

## 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 влажностного содержания 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 дисперсионной 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/см<sup>2</sup> \*.

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/см<sup>2</sup>. Нет сомнения, что при давлении более 130 кг/см<sup>2</sup> 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 см<sup>2</sup> площади патрона помещали 1 г испытуемого материала.

деления жира (центрифугированием и фильтрованием через слой ваты) анализировали для определения воды и соли<sup>1</sup>.

Жидкость, выделяющаяся из мяса при давлении от 0 до 8 кг/см<sup>2</sup>, как наиболее подвижная, соответствует межклеточному соку, а при давлении от 0 до 130 кг/см<sup>2</sup> — межклеточному и внутриклеточному соку, или, иначе говоря, тканевому соку.

Воду определяли высушиванием пробы до постоянного веса при 105°, хлористый натрий — титрованием AgNO<sub>3</sub> 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 сока<sup>2</sup> 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-

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

<sup>2</sup> Количество воды внутриклеточного сока вычисляли по разнице между водой тканевого и межклеточного сока.

Таблица 1

Характеристика рыбы	Содержание воды в %			Удалено воды (в % к начальному содержанию) с соком		Содержание воды в % в соке	
	в мясе до прессования	в остатке мяса после прессования под давлением в кг/см <sup>2</sup>		межклеточным	тканевым	межклеточным	тканевым
		8	130				
<b>Сельдь</b>							
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
<b>Горбуша</b>							
В состоянии оковенения . . . . .	74,20	69,35	64,25	40,7	57,1	82,87	85,10
	74,18	69,40	60,70	44,1	63,04	82,27	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 охлажденной морской воде . . . . .	74,26	69,36	63,60	35,7	53,7	83,20	87,57
После 192-часового хранения в охлажденной 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 выплывает из салфеток. Только при применении дополнительной салфетки из плотного шелкового полотна удавалось прессовать мясо при давлении 20—130 кг/см<sup>2</sup>.

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 застудневании — 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 застудневает. Захваченная и структурно связанная в образовавшемся белковом студне дисперсионная среда полностью не удаляется даже при давлении 130 кг/см<sup>2</sup>.

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 прессования			остатка мяса после прессования под давлением в кг/см <sup>2</sup>									
				8			130			с межклеточным соком		с тканевым 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
Крепосоленая . . . . .	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 же <sup>1</sup> . . . . .	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
Крепосоленая . . . . .	52,4	17,3	24,8	39,4	12,8	24,5	35,2	11,5	24,6	63,4	—	72,1	—
То же <sup>1</sup> . . . . .	52,9	17,6	25,0	35,2	12,7	24,6	32,7	11,4	25,9	62,1	62,8	72,8	71,5
Среднесоленая <sup>2</sup> . . . . .	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 же <sup>3</sup> . . . . .	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 же <sup>4</sup> . . . . .	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

<sup>1</sup> Сельдь выдерживали при 18—20°.

<sup>2</sup> После 27-суточного хранения при 0° в бочках с заливкой рассолом.

<sup>3</sup> То же после 37-суточного хранения.

<sup>4</sup> 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 крепосоленой 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 <sup>1</sup> . . . . .	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 <sup>1</sup> . . . . .	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 <sup>2</sup>	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 <sup>4</sup> . . . . .	6,3	1,1	6,5	1,1	15,0	14,5	79,2	13,0	14,1	81,3	12,5	13,3

<sup>1</sup>, <sup>2</sup>, <sup>4</sup> 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 оточки.** 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 (С)	межклеточного			тканевого			с межклеточным соком		с тканевым соком	
				вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (С)	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
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  $\text{кг/см}^2$  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  $\text{кг/см}^2$  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 неизменны-

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 содержанию) с соком				Концентрация соли (в %) в соке, рассчитанная по количеству воды и соли, удаленных из смеси		Состав сока в %					
	межклеточным		тканевым		межклеточном	тканевом	межклеточного			тканевого		
	воды	соли	воды	соли			вода	соль	концентрация соли (С)	вода	соль	концентрация соли (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 сарколема 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% (Fougegeax, 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  $8 \text{ кг/см}^2$ ), и малоподвижный внутриклеточный сок, удаляемый при высоких давлениях ( $50 \text{ кг/см}^2$  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, Гизлегпищепром, 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. Fougeaex H., The Water Transfer in Codfish Muscle Immersed in Sodium Chloride Solutions, J. of the Fish. Res. Board of Canada, v. IX, 8, 1952.