкового и небелкового азота в рыбе-сырце различно (табл. 1): у осетровых количество небелкового азота несколько больше (18,3—21,8%), чем у частиковых (11,5—14,3%). После обжаривания это соотношение у всех видов рыбы существенно изменилось: количество белкового азота уменьшилось. У обжаренных частиковых рыб небелковый азот составил 16,1—21,0% общего азота, а у осетровых — 22,1—25,2%.

Изменяется при обжаривании и отношение количества белкового азота к небелковому. У частиковых рыб до обжаривания оно составляло 6,0—7,7, после обжаривания — 3,8—5,2, у осетровых рыб — соответственно 3,6—4,5 и 3,1—3,5.

Приведенные данные позволяют сделать вывод, что обжаривание рыбы сопровождается заметным расщеплением белков, которое у частиковых рыб происходит более интенсивно, чем у осетровых.

Отношение количества азота летучих оснований к общему азоту в обжаренной рыбе оказалось в некоторых случаях немного ниже, а в других случаях несколько выше, чем в сырой рыбе. На основании наших данных нельзя с полной достоверностью сказать, какого типа азотистые соединения образуются в рыбе при обжаривании. Однако, на основании данных некоторых исследователей об изменениях белков рыбы и мяса тепловых при тепловой обработке [2, 3, 4], можно полагать, что в основном образуются продукты типа альбумоз и пептонов или полипептидов.

Из данных табл. 1 видно также, что повышение степени у жаривания рыбы в испытанных нами пределах (от 15—16 до 20—21%) заметно не отражается на соотношении белкового и небелкового азота в обжаренной рыбе.

Таблица 1

Объект исследования	Потери веса рыбы при обжа- ривании в %	Содержание азота в рыбе в %				Содержание азота в % от общего		
		общий	белковый	небелковый	летучих оснований	белковый	небелковый	летучих оснований

С у д а к

Рыба-сырец	—	2,89	2,52	0,37	0,025	87,2	12,8	0,87
	14,5	3,91	3,09	0,82	0,024	79,0	21,0	0,61
	16,0	4,19	3,45	0,74	0,025	82,3	17,7	0,60
	16,4	3,66	3,07	0,59	0,024	83,9	16,1	0,65
	17,5	4,01	3,19	0,82	0,027	79,6	20,4	0,67
Обжаренная рыба	18,3	3,87	3,18	0,69	0,020	82,2	17,8	0,52
	19,0	4,07	3,22	0,85	0,028	79,1	20,9	0,69
	20,5	4,12	3,35	0,77	0,028	81,3	18,7	0,68

С а з а н

Рыба-сырец	—	2,52	2,16	0,36	0,015	85,7	14,3	0,59
Обжаренная рыба	16,6	3,32	2,73	0,59	0,017	82,2	17,8	0,51
	18,7	3,62	2,89	0,73	0,030	79,8	20,2	0,82

Л е щ

Рыба-сырец	—	2,76	2,38	0,38	0,011	86,2	13,8	0,40
Обжаренная рыба	16,1	3,63	2,99	0,64	0,023	82,4	17,6	0,63

С о м

Рыба-сырец	—	2,60	2,30	0,30	0,010	88,5	11,5	0,38
Обжаренная рыба	16,9	3,12	2,50	0,62	0,018	80,1	19,9	0,58
	19,9	3,84	3,13	0,71	0,026	81,5	18,5	0,68

О с е т р

Рыба-сырец	—	2,48	1,94	0,54	0,022	78,2	21,8	0,89
Обжаренная рыба	19,1	3,45	2,61	0,84	0,024	75,7	24,3	0,70
	21,1	3,47	2,70	0,77	0,023	77,9	22,1	0,66

С е в р ю г а

Рыба-сырец	—	2,53	2,01	0,52	0,016	79,5	20,5	0,63
Обжаренная рыба	19,9	3,74	2,84	0,90	0,027	75,9	24,1	0,72
	21,2	3,60	2,75	0,85	0,019	76,4	23,6	0,53

Объект исследования	Потери веса рыбы при обжа- ривании в %	Содержание азота в рыбе в %				Содержание азота в % от общего		
		общий	белковый	небелковый	летучих оснований	белковый	небелковый	летучих оснований
Б е л у г а								
Рыба-сырец	—	2,35	1,92	0,43	0,017	81,7	18,3	0,72
Обжаренная рыба	19,5	3,14	2,35	0,79	0,024	74,8	25,2	0,76
	21,7	3,13	2,40	0,73	0,022	76,7	23,3	0,70

СТЕРИЛИЗАЦИЯ И ХРАНЕНИЕ КОНСЕРВОВ

Влияние степени у жаривания рыбы на изменение азотистых веществ во время стерилизации наиболее подробно исследовали при изготовлении консервов из судака.

Представленные в табл. 2 данные свидетельствуют, что изменение степени у жаривания судака в пределах 14,5—20,5% не оказывает заметного влияния на содержание и распределение различных форм азота в консервах до и после стерилизации. Это явление было отмечено также другими исследователями [1].

В процессе стерилизации количество небелкового азота в консервах увеличивается примерно на 8%, а количество азота летучих оснований — на 0,2—0,3%. Значительно повышается содержание азотистых веществ в соусе (с 0,16 до 0,76—0,82%), причем в основном за счет небелковых соединений. Эти данные позволяют сделать заключение, что во время стерилизации белки мяса рыбы расщепляются и образующиеся при этом небелковые вещества в значительном количестве переходят из рыбы в соус.

Помимо частичного расщепления белков рыбы, происходит перераспределение азотистых веществ между рыбой и соусом. Если до стерилизации всего 2,6—3,7% общего азота консервов приходилось на долю соуса, то после стерилизации количество азота в соусе возросло до 5,2—11,7%.

Аналогичные результаты при исследовании консервов из судака получили Кочеткова и Скопченко [1]. По их данным, до стерилизации в соусе содержалось 0,91—1,16% белковых соединений, а после стерилизации — 4,40—5,07%.

Опыты по приготовлению консервов из других рыб (сазана, сома, осетра, белуги и севрюги) также показали, что степень обжаривания рыбы не влияет на гидролиз белковых веществ в процессе стерилизации (табл. 3).

Опыты с консервами из осетровых рыб показали, что содержание белкового азота в них (в % от общего азота) несколько ниже, а расщепление белковых веществ происходит в меньшей степени, чем в консервах из частиковых рыб. Так, в процессе стерилизации содержание небелкового азота в частиковых консервах увеличивается на 7,5—11,2%, в консервах из осетра и севрюги — на 4,5—7,4%, а в консервах из белуги почти не меняется.

Данные, полученные при изучении изменения азотистых веществ в консервах в процессе их термостатной выдержки и складского хранения в течение трех месяцев, свидетельствуют, что заметного изменения азотистых веществ в консервах не происходит и перераспределения азотистых веществ между рыбой и соусом почти не наблюдается.

Таблица 2

Потери при обжаривании в %	Периоды наблюдений	Соотношение веса в %	Объект исследования	Содержание общего азота в %	Содержание различных форм азота в % от общего азота			Соотношение различных форм азота в %			
					белковый	небелковый	летучих оснований	общий	белковый	небелковый	летучих оснований
14,5	До стерилизации	100	Консервы	2,40	78,8	21,2	0,88	100	100	100	100
		60	Рыба	3,91	79,0	21,0	0,61	97,3	97,6	96,1	70,9
		40	Соус	0,16	68,8	31,2	9,4	2,7	2,4	3,9	29,1
	После стерилизации	100	Консервы	2,41	74,3	25,7	1,09	100	100	100	100
		65	Рыба	3,27	82,6	17,4	0,83	88,8	98,7	60,4	67,4
		35	Соус	0,78	9,0	91,0	3,10	11,2	1,3	39,6	32,6
16,0	До стерилизации	100	Консервы	2,57	82,1	17,9	0,82	100	100	100	100
		60	Рыба	4,19	82,3	17,7	0,60	97,5	97,9	94,7	70,5
		40	Соус	0,16	68,8	31,2	9,40	2,5	2,1	5,3	29,5
	После стерилизации	100	Консервы	2,55	73,7	26,3	1,09	100	100	100	100
		68	Рыба	3,40	80,0	20,0	0,85	90,0	97,6	68,3	71,5
		32	Соус	0,82	18,3	81,7	3,20	10,0	2,4	31,7	28,5
17,5	До стерилизации	100	Консервы	2,46	79,3	20,7	0,89	100	100	100	100
		60	Рыба	4,01	79,6	20,4	0,67	97,3	97,7	96,1	72,8
		40	Соус	0,16	68,8	31,2	9,4	2,7	2,3	3,9	27,2
	После стерилизации	100	Консервы	2,75	74,6	26,4	1,02	100	100	100	100
		74	Рыба	3,45	83,5	16,5	0,81	92,8	99,3	73,8	73,5
		26	Соус	0,76	7,9	92,1	3,8	7,2	0,7	26,2	26,5
19,0	До стерилизации	100	Консервы	2,49	79,1	20,9	0,92	100	100	100	100
		60	Рыба	4,07	79,1	20,9	0,69	97,4	97,7	96,2	73,8
		40	Соус	0,16	68,8	31,2	9,4	2,6	2,3	3,8	26,2
	После стерилизации	100	Консервы	2,65	74,7	25,3	1,09	100	100	100	100
		72	Рыба	3,38	80,5	19,5	0,89	91,9	98,9	71,4	75,3
		28	Соус	0,77	10,4	89,6	3,25	8,1	1,1	28,6	24,7
20,5	До стерилизации	100	Консервы	2,53	81,0	19,0	0,91	100	100	100	100
		60	Рыба	4,12	81,3	18,7	0,68	97,4	97,8	95,8	73,5
		40	Соус	0,16	68,8	31,2	9,4	2,6	2,2	4,2	26,5
	После стерилизации	100	Консервы	2,50	72,0	28,0	1,20	100	100	100	100
		72	Рыба	3,15	79,0	21,0	0,98	90,5	98,9	68,6	74,3
		28	Соус	0,84	8,3	91,7	3,22	9,5	1,1	31,4	25,7

Таблица 3

Таблица 5											
Потери при обжаривании в %	Периоды наблюдения	Соотношение веса в %	Что исследовалось	Содержание общего азота в %	Содержание различных форм азота в % от общего азота			Соотношение различных форм азота в %			
					белковый	небелковый	летучих оснований	общий	белковый	небелковый	летучих оснований
16,6	До стерилизации	{ 100	Консервы	2,06	81,6	18,4	0,73	100	100	100	100
		{ 60	Рыба	3,32	82,2	17,8	0,51	96,5	97,0	94,6	66,1
		{ 40	Соус	0,18	72,3	27,7	7,23	3,5	3,0	5,4	33,9
	После стерилизации	{ 100	Консервы	2,06	70,4	29,6	1,11	100	100	100	100
		{ 68	Рыба	2,57	78,0	22,0	0,87	91,1	98,4	73,6	74,4
		{ 32	Соус	0,68	11,7	88,3	3,24	8,9	1,60	26,4	25,6
16,1	До стерилизации	{ 100	Консервы	2,27	82,8	17,2	0,74	100	100	100	100
		{ 60	Рыба	3,70	83,2	16,8	0,51	97,1	97,6	94,9	65,0
		{ 40	Соус	0,16	68,8	31,2	9,40	2,9	2,4	5,1	35,0
	После стерилизации	{ 100	Консервы	2,31	75,3	24,7	1,21	100	100	100	100
		{ 81	Рыба	2,71	78,6	21,4	1,07	94,8	98,5	83,3	84,6
		{ 19	Соус	0,63	20,6	79,4	3,65	5,2	1,5	16,7	15,4
16,9	До стерилизации	{ 100	Консервы	1,93	79,8	20,2	0,83	100	100	100	100
		{ 60	Рыба	3,12	80,1	19,9	0,57	96,3	96,7	94,9	67,7
		{ 40	Соус	0,18	72,3	27,7	7,23	3,7	3,3	5,1	32,3
	После стерилизации	{ 100	Консервы	2,06	74,2	25,8	0,97	100	100	100	100
		{ 65	Рыба	2,80	83,5	17,5	0,75	88,3	97,8	60,8	66,7
		{ 35	Соус	0,70	14,3	85,7	2,86	11,7	2,2	39,2	33,3

Потери при обжа- ривании в %	Периоды наблюдения	Соотно- шение веса в %	Что исследовалось	Содержа- ние обще- го азота в %	Содержание различных форм азота в % от общего азота			Соотношение различных форм азота в % —			
					белковый	небел- ковый	летучих оснований	общий	белковый	небел- ковый	летучих оснований
Продолжение											
Осетр											
19,1	До стерилизации	{ 100	Консервы	2,46	76,8	23,2	0,85	100	100	100	100
		{ 66	Рыба	3,65	77,0	23,0	0,66	97,3	97,6	96,5	76,0
		{ 34	Соус	0,19	68,4	31,6	7,90	2,7	2,4	3,5	24,0
	После стерилизации	{ 100	Консервы	2,49	72,3	27,7	1,00	100	100	100	100
		{ 74	Рыба	3,18	75,8	24,2	0,88	93,7	98,9	80,2	80,9
		{ 26	Соус	0,60	13,3	86,7	3,17	6,3	1,1	19,8	19,1
Севрюга											
19,9	До стерилизации	{ 100	Консервы	2,52	75,8	24,2	0,91	100	100	100	100
		{ 66	Рыба	3,74	75,9	24,1	0,72	97,4	97,7	96,8	77,5
		{ 34	Соус	0,19	68,4	31,6	7,90	2,6	2,3	3,2	22,5
	После стерилизации	{ 100	Консервы	2,44	68,4	31,6	1,06	100	100	100	100
		{ 73	Рыба	3,13	72,5	27,5	0,89	93,4	98,8	81,4	78,9
		{ 27	Соус	0,60	10,7	89,3	8,33	6,6	1,2	18,6	21,1
Белуга											
19,5	До стерилизации	{ 100	Консервы	2,13	76,0	24,0	0,98	100	100	100	100
		{ 66	Рыба	3,14	78,0	22,0	0,76	96,9	97,3	95,8	75,3
		{ 34	Соус	0,19	68,4	31,6	7,90	3,1	2,7	4,2	24,7
	После стерилизации	{ 100	Консервы	2,32	76,2	23,8	1,08	100	100	100	100
		{ 76	Рыба	2,89	80,3	19,7	0,90	94,1	99,1	78,3	80,3
		{ 24	Соус	0,57	12,3	87,7	3,50	5,9	0,9	21,7	19,7

ВЫВОДЫ

1. В процессе обжаривания рыбы и, в меньшей степени, при стерилизации консервов азотистые вещества рыбы расщепляются, что приводит к увеличению небелковых форм азота. Степень у жаривания рыбы в пределах 14,5—21,5% не оказывает на этот процесс существенного влияния.

2. В процессе стерилизации консервов азотистые вещества (в основном небелковые формы) частично переходят из рыбы в соус.

3. В процессе хранения консервов заметного изменения азотистых веществ и дальнейшего перераспределения их между рыбой и соусом не наблюдается.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кочетова Л. Т. и Скопченко Г. А., Изменения, происходящие в рыбных, мясо-растительных и мясных консервах при хранении, в зависимости от различной предварительной обработки сырья, Сборник работ по вопросам консервирования, ч. II, Краснодар, 1934.
 2. Мудрак Л. Т., Влияние температуры стерилизации консервов на изменение химического состава и физико-химических свойств мяса судака, Труды Мосрыбвтуза, вып. 5, Пищепромиздат, 1953.
 3. Подсёвалова Л. А., Влияние температуры автоклавирования рыбы и последующей сушки на химический состав рыбы, Сборник Трудов Астрабвтуза, вып. 2, Астрахань, 1953.
 4. Широков И., Миндина Д. С. и Миловидова М. К., К вопросу физико-химических изменений мяса при стерилизации, «Мясная индустрия СССР», 1939, № 9.
-

САРДИНЫ ИЗ КАСПИЙСКОЙ КИЛЬКИ

Канд. техн. наук М. В. КАЛАНТАРОВА, мл. научный сотрудник М. В. МАКСИМОВА,
мл. научный сотрудник И. К. РОГОВА

ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ

Для изготовления сардин используют обыкновенную и анчоусовидную кильку, охлажденную и мороженую, без повреждения кожных покровов и без помятостей, длиной не менее 8 см.

Практика работы Махачкалинского консервного завода показала, что доставка охлажденной кильки в ящиках весом нетто 30—35 кг при высоте слоя рыбы и льда в них 16 см приводит к образованию большого количества лопанца, особенно в нижних слоях.

Опыт изготовления сардин из охлажденной кильки, доставляемой транспортными судами (в ящиках) в Астрахань через 48—60 час. после вылова, дал отрицательные результаты. При такой длительной транспортировке оказалось годным для приготовления сардин не более 7—10% кильки, причем только из верхних слоев ящика. Сардины, приготовленные из этой кильки, имели дряблую консистенцию и плохой внешний вид. Сардины наилучшего качества получаются при использовании свежей кильки.

Транспортировать и хранить охлажденную кильку следует при температуре 0 — минус 2° в металлических контейнерах при высоте слоя рыбы не более 10 см.

Высокими вкусовыми качествами отличались сардины, приготовленные из кильки, замороженной на месте лова в стадии посмертного окоченения и до наступления его.

Брикеты мороженой кильки, покрытые глазурью, можно хранить довольно значительное время. Совместной работой КаспНИРО и ВНИХИ было установлено, что мороженая неглазированная килька, хранившаяся при температуре — 18 и — 25°, уже через 2 недели имела привкус горечи вследствие окисления жира, тогда как глазированную кильку можно хранить при этой температуре без снижения качества соответственно 1 и 2,5 месяца.

Качество охлажденной кильки оказывает существенное влияние на качествоготавливаемых из нее консервов.

В кильке, охлажденной контактным способом в слабых солевых растворах, содержится от 0,35 до 1,02% соли, что является неблагоприятным показателем и затрудняет регулирование процесса посола тушки.

Химические показатели кильки, особенно содержание в ней жира, меняются в зависимости от времени и места вылова (табл. 1).

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА КИЛЬКИ

Охлажденную кильку сортируют и моют, иногда делают наоборот — сначала моют, а затем сортируют. Мороженую кильку предварительно дефростируют. Мойку и дефростацию кильки производят в воде при тем-

Таблица 1

Время вылова	Место взятия проб	Содержание в % *								
		влаги			жира			белка(N×6,25)		
		от	до	сред- нее	от	до	сред- нее	от	до	сред- нее
Килька обыкновенная охлажденная										
Апрель	Махачкала	71,05	72,75	71,91	4,38	5,08	4,75	20,31	22,25	21,12
Килька анчоусовидная охлажденная										
Июль	Махачкала	70,34	74,08	71,60	3,63	5,11	4,50	17,81	24,31	21,45
Август	Астрахань	72,41	75,41	73,71	3,37	5,08	4,17	18,00	19,38	18,75
Сентябрь	Махачкала	74,66	78,69	76,24	2,60	3,73	3,25	19,18	21,80	19,89
Октябрь	Махачкала	75,96	78,66	77,42	0,63	1,89	1,14	15,62	20,69	18,21
мороженая										
Сентябрь	Махачкала	73,93	75,69	74,78	1,85	3,57	2,71	19,81	20,37	20,09
дефростированная										
Август	Астрахань	76,04	78,13	77,08	1,53	4,40	2,96	18,31	18,37	18,78
Сентябрь	Махачкала	76,29	76,36	76,30	1,93	2,35	2,16	17,31	17,87	17,62
Январь— февраль	Махачкала	77,18	77,28	77,23	1,34	1,57	1,45	18,56	18,56	18,56

* Исследовали тушку без внутренностей.

пературе не выше 15°; соотношение рыбы и воды должно быть не менее чем 1 : 2 при мойке и 1 : 5 при дефростации. При мойке и дефростации кильки в обычных ваннах необходимо натягивать килечную дель; без этого более 50% кильки оседает на дно. Дефростацию считают законченной после распада бrikета. Полностью же килька дефростируется во время сортировки и мойки.

При дефростации, мойке и сортировке вес кильки изменяется. У мороженой рыбы при дефростации в воде, он, как правило, увеличивается от 1,8 до 2,6%, а в процессе сортировки уменьшается на 3%. Вес охлажденной кильки при мойке и сортировке уменьшается в среднем на 0,6%.

Отсортированную кильку разделяют, острым ножом удаляя голову ровным срезом и легким надавливанием на брюшко выжимая внутренности, которые затем отделяют ножом. Половые продукты остаются в рыбе. Хвостовой плавник подрезают на расстоянии 2—4 мм от конца чешуйчатого покрова. Опыты показали, что оставление хвостового плавника не ухудшает внешнего вида и вкусовых качеств консервов и вместе с тем примерно на 40% уменьшает трудоемкость процесса разделки кильки. В табл. 2 показан выход тушки при разделке рыбы в сыре.

В отдельных опытах у предварительно подсушенной кильки ножницами отрезали голову и хвостовой плавник, причем внутренности оставались в рыбе. Отходы в этом случае характеризуются данными, приведенными в табл. 3.

Изменение выхода тушки при разделке кильки зависит от времени вылова, от ее упитанности и размера.

Таблица 2

Вид кильки	Время вылова	Количество опытов	Вес рыбы в опытах в кг	Выход тушки в %		
				от	до	средний
Килька охлажденная						
Обыкновенная	Апрель	6	41,8	67,3	72,0	70,5
Анчоусовидная	{ Июль—август	21	596,9	76,1	78,3	76,6
	{ Сентябрь—октябрь	11	483,0	75,2	76,5	76,0
Килька мороженая						
Анчоусовидная	{ Июль—август	6	61,7	73,5	76,7	75,3
	{ Сентябрь—октябрь	6	84,3	74,0	77,4	74,5
	{ Январь—февраль	12	895,0	72,3	74,3	73,3

Таблица 3

Вид кильки	Количество опытов	Вес рыбы в опытах в кг	Отходы при разделке в %			Неучтенные потери в %	Выход тушки в % от рыбы, поступившей на разделку
			головы	хвостовые плавники	всего		
Обыкновенная	6	14,4	16,2	0,6	16,8	1,0	82,2
Анчоусовидная	9	9,2	15,1	0,4	15,5	1,1	83,4

Наиболее упитанная и крупная килька — летнего улова, наименее упитанная — осеннего, килька зимнего улова совершенно тощая. Основную часть отходов при разделке кильки составляют головы (18,3—20,1%), внутренности (2,8—3,8%) хвостовые плавники (0,4—0,5%).

Разделанную тушку-сырец моют в воде с температурой не выше 15° до полного удаления крови и остатков чешуи. После мойки и стечки в течение 10—15 мин. кильку направляют в посол, являющийся одной из наиболее ответственных операций.

В соответствии с действующим стандартом в консервах «Сардины в масле» допускается 1,5—2,5% соли, но опыты показали, что при содержании более 2% соли консистенция рыбок становится более грубой.

Общепринятым является посол в профильтрованном солевом растворе удельным весом 1,12—1,13 и температурой не выше 15° (при соотношении рыбы и солевого раствора 1:3). Продолжительность посола зависит от качества рыбы, ее упитанности, высоты слоя, концентрации солевого раствора и при высоте слоя 5—6 см обычно составляет 1,5—3 мин.; соленость рыбы при этом равна 1,6—1,9%.

Проводили также опыты по определению влияния уксусной кислоты при посоле рыбы на состояние кожных покровов кильки при последующей ее тепловой обработке. Для этого в солевой раствор добавляли 1—3% уксусной кислоты. Потери при посоле рыбы увеличивались до 3,6% (табл. 4).

Килька, посоленная в уксусно-солевом растворе, особенно с содержанием 2—3% кислоты, имела тусклую поверхность и побелевшее на срезах мясо. После уксусно-солевого посола кильку обезвоживали острым паром или горячим воздухом.

Обычно процесс бланшировки кильки острым паром приводит к образованию лопанца, что ухудшает внешний вид консервов. Уксусно-соле-

Таблица 4

Способ посола	Потери при посоле в %	Содержание в рыбе в %	
		хлористого натрия	уксусной кислоты
В солевом растворе	0,63	1,85	—
С добавлением уксусной кислоты в %:			
1	0,80	1,85	0,61
2	2,47	1,68—1,73	0,67—0,73
3	3,60	1,73—1,85	0,73—0,85

вой посол особенно при 3%-ной концентрации уксусной кислоты в значительной мере укрепляет кожицу кильки и поэтому лопанца образуется значительно меньше. В консервах, приготовленных из этой кильки, после стерилизации кожица рыбок сохраняет белый цвет, а наличие уксусной кислоты придает консервам приятный вкус.

При обработке горячим воздухом поверхность кильки приобретала желтоватый цвет, не исчезающий при стерилизации. Влияния уксусно-солевого посола на сохранение целостности наружных покровов кильки в этом случае не обнаружено. Поэтому добавление уксусной кислоты в солевой раствор можно рекомендовать только при обработке кильки острым паром.

В целях наиболее точного регулирования дозировки соли был испытан способ сухого посола рыбы с внесением хлористого натрия непосредственно в банку после укладки рыбы (перед заливкой маслом). Предварительно разделанную и подсушенную в сардиносушилке кильку, весившую 128 г (потеря веса рыбы при сушке 21,4%), укладывали в банку и добавляли 3 г соли и 32 г оливкового масла. После стерилизации содержание хлористого натрия в кильке составило 2,72% и в консервах (рыба + масло) — 2,22%. По внешнему виду эти консервы были значительно хуже, чем из рыбы, посоленной в солевом растворе. Килька имела легкий желтоватый оттенок и неравномерную соленость, не выравнявшуюся даже после 10, 30 и 40 дней хранения консервов.

Кроме того, значительно выше было количество отстоя в масле. Так, при потере килькой веса после подсушки 21,4% и закладке в банку емкостью 160 г 80% рыбы и 20% масла количество отстоя при посоле в солевом растворе составило 7 г, или 5,5%, а при сухом посоле — 15,5 г, или 11,3% к весу рыбы, заложенной в банку.

Интенсивное выделение влаги в процессе стерилизации приводит к пониженному содержанию рыбы в консервах. В данном случае при одинаковой влажности рыбы после подсушки и при одинаковой закладке ее в банку после стерилизации оказалось, что при мокром посоле рыбы в банке было 129 г, или 80% к весу нетто консервов, а при сухом посоле — 123 г, или 75%. Таким образом, добавление в банку сухой соли ухудшает наружный вид и вкусовые качества консервов.

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА КИЛЬКИ

Задачей тепловой обработки рыбы при производстве консервов типа «Сардины в масле» является неполное обезвоживание рыбы. Испытывали 3 способа обезвоживания: действием острого пара на рыбу, уложенную в банки, с последующим сливом бульона; подсушкой горячим воздухом; подсушкой горячим воздухом и последующей бланшировкой в масле.

Обработка рыбы острым паром. В банки весом нетто 160 г, предварительно смазанные растительным маслом, закладывали в два ряда 150—

160 г разделанной кильки, банки прикрывали крышками и помещали в автоклав, где на них действовал острый пар. Опыты проводили при температуре 90 и 100° при продолжительности воздействия пара 5, 10, 15, 20 и 25 мин. (не включая подъем пара, длящийся обычно 5 мин. и спуск пара — 3 мин.).

Выделившийся в процессе термической обработки бульон сливали через край банки, а рыбу заливали растительным маслом и направляли на стерилизацию. В табл. 5 показано изменение веса кильки под действием острого пара (закладка в банку 160 г) в зависимости от разных условий обработки.

Таблица 5

Режим обработки		Количество влаги в %, выделившейся из 100 г кильки					
		обыкновенной			анчоусовидной		
температура в °	продолжительность в мин.	при бланшировке	при стерилизации	всего	при бланшировке	при стерилизации	всего
90	5	—	9,0	9,0	0,2	13,0	13,2
	10	8,2	8,7	16,9	3,6	11,4	15,0
	15	10,9	9,6	20,5	—	—	—
	20	11,5	5,2	16,7	—	—	—
	25	15,0	5,9	20,9	—	—	—
100	5	8,0	6,4	14,4	4,3	10,7	15,0
	10	9,2	5,9	15,1	7,1	9,0	16,1
	15	10,2	6,2	16,4	10,7	6,4	17,1
	20	12,0	5,0	17,0	12,1	6,1	18,2
	25	11,2	5,0	16,2	12,5	3,5	16,0

Количество бульона в зависимости от продолжительности обработки рыбы составляло для обыкновенной кильки до 15% к весу рыбы, заложеной в банку, а для анчоусовидной — от 0,2 до 12,5%. Большее количество отстоя в масле образовалось при температуре бланшировки 90°, а не при 100° и той же длительности обработки.

По органолептическим показателям и внешнему виду лучшими оказались консервы, обработанные при температуре 100° и длительности воздействия пара 10 мин. для обыкновенной и 25 мин. для анчоусовидной кильки. По внешнему виду консервы из рыбы, обработанной паром, были хуже, чем из рыбы, обработанной другими способами, главным образом вследствие нарушения кожного покрова рыб.

В табл. 6 приведены результаты изменения веса кильки при обработке ее паром в зависимости от содержания уксуса в солевом растворе и степени наполнения банки рыбой.

При закладке в банку 150 г рыбы потери веса при бланшировке вследствие выделения бульона оказываются несколько большими. При укладке в банку 160 г рыбы происходит, по-видимому, неполное отделение бульона при сливе и впитывание его в рыбу в результате более плотной укладки. С точки зрения более полного обезвоживания при бланшировке закладка в банку 150 г рыбы является наиболее рациональной.

При органолептической оценке готовых консервов установлено, что способ термической обработки рыбы острым паром вполне приемлем для анчоусовидной кильки (охлажденной и мороженой). Выработанные сардины как укусно-солевого, так и простого посола имеют нежную и сочную консистенцию.

Таблица 6

Способ посола	Заложено рыбы в банку в г	Количество влаги в %, выде- лившейся из 100 г кильки		
		при блан- шировке	при сте- рилизации	всего
Простой посол	160	11,2	4,2	15,4
	150	11,8	5,1	16,9
Посол с добавлением уксусной кислоты в %:				
1	160	11,2	5,9	17,1
2	160	11,2	5,6	16,8
	150	12,7	3,7	16,4
3	160	11,9	4,4	16,3
	150	14,7	4,1	18,8

Консервы, приготовленные этим способом из обыкновенной кильки, характеризуются невысокими вкусовыми качествами вследствие явно выраженного вкуса вареной рыбы, большого отстоя в масле и значительного количества в банках рыбок с лопнувшим брюшком.

Обработка рыбы горячим воздухом. Кильку горячим воздухом подсушивали при различной температуре и длительности процесса путем ступенчатого обогрева. Весь процесс разделяется на 3 фазы: предварительная подсушка, подъем температуры, проварка.

Испытывали несколько способов подсушки кильки:

1) рыбу раскладывали на четырехугольные деревянные рамы, обтянутые хлопчатобумажной делью и на специальные сетки, представляющие собой металлический каркас с натянутой делью¹;

2) рыбу сушили в подвешенном состоянии, нанизывая ее через хвостовой стебель на расстоянии 0,5—1,0 см от конца чешуйчатого покрова на рейки в шахматном порядке и на прутки из тонкой сталистой проволоки диаметром 0,15—0,20 см, заостренные с двух концов и смазанные предварительно растительным маслом (рис. 1). Расстояние между отдельными рыбками, во избежание прилипания их друг к другу, делали равным 2,5—3,0 см.

К недостаткам подсушки кильки на рамах в первую очередь следует отнести снижение качества кильки вследствие прилипания ее к сетке и оттиска сетки, остающегося на рыбе и не исчезающего при стерилизации. Даже при небольшой задержке кильки на рамах после охлаждения рыбки пристают к сетке и кожица с них сдирается. Смазывание дель растительным маслом не дало положительных результатов. Масло, подвергаясь действию горячего воздуха, приобретало густую, вязкую консистенцию, и через 3—4 суток дель становилась настолько клейкой, что требовала замены. Оттиск сетки на кильке сохранялся и приобретал желтоватую окраску.

При подсушке кильки в подвешенном состоянии пропускная способность сардиносушилки увеличивается почти в 1,5 раза. Разница в потере веса рыбы при подсушке на разных полках не превышает 1,5—2%.

Для установления оптимального режима работы в опытах изменяли

¹ Тушки рыбы укладывали на сетки наклонно, разными рядами, головным сре-
зом вниз.

продолжительность предварительной подсушки и проварки рыбы; а иногда (для обыкновенной кильки) этот процесс исключали. Предварительную подсушку проводили в течение 10, 15 и 20 мин. при температуре 35—45°, а проварку—в течение 20, 30, 45 мин. при температуре 70—85°. Кильку, разделанную после подсушки, проваривали в течение 30—45 мин. как с предварительной подсушкой, так и без нее; потери при подсушке составляли соответственно от 19 до 35 %.

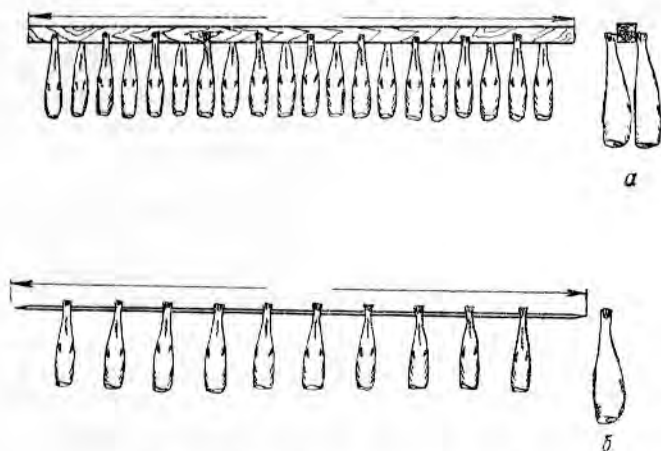


Рис. 1. Способы нанизывания рыбы:
а—на рейки; б—на прутки.

Сардины лучшего качества получаются из предварительно разделанной кильки, когда потери при подсушке (к весу рыбы, поступившей на подсушку) составляют для обыкновенной охлажденной кильки 27—30 %, для анчоусовидной охлажденной — 23—25 % и мороженой — 21—23 %.

Потери при предварительной подсушке не превышали 6—8 %. Продолжительность ее при температуре 35—45° составляла 10—20 мин., проварка при температуре 70—85° длилась 20—35 мин.

Во всех случаях продолжительность термической обработки необходимо регулировать потерями веса рыбы при подсушке. Предварительную подсушку следует проводить при 100 %-ной смене воздуха, подъем температуры и проварку — с полной рециркуляцией воздуха. После подсушки предварительно разделанная рыба имеет серебристый цвет и чистую сухую поверхность с мелкими складками кожи.

На неразделанной рыбе в процессе подсушки образуются подтеки. Она приобретает желтоватый оттенок, а после стерилизации рыбки прилипают друг к другу. Кроме того, подсушка неразделанной рыбы ведет к образованию большого количества лопанца, а консервы из нее имеют горький вкус. Исключение из процесса предварительной подсушки снижает качество сардин вследствие появления желтоватого оттенка у рыбок и прилипания их друг к другу при стерилизации.

Обработка рыбы горячим воздухом с последующей бланшировкой в масле. Комбинированный способ обработки кильки горячим воздухом и последующей бланшировкой в масле обеспечивает самые высокие вкусовые качества сардин, приготовленных из обыкновенной и анчоусовидной кильки. Рыбу подсушивали на сетках, а также в подвешенном состоянии на прутках, которые после подсушки устанавливали на специальные металлические рамы, представляющие собой четырехугольный каркас с углублениями для прутков (рис. 2).

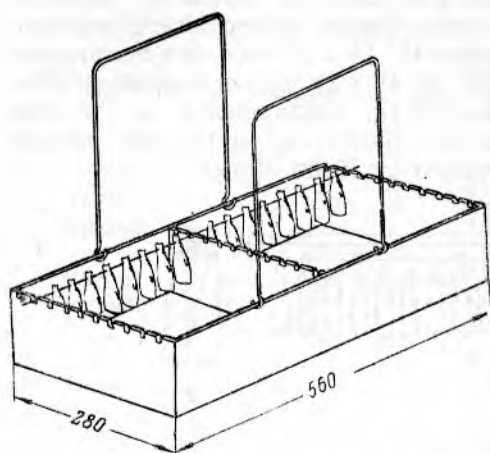


Рис. 2. Подставка для бланшировки кильки в масле.

Подсушенную рыбу без охлаждения направляют на бланшировку в растительном масле, кислотное число которого не должно превышать 3.

При испытании различных режимов обработки время предварительной подсушки колебалось от 10 до 35 мин. при температуре 35—45°, бланшировка в масле обыкновенной кильки длилась 2—4 мин., а анчоусовидной—2—6 мин. при температуре масла 110—130°.

В табл. 7 приводятся данные по изменению веса кильки в процессе подсушки горячим воздухом и последующей бланшировки ее в масле.

Таблица 7

Продолжительность подсушки в мин.	Режим бланшировки в масле		Потери веса рыбы в %		
	температура в °	продолжительность в мин.	при подсушке к весу сырья	при бланшировке к весу рыбы после подсушки	общие при термической обработке
Килька обыкновенная охлажденная					
10	110	4	8,3	6,4	14,1
10	120	2	8,3	4,5	12,4
10	120	3	8,3	6,3	14,1
10	130	2	8,3	6,1	13,9
20	110	4	10,7	5,2	15,4
20	120	2	10,7	1,9	12,3
20	120	3	10,7	7,2	17,3
20	130	2	10,7	5,4	15,6
25	120	2,5	14,8	8,7	22,3
25	120	2,0	13,7	7,9	20,5
Килька анчоусовидная охлажденная					
20	120	2,0	6,7	6,2	12,4
30	120	2,5	11,0	,9	18,9
20	120	3,5	8,3	3,7	14,4
30	120	3,5	10,9	9,8	19,7
20	120	6,0	5,6	10,5	15,6
20	110	3,5	7,8	13,5	20,1
25	110	6,0	11,2	8,3	18,6
мороженая					
10	110	6	6,9	11,1	17,2
30	110	6	12,1	7,4	18,5
25	110	6	12,6	12,0	23,2
25	110	6	12,9	11,1	22,5

Лучший внешний вид и вкусовые качества имели сардины, приготовленные из рыбы, обработанной по режимам, приведенным в табл. 8.

Таблица 8

Показатели	Обыкновенная килька	Анчоусовидная килька
Продолжительность подсушки в мин.	25	25—30
Потери веса при подсушке в %	13,7—14,8	11,2—12,1
Продолжительность бланшировки в масле в мин.	2,0—2,5	6,0
Температура бланшировки в ° . . .	120	110

Сардины, приготовленные с бланшировкой в масле, имели нежную, сочную консистенцию и хрощий внешний вид.

ТЕХНОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСЕРВОВ

Основными техническими показателями качества консервов являются соотношение между весом рыбы и масла и количество отстоя в масле, образующегося при стерилизации.

По действующему в настоящее время ГОСТу соотношение веса рыбы и масла в % к весу нетто консервов должно составлять $\frac{75}{25} - \frac{90}{10}$.

Отстой допускается только в нижних слоях масла.

Количество рыбы в консервах зависит главным образом от нормы укладки рыбы в банку, способа и режима термической обработки и потерь на данном этапе процесса обработки. Испытывали различные нормы вложения рыбы в банку в зависимости от предварительной тепловой обработки: при воздействии острым паром 80, 85, 90, 94 и 100 %, при воздействии горячим воздухом с бланшировкой в масле и без нее 70, 75, 80 и 85 % к весу нетто консервов. Лучший внешний вид и вкусовые качества имели консервы, изготовленные при укладке в банку 94 % рыбы при обработке острым паром и 80 % при обработке горячим воздухом с бланшировкой в масле и без нее.

Соотношение между весом рыбы и масла в консервах и содержание отстоя в масле приводятся в табл. 9.

Из табл. 9 видно, что наибольшее количество отстоя в масле получается при обработке охлажденной кильки острым паром, значительно меньше его при двух других способах обработки.

Во время хранения консервов в течение 3—4 месяцев со дня выработки содержание рыбы в консервах и количество отстоя изменяются весьма незначительно и изменения эти не имеют практического значения.

В табл. 10, 11 и 12 приводятся химические показатели консервов из кильки, прошедшей предварительную термическую обработку разными способами.

Из данных табл. 10—12 видно, что содержание влаги в кильке понижается главным образом в процессе предварительной термической обработки и, в меньшей степени, при стерилизации консервов.

Содержание влаги в кильке, обработанной разными способами, колеблется от 68,37 до 74,10 % при обработке острым паром, от 60,10 до 64,68 % при воздействии горячим воздухом и от 62,08 до 67,90 % при бланшировке в масле. После стерилизации консервов содержание влаги в кильке составляет соответственно: 66,63,—69,77 %, 54,29—63,09 % и

Таблица 9

Способ обработки	Продолжительность в мин.			Температура в °	Потери при теп- ловой обработке в %	Заложено рыбы в банку в %	Соотношение содержимого консервов в %		Содержание от- стоя в % к весу рыбы, заложен- ной в банку	Примечание
	предварительной подсушки	проварки	бланши- ровки				рыбы	масла		

Килька обыкновенная

Острым паром	10			100	9,2	94	79	21	5,9	Разделка после подсушки
	15	30	—	—	29,0	80	83	17	1,7	
Горячим воздухом	15	45	—	—	33,3	80	84	16	1,4	
	15	30	—	—	25,9	80	83	17	2,6	
	15	45	—	—	35,2	80	87	13	2,1	
Бланшировкой в масле	25	—	2,5	120	22,3	80	77	23	3,2	

Килька анчоусовидная охлажденная

Острым паром	25			100	11,8	94	82	18	5,1	Посол с 2%-ной уксусной кислотой
	25			100	12,7	94	82	18	3,7	
	25			100	14,7	94	79	21	4,1	
Горячим воздухом	15	20	—	—	21,4	80	80	20	5,5	Разделка после подсушки
	15	30	—	—	26,6	80	81	19	3,7	
	15	40	—	—	28,0	80	82	18	2,7	
	15	30	—	—	20,3	80	82	18	1,5	
	15	45	—	—	27,6	80	84	16	1,9	
Бланшировкой в масле	25	—	6	110	18,6	80	80	20	1,2	

Килька анчоусовидная мороженая

Острым паром	25			100	13,0	94	79	21	1,5	Посол с 3%-ной уксусной кислотой
	25			100	19,6	94	77	23	2,0	
Горячим воздухом	10	20	—	—	21—23	80	82	18	2,9	
Бланшировкой в масле	25	—	6	110	23,2	80	82	18	2,7	

¹ Для кильки, обработанной острым паром, указан вес сырой рыбы, направленной на бланшировку.

Таблица 10

Дата выработки консервов	Процесс обработки кильки	Химические показатели в % консервов из кильки, обработанной острым паром				
		влага	жир	белок (азот×6,25)	хлористый натрий	кислот- ность

Килька обыкновенная охлажденная

Апрель	Бланшировка	68,37	5,48	—	1,80	—
	Стерилизация	66,63	8,97	16,56	1,88	—

Килька анчоусовидная охлажденная

Сентябрь	Бланшировка	73,95	3,27	19,62	1,73	—
	Стерилизация	68,40	7,00	18,43	1,46	—
	Бланшировка ¹	72,41	4,30	19,56	1,85	0,73
	Стерилизация	67,30	6,46	20,63	1,58	0,46

Килька анчоусовидная мороженая

Июль	Бланшировка	74,10	2,00	19,87	2,00	—
	Стерилизация	69,77	4,80	20,62	1,89	—
	Бланшировка ¹	72,27	2,10	22,60	2,00	0,52
	Стерилизация	66,83	6,13	21,81	1,57	0,43

Бульон, выделившийся при бланшировке

Июль	Простой посол рыбы	91,10	0,14	5,10	2,65	—
	Посол с добавлением 3% уксусной ки- слоты	91,31	0,50	4,76	2,75	0,65

Примечание. Анчоусовидную кильку бланшировали в течение 25 мин. при температуре 100°.

¹ Рыба была посолена с добавлением 3% уксусной кислоты.

Таблица 11

Дата выработки консервов	Режим обработки кильки в мин.	Химические показатели в % кильки после подсушки ее горячим воздухом и стерили- зации			
		влага	жир	белок (азот×6,25)	хлористый натрий

Килька обыкновенная охлажденная

Апрель	Подсушка 15, проварка 30	62,98	6,97	—	2,10
	Стерилизация	61,24	12,18	22,44	1,81
	Подсушка 15, проварка 45	60,10	7,98	—	2,27
	Стерилизация	54,29	15,35	24,50	2,58
	Подсушка 15, проварка 30	63,75	6,41	—	1,38*
	Стерилизация	60,95	13,92	20,75	1,48*
	Подсушка 15, проварка 45	61,23	7,08	—	2,04*
	Стерилизация	58,18	14,42	22,94	2,07*

Продолжение

Дата выработки консервов	Режим обработки кильки в мин.	Химические показатели в % кильки после подсушки ее горячим воздухом и стерили- зации			
		влага	жир	белок (азот×6,25)	хлористый натрий

Килька анчоусовидная охлажденная

Июль	{ Подсушка 15, проварка 20	64,68	5,51	—	2,43
	{ Стерилизация	61,07	9,57	—	1,94
Октябрь	{ Подсушка 15, проварка 30	64,41	2,44	—	2,45
	{ Стерилизация	63,09	8,11	23,44	2,00
Сентябрь	{ Подсушка 15, проварка 40	63,64	3,01	—	1,97
	{ Стерилизация	62,18	8,19	—	2,26
Июль	{ Подсушка 15, проварка 30	63,08	5,96	—	2,32*
	{ Стерилизация	61,20	10,60	23,44	2,03*
Август	{ Подсушка 15, проварка 45	64,31	5,58	—	2,06*
	{ Стерилизация	60,15	10,69	—	1,85*

Килька анчоусовидная мороженая

Август	{ Подсушка 10, проварка 20	64,83	5,32	—	2,34
	{ Стерилизация	61,15	9,79	—	2,01

* Разделка после подсушки.

Таблица 12

Дата выработки консервов	Режим обработки кильки	Химические показатели кильки в % после подсушки ее горячим воздухом с после- дующей бланшировкой в масле и стерили- зацией			
		влага	жир	белок (азот×6,25)	хлористый натрий

Килька обыкновенная охлажденная¹

Апрель	{ Предварительная подсушка и бланшировка ¹	62,01	9,43	—	2,27
	{ Стерилизация	61,83	12,54	21,62	2,51

Килька анчоусовидная охлажденная²

Июль	{ Предварительная подсушка и бланшировка	62,08	8,50	—	2,43
	{ Стерилизация	61,70	10,10	22,50	2,14

Килька анчоусовидная мороженая²

Июль	{ Предварительная подсушка и бланшировка	67,90	4,64	—	2,45
	{ Стерилизация	64,78	9,27	21,68	1,81

¹ Обыкновенную кильку подсушивали в течение 25 мин., бланшировали 2,5 мин. при температуре 120°.² Предварительная подсушка анчоусовидной кильки длилась 25 мин., бланшировка — 6 мин. при температуре 110°.

61,70—64,78%. Некоторое уменьшение влаги в рыбе при стерилизации происходит вследствие перехода части влаги из рыбы в масло и образования в нем отстоя.

В процессе стерилизации в кильке значительно повышается содержание жира вследствие поглощения растительного масла. Если до стерилизации оно колебалось в зависимости от способа предварительной обработки в пределах 2,0—9,43%, то после стерилизации составило 4,80—15,35%.

Наибольшее количество масла поглощает наиболее обезвоженная рыба, т. е. обработанная горячим воздухом.

Как показали наблюдения, химические показатели консервов, хранившихся в течение 3—4 месяцев, не изменились.

ВЫВОДЫ

1. Для изготовления сардин можно использовать каспийскую кильку:

охлажденную, доставленную на рыбообрабатывающие предприятия не более чем через 8—12 час. после вылова;

мороженую, выловленную и замороженную в стадии посмертного окоченения на местах лова рыбоморозильными судами;

мороженую и глазированную, после хранения ее не более 2,5 месяца при температуре -25° .

2. Консервы типа сардин можно готовить, применяя для анчоусовидной кильки следующие три способа термической обработки с целью обезвоживания рыбы:

бланшировка острым паром (в банках) с последующим сливом бульона;

подсушка горячим воздухом;

подсушка горячим воздухом с последующей бланшировкой в масле.

Для обыкновенной кильки следует применять только два последних способа обработки.

3. Все операции технологического процесса, предшествующие тепловой обработке кильки (сортировка, мойка, разделка, посол, нанизка), должны производиться в охлаждаемых помещениях с температурой не выше 15° .

4. Подсушка рыбы в подвешенном состоянии, нанизанной на прутки, обеспечивает получение консервов лучшего качества, повышает санитарное состояние завода и увеличивает пропускную способность оборудования.

5. Консервы, приготовленные из кильки, разделанной в сырце, с удалением голов, внутренностей и хвостовых плавников имеют лучший внешний вид и лучшие вкусовые качества, чем консервы, приготовленные из кильки с внутренностями, у которой голову и хвостовой плавник удаляли после подсушки.

НОВЫЙ СПОСОБ СУШКИ

Канд. техн. наук А. И. ЮДИЦКАЯ, мл. научный сотрудник В. И. ТРЕЩЕВА,
проф. В. В. КОЛЧЕВ

В последнее время начал приобретать известность способ сушки пищевых продуктов в жире под вакуумом. Этот способ может применяться для обезвоживания китового мяса с целью использования его в качестве пищевого продукта.

Мясо загружают в специальную установку со стабилизированным жиром и нагревают [2]. Процесс длится 3—4 часа при температуре 50—60° и остаточном давлении 0,2 ата. Избыток жира из высушенного мяса удаляют центрифугированием. Из обезвоженного таким способом китового мяса после замачивания могут быть приготовлены различные блюда.

Содержание влаги и жира в образцах обезвоженных продуктов, приготовленных в Федеративной Республике Германии, выражается данными, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Образцы продуктов	Содержание в %	
	влаги	жира
Китовое мясо	10—20	4—20
Рыбный фарш (с костями и кожей)	8,5	10,7
Говядина	6—8	44—50
Обезвоженное китовое мясо, тушенное по-венгерски	7,7	42,8

В 1955 г. нами в лабораторных условиях, в вакуум-аппарате с масляной рубашкой, был проведен ряд опытов по сушке китового мяса указанным способом.

В качестве сырья мы использовали кусочки соленого и мороженого мяса размером 60×25×5 мм, которые помещали в растительный или рыбий жир, налитый в стеклянные или металлические сосуды. Соотношение мяса и жира во всех опытах было 1:2.

При проведении опытов меняли величину вакуума и температуру, а также продолжительность процесса сушки, которую определяли временем, необходимым для достижения влажности мяса 10—12%. Вакуум поддерживали в пределах 7—20 и 100—150 мм рт. ст.

Кусочки соленого мяса погружали в тресковый жир, нагретый до 90°, затем высушивали в вакуум-аппарате при остаточном давлении 17 мм рт. ст. и температуре в аппарате около 100°. Благодаря низкой исходной влажности (54,3%) мясо обезвоживалось сравнительно быст-

ро. За 40 мин. сушки влажность образцов понизилась до 3,9%; мясо стало очень темным и жестким.

При снижении температуры в аппарате на 10° та же степень обезвоживания была достигнута только за 1,5 часа. Дальнейшее снижение температуры в аппарате до 70° еще более замедлило сушку: остаточная влажность мяса, равная 12,4%, была достигнута только за 3 часа сушки. Повышение температуры, увеличивающее скорость сушки, может вызвать однако денатурацию белков мяса.

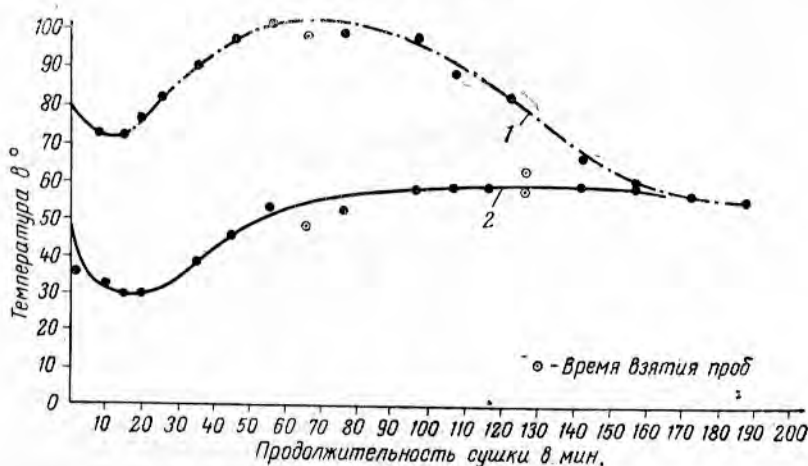


Рис. 1. Изменение температуры в процессе сушки мяса:
1 — в аппарате; 2 — в жире.

Величина остаточного давления в аппарате также оказывает существенное влияние на продолжительность сушки.

Сушка дефростированного мяса при температуре в аппарате $55-60^{\circ}$ при остаточном давлении 7—15 мм рт. ст. протекала очень медленно: после 5 час. сушки влажность все еще составляла 34,1%.

В описанных опытах мы измеряли температуру внутри аппарата и в масляной рубашке; в дальнейшем, кроме того, измеряли температуру жира, в котором сушилось мясо. Эта температура дает более точную характеристику процесса высушивания.

После погружения образцов мяса в предварительно нагретый жир температура жира резко снижалась и некоторое время вследствие интенсивного испарения оставалась низкой (на $40-50^{\circ}$ ниже, чем в аппарате). Чем больше было разрежение в аппарате, тем интенсивнее происходило испарение и тем ниже опускалась температура жира, а следовательно, и температура высушиваемого материала. Через 20—30 мин. температура жира начинала постепенно повышаться и в конце процесса приближалась к температуре в аппарате (рис. 1). Учитывая эту закономерность, можно увеличивать интенсивность сушки, повышая температуру в аппарате на первой стадии процесса.

Опыты с дефростированным мясом показали, что в большей степени скорость сушки в жире под вакуумом зависит от температуры сушки, а не от величины вакуума. При температуре жира 75° и остаточном давлении 75 мм рт. ст. (рис. 2,а) через 1,5 часа после начала сушки остаточная влажность мяса снизилась до 30%. За это же время при остаточном давлении 8—12 мм рт. ст. и температуре жира 60° влаги удалено несколько меньше. Увеличение давления в аппарате до 100 мм при той же температуре почти не отразилось на течении процесса.

Решающее значение температуры в процессе сушки хорошо видно на рис. 2,б. При давлении в аппарате 150 мм рт. ст. и температуре жи-

ра 55° сушка протекала очень медленно и через 3 часа в мясе еще оставалось 60% влаги. При повышении температуры жира до 68° скорость сушки увеличилась, и уже через полтора часа в мясе осталось 52,8% влаги. Дальнейшее увеличение температуры до 75° позволило за 65 мин. снизить влажность мяса до 47,9%.

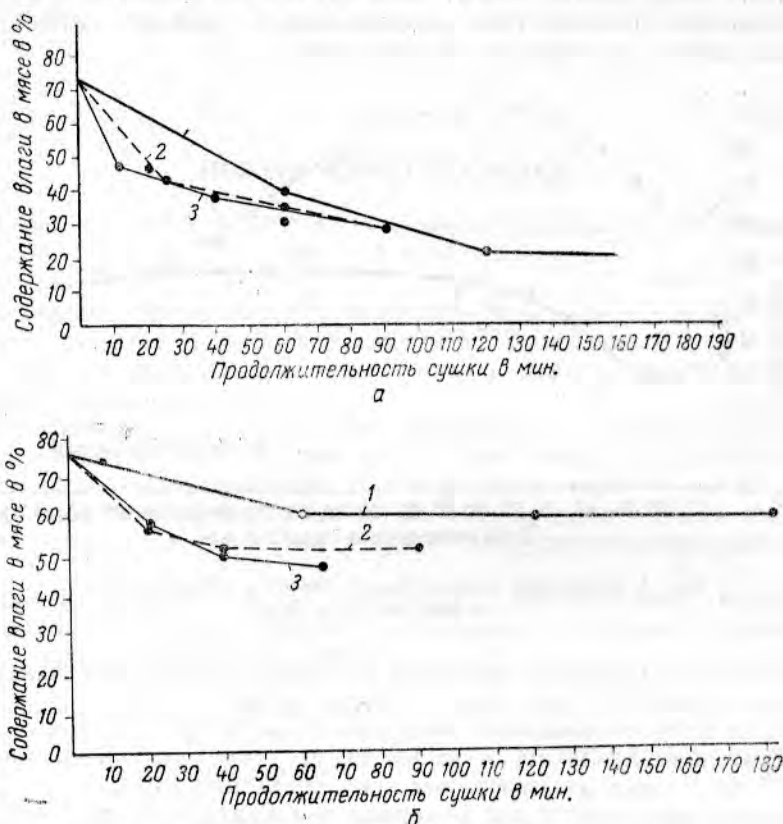


Рис. 2. Изменение содержания влаги в дефростированном китовом мясе в процессе сушки:

а—при разном давлении и разной температуре жира: *б*—остаточное давление 8—12 мм рт. ст., температура 60°; 2—остаточное давление 75 мм рт. ст., температура 75°; 3—остаточное давление 100 мм рт. ст., температура 73°; *б*—при давлении 150 мм рт. ст. и разной температуре: 1—55°; 2—68°; 3—75°.

Таким образом, проведенные опыты показывают, что сушка в жире под вакуумом в основном протекает по тем же законам, что и обычная вакуумная сушка [1]: основная масса влаги удаляется на первой стадии процесса (в течение первых 20—30 мин.). Температура жира (а значит, и температура высушиваемого материала) в небольшой степени зависит от температуры в аппарате; скорость сушки определяется глубиной вакуума и температурой жира, причем последний фактор имеет большее значение.

Роль жира, очевидно, заключается в том, что он интенсивно передает тепло высушиваемому материалу, благодаря чему сушка в жире протекает намного быстрее, чем в воздухе. Помимо ускорения процесса, сушка в жире дает еще одно существенное преимущество: замешая в материале влагу, жир предотвращает сжимание высушиваемой ткани.

Недостатком описываемого способа сушки в растительном или рыбьем жире под вакуумом является то, что жир, остающийся в высушенном мясе, может окисляться и при длительном хранении необходимо принимать специальные меры для предупреждения этого процесса.

Внешний вид образцов обезвоженного мяса зависит от режима суш-

ки и от содержания в мясе влаги. Хорошо высушенные образцы (влажность 10—15%) окрашены в темно-коричневый цвет и жесткие на ощупь. При замачивании в воде они набухают примерно на 140—150% по весу и приобретают розовую окраску.

Недефростированное замороженное мясо (толщина кусков около 3 мм, температура минус 5—6°) погружали в жир, нагретый до 82—84°. При температуре жира 65° и давлении 11—15 мм рт. ст. мясо за 20 мин. высыхало до остаточной влажности 18,2%. Кусочки мяса толщиной около 10 мм при тех же условиях высыхали за 3 часа.

Обезвоженное мясо было очень темным и жестким, но при замачивании в воде оно заметно светлело и становилось эластичным. Как правило, органолептические показатели этих образцов мяса были лучше, чем показатели мяса, высушенного после дефростации. Таким образом, описанные опыты показали возможность сушки мяса без предварительного дефростирования.

Весьма интересным является характер изменения температуры жира в процессе сушки недефростированного мяса. В начале процесса она резко снижается, а спустя примерно 5 мин. начинает повышаться и постепенно достигает показателей температуры в аппарате.

При проведении опытов по сушке мяса отбор проб из аппарата неизбежно нарушал течение процесса. Поэтому несколько опытов по сушке дефростированного и недефростированного мяса было проведено без отбора проб. При давлении 100 мм и температуре 62° через 4 часа 20 мин. сушки дефростированное мясо содержало 3,3% влаги, а недефростированное — до 10,0% влаги. Это свидетельствует о том, что дефростация мяса оказывает известное влияние на скорость высушивания.

ВЫВОДЫ

1. Основным преимуществом сушки китового мяса в жире под вакуумом по сравнению с обычной вакуумной сушкой является значительное (в 3—5 раз) увеличение скорости сушки. Жир играет роль агента, обеспечивающего интенсивную и равномерную передачу тепла от нагретых стенок аппарата к высушиваемому материалу.

2. При сушке жир замещает в мясе часть испаряющейся влаги, что предотвращает сильное сжатие мышечной ткани.

3. Характер процесса сушки в жире под вакуумом в основном совпадает с течением процесса при обычной вакуумной сушке. Скорость удаления влаги наибольшая в начале процесса, когда теряется основное количество влаги. Понижение температуры жира, а следовательно, и температуры высушиваемого материала в начале сушки зависит от скорости испарения и в течение определенного периода не зависит от температуры в аппарате. Скорость сушки определяется глубиной вакуума и температурой. Последний фактор имеет большее значение.

4. Ориентировочно оптимальным режимом сушки дефростированного свежемороженого китового мяса в жире под вакуумом в лабораторном аппарате следует считать: а) остаточное давление 10—15 мм рт. ст., начальная температура жира 70—75°, конечная — 65—70°, продолжительность сушки 1,5—2 часа; б) остаточное давление 100—150 мм, начальная температура жира 70—75°, конечная — 65—70°, продолжительность сушки 4—4,5 часа.

5. Возможна сушка мороженого китового мяса без предварительного дефростирования. В этом случае начальная температура масла должна быть 80—85°. Остальные параметры те же, что и при сушке дефростированного мяса.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лыков А. В., Теория сушки, Госэнергоиздат, 1950.
2. Патент (Д.В.Р. 891351 к 1. 53 с vom. 12/11 1943, ausg. 28/9, 1953).
3. Chemisches Zentralblatt, 125, 33, 7538 (1954).

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОПОСОЛА РЫБЫ

Канд. техн. наук В. Н. ПОДСЕВАЛОВ

Для ускорения просаливания мяса и рыбы был предложен новый способ посола с применением электрического тока.

Первые сведения об электропосоле появились в русской литературе в 1897 г. В опубликованной работе [2] рекомендовалось солить мясо в крепком растворе соли при воздействии электрического тока «средней силы». Продолжительность посола составляла 10—12 час. К сожалению, в статье не были указаны ни сила тока, ни температура процесса, ни соленость получаемого продукта.

В 1919 г. в Самаре инженер Терновский предложил метод электропосола рыбы и мяса. Президиум ВСНХ поддержал это предложение и отпустил средства для проведения работ в промышленном масштабе. С этой целью на барже была оборудована электрозасолочная станция с двумя динамомашинами постоянного тока. Опыты проводили в дубовых чанах емкостью 1—4 м³. Рыбу или мясо загружали в чан, заливали 20%-ным раствором соли и пропускали постоянный ток в 40—60 а при напряжении 6 в. Соленость продукта при продолжительности посола 1 сутки составляла в отдельных опытах 6—11%.

Проф. Ю. У. Балталон, ознакомившись с работой завода в 1919 г., сделал заключение о непригодности электрозасола, как не имеющего никаких преимуществ перед обычным посолом.

К. А. Киселевич [1], принимавший участие в электропосоле рыбы несколько позднее (в 1920 г.), когда метод был уже значительно усовершенствован, охарактеризовал электропосол с положительной стороны.

В 1935 г. опыты по электропосолю преимущественно с переменным током проводил П. Сурьмин в лаборатории Астрыбвтуса и на рыбозаводе имени Астраханского пролетариата. По его данным, скорость просаливания рыбы при электропосоле была больше, чем при обычном посоле [4].

В. С. Садиков [3] также характеризует электропосол с положительной стороны, отмечая быстроту процесса просаливания.

Ввиду противоречивых данных об электропосоле рыбы в КаспНИРО были проведены исследования по посолу рыбы с применением электрического тока. В этой работе, кроме автора, принимали участие сотрудники института А. Ф. Юркин, Н. П. Аралов и Крыницкая.

Рассмотрим процессы электролиза в жидкости (вдали от электродов) и электроосмотические явления, происходящие при посоле рыбы.

Известно, что ток через растворы электролитов переносится ионами растворенного вещества. Количество перенесенного вещества и количество перенесенного электричества прямо пропорциональны друг другу.

Если через какую-либо жидкостную цепь прошла 1 ф электричества, то вследствие непрерывности тока через любое поперечное сечение этой цепи прошел 1 г-экв ионов, независимо от концентрации растворенного вещества в данном месте жидкости.

Для различных солей число переноса зависит от концентрации раствора (табл. 1).

Таблица 1

Соль	Число переноса анионов при температуре 18° и концентрации									
	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1	2	3
KCl	—	0,506	0,507	0,507	0,508	0,509	0,513	0,514	0,515	—
NaCl	0,603	0,604	0,605	0,608	0,611	0,620	0,623	0,637	—	0,646

Если на пути тока находятся растворы разной концентрации, то ионы Cl будут перемещаться. Например, между двумя слоями насыщенного раствора NaCl находится слой очень малой концентрации NaCl (0,005 N), отделенный от первых двух перегородками, не задерживающими движение ионов (рис. 1). Через растворы прошла 1 ф

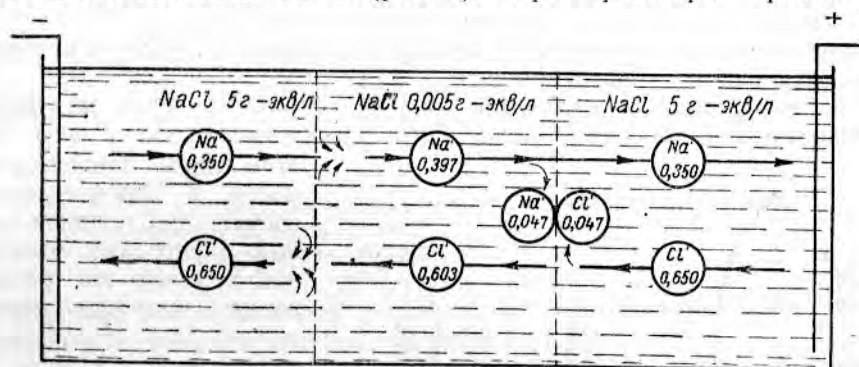


Рис. 1. Схема перемещения ионов хлора под влиянием электрического тока.

электричества. Пользуясь данными табл. 1, можно сказать, что в более концентрированном растворе поваренной соли к аноду передвинется 0,650 г-экв хлора, а в слабом растворе соли — только 0,603 г-экв. Это значит, что к катодной стороне среднего слоя (на рисунке — правой) подойдет больше ионов хлора, чем может от нее уйти, т. е. образуется их избыток; у анодной стороны раствор обеднеет ионами хлора на величину, равную разности чисел переноса, т. е. на $0,650 - 0,603 = 0,047$ г-экв.

На катодной стороне накопится такое же количество ионов Na⁺, ушедших с анодной стороны. Cl⁻ накапливается на границе соприкосновения растворов, со стороны насыщенного раствора, а Na⁺ — со стороны слабого раствора. Разумеется, что Na⁺ и Cl⁻ быстро соединятся в молекулы. Таким образом, накопится 0,047 г-экв соли на катодной стороне и исчезнет это количество соли — с анодной.

Если бы растворы не перемешивались конвекцией, то средний слой постепенно передвигался бы в сторону анода. При этом общее содержание соли в нем не изменялось бы.

Если в качестве среднего слоя используют мясо, то явление несколько изменяется (мы пока пренебрегаем присутствием других ионов в соках мяса, а также специфическим действием диафрагм на число переноса). В слое мяса, обращенном к катоду, будет накапливаться соль. При дальнейшем прохождении тока осолоненный слой мяса будет играть роль насыщенного раствора и осолонять следующий слой мяса и т. д. Граница повышенного содержания соли будет постепенно продвигаться в глубь куска. С катодной стороны опреснение, как уже

сказано, будет перемещаться в сторону анода, т. е. вне куска. Обедневшие солью и ставшие более легкими слои рассола будут вытесняться и заменяться свежими. Использование тока при посоле оказывается крайне низким: 1 ф переносит 1 г-экв ионов, из которых только 0,047 г-экв идет на увеличение солености мяса. Иными словами, 95,3% тока тратится бесполезно.

Соленость мяса, полученная путем диффузии, оказывается за то же время во много раз большей.

Так, кусок мяса под действием тока 200 ма солили в течение 6 час. При использовании тока на 5% он мог внести в мясо 0,13 г соли. Проникновение соли за счет диффузии за то же время составило около 4 г.

Таким образом, мы установили, что за счет чисто электролитических явлений большого ускорения посола не происходит.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ РЫБЫ

При посоле рыбы с помощью электротока происходят электроосмотические процессы, вычисление которых связано с электропроводностью мяса.

Сопротивление измеряли по методу Кольрауша переменным током, получаемым от катушки Румкорфа.

Для выравнивания импульсов тока во вторичную цепь индуктора последовательно включали конденсатор емкостью около 1 мкф. Без

этой меры предосторожности в измерительных сосудах наблюдался слабый электролиз, вызванный тем, что ток замыкался катушки значительно больше обратного полупериода. При наличии конденсатора разница в полупериодах сглаживалась и электролиза не наблюдалось. Общая схема включения приведена на рис. 2.

В качестве измерительного сосуда была использована трубка бюретки длиной около 6 см, к концам которой плотно через резиновые пробки пригоняли электроды (рис. 3). Испытуемый образец цилиндрической формы вставляли в трубку так, чтобы он заполнил трубку по диаметру,

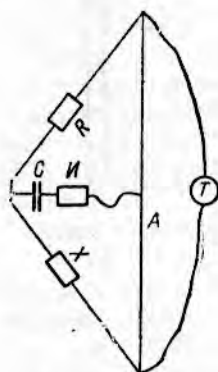


Рис. 2. Схема включения прибора при определении электросопротивления рыбы:

А — реохорд; Т — телефон; И — индуктор; С — конденсатор; R — магазин сопротивлений; X — испытуемый образец рыбы.

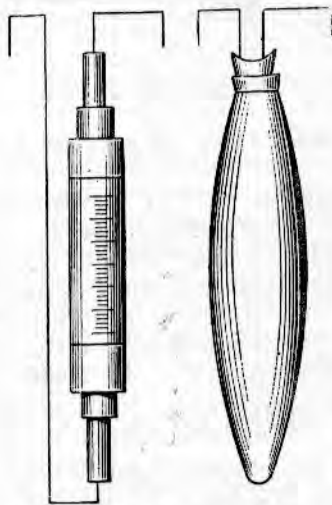


Рис. 3. Прибор для определения электросопротивления рыбы.

и слегка сжимали его между электродами. На выступающие концы электродов, по направлению оси трубки, надевали резиновое кольцо. Длину трубки между электродами тщательно измеряли. После этого на весь прибор надевали оболочку из очень тонкой резины и в таком виде погружали его в водяной термостат, где выдерживали при температуре опыта 2 часа до начала измерения. Удельное сопротивление вычисляли по формуле

$$\rho = R \frac{S}{l},$$

а величину удельной электропроводности — по формуле

$$X = \frac{1}{\rho}$$

где: ρ — удельное сопротивление в $\text{ом} \cdot \text{см}$;

X — удельная электропроводность в обратных $\text{ом} \cdot \text{см}$;

R — измеренное сопротивление в ом ;

S — площадь трубки в см^2 ;

l — длина трубки в см .

Данные по электропроводности свежего и соленого мяса сома, а также изотонического раствора соли, полученные опытным путем, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Температура в °	Электропроводность в обратных $\text{ом} \cdot \text{см}$			Отношение электропроводности рыбы и раствора
	свежего мяса	соленого мяса ¹	изотонического раствора соли ²	
0	0,0025	0,0521	0,0905	0,576
12	0,0036	0,0697	0,1242	0,560
25	0,0049	0,0818	0,1620	0,505

¹ Содержание соли в мясе 9,5%, концентрация клеточного сока рыбы 10,9%.

² Концентрация раствора 10,9%.

Средний температурный коэффициент электропроводности, вычисленный для каждого интервала температур по формуле

$$\alpha_{t-t_1} = \frac{x_t - x_{t_1}}{t - t_1},$$

приведен в табл. 3.

Таблица 3

Интервал температур в °	Температурный коэффициент мяса	
	свежего	соленого (содержание соли 9,5%)
0—12	0,000091	0,00140
12—25	0,000088	0,00095

Из табл. 2 видно, что разница между электропроводностью мяса рыбы при разных температурах меньше, чем разница между электропроводностью рыбы и изотонического раствора соли. Поэтому можно предполагать, что ток в толще мяса рыбы проходит по иным законам, чем в свободном растворе, и числа переноса ионов натрия и хлора в рыбе будут другими, чем в растворе соли.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЫБЫ

Под электрокинетическим скачком потенциала понимают разность потенциалов, возникающую на границе твердой фазы и электролита. Эта разность потенциалов вызвана избирательной адсорбцией некоторых ионов поверхностью твердой фазы, которая вследствие этого приобретает заряд, соответствующий знаку заряда адсорбированных ионов.

Ионы противоположного знака, оставшиеся свободными в электролите, будут электростатически притянуты к заряженной поверхности и локализируются на небольшом (10^{-5} — 10^{-7} см) расстоянии от нее. Таким образом, создается двойной электрический слой, одна из обкладок которого неподвижно связана со стенкой, а другая находится в жидкости и удерживается около первой силами притяжения.

Ввиду того, что силы диффузии будут стремиться унести скопившиеся ионы от стенки и равномерно распределить их в жидкости, структура подвижного слоя будет как бы размытой, ионы будут занимать некоторое пространство (диффузный слой), причем плотность (густота расположения) ионов будет убывать по мере удаления от стенки. В процессе электролиза на двойной слой накладывается внешняя электродвижущая сила, вследствие чего подвижная обкладка двойного слоя притягивается к одному из полюсов и в своем движении к нему увлекает жидкость, находящуюся в порах.

Количественная сторона переноса определяется формулой Гельмгольца:

$$V = K \frac{\varphi i}{\eta x},$$

где: V — объем перенесенной жидкости в $\text{см}^3/\text{мин}$;

K — коэффициент, зависящий от диэлектрической постоянной жидкости;

φ — электрокинетический потенциал в в ;

i — сила тока в а ;

x — электропроводность жидкости в обратных $\text{ом} \cdot \text{см}$;

η — вязкость раствора в сантипуазах.

Величина переноса пропорциональна электрокинетическому потенциалу и силе тока и обратно пропорциональна вязкости и электропроводности жидкости.

Для измерения переноса жидкости в мясе рыбы был построен прибор, изображенный на рис. 4. Мясо рыбы, зажатое между целлулоидными сеточками, помещают в стеклянную трубку, снабженную боковым отводом. Нижняя сеточка лежит на резиновой втулке. Ток подводится через электроды, представляющие собой медную проволоку в растворе хлорной меди. Соединительная трубка может быть зажата пружинным зажимом — в таком виде нижний электрод разобщен с прибором.

Перед началом опыта весь прибор наполняют нужным раствором, который засасывается также в соединительный сифон. После этого открывают нижний зажим и пропускают ток. Так как электроды достаточно удалены от диафрагмы, ионы меди не попадают на нее во время опыта. Перенос воды определяют по изменению столбика жидкости в капилляре. Для устранения ошибки, могущей произойти от изменения

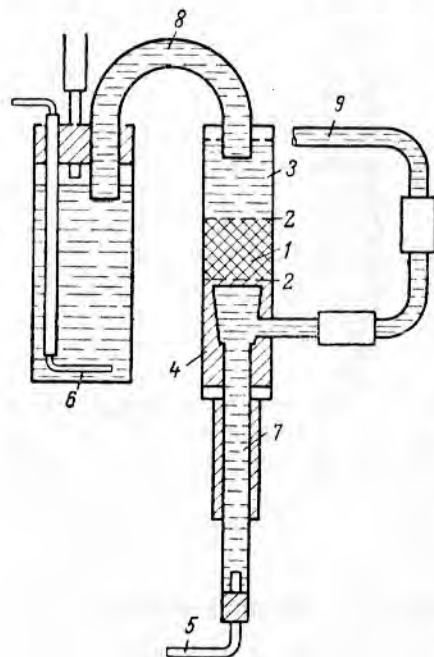


Рис. 4. Прибор для измерения переноса жидкости в мясе рыбы:

1 — исследуемый образец рыбы; 2 — сеточки; 3 — трубка; 4 — втулка; 5, 6 — электроды; 7 — соединительная трубка; 8 — сифон; 9 — капилляр.

температуры в нижней части прибора, направление тока меняют через каждые 10 мин., измеряя количество воды, прошедшей через образец за это время. Вследствие переноса воды объем жидкости в капиллярной трубке прибора то увеличивается, то уменьшается.

Измерение производят 10—12 раз при различных направлениях тока.

В табл. 4 приведены данные по переносу раствора соли через различные образцы рыбы при температуре 25°.

Таблица 4

Объект исследования	Концентрация раствора в %	Ток в ма	Продолжительность действия тока в мин.	Перенос жидкости в см ³
Свежее мясо	0,5	10	10	0,0101
	2,5	10	10	0,0062
	5	10	10	0,0033
	10	10	10	0,0012
	13	20	5	—
	26	20	10	0,0034
Слабосоленое мясо	13	20	5	0,0014
Соленое мясо	26	20	5	0,0017
	26	20	10	0,0002
Кожа сома свежая	0,5	10	10	0,0085

Перенос жидкости ясно выражен только в слабых растворах соли. При концентрации ее более 10% и в свежем мясе переноса жидкости почти не наблюдалось. Соленое мясо, в противоположность свежему, заряжено положительно. Поэтому перенос происходит преимущественно в сторону анода. Кожа сома заряжена отрицательно — жидкость в коже движется к катоду.

На основании данных табл. 4 можно подсчитать количество соли, вносимой в кусок рыбы током 200 ма за 6 час.

Для растворов различной концентрации это количество будет следующим:

Концентрация соли в %	0,5	2,5	5	10	26
Перенесено соли в г	0,036	0,11	0,120	0,090	0,270

Как видно из этих цифр, количество соли, вносимой в рыбу, очень мало и составляет 7—8% количества соли, проникающей в рыбу за то же время вследствие диффузии.

При таких малых величинах переноса раствора соли нет смысла вычислять электрокинетический потенциал, так как ошибка опыта может оказаться больше найденной величины.

ПОСОЛ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Для выяснения влияния переменного тока на скорость проникновения соли в мясо рыбы кусочки сома определенного размера солили в насыщенном растворе соли и выдерживали в нем от 1 до 6 час. Контрольные опыты проводили в тех же условиях, но без тока.

Каждый кусочек рыбы (цилиндрической формы, диаметром около 4,7 см и толщиной 1,5 см) вставляли как пробку в стеклянную трубку, которую опускали в стакан. Электроды представляли собой плоские

спирали из железной проволоки. Во время опытов определенную температуру раствора соли (22°) поддерживали путем прибавления охлажденного на льду рассола и перемешивания жидкости во внешнем и внутреннем стаканах. Отношение количества раствора к весу рыбы составляло примерно 30 : 1.

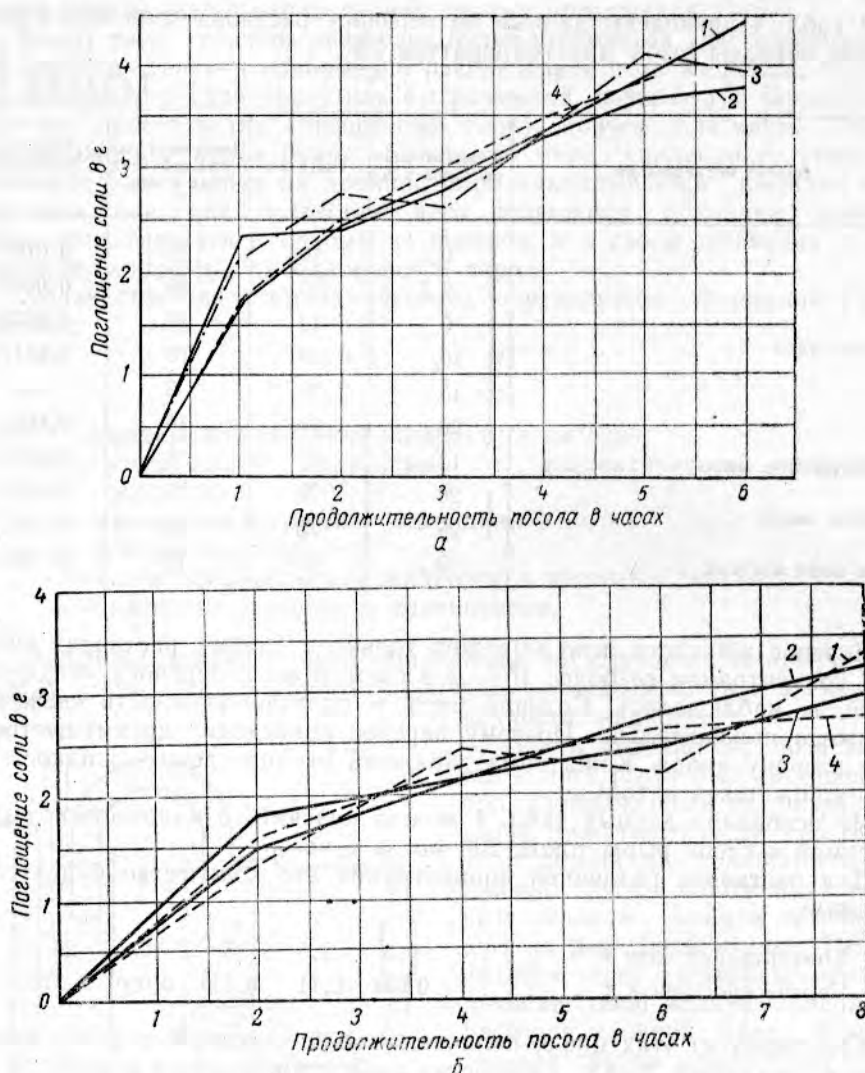


Рис. 5. График посола мяса сома при температуре 22° :

а—в насыщенном растворе: 1—без тока; 2—с током 200 ма; 3—с током 150 ма; 4—с током 300 ма; б—в растворе с концентрацией соли 18%: 1, 2—с током; 3, 4—без тока.

В первой серии опытов испытывали влияние на скорость посола тока силой 200 ма (плотность тока 120 а/м^2 образца рыбы) и 300 ма (плотность тока 180 а/м^2).

Результаты опытов, приведенные на рис. 5, свидетельствуют о том, что заметного ускорения просаливания кусочков рыбы в этом случае не наблюдается.

Вторая серия опытов с переменным током была поставлена при концентрации раствора соли 12 и 18%. Так же, как и в предыдущем случае, результаты получились отрицательные: ускорения просаливания рыбы по сравнению с обычным посолом не наблюдалось.

Третья серия опытов была проведена для выяснения влияния температуры на скорость посола рыбы. Переменный ток силой 200 *ма* пропустили через 18%-ный раствор соли при разной температуре. Продолжительность посола 4 часа.

Результаты опытов (табл. 5) свидетельствуют, что ускорение процесса посола рыбы при повышении температуры не наблюдается.

Таблица 5

Способ посола	Содержание соли в рыбе при температуре посола в °			
	0		22	
	в %	в г	в %	в г
С током	{ 2,60	1,14	5,77	2,44
	{ 2,21	1,10	4,37	2,13
Без тока	{ 2,82	1,23	4,96	2,17
	{ 2,67	1,12	4,63	2,30

ПОСОЛ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В опытах с постоянным током электроды были вынесены в отдельные сосуды с рассолом, а к электролизерам ток подводили посредством сифонов, наполненных рассолом. Солили куски мяса севрюги и белуги. Влияние крепости раствора соли выясняли путем посола рыбы в рассоле с концентрацией соли 12, 18 и 24% в течение 4 час.

Для выяснения влияния температуры рыбу в течение 4 час. солили в рассоле с концентрацией соли 24% при 0 и 20°. Заметной разницы в скорости просаливания при этом не обнаружено.

Результаты опытов по посолу рыбы с применением постоянного тока и без него приведены в табл. 6 и 7.

Таблица 6

Сила тока в <i>ма</i>	Напряжение тока в <i>в</i>	Содержание соли в %	Содержание влаги в %	Продолжи- тельность по- сола в час.
Белуга				
150	25	10,06	64,91	6
0	0	13,07	63,53	6
175	37	13,26	64,74	6
0	0	11,78	65,05	6
200	49	12,98	65,47	6
0	0	8,67	70,03	6
300	44	11,70	66,90	5
0	0	11,17	67,65	5
500	60	11,42	68,96	5
0	0	12,39	66,33	5
300	45	12,57	66,18	5
0	0	11,48	66,28	5
300	43	11,55	67,74	5
0	0	12,77	56,16	5

Сила тока в ма	Напряжение тока в в	Содержание соли в %	Содержание влаги в %	Продолжи- тельность по- сола в час.
-------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	---

Севрюга

150	—	3,71	72,36	1,75
150	—	3,68	72,63	
0	—	4,07	71,73	
0	—	3,66	72,03	
150	—	4,12	71,67	4
150	—	5,34	70,81	
0	—	4,75	71,47	
0	—	4,95	71,16	
150	—	7,87	68,84	6
150	—	6,76	68,97	
0	—	6,45	70,38	
0	—	6,56	66,90	
150	—	7,98	70,17	8
150	—	10,15	66,85	
0	—	8,12	68,20	
0	—	7,72	69,60	
150	—	8,71	—	12
150	—	8,33	—	
0	—	7,84	—	
0	—	8,21	—	

Примечание. Опыты проводили в рассоле концентрацией 24% и температурой 20°.

Таблица 7

Сила тока в ма	Содержание соли и влаги в рыбе в % при продолжительности опыта 4 часа и концентрации рассола в %			
	12		18	
	соль	влага	соль	влага
150	2,87	76,68	4,06	75,28
150	2,97	75,86	4,78	74,30
0	2,62	75,84	4,45	74,18
0	3,02	75,67	4,21	74,38

Из приведенных данных видно, что при посоле белуги в течение 5—6 час. в одних случаях под действием электрического тока процесс ускорялся, а в других — замедлялся. При посоле севрюги в течение 4 час. ускорения процесса достигнуто не было.

ВЫВОДЫ

1. Применение переменного тока не ускоряет процесса просаливания рыбы.

2. Применение постоянного тока несколько ускоряет проникновение соли в мясо рыбы, но это ускорение настолько мало, что при организации посола с применением электротoka расходы на специальное оборудование и электроэнергию не окупятся выгодами от ускорения процесса посола рыбы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Киселевич К. А., Опыты электролитического посола рыбы и мяса, Труды Астраханской ихтиологической лаборатории, т. V, вып. 1, 1923.
2. Консервирование питательных веществ по способам гг. Пинто и Кюн, «Вестник рыбопромышленности», 1897, № 4.
3. Садиков В. С., Курс биологической химии, изд. Кубуч, Ленинград, 1935.
4. Сурьмин П., Опыт электропосола рыбы, «Рыбное хозяйство СССР», 1936, № 8.

ТУЗЛУЧНЫЙ ПОСОЛ РЫБЫ В КОНТЕЙНЕРАХ

Канд. техн. наук А. И. СУКРУТОВ

В настоящее время в посол направляют главным образом сельдевых рыб, а также рыб, из которых изготовляют копченую и вяленую продукцию.

Наши многолетние исследования позволили разработать способ, улучшающий технологию приготовления соленого полуфабриката из леща и воблы, идущих на копчение и вяление. Этот способ обеспечивает проведение процесса посола рыбы без кантовок или перевалок из ларя в ларь, а также дает возможность механизировать такую трудоемкую операцию, как выгрузка рыбы из посольных ларей.

С целью установления оптимального режима посола в лабораторных условиях проводили опыты по посолу кусков (размером $3 \times 3 \times 2,5$ см) и целой рыбы среднего размера сухой солью, в тузлуке с предварительным льдосоляным замораживанием рыбы и без замораживания, в циркулирующем тузлуке при температуре 10, 20 и 32° с колебаниями 1—2° в ту и другую сторону. Количество солевого раствора в 8—10 раз превышало вес рыбы, что обеспечивало необходимое постоянство концентрации соли — насыщенный раствор. При сухом посоле дозировка соли составляла 35—40% к весу сырья.

При тузлучном посоле куски рыбы, вырезанные из спинной части одного крупного судака, укрепленные на стеклянных крючках, погружали в сосуд с солевым раствором. Опыты по сухому посолу проводили в стеклянных кристаллизаторах. Пробы на анализ отбирали через определенные промежутки времени.

Результаты анализов кусочков рыбы приведены в табл. 1, из которой видно, что существенной разницы в проникновении соли в рыбу при сухом посоле и при посоле в растворе нет.

При посоле воблы применяли смешанный (сухой солью с добавлением небольшого количества солевого раствора) и тузлучный посолы. Изменение содержания соли в мясе воблы в зависимости от условий посола приведено в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что при тузлучном посоле проникновение соли в мясо воблы в большинстве случаев было примерно таким же, как и при смешанном посоле. Такие же результаты были получены и некоторыми другими исследователями [1, 4].

Для определения влияния циркуляции солевого раствора на процесс посола были проведены опыты по посолу кусочков рыбы в циркулирующих растворах соли. Скорости циркуляции 6—8 м/мин достигали при помощи механизированной мешалки.

Опыты показали, что при посоле кусочков судака нет заметной разницы в содержании соли в рыбе, находившейся в циркулирующем растворе и в растворе без циркуляции. При посоле кусочков мяса сельди некоторая разница в солености имеется (табл. 3). Можно предположить, что это зависит от разного содержания жира в мясе судака и сельди.

Таблица 1

Характеристика посола	Содержание соли в рыбе в % при продолжительности посола в час.								
	0,5	1	1,5	2	3	5	8	16	24
Теплый посол (16—18°)									
сухой солью	5,2	7,3	—	10,0	12,2	—	16,2	17,7	19,3
в растворе	5,8	8,4	—	10,5	12,5	14,8	16,4	—	19,7
Посо́л с предварительным замораживанием рыбы (8—10°)									
сухой солью	5,8	—	7,2	—	9,1	—	13,7	15,0	15,6
в растворе	6,2	—	8,5	—	10,0	11,1	12,4	14,6	15,3
Охлажденный посо́л без замораживания рыбы, в растворе (8—10°)	4,9	—	6,6	—	8,2	8,8	10,7	13,1	14,2

Таблица 2

Характеристика посола	Содержание соли в рыбе в % при продолжительности посола в часах						
	2	4	7	16	24	48	72
Теплый посо́л (17—19°)							
смешанный	1,6	1,8	3,8	7,0	9,0	15,2	—
в растворе	1,8	2,0	3,9	7,5	10,0	15,8	—
Посо́л с предварительным замораживанием рыбы (2—6°)							
смешанный	1,0	1,2	1,5	2,1	3,2	4,5	7,5
в растворе	1,3	1,6	1,9	2,6	2,7	4,3	8,0
Посо́л с охлаждением (2—6°), в растворе	0,7	1,0	1,2	1,7	2,6	4,0	6,0

Таблица 3

Вид рыбы и способ посола	Содержание соли в рыбе в % при продолжительности посола в час.						
	0,5	1,5	3	5	8	16	24
Судак							
с циркуляцией	8,2	12,8	14,1	14,5	16,8	17,5	19,0
без циркуляции	8,6	13,0	14,2	15,4	16,7	17,3	18,5
Сельдь							
с циркуляцией	9,6	12,6	15,5	16,0	16,7	18,4	18,8
без циркуляции	8,9	10,2	13,2	14,8	16,3	16,8	17,2

Данные опытов по посолу целой рыбы (табл. 4) показали, что вобла, имеющая менее плотную и слабоприлегающую к коже чешую в подвижном и неподвижном растворах просаливается с одинаковой скоростью. В то же время при посоле окуня, у которого чешуйчатый покров более плотный, соль в рыбу в подвижном рассоле проникает более интенсивно, чем в неподвижном.

Таблица 4

Вид рыбы и способ посола	Содержание соли в рыбе в % при продолжительности посола в час.							
	1,5	2	4	5	7	16	24	48
Вобла								
с циркуляцией	—	1,4	1,6	—	3,8	8,3	8,7	13,5
без циркуляции	—	1,4	1,8	—	3,8	7,5	12,1	13,1
Окунь								
с циркуляцией	3,6	—	—	10,5	—	—	15,3	—
без циркуляции	2,2	—	—	7,8	—	—	12,6	—

Влияние чешуйчатого покрова на процесс посола отмечено также в работах Леванидова [7], Драгунова и Касиновой [5].

Для определения влияния температурных условий на скорость просаливания рыбы были проведены опыты по посолу кусков мяса рыбы в солевом растворе с температурой 10, 20 и 32°. Результаты этих опытов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Продолжительность посола в час.	Содержание соли в рыбе в % при температуре посола в °		
	32	20	10
0,5	9,0	7,3	6,0
1,5	10,3	9,7	7,8
3,0	13,0	12,0	9,5
5,0	15,0	15,1	12,5
8,0	16,0	—	13,5
16,0	—	16,8	—
24,0	16,8	18,0	14,5

Наибольшая разница в скорости посола рыбы в рассоле с температурой 32 и 20° наблюдалась в первые часы посола. В дальнейшем эта разница сгладилась. В охлажденном солевом растворе с температурой около 10° отмечено небольшое замедление процесса проникновения соли в рыбу.

При посоле в теплых растворах мясо рыбы становится плотным, особенно в верхних слоях, что создает неблагоприятные условия для проникновения соли внутрь рыбы. Это положение наглядно подтверждается опытами по посолу кусочков мяса судака в солевых растворах с температурой 30 и 8° (табл. 6). При отборе проб на анализ со всех сторон кусочка рыбы срезали слой мяса толщиной от поверхности 0—5, 5—10 и 10—20 мм (центр куска).

Таблица 6

Способ посола	Слой мяса (от поверхности) в мм	Соленость рыбы в % при продолжительности посола в час.					
		0,5	1,5	3	5	8	24
При 30°	0—5	12,2	13,8	14,5	16,3	16,8	17,6
	5—10	2,5	5,9	8,6	14,6	—	14,8
	10—20	1,6	2,5	4,6	—	11,0	12,8
При 8°	0—5	8,4	9,6	13,6	14,5	14,9	16,7
	5—10	2,1	4,8	6,4	7,9	—	12,2
	10—20	1,8	1,9	2,8	4,9	7,1	10,9

Наибольшая потеря влаги рыбой происходит при теплом посоле, а также при посоле с предварительным льдосоляным замораживанием. Наименьшее количество влаги извлекается из рыбы при посоле ее в охлажденном солевом растворе без льдосоляного замораживания (табл. 7).

Таблица 7

Способ посола	Потери влаги рыбой в % от веса сырья при солености рыбы в %								
	малосоленая			среднесоленая			крепосоленая		
	9,5—10,3	7,3—8,4	8,8—9,1	12,4—13,0	12,2—12,5	12,4—13,1	14,0—15,0	16,2	14,2—15,0
Тузлунный при температуре в °									
10	15,5	—	—	17,8	—	—	28,5	—	—
20	19,6	—	—	22,0	—	—	—	—	—
32	24,4	—	—	27,8	—	—	32,5	—	—
Посол при температуре 16—18°									
сухой	—	12,6	—	—	17,8	—	—	28,0	—
в рассоле	—	10,0	—	—	16,2	—	—	23,2	—
Посол при температуре 6—10° с замораживанием рыбы									
сухой	—	—	17,8	—	—	24,8	—	—	32,8
в рассоле	—	—	—	—	—	19,8	—	—	31,2
Посол в рассоле при температуре 8—10° без замораживания рыбы	—	—	16,2	—	—	—	—	—	29,0

Значительное количество влаги теряется даже после того, как соленость рыбы достигает 8—10%. Большое влияние на потерю влаги оказывает температура посола (см. рисунок).

Заметная разница в содержании соли в рыбе теплого и охлажденного посола наблюдается лишь в верхних слоях рыбы. Проникновение соли в более глубокие слои мяса рыбы с повышением температуры раствора замедляется, т. е. кусок рыбы просаливается неравномерно.

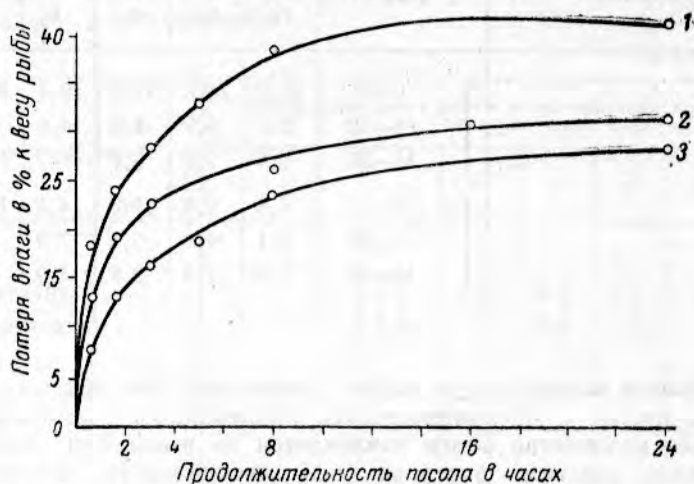


График потерь влаги кусочками судака при посоле их в растворе с температурой:
1—32—34°; 2—20—22°; 3—8—10°.

Этим объясняется появление в такой рыбе дефектов до того, как она успеет просолиться. Данные по посолу целой рыбы (воблы) в растворах с разной температурой приведены в табл. 8.

Таблица 8

Способ посола	Содержание соли в рыбе в % при продолжительности посола в час.					
	2	4	7	16	24	48
В растворе при температуре в °						
7	0,4	0,6	0,9	1,8	4,3	6,6
19	0,3	0,5	—	4,2	5,5	В рыбе появились дефекты
32	0,5	0,7	2,3	6,0	Рыба испортилась	
Сухой солью при температуре 32°	0,5	2,2	—	5,9	Рыба испортилась	

В отличие от проникновения соли в рыбу извлечение влаги при посоле зависит от способа посола, а также от температурных условий, в которых проходит посол (табл. 9).

Наши опыты показали, что при тузлучных посолах с охлаждением технологические потери несколько меньше, чем при посоле рыбы с предварительным замораживанием. Потери при посоле сухой солью выше потерь при посоле в растворе.

Производственные опыты по посолу рыбы были проведены в деревянных решетчатых контейнерах разных размеров, у которых площадь щелей между рейками составляла примерно 30% всей площади стенок

Таблица 9

Продолжитель- ность посола в час.	Проникло соли		Потеряно веса		Потеряно влаги рыбой	
	сухой посол	в растворе	сухой посол	в растворе	сухой посол	в растворе
в % к весу сыра						
2	2,1	3,5	4,6	4,2	7,3	7,1
16	7,2	8,9	16,9	15,0	25,5	23,2
24	9,5	10,6	19,0	17,0	27,2	25,6
48	12,0	11,6	22,0	19,2	34,2	30,5

и дна. Установлено, что контейнеры высотой больше 40 см применять нецелесообразно, так как при высоте слоя больше 50—60 см нижние ряды рыбы сдавливаются и поэтому требуется проведение дополнительных операций (кантовка) для обеспечения просаливания рыбы во всех слоях. В рыбе, взятой из угла контейнера, соли содержится на 1—2% больше, чем в рыбе, находящейся в центре такого контейнера, так как в углу, вблизи решетчатых стен, рыба более интенсивно омывается насыщенным соевым раствором. Контейнеры устанавливают в 3 или 4 яруса в посольный ларь; сверху должен оставаться некоторый запас высоты ларя для тузлука (тузлучная подушка).

Период циркуляции тузлука в ларе составлял 7—8 час.; в остальное время суток тузлук в ларе оставался неподвижным.

Соевой раствор, поступающий по трубам вниз, на дно ларя под рыбу¹, соприкасается с нижними ее слоями в контейнерах, опресняется, становится менее плотным и свободно поднимается в верхние слои по всей площади ларя.

Такие условия циркуляции позволяют проводить тузлучный посол крупных рыб. При загрузке ларя навалом рыба сильно сдавливается и тузлук циркулирует главным образом вдоль стенок ларя, в местах наименьшего сопротивления. В толще сдавленных слоев вокруг каждой рыбы образуются опресненные участки вследствие интенсивного выделения из рыбы влаги, особенно в первый период посола. Поэтому при всех способах посола приходится кантовать рыбу.

Опресненный тузлук по трубе поступает в рассолоконцентратор и после насыщения снова подается в напорный бак или в нагнетательную линию. Соотношение рыбы и тузлука по весу находится в пределах 1:1,3÷1:1,5. При такой циркуляции осуществляется двукратная смена тузлука в течение рабочей смены.

Основным критерием необходимой интенсивности циркуляции раствора является перепад его концентрации или плотности. Плотность тузлука, поступающего в ларь, составляет 1,2, а плотность вытекающего тузлука должна быть не ниже 1,185—1,190. Восстановление необходимой плотности раствора достигается в первые 1—1,5 часа его циркуляции. Этому способствует, особенно в первые дни посола, соль, насыпаемая на рыбу в количестве 6—8% от веса рыбы.

Сравнительные данные о содержании соли в мясе леща при посоле в контейнерах и навалом приведены в табл. 10.

При посоле в контейнерах и обычным способом в мясе отборной и крупной сельди нарастание солености происходит медленно: содержание соли в рыбе за месяц посола составляет 5—7%. Средняя сельдь, мало отличающаяся по размеру от крупной сельди, но содержащая меньше жира (4—6%), просаливается вдвое быстрее.

¹ Движение рассола осуществлялось по схеме, описанной Березиным [2].

Таблица 10

Продолжи- тельность по- солоа в сутках	Содержание соли в мясе леща в %			
	первый опыт		второй опыт	
	в контейне- рах	навалом	в контейне- рах	навалом
2	2,5	2,1	2,1	2,1
4	4,3	—	4,4	3,0
6	6,8	5,6	6,2	6,6
8	9,2	—	8,7	7,5
10	11,1	12,0	11,5	—
12	13,1	13,3	12,6	10,0

В табл. 11 приведены данные, характеризующие потерю влаги сельдью при посоле в контейнерах и при обычном посоле с предварительной спецморозкой (анализ рыбы в целом виде).

Таблица 11

Способ посола	Вес 1 экз. ры- бы в кг	Потеря влаги				Проникновение соли			
		в % к весу сырца при продолжительности посола в сутках							
		4	8	14	29	4	8	14	29
Обычный посол с замораживанием	1,3—1,4	2,3	—	7,3	11,0	2,7	—	4,0	6,2
Контейнерный по- сол с охлаждением	1,3—1,4	3,7	5,2	8,8	9,7	2,8	4,6	5,7	7,5
без охлаждения	0,9—1,0	4,5	7,1	12,0	16,0	3,8	4,4	5,6	6,8
	0,5—0,6	7,5	12,0	17,2	22,8	4,6	6,5	7,0	10,4

При посоле в контейнерах, например, отборной сельди (вес 1,3—1,4 кг) потеря влаги за 29 суток составила 9,7% от веса исходного сырка (16,8% от начального содержания влаги), а соли за это время проникло в рыбу 6,4%. При обычном посоле такой же отборной сельди потеряно влаги 11,0% (20% от начального ее содержания после спецморозки), а соли проникло 4,0% *. Если учесть 3—4% потерь влаги, получающихся при замораживании сельди, то величина потерь влаги, а следовательно, и величина технологических потерь при обычном посоле будет значительно выше, чем при контейнерном (табл. 12).

Большие потери влаги, а также белковых и жировых веществ при обычном посоле можно объяснить частичным разрушением клеток ткани рыбы при замораживании ее перед посолом.

При посоле в контейнерах рыба получается лучшего качества, чем при обычном посоле (табл. 13).

Снижение сортности при обычном посоле рыбы, загружаемой в ларь навалом, происходит в результате увеличения механических повреждений: деформации тканей (особенно брюшной части), спадения чешуи с рыбы.

* Перед посолом в сельди целиком, охлажденной льдосоляной смесью, содержалось соли 1,1%, а после спецморозки — 2,2%.

Таблица 12

Способ посола	Содержание соли в % к весу сырка	Потери в % к весу сырка				
		веса	влаги	плотных веществ без соли	в том числе	
					белковых	жира
Контейнерный посол свежей рыбы						
средней	10,4	13,5	22,8	1,4	1,0	0,32
крупной	6,8	8,6	16,0	1,6	0,9	0,54
Контейнерный посол охлажденной отборной рыбы	7,5	4,5	9,7	1,5	0,95	0,52
Обычный посол со спецморозкой отборной рыбы	6,2	7,3	11,0	2,4	1,34	0,92

Примечание. Анализировали рыбу целиком.

Таблица 13

Вид рыбы и время посола	Выход рыбы в %			
	контейнерный посол		обычный посол	
	I сорт	II сорт	I сорт	II сорт
Лещ, осень 1952 г.:				
до посола	88	12	71,5	28,5
после посола	88	12	68,0	32,0
Вобла, весна 1953 г.:				
до посола	89	11	91,5	8,5
после посола	84	16	80,0	20,0
Вобла, осень 1953 г.:				
до посола	84	16	67,0	33,0
после посола	84	16	62,0	38,0

Контейнерный посол рыбы может быть включен в механизированную линию посола рыбы, технологическая схема которой включает выгрузку сырка из судов, взвешивание, сортировку, загрузку рыбы в контейнеры, загрузку контейнеров в ларь, просаливание рыбы и выгрузку рыбы.

При контейнерном способе посола, в отличие от обычного посола, можно механизировать такую трудоемкую операцию, как выгрузка соленой рыбы из ларей, и упразднить разбрасывание рыбы и соли в ларь и кантовку рыбы.

ВЫВОДЫ

1. При посоле рыбы в охлажденном солевом растворе технологические потери меньше, а качество рыбы лучше, чем при посоле в теплом растворе.

2. Преимущество тузлучного охлажденного посола по сравнению с таким же посолом с предварительным льдосоляным замораживанием рыбы также заключается в уменьшении технологических потерь. При замораживании рыбы перед посолом из нее в большем количестве извлекается влага и плотные вещества. Циркуляция тузлука не влияет на величину технологических потерь и очень мало влияет на скорость проникновения соли в рыбу.

3. Посол рыбы в охлажденном рассоле рекомендуется проводить в деревянных контейнерах. Такой посол дает возможность механизировать выгрузку рыбы из посольных ларей, а также позволяет равномерно просолить рыбу в циркулирующем рассоле без дополнительной кантовки.

4. При посоле рыбы в контейнерах в охлажденном рассоле уменьшаются технологические потери и улучшается качество полуфабриката по сравнению с обычным посолом в ларях навалом.

5. Применение контейнерного способа посола рыбы возможно в специальных, а также в существующих специально оборудованных рыбобосольных помещениях.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Баль В. В., О некоторых физических свойствах тузлука, Сборник трудов Астраханского технического института рыбной промышленности, вып. 2, Астрахань, 1953.
 2. Березин Н. Т., Посол рыбы в циркулирующих тузлуках, «Рыбное хозяйство», 1940, № 12.
 3. Вечканов Е. Г., Посол мелкой рыбы в циркулирующих тузлуках, «Рыбное хозяйство», 1951, № 7.
 4. Воскресенский Н. А., Кинетика посола рыбы, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
 5. Драгунов А. М. и Касинова Н. В., Влияние движения рыбы в тузлуке на скорость просаливания, «Рыбное хозяйство», 1950, № 5.
 6. Леванидов И. П., Тузлучный (гидравлический) посол весенней тихоокеанской сельди, «Советский Сахалин», 1956.
 7. Леванидов И. П., Подсёвалов В. Н., Технология рыбных продуктов, часть II, Гизлегпищепром, 1953.
 8. Сукрутов Н. И., Пути сокращения технологических потерь при посоле рыбы, «Рыбное хозяйство», 1950, № 8.
 9. Сукрутов Н. И., Внедрить механизированный способ посола рыбы в циркулирующих тузлуках в контейнерах, «Рыбное хозяйство», 1954, № 7.
 10. Тимофеев Л. Н., Посол тюльки в циркулирующем тузлуке, «Рыбное хозяйство», 1951, № 10.
-

ЗАМОРАЖИВАНИЕ РАКОВ И ХРАНЕНИЕ ИХ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Канд. техн. наук Г. К. КОВАЛЬЧУК, инженер-технолог З. С. ПАРШИНА

Речные раки — ценный объект промысла. Мясо их содержит до 16% белковых веществ и обладает приятным специфическим вкусом. Раки являются деликатесным продуктом и пользуются большим спросом.

Биология речных раков, техника их лова, способы сохранения и перевозки в живом виде подробно описаны в литературе [1, 2, 4, 6].

Технические условия длительных перевозок живых раков сводятся к предохранению их от воздействия внешних факторов (температуры, механических воздействий) и соблюдению санитарных правил. При упаковке раков на дно тары, имеющей щели, кладут немного сухого чистого упаковочного материала (мха), на который рядами укладывают чистых обсушенных раков, перекладывая каждый ряд мхом.

Однако даже при соблюдении этих правил отход раков при перевозке на дальние расстояния очень велик и составляет, по данным Ростовского рыбторга, от 20 до 50%. Кроме того, при хранении и перевозке живые раки теряют в весе. По данным Будникова и Третьякова [2], после суточного хранения на воздухе при температуре 11° потеря веса составляет 7%, при температуре 16° — до 9%, а при температуре 22° — до 20%.

Оптимальной для хранения и перевозки живых раков считается температура 7—8°, но и при этих условиях раков невозможно сохранять длительное время в живом виде; употребление же в пищу снулых раков вызывает отравление.

Опыты по замораживанию раков с целью удлинения срока их сохранности проводились в 1934 г. сотрудниками ВНИИРПа на Ахтарском холодильнике [5] (сухое и мокрое замораживание живых раков), в 1951 г. сотрудниками Одесского рыбозавода [6] (сухое замораживание живых раков), а также в 1954 г. сотрудниками Доно-Кубанского отделения АзчерНИРО (хранение и перевозка охлажденных вареных раков с углекислым газом, хранение и перевозка раков сухой морозки).

По результатам этих работ нельзя, однако, установить, какой из испытанных способов замораживания лучше. Поэтому в начале своей работы¹, проведенной на Ростовском рыбозаводе, мы поставили опыты по замораживанию раков на воздухе и в рассоле. После дефростации и варки раков определяли их качество. Кроме того, исследовали варено-мороженных раков. Для всех трех вариантов обработки брали раков из одной партии.

В опытах по сухому замораживанию живых раков после мойки и стечки укладывали по два ряда в ящики (№ 2) и немедленно помещали в камеру с температурой —21°.

¹ В работе принимали участие лаборанты Е. Д. Даниляк и А. К. Новак.

В опытах по мокрому замораживанию живых раков после мойки и стечки укладывали в металлическую форму с отверстиями и замораживали в течение 10 мин. в рассоле, температура которого была -21° . Замороженных раков вынимали из формы и перекладывали в ящик, который немедленно помещали в камеру с температурой также -21° .

В опытах по приготовлению варено-мороженных раков живых раков опускали в кипящий 4%-ный раствор поваренной соли, в который добавляли укроп, и после закипания варили 20 мин. на медленном огне. Затем раков снимали с огня и оставляли в отваре на 30 мин., вынимали из отвара и укладывали на противни для стечки и обсыхания. Обсохших раков укладывали в картонные коробки ($15 \times 9 \times 4$ см), выстланные пергаментом, которые устанавливали в 2 ряда в деревянные ящики, направляемые в морозильную камеру с температурой воздуха -21° .

Через 9 суток хранения раков дегустировали. Сначала их дефростировали на воздухе при комнатной температуре, после чего раков сухой и мокрой морозки варили. В результате дегустации было установлено, что раки мокрой морозки более сочны, чем раки сухой морозки, но что варено-мороженные раки значительно лучше по вкусу, чем раки сухой и мокрой морозки, и мало отличаются от свежесваренных раков.

В связи с одобрением дегустационной комиссией выпуска варено-мороженных раков необходимо было определить сроки и условия их хранения.

Вареных раков замораживали в камере с температурой -20° и в картонных коробках помещали на хранение при температуре минус $19-20$ и -12° . Во время хранения периодически отбирали пробы для химических анализов и органолептической оценки обеих партий.

В мясе раков (из шеек и клешней) определяли количество влаги, общий азот (по Кьельдалю), азот летучих оснований (методом отгонки с водяным паром и с применением магниезиального молока в качестве щелочи), азот экстрактивных веществ (в фильтрате, после осаждения белков трихлоруксусной кислотой, по Кьельдалю).

Результаты химических анализов мяса раков, хранившихся при разных температурных условиях, приведены в таблице.

По органолептическим показателям варено-мороженные раки через 5 и 10 суток хранения при температуре минус $19-20^{\circ}$ почти не отличались от свежесваренных раков. Через 18 суток вкус их несколько ухудшился, аромат специй исчез. Ухудшение вкуса произошло, по-видимому, вследствие постепенного уменьшения количества экстрактивных веществ в мясе раков при хранении (см. таблицу). Через 29 суток во внутренностях рака появился запах сырости, а при дальнейшем хранении — запах тары (картона, дерева). Консистенция мяса стала резиистой, у некоторых экземпляров мясо шейки потемнело. К концу второго месяца хранения мясо раков стало безвкусным.

Аналогичные изменения наблюдались и у варено-мороженных раков, хранившихся при температуре -12° .

Опыты показали, что варено-мороженных раков, упакованных в картонные коробки, не следует хранить при температуре -12° и -20° дольше 2—3 недель.

В последующих опытах по хранению варено-мороженных раков картонные коробки были заменены мешочками из целлофана. После варки, стечки и обсыхания в каждый мешочек размером 28×23 см укладывали по 10 раков. Размещали их спинкой вверх в два ряда, по 5 штук в каждом ряду. Во избежание проколов целлофана раков укладывали шейками к краям мешочков, клешнями внутрь. Швы в мешочках склеивали составом, употребляемым в кондитерской промышленности (25 весовых частей казеина, 2 части NaHCO_3 , 250 частей воды).

Показатели	Живые раки	Варе- ные раки	Продолжительность хранения в сутках						
			5	10	17	22	29	30	60

Температура хранения минус 19—20°

Содержание влаги в %	82,74	78,49	79,08	78,90	78,64	—	78,42	—	76,91
Азот летучих оснований в мг на 100 г мяса	17,10	19,20	17,90	17,90	19,20	—	18,40	—	16,71
Общий азот в % к весу мяса	2,63	2,59	2,65	2,63	2,76	—	2,86	—	2,92
Азот экстрактивных веществ в %									
к общему азоту . .	—	19,00	18,80	16,60	16,47	—	16,33	—	15,13
к количеству общего азота после варки раков	—	100	98,9	87,2	86,6	—	86,0	—	79,6

Температура хранения минус 12°

Содержание влаги в %	82,87	76,18	—	76,62	—	77,27	—	75,90	76,08
Азот летучих оснований в мг на 100 г мяса	14,45	17,07	—	17,73	—	16,52	—	16,71	13,23
Общий азот в % к весу мяса	2,69	3,01	—	2,97	—	3,01	—	3,04	2,91
Азот экстрактивных веществ в %									
к общему азоту . .	17,10	14,80	—	14,75	—	12,54	—	12,17	—
к количеству общего азота после варки раков	—	100	—	99,6	—	84,7	—	82,2	—

Мешочки с вареными раками укладывали в несколько рядов в сухой деревянный ящик, выстланный пергаментом. После заполнения ящики немедленно помещали в камеру с температурой —17°, где раков замораживали и хранили более 2 месяцев. Для химических анализов и органолептической оценки периодически отбирали пробы.

По химическим показателям варено-мороженые раки, хранившиеся в мешочках из целлофана, не отличались от варено-мороженных раков, хранившихся в картонных коробках. Органолептические показатели раков, хранившихся в мешочках из целлофана, оказались несколько лучше: запах специй сохранялся дольше, никаких посторонних или порочащих запахов у раков не было. Однако в конце третьей недели хранения у некоторых раков было отмечено легкое окисление жира печени и более жесткая консистенция мяса. Ввиду этого хранить варено-мороженных раков, упакованных в целлофановые мешочки, более 2—3 недель также не рекомендуется.

ВЫВОДЫ

1. Целесообразно замораживать вареных раков, упакованных в мешочки из целлофана, при температуре —20° и хранить их при температуре не выше —12° не более 2—3 недель.

2. Приготовление варено-мороженных раков для перевозки их на дальнее расстояние более экономично, чем перевозка на то же расстояние живых раков.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арнольд И. Н. и Мюлен М., К экспорту раков, «Вестник рыбопромышленности», 1902, № 6.
 2. Будников К. Н. и Третьяков Ф. Ф., Речные раки и их промысел, Пищепромиздат, 1952.
 3. Вечканов Е. Г., Обработка раков холодом, «Рыбное хозяйство», 1952, № 3.
 4. Кесслер К. Ф., Русские речные раки, 1874.
 5. Озолинг В., Холодильная обработка раков, «Рыбное хозяйство», 1936, № 10.
 6. Подъяпольский и Подъяпольская А., Рак, его жизнь, разведение и ловля, изд. «Жизнь и знание», 1933.
-

ВЕСОВОЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРУПНОЙ СТАВРИДЫ И ПРОДУКТОВ ЕЕ ПЕРЕРАБОТКИ¹

Мл. научный сотрудник Н. Е. КАСИНОВА

Крупная ставрида *Trachurus trachurus* L. (длиной от вершины рыла до начала средних лучей хвостового плавника свыше 22 см) появилась в советских водах Черного моря в значительных количествах с 1947—1948 гг. и в настоящее время является промысловой рыбой [1, 9]. От давно известной в Черном море мелкой ставриды она отличается величиной, темпом роста и некоторыми морфологическими особенностями.

ВЕСОВОЙ СОСТАВ СТАВРИДЫ

Для изучения весового состава ставриды свежую рыбу, выловленную в районе Адлера, Батуми, Гагр, Поти, исследовали сразу после доставки ее на Адлерский завод. Весной пробы брали через 5—6 час. после вылова рыбы, в единичных случаях—через 10—11 час. Осенью большая часть проб состояла из охлажденной рыбы, доставляемой на завод рефрижераторами.

Для анализа отбирали по 4—6 рыб разного размера и пола, определяли их возраст², пол и стадию зрелости (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Весна и лето (16/V—2/VII)		Осень (4—21/X) самки и самцы
	самки	самцы	
Исследовано экземпляров	39	30	39
Длина рыбы в см:			
вся	31,5—51,0	32,5—50,0	30,5—49,5
до развилки	28,5—47,0	28,8—46,0	26,7—45,0
тела	27,0—44,5	27,8—44,5	25,6—43,5
Возраст в годах	5—13	4—12	4—11
Стадия зрелости	II, III, IV, V, VI	II, III, IV, VI	I, II, VI

Для определения весового соотношения частей тела рыбу разделяли применительно к ее анатомическому строению. Счищали остатки чешуи (большая часть чешуи сходит с тела рыбы во время лова и доставки на завод). Костные образования, расположенные по боковой

¹ В работе принимал участие лаборант В. А. Цымбал.

² Возраст рыбы по чешуе определяли в Батумском отделении АзчерНИРО.

линии (щитки, или жучки), срезали острым ножом, по возможности без кожи. Хвостовой плавник отрезали в самом узком месте хвостового стебля, остальные плавники — у поверхности тела. Затем через продольный разрез по брюшку вынимали все внутренности, почки выскабливали тупым ножом. Для отделения головы перерезали в самом узком месте межжаберный промежуток и запрокидывали голову к спине, пока не лопалось сочленение первого позвонка с черепом. Плечевой пояс оставляли при туловище¹.

Затем с рыбы снимали кожу, с которой тщательно соскабливали ножом остатки мяса и жира и присоединяли их к общей массе отделенного мяса. Хребтовые кости тщательно отделяли от мяса. Однако, несмотря на это, на них всегда оставалось значительное количество мяса. Все составные части тела каждой рыбы взвешивали отдельно.

В табл. 2 приведены результаты определения весового состава ставриды в зависимости от сезона лова и пола. Осенью пол рыбы не определяли. Среди исследованных особей ставриды преобладала рыба в возрасте 6—8 лет, во II—III стадии зрелости—весной, в IV—VI—летом и во II—осенью.

Таблица 2

Части тела	Весовое соотношение частей тела в % от общего веса			
	весна и лето (16/V—2/VII)			осень (4—21/X) самцы и самки
	самки	самцы	самцы и самки	
Мясо	54,8 (50—58,7)	53,9 (48,5—58,0)	54,4	57,3 (51,9—61,6)
Кожа	2,4 (1,5—3,3)	2,4 (1,2—3,3)	2,4	2,5 (1,7—3,8)
Плавники, щитки, чешуя	2,6 (1,6—3,4)	2,7 (1,8—3,6)	2,6	2,5 (1,8—3,8)
Голова с жабрами	16,2 (13,1—21,6)	15,5 (12,5—20,9)	15,9	14,6 (11,6—18,7)
В том числе жабры	2,5 (2,1—3,0)	2,7 (1,9—3,6)	2,6	—
Кости туловища	9,2 (7,4—12,0)	9,7 (7,4—13,2)	9,4	11,1 (9,3—13,7)
Внутренности целиком	11,7 (8,1—18,2)	12,5 (7,5—22,0)	12,1	9,2 (7,1—13,8)
В том числе:				
половые продукты	4,1 (1,3—9,2)	5,2 (1,5—15,1)	4,6	—
печень	1,6 (0,7—2,3)	1,3 (0,9—1,9)	1,5	1,2 (0,9—1,6)
Жировая ткань	—	—	—	3,4
Потери при разделке (кровь, слизь)	3,1 (0,5—6,4)	3,3 (1,8—7,2)	3,2	2,8 (0,7—5,6)
Общий вес в г	594 (258—1084)	547 (268—1112)	573	584 (192—1054)

¹ Этот способ разделки заимствован из работы А. М. Драгунова по изучению скумбрии [2].

Для выяснения связи между весом, размером рыбы и ее возрастом все особи в каждом из сезонов были разделены на две группы (табл. 3): менее 580 г (возраст 4—8 лет) и более 580 г (возраст 8—13 лет).

Таблица 3

Общий вес в г (от—до)	Возраст	Средний вес в % к общему				Вес мяса в % к общему весу без внутренностей	Исследовано экземпляров
		мясо	голова с жабрами	кости туловища	внутренности		

Май — июнь

418 (258—576)	4—8	54,5	16,2	9,1	11,7	61,7	41
796 (627—1112)	8—13	54,1	15,4	10,2	12,6	61,9	28

Октябрь

390 (192—578)	4—7	56,4	15,3	11,4	8,4	61,7	22
836 (585—1054)	8—11	58,4	13,6	10,7	10,1	64,9	17

Результаты определения весового состава ставриды при производственной разделке рыбы для изготовления консервов представлены в табл. 4.

Таблица 4

Показатели	1955 г.			1956 г.		Среднее
	21/V	22/IX	2/VI	5/VII	1/X	
Средний вес одного экземпляра в г	430	553	440	380	855	—
Вес контрольной партии в кг	17,8	27,1	18,9	15,2	68,4	—
Вес в % к общему:						
тушка (мясо с кожей и туловищными костями)	64,2	67,1	68,2	67,8	63,0	66
голова с жабрами	19,1	19,9	17,5	17,1	18,6	18,5
внутренности целиком	10,4	8,1	10,1	11,2	7,8	9,5
плавники, щитки, чешуя	2,8	3,0	2,6	2,6	4,0	3
потери при разделке	3,5	1,9	1,6	1,3	6,6*	3
Всего отходов и потерь	35,8	32,9	31,8	32,2	37,0	34

* Вместе с чешуей.

Как видно из табл. 4, вес голов при производственной разделке в среднем на 3% больше, чем при анатомической разделке, вследствие большого количества мяса и костей, остающихся при голове.

На основании данных по весовому составу ставриды для технико-экономических расчетов можно рекомендовать следующие средние показатели весового состава этой рыбы (в %):

Тушка	64
Голова с жабрами	19
Чешуя, плавники, щитки	3
Внутренности целиком	11
В том числе:	
половые продукты	3
печень	1,3
Потери при разделке, кровь, слизь . . .	3

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СТАВИРЫ

При определении химического состава анализировали мясо, кожу, кости туловищные, голову с жабрами, внутренности целиком, икру, мо-
локи, печень; плавники, щитки и чешую анализировали вместе.

Мясо каждой рыбы анализировали отдельно. Остальные части тела в большинстве случаев собирали в групповые пробы, подобранные по сезону, полу и размеру рыбы. Некоторые пробы мяса анализировали в свежем виде с целью изучения азотистых фракций. Все остальные пробы помещали в жестяные консервные банки и стерилизовали в течение 1,5—2 час. при 112—120° в автоклаве вместе с производственными партиями консервов.

Влагу, жир, золу, фосфор, кальций, железо, магний и кислотность мяса определяли по общепринятым методикам [4, 5, 6], общий и белковый азот — по методу минерализации с последующим определением аммиака диффузионным полумикрометодом [5]. Для определения белкового азота предварительно осаждали белки трихлоруксусной кислотой [4].

Химический состав и калорийность мяса ставриды в зависимости от сезона, пола и размеров рыбы приведены в табл. 5*. Калорийность рассчитана с помощью коэффициентов Рубнера (9,3 для жиров и 4,1 для белков).

Таблица 5

Показатели	Весна и лето (16/V—2/VII)			Осень (4—21/X)
	самки	самцы	среднее	
Количество экземпляров . .	28	25	53	38
Общий вес рыбы в г	606 (258—1084)	540 (269—1112)	575	589 (192—1054)
Вес мяса в % к целой рыбе	54,7 (50—57,3)	54,1 (50—55,9)	54,4	57,3 (51,9—61,6)
Содержание в мясе в %				
влаги	75,8	77,0	76,4	69
жира	4,92	3,58	4,3	12
зола	1,30	1,38	1,35	1,2
белка (N×6,25)	17,5	17,8	17,6	17,3
Калорийность в ккал				
100 г мяса	117	106	111	183
в пересчете на 100 г об- щего веса рыбы	64	57	60	105
Содержание жира в % на сухое вещество	—	—	—	—

* При проведении этих анализов вся рыба, так же как и при сравнении весового состава, была разделена на две группы по весу.

Показатели	Весна и лето (16/V—2/VII)		Осень (4—21/X)	
	возраст в годах			
	4—8	7—12	4—7	8—11
Количество экземпляров . .	31	22	21	17
Общий вес рыбы в г	408 (258—576)	811 (617—1112)	389 (192—552)	836 (585—1054)
Вес мяса в % к целой рыбе	54,5	54,4	56,2	58,4
Содержание в мясе в %				
влаги	76,2	76,3	70,6	66,7
жира	3,7	5,1	10,2	14,6
белка (N×6,25)	17,9	17,2	17,5	16,9
Калорийность в ккал				
100 г мяса	108	118	167	205
в пересчете на 100 г об- щего веса рыбы	59	64	94	120
Содержание жира в % на сухое вещество	15,5	21,5	34,7	43,8

Титруемая кислотность мяса ставриды сравнительно невелика — в среднем 4,3 мг КОН на 1 г (от 3,2 до 4,8 мг), поэтому несколько кислостый естественный вкус мяса ставриды, очевидно, не связан с титруемой кислотностью.

Для общей технологической оценки был подсчитан средний химический состав ставриды (табл. 6) по формуле

$$A = \frac{BC}{100} ,$$

где: А — искомое содержание данного компонента в % от общего веса ставриды;

В — среднее содержание данного компонента в той или иной части тела ставриды в % от веса этой части;

С — средний вес соответствующей части тела в % от общего веса ставриды.

Итоговые цифры табл. 6 свидетельствуют о химическом составе и калорийности ставриды в целом.

Содержание минеральных веществ в мясе и других частях тела ставриды характеризуется данными табл. 7.

Для более полной характеристики белков ставриды, кроме общего азота, определяли белковый азот и в небольшой части проб — азот полноценных белков (миогена, миозина, миостромина), растворимых в воде, в 1,2 М растворе KCl и в 0,2%-ном растворе NaOH, и азота неполноценных белков (коллагена и эластина). Азот полноценных белков определяли по методу Миндлиной и Пальмина [4, 7] с некоторыми изменениями, сводившимися в основном к тому, что сначала определяли суммарное количество азота в каждой вытяжке (водной, солевой и щелочной), полученной из отдельных параллельных навесок пробы, а потом по расчету определяли содержание каждой из форм азота.

Таблица 6

Части тела ставриды	Относи- тельный вес	Влага	Азотистые вещества	Жир	Зола	Калорий- ность в ккал на 100 г общего веса
	в % к общему весу рыбы					

Весна и лето (16/V—2/VII)						
Мясо	54,4	41,8	9,6	2,3	0,7	61
Голова с жабрами	15,9	10,5	2,1	1,9	1,4	26,4
Кости туловища	9,4	5,9	1,4	1,2	0,9	17
Внутренности целиком .	12,1	9,8	1,8	0,3	0,2	10
Кожа	2,4	1,5	0,55	0,3	0,05	5
Плавники, чешуя, щитки	2,6	1,54	0,5	0,06	0,5	2,6
Итого . . .	96,8	71,04	15,95	6,06	3,75	122
Кровь, слизь, потери при разделке	3,2	—	—	—	—	—

Осень (4—21/X)

Мясо	57,3	39,8	9,9	6,9	0,7	105
Голова с жабрами	14,6	9,5	1,9	2,2	1,0	28
Кости туловища	11,1	6,6	1,7	2,0	0,8	25,5
Внутренности целиком . .	9,2	4,9	1,2	3,0	0,1	33,0
Кожа	2,5	1,5	0,45	0,5	0,05	6,5
Плавники, чешуя, щитки	2,5	1,5	0,47	0,06	0,47	2,5
Итого	97,2	63,8	15,62	14,66	3,12	200
Кровь, слизь, потери при разделке	2,8	—	—	—	—	—

Таблица 7

Части тела	Количе- ство опре- делений	Среднее содержание минеральных веществ в мг %			
		P	Ca	Mg	Fe
Мясо	11	271	47	33	5,7
Голова с жабрами	3	1640	3280	150	8,9
Кости туловищные	3	1700	2880	201	9,5
Внутренности целиком	3	390	41	36	14,3
Икра	2	378	—	—	—
Молоки	2	528	—	—	—
Печень	1	334	—	—	—
Кожа	2	317	455	128	4,9
Плавники, чешуя, щитки	2	3500	7885	222	34,5
Рыба в целом		714	1038	75	8

Коллаген и эластин определяли по методике Воловинской [4]. Результаты представлены в табл. 8. По содержанию остаточного небелкового азота в мясе ставриды наиболее близка к сельдевым рыбам [10]

Таблица 8

Формы азота	Количество определений	Содержание в мясе в %	Содержание в % к общему азоту
Общий	91	2,80	—
Белковый	32	2,39	82,8
Водорастворимых белков	23	0,24	10,3
Солерастворимых белков	3	0,60	20,1
Щелочерастворимых белков	3	1,51	50,3
Полноценных белков	10	2,27	76,4
Коллагена	6	0,20	6,8
Эластина	6	0,007	0,3
Остаточный	32	0,50	17,2

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ СТАВРИДЫ

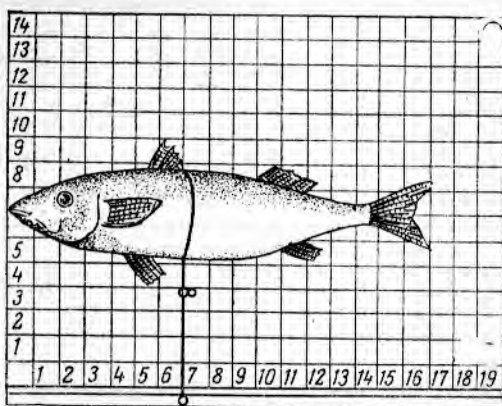
В табл. 9 и 10 приводятся результаты анализа различных видов готовой продукции из ставриды, выловленной в разные сезоны года.

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТАВРИДЫ

При разработке различных способов механизации обработки рыбы, а также при расчете процессов обработки, в основе которых лежат явления диффузии и теплопередачи, помимо знания весовых показателей рыбы, необходимо еще знание линейных размеров рыбы и их соотношения, площади поверхности, удельного веса, насыпного веса и т. п. В табл. 11 представлены результаты определения линейных размеров, а также других физико-технических показателей 39 экземпляров ставриды.

Площадь поверхности тела ставриды измеряли по методу Фойта [8]. Сущность его заключается в том, что с помощью специальной измерительной доски и, по возможности, нерастягивающейся нити измеряют обхваты тела рыбы через равные промежутки (3—5 см) по длине рыбы.

Л. П. Миндер внес упрощение в устройство измерительной доски Фойта, заменив большое количество нитей одной подвижной нитью, которая передвигается вдоль переднего края доски (см. рисунок). Результаты измерений обхватов наносят на миллиметровую бумагу по оси ординат, а по оси абсцисс откладывают соответствующую длину рыбы. Концы ординат соединяют плавной кривой. Площадь, образованную этой кривой и линией длины рыбы, измеряют планиметром.



Измерение обхватов тела рыбы с помощью измерительной доски.

Таблица 9

Объект исследования	Вес рыбы в г	Вес мяса в % в весу рыбы	Содержание в мясе в %							Калорийность в ккал	
			влаги	жира	зола	в т. ч. соли	азотистых веществ	азота		на 100 г мяса	на 100 г общего веса
								общего	белкового		
Ставрида соленая, весенняя											
потрошенная и обезжабренная	472	60	51,0	9,1	17,8	17,0	20,5	3,28	2,75	169	101
колодка	258	57	52,5	10,0	16,3	15,8	20,5	3,30	2,63	177	101
Ставрида соленая, осенняя, ко- лодка	789	58	54,0	13,7	14,3	12,8	17,5	2,8	2,45	199	115
Ставрида холодного копчения, весенняя											
потрошенная и обезжабренная .	462	68	51,7	14,4	10,8	9,7	21,7	3,47	2,86	223	152
непотрошенная	215	—	51,3	16,6	10,6	10,0	20,4	3,27	—	238	—
Ставрида горячего копчения, ве- сенняя											
потрошенная	586	72	62,0	15,1	3,0	2,6	18,7	3,0	2,55	217	157
непотрошенная	296	59	71,8	2,43	3,45	1,75	21,5	3,44	2,95	111	66
мороженная	555	61	61,5	12,4	3,65	3,07	21,8	3,50	2,93	205	125
Ставрида горячего копчения, осенняя, потрошенная	362	69	61,5	16,3	2,3	1,15	19,2	3,10	2,69	230	159
Ставрида полугорячего копчения, осенняя, непотрошенная	628	62	59,2	15,1	—	6,6	17,2	2,78	2,39	212	131

Таблица 10

Консервы и дата их изготовления	Кислот- ность по яблочной кислоте в %	Содержание в %									Калорий- ность 100 г в ккал
		влаги	жира	золы	в т. ч. соли	азотистых веществ	а з о т			фосфор	
							белковый	водораст- воримых белков	остаточ- ный		
Ставрида в собственном соку:											
март	0,19	71,87	7,28	2,98	1,69	17,89	2,41	0,34	0,45	—	141
сентябрь	0,28	59,58	19,33	3,37	2,01	17,15	2,29	0,32	0,47	—	250
ноябрь	0,27	59,93	20,69	2,94	1,65	—	—	—	—	—	—
Ставрида в масле:											
май	0,31	49,67	30,14	2,95	1,76	17,17	2,17	0,22	0,57	—	351
октябрь	0,15	47,95	21,14	3,20	2,06	—	—	—	—	—	—
февраль	0,16	55,00	20,91	—	2,95	18,87	2,54	0,37	0,48	—	272
Ставрида в томате ¹ :											
апрель	0,27	74,26	6,12	3,55	2,04	11,31	1,42	0,02	0,39	0,227	103
август	0,38	64,73	13,74	2,53	1,65	—	—	—	—	—	—
январь	0,37	67,90	9,74	3,54	1,61	15,00	1,88	0,12	0,52	0,474	152
Котлеты из ставриды ¹ :											
май	0,45	67,71	10,39	2,10	1,16	14,25	1,80	0,09	0,48	0,288	155
февраль	0,32	67,72	9,12	2,86	1,26	16,00	1,96	0,02	0,60	0,342	150

¹ Калорийность консервов в томате и котлет должна быть выше указанной, так как при расчете нами не учитывались углеводы.

Таблица 11

Показатели	Минимальная	Максимальная	Средняя	В % к абсолютной длине рыбы (среднее)
Абсолютная длина	30	51	40,1	100
Длина от вершины рыла				
до развилки хвостового плавника	26,7	47	35,2	88
до последнего щитка (длина тела)	25,3	44,5	34,3	86
до анального отверстия	12	21	15,5	39
до начала брюшного плавника	6,9	12,5	9,4	23
до начала грудного плавника	6,4	11	7,9	20
до конца жаберной крышки	6,2	10,2	7,5	19
до середины глаза	2,7	4,5	3,3	8
до начала второго спинного плавника	11	21	15,7	39
до начала первого спинного плавника	8,2	13,3	10,2	25
Высота тела				
максимальная	5,2	10,0	7,6	19
минимальная	0,8	1,5	1,1	2,7
Толщина тела				
максимальная	3,3	6,0	4,0	1,0
минимальная	1,1	2,1	1,4	3,5
Высота брюшной полости	3,2	5,0	4,0	10,0
Площадь поверхности тела в $см^2$	234	729	450	—
Удельная поверхность в $см^2/г$	0,85	0,62	1,24	—
Удельный вес	1,04	0,99	1,09	—
Насыпной вес в $кг/м^3$	679	606	740	—

Примечания. 1. Линейные размеры даны в см.

2. Средний вес рыбы при определении удельного веса составил 292 г (189—439), а в остальных случаях—540 г (189—1112)-

Объем рыбы для определения удельного веса измеряли по изменению уровня воды в стеклянном мерном цилиндре при погружении в него рыбы.

Насыпной вес определяли путем взвешивания рыбы в ящике известного объема (примерно $0,1 м^3$) и последующего пересчета веса рыбы на $1 м^3$ емкости. Замечено, что насыпной вес ставриды значительно изменяется в зависимости от качества рыбы-сырца. Чем хуже качество сырца, чем рыба более вялая, тем выше ее насыпной вес.

ВЫВОДЫ

1. По количеству мяса в % к общему весу (54—57%) ставрида уступает таким черноморским рыбам, как скумбрия, барабуля, пелагида, но близка к некоторым донским рыбам—судаку, сому, рыбку [3].

У осенней ставриды относительный вес мяса выше, чем у весенне-летней, особенно у крупных особей. Осенью у ставриды откладывается значительное количество жира под кожей и особенно во внутренностях (до 3,5% общего веса рыбы).

2. Содержание жира в мясе ставриды подвержено большим колебаниям — от 0,4 до 27%. Более высокая жирность наблюдается у осенней ставриды, у более крупных экземпляров по сравнению с более мелкими (в пределах каждого сезона). Значительны индивидуальные колебания жирности у особей одного пола, близкого размера, возраста, выловленных в тот же или близкие дни; содержание жира может колебаться в 2—4 раза.

По средним данным, весенне-летнюю ставриду можно отнести к среднежирным рыбам, осеннюю — к жирным.

3. Ставрида по химическому составу, калорийности и вкусовым качествам приближается к таким высокоценным черноморским рыбам, как кефаль, барабуля, скумбрия [3].

4. Ставрида является ценным сырьем для изготовления высококачественных кулинарных изделий, малосоленых и копченых продуктов, а также консервов. Эти виды продукции отличаются приятным вкусом и высокой калорийностью.

5. Отходы, получаемые при переработке ставриды на консервы и кулинарные изделия, содержат значительное количество белков, жира и минеральных веществ. Их следует использовать в жиरो-мучном производстве.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алеев Ю. Г., Ставриды (*Trachurus*) морей СССР, Автореферат канд. диссертации, изд. Зоологического института АН СССР, 1954.
2. Драгунов А. М., Весовой и химический состав черноморской скумбрии, Труды АзчерНИРО, вып. 14, Крымиздат, 1950.
3. Драгунов А. М. и Касинова Н. Е., Рыбы Азовско-Черноморского бассейна как источник витамина А, Пищепромиздат, 1951.
4. Дроздов Н. С., Практическое руководство по биохимии мяса, Пищепромиздат, 1950.
5. Методика изучения состава отечественных пищевых продуктов, под редакцией Будагяна, АМН СССР, 1949.
6. Миндер Л. П., Технологическая характеристика некоторых рыб Черного моря, Труды АзчерНИРО, вып. 10, Крымиздат, 1955.
7. В. В. Пальмин, М. Ш. Шахназарова, Д. С. Миндлина, Метод определения белковой питательной ценности мяса и применение его при исследовании говядины, Труды ВНИИМПа, вып. 5, Гизлегпищепром, 1953.
8. Семенов Н. А., Степень просаливания рыбы в зависимости от ее размеров, Труды ВНИРО, т. XX, Пищепромиздат, 1952.
9. Тихонов В. Н. и Паракецов И. А., Материалы к познанию образа жизни крупной ставриды Черного моря, Труды АзчерНИРО, вып. 10, Крымиздат, 1955.
10. Шьюэн Д., Химия и обмен азотистых экстрактивных веществ у рыб, Сборник статей «Биохимия рыб» под ред. И. Л. Букина, ИЛ, 1953.

ЗАГОТОВКА МЯСА УСАТЫХ КИТОВ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ЦЕЛЕЙ

Канд. техн. наук А. Н. КУЛИКОВ

Для пищевых целей в Антарктике заготавливают мясо синих китов (*Balaenoptera musculus*), финвалов (*Balaenoptera physalus*), сейвалов (*Balaenoptera borealis*), горбачей (*Megaptera nodosa*) и частично минке (*Balaenoptera acutorostrata*).

По химическому составу мясо этих китов приближается к говяжьему. В нем содержатся все основные аминокислоты и достаточное количество жира (см. рисунок). По вкусу свежее китовое мясо занимает промежуточное положение между говядиной, свининой и олениной [2]; оно имеет незначительный специфический запах, присутствие которого объясняется составом пищи китов и условиями их жизни.

Содержание жира в мясе колеблется от 2 до 17% и зависит от вида кита, сезона промысла и топографического расположения отдельных групп мышц. У беременных самок количество жира в мясе превышает 30%.

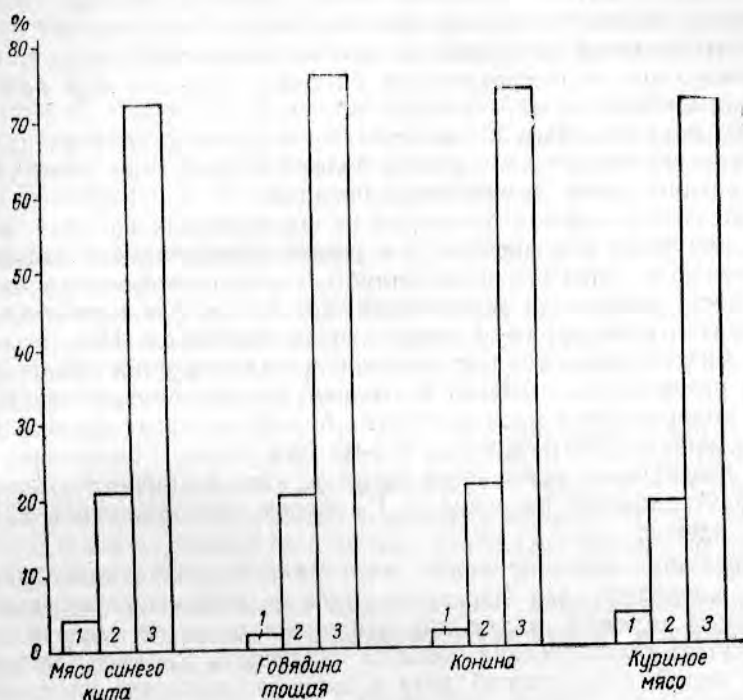
Обычно мясо китов принято делить на спинное, брюшное и реберное. В табл. 1 приведен средний вес отдельных топографических мест мяса кита, а также указана жирность этого мяса¹.

Таблица 1

Вид кита и топографический участок мяса	Вес мяса в % от веса туши	Содержа- ние жира в %
Финвал		
спинное мясо	26,65	5,91
брюшное "	16,15	12,75
реберное "	5,38	16,81
Синий кит		
спинное мясо	20,10	4,12
брюшное "	17,03	8,10
реберное "	4,15	—
Горбач		
спинное мясо	13,30	6,66
брюшное "	12,15	7,88
реберное "	9,60	17,96

¹ Данные научной группы ВНИРО китобойной флотилии «Слава» и производственной лаборатории китобазы.

Из табл. 1 видно, что мясо спинной части у всех китов более тощее, чем мясо брюшное и реберное. Содержание жира в спинном мясе синих китов и финвалов обычно не превышает 3—7%, поэтому использовать его для вытопки жира нерационально. Такое мясо обычно перерабатывают на кормовую муку, а также частично заготавливают для пищевых целей.



Химический состав мяса синего кита и некоторых домашних животных:
1—жир; 2—белок; 3—влага.

В Англии и Норвегии свежее мясо усатых китов принято делить на три сорта: мясо светло-красного цвета, приравняемое к лучшим сортам говядины; темно-красное и темноватое. Кроме того, мясо разделяют по возрасту китов, от которых оно получено, по количеству соединительной ткани, по свежести, определяемой наличием аммиака и пробой на вкус, которой придается очень большое значение [2].

Тщательный отбор мяса для пищевых целей обусловлен его быстрой порчей, начинающейся вскоре после смерти кита. Объясняется это тем, что подкожный слой сала, являющийся хорошей изоляцией, препятствует охлаждению мяса и внутренних органов. Внутренняя температура после смерти кита, по нашим наблюдениям, не снижается, а возрастает с 35 до 45°. Такая высокая температура в теле убитого кита препятствует нормальному течению процесса трупного окоченения, сводя его продолжительность до минимума. В результате этого в туше создаются благоприятные условия для быстрого развития протеолитического и бактериального процессов распада.

Характерным признаком порчи является изменение цвета мяса до кирпично-красного и накопление газов, делающих мышцы дряблыми и снижающих их удельный вес.

Наши наблюдения, проведенные на китобойной флотилии «Слава», показали, что через 20—24 часа мясо убитого кита начинает терять

структуру, а за 5—6 суток превращается в массу мазеобразной консистенции цвета глины.

На разложение мяса большое влияние оказывают микроорганизмы желудочно-кишечного тракта. Наши исследования, проведенные в 1952—1953 гг., показали, что в мясе даже совершенно свежих китов часто содержатся микробы, большая часть которых сходна с микрофлорой кишечника китов, представленной главным образом споровыми анаэробами. По-видимому, эти микроорганизмы при разрыве пранат попадают из брюшной полости в различные части туши при помощи мощной кровеносной и лимфатической систем, когда кит еще находится в состоянии агонии.

Таким образом, мясо китов еще до поступления туш на палубу инфицируется и поэтому подвержено более быстрой порче, чем убойное и обескровленное мясо домашних животных.

Кроме того, в период промысла на разделочных палубах, в местах, трудно доступных для очистки, и в щелях фальшпалубы накапливаются загрязнения, а под настилом палубы, хорошо обогреваемой снизу воздухом, поступающим из жирозавода, создаются благоприятные условия для развития разнообразной гнилостной микрофлоры. При разделке китов эта микрофлора попадает на мясо и при наличии благоприятных условий развивается, вызывая его порчу. Наши наблюдения показали, что при толщине слоя мяса на палубе 50—80 см на площади в 4 м² оно снизу начинает портиться через 40—60 мин. Через 1,5—2 часа на его нижней поверхности появляется загар и мясо приобретает неприятный запах. Бактериальное население в 1 г такого мяса достигает 500 тыс. — 2,5 млн. клеток.

Во избежание инфицирования мяса микрофлорой с палубы на норвежских китобазах для перевозки мяса в рефрижератор применяют специальные тележки, а для предохранения от порчи мяса в неразделанных тушах была сделана попытка охлаждать брюшную полость туш морской водой. Этот способ хотя и дает возможность продлить срок сохранения мяса до 18—24 час. [2], но на практике не применяется.

В промысловый сезон 1954/55 г. научная группа ВНИРО на китобойной флотилии «Слава» проводила опыты по применению указанного норвежского способа.

Заметного снижения температуры в толще спинных мышц при выдержке такой туши в воде в течение 12 час. не наблюдалось и, следовательно, условия для протекания протеолитического и бактериального процессов разложения мяса после вскрытия брюшной полости заметно не изменялись.

Попытка предохранения туш от разложения путем накачивания их углекислотой также не дала заметного эффекта. Практически в настоящее время наиболее свежее мясо можно получить лишь при максимальном сокращении времени от убоя кита до его разделки.

В промысловый сезон 1954/55 г. на китобазе «Слава» заготавливали тощее мясо усатых китов для заморозки на специальном рефрижераторном судне.

Китовые туши разделявали в соответствии с санитарными требованиями, предъявляемыми к пищевому мясу. Мясо, направляемое на заморозку, освобождали от фасций, сухожилий и прирезей сала и передавали на рефрижератор отдельными кусками или целыми пластами при помощи резиновых камер-поплавок (предложение капитан-директора флотилии А. Н. Соляника). Второй способ несколько сложнее в выполнении, но целесообразнее, так как за время нахождения в морской холодной воде мясо в значительной мере освобождается от крови

и охлаждается, что положительно влияет на качество мороженого мяса.

Способ передачи мяса с китобазы на рефрижератор при помощи поплавок может найти в Антарктике широкое применение, особенно при волнении моря, когда рефрижератор не может близко подойти к китобазе.

Изменение качества мяса в зависимости от продолжительности выдержки туши с момента убоя кита до разделки характеризуется данными табл. 2.

Из табл. 2 видно, что продолжительность выдержки в море финвалов колебалась от 1 до 16 час., сейвалов — от 2 до 13 час. Большая часть финвалов (79,49%) была переработана в течение 8 час., а сейвалы — в течение 2—9 час., и одна туша была задержана до 13 час.

Свежесть мяса, кроме показателей, указанных в табл. 2, определяли по качеству печени.

Метод контроля мяса по качеству печени удобен тем, что из всех частей и органов тела кита печень подвержена наиболее быстрой порче. При появлении в печени признаков разложения мясо кита для пищевых целей считается непригодным.

Наличие аммиака от следов до + в мясе финвалов было обнаружено у 78,6% туш, ++ у 9,4% и +++ у одного кита (0,8% туш). Сероводород обнаружен в мясе всего двух туш (1,7%). Сероводород и аммиак в большом количестве появились лишь в тушах, задержанных до разделки в течение 15 и 16 час. Мясо этих китов для заморозки оказалось непригодным.

Незначительные количества аммиака (+) обнаруживаются даже в мясе китов, продолжительность выдержки которых от момента убоя до разделки не превышала 50 мин.

В мясе сейвалов аммиак в небольшом количестве обнаружен во всех тушах, но нарастания его не наблюдалось даже при выдержке неразделанной туши до 13 час. Вследствие этого мясо от всех сейвалов было пригодно для пищевых целей.

Изучение изменения веса китового мяса в процессе его замораживания и глазировки (табл. 3) проводилось нами на рефрижераторном судне № 7*. Мясо было взято от одного финвала, выдержанного в неразделанном виде в течение 2 час. 50 мин. Мясо имело темно-вишневый цвет, упругую консистенцию без признаков порчи. Замораживали его при минус 30—35°.

Из табл. 3 видно, что потери в весе при замораживании составляли в среднем 2,05%.

Глазировали мясо в ванне с пресной водой при помощи специального автоматического приспособления для двукратного погружения и извлечения брикетов с промежутком времени между погружениями до 1 мин. Глазурь ложилась тонким, сплошным и ровным слоем, с брикета она сбивалась с трудом в виде мелкой крошки льда. При укладке брикетов в камерах хранения в деревянные ящики и рогожные кули при —18° глазурь полностью сохранялась.

Увеличение веса брикетов после глазировки колебалось в пределах 2,25—4,80% (в среднем 4,05%) от веса замороженного мяса.

За время перехода рефрижератора из Антарктики в СССР температурный режим в камере хранения (—18°) не нарушался, вследствие чего в течение месячного хранения заметных изменений качества мяса не обнаружено.

* В работе принимал участие инженер-технолог научной группы А. И. Гусев.

Таблица 2

Количе- ство исследо- ванных китов	Продолжи- тельность в час. выдерж- ки туш в море с момента убоя до раз- делки	Количе- ство китов в % с печенью хорошего качества	Признаки порчи мяса по аммиаку				Признаки пор- чи мяса по се- роводороду		Не допущено к заморозке	
			+		++		+		количество китов	%
			количес- тво китов	%	количес- тво китов	%	количес- тво китов	%		
Финвалы ¹										
6	1	100	3	50	—	—	—	—	—	—
18	2	100	17	94,4	—	—	—	—	—	—
18	3	100	18	100	—	—	—	—	—	—
16	4	93,8	12	75	3	18,7	—	—	1	6,2
10	5	100	10	100	—	—	—	—	—	—
9	6	100	8	8,89	1	11,1	—	—	—	—
8	7	87,9	6	7,5	1	16,7	—	—	1	12,1
8	8	87,9	6	7,5	—	—	—	—	—	12,1
4	9	100	2	50	—	—	—	—	—	—
5	10	60	3	60	2	40	—	—	2	40
5	11	80	3	60	1	20	—	—	1	20
4	12	50	2	50	1	25	—	—	2	50
—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	14	100	1	100	—	—	—	—	—	—
2	15	0	—	—	1	50	1	50	2	100
3	16	0	1	33,3	—	33,3	1	33,3	3	100

Сейвалы

—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	2	100	1	100	—	—	—	—	—	—
1	3	100	1	100	—	—	—	—	—	—
—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	5	100	1	100	—	—	—	—	—	—
—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	7	100	1	100	—	—	—	—	—	—
1	8	100	1	100	—	—	—	—	—	—
1	9	100	1	100	—	—	—	—	—	—
—	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	13	100	1	100	—	—	—	—	—	—

¹ В мясе одного финвала обнаружено аммиака + + +.

Таблица 3

Вес мяса в кг		Потери при заморозке		Вес брикета после глазировки в кг	Вес глазури		Увеличение веса брикетов после глазировки к весу исходного мяса	
до заморозки	после заморозки	в кг	в %		в кг	в % к замороженному мясу	в кг	в %
26,02	25,45	0,57	2,2	26,45	1,00	3,9'	0,42	1,6
20,62	20,20	0,42	2,0	21,15	0,95	4,7	0,53	2,5
24,07	23,67	0,40	1,7	24,20	0,53	2,2	0,13	0,5
22,62	22,05	0,57	2,5	22,80	0,75	3,4	0,18	0,8
21,22	20,80	0,42	2,0	21,60	0,80	3,8	0,32	1,5
24,22	23,70	0,52	2,2	24,57	0,87	3,7	0,35	1,4
23,52	23,05	0,47	2,0	25,07	1,02	4,5	0,55	2,3
22,22	21,85	0,37	1,6	22,90	1,05	4,8	0,68	3,0
22,42	21,95	0,47	2,1	23,00	1,05	4,6	0,58	2,5
22,22	21,80	0,42	1,9	22,55	0,75	3,4	0,33	1,4
19,62	19,30	0,32	1,6	19,95	0,65	3,4	0,33	1,6
21,52	21,05	0,47	2,2	22,05	1,00	4,7	0,53	2,4
23,32	22,95	0,37	1,5	23,85	0,90	3,9	0,53	2,2
22,02	21,65	0,37	1,7	22,58	0,93	4,3	0,56	2,5
22,82	22,30	0,52	2,3	23,50	1,00	4,3	0,48	2,1
22,92	22,45	0,47	2,6	23,40	0,95	4,1	0,48	2,0
23,02	22,48	0,54	2,3	23,50	1,02	4,5	0,48	2,0
21,97	21,32	0,65	3,0	22,30	0,98	4,6	0,33	1,5
22,57	22,11	0,46	2,1	23,01	0,90	4,1	0,43	1,8

ВЫВОДЫ

1. Срок сохранения мяса кита в свежем виде зависит прежде всего от санитарных условий процесса разделки китов и дальнейшей подготовки мяса к заморозке.

2. Доброкачественным для пищевых целей следует считать мясо, задержанное в неразделанных тушах не свыше 12 час. Контроль свежести мяса целесообразно осуществлять путем определения содержания в нем аммиака, а также органолептической оценки.

Показатель качества печени кита является косвенным показателем оценки качества мяса.

3. Методы сохранения свежести мяса в тушах путем вскрытия брюшной полости или надувания туш углекислотой технически трудно осуществимы и не дают желаемого эффекта.

4. Мясо китов при глубокой заморозке в брикетах весом до 22,6 кг теряет в весе до 2,5%.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Калетина Е. И., Исследование состава отдельных частей тела синего кита, Известия ТИНРО, т. 2, Примориздат, 1939.
2. Tressler D. K. and Lemon J. M., Marine products of commerce, USA, 1951.

ТЕХНОЛОГИЯ И КАЧЕСТВО СУШЕНОГО СНЕТКА

Инженер-технолог Т. С. ШМАКОВА

Лучшим способом обработки мелкой рыбы типа корюшки и снетка является горячая сушка. В настоящее время с этой целью используют русские печи, печи инж. Батанова (периодического действия) и новые усовершенствованные паровые печи ПКС-90 и ПКС-20 (непрерывного действия).

В паровых конвейерных сушилках рыбу размещают на медленнодвигающихся лентах конвейера, где она равномерно нагревается от калориферов.

В табл. 1 представлена производственно-техническая характеристика печей, составленная по опытным данным.

Таблица 1

Печь	Полезная площадь печи в м ²	Единоновременная загрузка рыбы в печь в кг	Продолжительность в час.		Выход готовой продукции в % к сырью	Суточная производительность печи в ц (по сырью)	Производительность печи по сырью в кг/м ² .час
			сушки	общая (с подготовкой печи)			
Русская	5,0 (2,7×1,85)	100	7	10	32,6	2,4	2,0
	4,2 (2,3×1,85)	60	3 час. 50 мин.	6 час. 50 мин.	31,7	2,1	—
Батанова	4,2 (2,3×1,85)	90	6	9	23,3	2,4	—
	3,0 (1,6×1,87)	50	6	—	33,3	2,0	2,8
ПКС-90	18,0 (1 лента)	750	3	—	25,3	60,0*	2,8
	90,0 (5 лент)	1025	3	—	25,3	82,0	3,8
ПКС-20	5,0 (1 лента, 4,2×1,2)	520	3	—	20,4	42,0	1,9
	20,0 (4 ленты)	112	2	—	22,1	13,4	2,8
		120	2 час. 18 мин.	—	21,9	12,0	2,5

* Производительность по средним данным.

Преимущества паровых конвейерных сушилок перед подовыми печами заключаются в непрерывности процесса сушки, большей производительности, меньшем расходе топлива на единицу сырья, меньшей себестоимости готовой продукции и возможности регулирования процес-

са сушки путем подачи пара и изменения скорости движения лент.

Недостаток этих печей состоит в том, что при сушке весеннего снетка (тощего) рыбы иногда прилипают к металлической ленте.

Настоящая работа проводилась с целью установления оптимальных условий сушки снетка для каждого типа печей и определения качества и пищевой ценности снетка, высушенного в этих печах, а также для выяснения влияния способа посола (сухой солью и посол в тузлуке) на качество сухого снетка.

Качество и пищевую ценность сушеного снетка определяли по органолептическим показателям (цвет, запах, консистенция, форма рыбок, вкус) и по химическим и биохимическим показателям (набухаемость, перевариваемость, химический состав, калорийность и экстрактивные азотистые вещества).

Величину набухания определяли при замачивании сушеной рыбы в воде и выражали в процентах к первоначальному весу рыбы. Перевариваемость определяли по растворимости белка под действием пепсина в слабокислой среде и выражали в процентах к общему белку. Химический состав и экстрактивные азотистые вещества определяли по стандартным методикам.

Опыты проводились в производственных условиях на Гдовском рыбозаводе в мае и октябре 1956 г. При проведении их учитывали сортность сырья, количество запрягаемого в печь снетка, выход готового продукта, расход дров, расход сухой соли, толщину слоя рыбы в печи, температурный режим, продолжительность процесса сушки, а также давление пара в паровых печах (по манометру).

За температуру сушки принимали температуру воздуха в середине подовой печи или в середине ленты конвейера над слоем рыбы.

При сушке снетка в русских печах (11 опытов) были использованы начальные температуры сушки 215—320°, продолжительность процесса от 2 час. 50 мин. до 7 час. и нормы загрузки сырца 50—100 кг.

В печах Батанова (8 опытов) начальная температура сушки составляла 80—136° и продолжительность процесса 6—13,5 часа.

Полученные нами оптимальные режимы сушки снетка в этих печах характеризуются данными табл. 2.

Весеннего снетка в печи ПКС-90 мы сушили по режиму, принятому на Гдовском рыбозаводе.

Температура сушки в °	
начальная (на первой ленте)	123
средняя (на третьей ленте)	106
Средняя температура досушивания в °	
(на пятой ленте)	78
Продолжительность сушки в час. . . .	4
Выход готового продукта в % к весу сырца	29,8

С целью установления оптимальных условий было проведено 9 опытов по сушке осеннего снетка в печи ПКС-90 при различных режимах: начальная температура 79—117°, продолжительность процесса сушки 2 час. 40 мин. — 3 час. 40 мин.

Полученные данные свидетельствуют о том, что с понижением температуры сушки увеличивается влажность готового продукта, а следовательно, и выход его (табл. 3).

Оптимальные режимы сушки снетка в печах ПКС-90 и ПКС-20 приведены в табл. 4.

При выборе оптимального режима сушки снетка решающую роль играло качество готового продукта, который оценивали на дегустационном совещании во ВНИРО, а также на Гдовском рыбозаводе.

Таблица 2

Показатели	Русские печи					Печи Батанова	
	весенний снеток		осенний снеток			весенний снеток	осенний снеток
Количество сырья, загруженного в печь, в кг	50	90	50	90	100	50	50
Расход соли в % к сырию	8	7	6	5	9	10	5,2
Средняя толщина слоя рыбы в печи в мм . .	35	38	29	36	30	36	25
Средний расход дров в м ³ на 1 ц сырья ¹ . .			0,17—0,29			0,13—0,16	
Количество отходов в % к сырию	6,2	1,2	3,2	1,6	1,5	0,6	2,9
Выход готового продукта в % к сырию . . .	21,9	25,5—26,6	28,3	23,3	32,0	25,9	33,3
Пропекание							
начальная температура печи до загрузки рыбы	260	295—315	280	290	300—320	115	122
температура после загрузки рыбы	115	128—135	120	130	116	80	85
конечная температура	110	82—96	100	118	70—75	80	85
продолжительность в мин.	30	90—60	70	90	150—180	70	220
Собственно сушка							
начальная температура	110	82—96	100	118	70—75	80	85
конечная температура	93	70—80	88	108	55—50	88	90
продолжительность в мин.	140	150—140	80	70	180—210	225	120
Досушивание							
температура в начале процесса	93	70—80	88	108	55—50	88	90
конечная температура	85	60—70	86	80	50	81	90
продолжительность в мин.	50	60	30	200	60	125	20
Общая продолжительность сушки в мин. . .	220	300—260	180	360	420	420	360
Влажность готового продукта в %	27,8	35,0	33,5	32,6	37—38	22,8	25,0
Соленость готового продукта в %	16,4	12,0	6,6	9,5	12,2	14,8	12,3

¹ Средний расход дров указан по данным промышленности.

Таблица 3

Температура сушки в °		Продолжи- тельность сушки в мин.	Выход продукта в % к сырью	Содержание влаги в %	Качество продукта
начальная	конечная				
117	70	180	19,7	11	Рыбки пересохли
110,7	76	185	20,4	16	Хорошее
93,5	55	183	22,7	21	Удовлетворительное
87	55	185	25,3	27	"
79	51,8	180	26,9	28	Рыбки сыроватые, слип- шиеся

Таблица 4

Показатели	ПКС-90		ПКС-20
	весенний снеток	осенний снеток	осенний снеток
Количество сырья, загружаемого в печь, в кг	175	65—217	56
Расход соли в % к сырью	4,6	2,3	2,1
Толщина слоя рыбы в мм	10—40	10—40	10—40
Температура пропекания			
на 1-й ленте	123	100—111	114—128
на 2-й ленте	125	112—113	100—101
Температура сушки			
на 3-й ленте	106	100—103	89—94
на 4-й ленте	88	78—80	84—89
на 5-й ленте	78	75—76	—
Продолжительность пропекания в мин.			
на 1-й ленте	50	40—45	30—35
на 2-й ленте	50	30	30—35
Продолжительность сушки в мин.			
на 3-й ленте	50	25—35	30—35
на 4-й ленте	45	30—50	30—35
на 5-й ленте	45	30	—
общая	240	160—180	120—140
Выход готового продукта в % к сырью . . .	29,8	20—21	22
Влажность готового продукта в %	17,0	13—16	20—28
Соленость готового продукта в %	12,9	7—9	7—9,5
Продолжительность загрузки в мин.	50	20—75	60—67
Продолжительность выгрузки в мин.	50	25—75	50—70
Давление пара в сушилке в атм	4,5—5,0	7—9	—
Средний расход дров в м³ на 1 ц сырья¹ . .	0,08		—

¹ По данным промышленности.

Всего для органолептической оценки химического и биохимического исследований было взято 22 образца. При осмотре и дегустации образцов весеннего снетка лучшую оценку получил снеток, высушенный в русских печах при начальной температуре сушки 220 и 260° и при загрузке в печь 50 кг сырья. Положительную оценку получили образцы снетка, высушенного в печи Батанова при начальной температуре воздуха в ней 115° и загрузке около 50 кг сырья. Более низкое качество имел весенний снеток, приготовленный в печи ПКС-90.

Отрицательная оценка была дана сушеному снетку, приготовленному из сырья, предварительно посоленного в тузлуке и выдержанного в нем в течение нескольких дней.

При сушке осеннего снетка во всех печах получается потовый продукт хорошего качества, но снеток, высушенный в подовых печах (русских и Батанова) имеет вкус проваренного, пропеченного в собственном соку снетка, в то время как снеток, высушенный в паровых конвейерных сушилках ПКС-90 и ПКС-20, имеет вкус проявленного продукта.

При более продолжительной сушке в печах ПКС-90 снеток часто пересушивается (до влажности 11—28%), в результате чего рыбки деформируются, сжимаются и приобретают хрустящую, рассыпчатую консистенцию.

В табл. 5 представлены данные о химическом составе и калорийности сушеного снетка, из которых видно, что наименьшим содержанием белка характеризуется весенний снеток, высушенный в печи Батанова из свежего сырья и соленого полуфабриката. Эти образцы имеют меньшую калорийность.

Наибольшая калорийность осеннего снетка отмечена при сушке его в печи ПКС-20. Меньшей калорийностью отличается снеток из русской печи, затем из ПКС-90 и, наконец, из печи Батанова.

При оценке сушеных рыботоров важную роль играет степень набухания продукта в воде, а также перевариваемость его пепсином. Оба показателя характеризуют степень денатурации белка в сушеном продукте (табл. 6).

Хорошо набухает осенний снеток, высушенный в русской печи (величина набухания в холодной воде 215% к первоначальному весу рыбы). Меньшей величиной набухания характеризуется снеток, высушенный в ПКС-90 (214%), в ПКС-20 (200,9—209,7%) и в печи Батанова (200,7%).

Весенний снеток лучше всего набухает после сушки в русской печи, затем идет снеток, высушенный в ПКС-90 и печи Батанова. Самую низкую набухаемость имеет снеток, приготовленный из соленого полуфабриката.

На величину набухания сушеного снетка влияет начальная температура и продолжительность сушки. Большая набухаемость снетка, высушенного в печах ПКС-90, ПКС-20 и Батанова отмечена при начальной температуре, имеющей среднее значение: для ПКС-90 — 111°, для ПКС-20 — 128° и для печи Батанова — 122°.

При сушке осеннего снетка в русских печах наблюдается другая зависимость, что, по-видимому, объясняется применением более высоких начальных температур сушки: самую высокую набухаемость в горячей воде имеет снеток, приготовленный по оптимальному режиму сушки.

Способность продукта перевариваться сохраняется в большей степени в снетке, приготовленном в подовых печах, и меньше всего в снетке, высушенном в паровых сушилках.

По перевариваемости, так же как и по другим показателям, снеток, приготовленный из соленого полуфабриката в печи Батанова, может считаться худшим.

Таблица 5

Таблица 5

Печь	Номер опыта	Содержание влаги в %	Жир	Белок	Зола	В том числе соль	Калорийность сушеного снетка в ккал	
			в % на сухое вещество					
Весенний снеток								
Русская	{	1	26,0	6,8	66,5	25,5	18,5	335,8
		2	27,8	6,1	67,8	25,6	19,5	334,7
		3	26,4	6,4	68,1	24,8	20,1	338,7
Батанова	{	1	22,8	7,2	66,3	26,0	20,3	339,2
		3***	23,5	6,5	60,1	31,1	25,8	306,8
		2	21,7	7,4	63,6	27,5	20,2	315,2
ПКС-90			17,0	7,5	74,5	18,2	15,5	373,5
Осенний снеток								
Русская	{	1	32,6	18,1	70,6	14,2	13,2	457,8
		4	33,5	19,0	71,6	11,1	8,3	470,3
		5	32,0	19,9	66,2	11,9	8,3	456,5
		3	38,0	17,8	74,1	11,3	10,4	469,3
Батанова	{	1	25,0	17,7	67,1	16,3	15,2	439,7
		4	23,0	18,8	69,0	14,9	13,9	457,7
		3	28,0	18,8	69,0	13,5	12,5	457,0
ПКС-20	{	2	28,0	24,3	66,1	13,0	12,2	497,0
		5	20,0	19,8	69,7	11,4	7,8	469,9
		6	36,0	22,0	71,1	10,0	8,6	496,1
ПКС-90	{	2	16,0	19,4	67,6	11,3	8,1	457,6
		3	11,0	20,2	67,0	11,6	9,3	462,6
		8	28,0	22,7	65,0	12,1	11,2	477,6
		2*	40,0	26,0	64,6	11,7	7,7	506,7
		2**	31,0	26,6	64,9	10,4	9,5	513,5

* Полуфабрикат с 3-й ленты.

** Полуфабрикат с 4-й ленты.

*** Из соленого полуфабриката.

У осеннего снетка самая высокая перевариваемость отмечается при сушке в русских печах при температуре 245° и продолжительности процесса 228 мин. Однако из-за высокой влажности (см. табл. 5) этот снеток не выдерживает длительного хранения и после 2,5 месяца хранения покрывается плесенью.

Наиболее четкая зависимость степени перевариваемости снетка от температуры сушки видна при сушке снетка в печи ПКС-90. При постоянной продолжительности процесса величина перевариваемости изменяется обратно пропорционально температуре сушки. Так, при продолжительности сушки 180 мин. при температуре 79° перевариваемость снетка составила 94,1%, при 111° — 92,5%, а при 117° — 91,6%.

Таблица 6

Печь	Номер опыта	Начальная температура сушки в °	Количество рыбы, загруженной в печь в кг	Продолжительность сушки в мин.	Набухаемость в % к первоначальному весу		Перевариваемость в % к общему белку	Экстрактивный азот в % к весу рыбы	Калорийность сушеного снетка в ккал	Органолептическая оценка сушеного снетка
					в горячей воде	в холодной воде				

Весенний снеток (в расчете на сухое вещество)

Русская	1	220	51	290	—	—	94,6	—	335,8	I сорт
	2****	260	50	220	—	210,2	94,1	—	334,7	I сорт
	3	290	52	240	—	—	90,6	—	338,7	II сорт
Батанова	1****	115	50	420	—	200,5	92,9	—	339,2	I сорт
	3	80	53,5	595	—	—	93,0	—	306,8	II сорт
	2*	132	50,8	235	—	193,3	89,8	—	315,2	Нестандартный
ПКС-90	2****	123	—	240	—	203,7	92,6	1,83	373,5	I сорт

Осенний снеток

Русская	1	290	90	360	230,6	207	93,3	—	457,8	I сорт
	4****	280	50	180	241,9	215	94,5	1,55	470,3	I сорт
	5	260	50	240	223,6	203,9	91,5	—	456,5	II сорт
	3	245	50	228	237,3	220,8	95,1	—	469,3	II сорт
										Через 2,5 месяца нестандартный

Печь	Номер опыта	Начальная температура сушки в °	Количество рыбы, загруженной в печь в кг	Продолжительность сушки в мин.	Набухаемость в % к первоначальному весу		Перевариваемость в % к общему белку	Экстрактивный азот в % к весу рыбы	Калорийность сушеного снетка в ккал	Органолептическая оценка сушеного снетка
					в горячей воде	в холодной воде				
Батанова	1****	122	50	360	208,9	200,7	94,8	2,15	439,7	I сорт
	4	136	52	360	197,1	195,2	89,3	—	457,7	I сорт
	3	94	54	810	194,6	193,5	94,7	—	457,7	Нестандартный
ПКС-20	2****	114	—	120	218,6	200,4	92,2	2,20	497,0	I сорт
	5	128	—	140	223,1	209,7	92,8	—	469,9	I сорт
	6	130,6	—	85	204,3	195,7	93,4	—	496,1	II сорт
ПКС-90	2****	111	—	180	231,1	214,0	92,5	2,07	457,6	I сорт
	3	117	—	180	209,9	180,5	91,6	—	462,6	I сорт
	8	79	—	180	210,1	191,3	94,1	—	477,6	II сорт
	2**	111	—	105	—	196,8	93,8	—	506,7	Нестандартный
	2***	111	—	155	—	200,3	93,5	—	513,5	I сорт
										Через 2,5 месяца нестандартный

* Снеток, приготовленный из соленого полуфабриката.

** Полуфабрикат, снятый с 3-й ленты ПКС-90.

*** Полуфабрикат, снятый с 4-й ленты ПКС-90.

**** Оптимальный режим.

При сушке снетка в ПКС-20 лучшую перевариваемость (93,4%) имел снеток, высушенный при высокой температуре (130,6°). Это объясняется тем, что продолжительность сушки была небольшой — всего 85 мин. Однако этот снеток имеет влажность 36%, и хранить его долго нельзя.

ВЫВОДЫ

1. По вкусовым данным снеток, высушенный в подовых печах, отличается от снетка, высушенного в паровых конвейерных печах. Сушеный снеток из подовых печей в результате длительного пропекания в собственном соку имеет вид и вкус проваренного и пропеченного снетка с матовой чешуей.

Сушеный снеток, приготовленный в паровых печах ПКС-90 и ПКС-20 проявляется и подсыхает в токе горячего воздуха, поэтому он имеет вкус проявленного продукта; чешуя такого снетка сохраняет блеск. Оба продукта пользуются большим спросом у потребителя.

2. Перевариваемость и набухаемость снетка, приготовленного в подовых печах, несколько выше, чем у снетка из паровых печей. Калорийность снетка из паровых сушилок не ниже, а иногда и выше, калорийности снетка из подовых печей за счет несколько большего количества жира.

3. Снеток, высушенный в паровой конвейерной сушилке ПКС-90, имеет более низкую влажность (11—28%) по сравнению с влажностью снетка (21,7—38%) из других печей. В результате опытных работ по сушке снетка в печи ПКС-90 продолжительность сушки снетка рекомендуется сократить на 30—40 мин., что может быть достигнуто увеличением скорости движения конвейера трех последних лент или сокращением общей длины конвейера за счет снятия 5-й ленты.

Опыт показал, что снеток, снятый с 4-й ленты, имеет вид и вкус готового продукта и содержит 31% влаги (при норме не более 38%).

4. Исходя из качества готового продукта, установили оптимальные условия сушки снетка (весеннего и осеннего уловов) в печах различной конструкции.

Оптимальные условия сушки снетка разработаны для подовых печей по периодам сушки, исходя из норм загрузки сырца.

Оптимальные условия сушки снетка в паровых сушилках установлены по периодам сушки на лентах.

5. Нецелесообразно готовить сушеного снетка из соленого полуфабриката, так как качество и пищевая ценность такого продукта весьма низкие.

6. Себестоимость снетка, высушенного в паровых сушилках, ниже себестоимости снетка, высушенного в подовых печах, в результате большей производительности паровых сушилок и меньших затрат на единицу готовой продукции, на топливо и рабочую силу.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Н. А. Воскресенский, Влияние сушки методом сублимации на изменение свойств мышечной ткани рыбы	5
И. П. Леванидов, Водоудерживающая способность мяса рыбы и ее значение при посоле	21
К. А. Мрочков, Стерилизация печени трески в баллонах на траулере и приготовление из нее консервов	38
В. И. Трещева, Исследование вопроса неполной гидрогенизации трескового жира	46
Г. К. Ковальчук, Действие протеолитических ферментов на белки рыб в присутствии хлористого кальция	63
А. И. Юдицкая, Микроскопическое исследование рыбы при посоле	67
М. В. Калантарова, Изменение азотистых веществ рыбы при изготовлении и хранении консервов с томатным соусом	74
М. В. Калантарова, М. В. Максимова, И. К. Рогова, Сардины из каспийской кильки	81
А. И. Юдицкая, В. И. Трещева, В. В. Колчев, Новый способ сушки	94
В. Н. Подсевалов, Изучение процесса электропосола рыбы	98
Н. И. Сукрутов, Тузлучный посол рыбы в контейнерах	108
Г. К. Ковальчук, З. С. Паршина, Замораживание раков и хранение их при низких температурах	117
Н. Е. Касинова, Весовой и химический состав крупной ставриды и продуктов ее переработки	121
А. Н. Куликов, Заготовка мяса усатых китов для пищевых целей	132
Т. С. Шамова, Технология и качество сушеного сметка	138



ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ
к книге Труды ВНИРО т. XL „Технология рыбных продуктов“

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
24	21 снизу	посменного	посмертного
76	19 снизу	Кочеткова	Кочетова
108	4 сверху	А. И. Сукрутов	Н. И. Сукрутов
116	12 снизу	Касинова Н. В.	Касинова Н. Е.
144	Графа 2 слева		
	строка 7 снизу	3	3*
	строка 6 снизу	2*	2

ТКФ. Зак. 289 Тир. 1000