

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ АЗОТА БЕЛКОВЫХ ФРАКЦИЙ В МЯСЕ РЫБЫ ПРИ ПОСОЛЕ И ХРАНЕНИИ

Кандидат технических наук А. Ф. Швецов
Лаборатория химического консервирования ВНИРО

В процессе посола и хранения рыбы важнейшая составная ее часть — белки претерпевает ряд изменений. В работах, посвященных этому вопросу, дается в большинстве случаев представление об изменении количества общего или белкового азота. Однако этого совершенно недостаточно для оценки продукта с точки зрения его пищевых качеств и для рациональной организации производственного процесса, поскольку разные белки различаются между собою как в отношении их пищевого значения, так и в отношении физических и химических свойств. Поэтому целью настоящей работы было изучение некоторых изменений отдельных белков в мясе рыбы при ее посоле и хранении.

Наиболее характерными белками мышечной ткани рыб считаются альбумины, глобулины (миозины) и миостромины. Кроме того, проф. М. Д. Ильин [3] указывает на ряд других разновидностей белка, находящихся в мясе рыб: глютины, белки ядер или истинные нуклеины, белки сарколеммы, белки эластических волокон — эластогены и белки гидратного характера — протеозы или альбумозы и пептоны. В основу разделения этих белков положена, как известно, их способность растворяться в том или ином растворителе (альбумины, например, растворимы в воде, глобулины — в средних растворах нейтральных солей, миостромины — в слабых щелочах).

Однако разделение белков мышечной ткани по их растворимости имеет в известной мере условный характер, так как растворимость нативных белков может меняться под влиянием различных факторов (физических, химических и др.).

Проф. В. С. Садиков и А. Ф. Шошин [7], изучавшие изменение белков мяса кролика при хранении под влиянием ферментов самого мяса, наблюдали уменьшение количества глобулинов. В своей работе они отмечают, что главными составными частями мяса следует считать: 1) белки, извлекаемые водой; 2) белки, извлекаемые солевым раствором; 3) белки, не извлекаемые этими растворителями. Между этими частями в свежем мясе существуют определенные соотношения. При выдержке мяса происходит более или менее быстро сдвиг в этих соотношениях. Альбумины и глобулины значительно убывают, но при этом количество растворимых в воде белков почти не изменяется, а количество солерастворимых белков резко снижается. Глобулины же переходят в нерастворимую форму, увеличивая собой фракцию неизвлекаемого белка. Эти же авторы указывают, что несоответствие потери альбумина с суммой нарастания пептонов и аминокислот, наблюдаемое в некоторых случаях, указывает на возможность превращения части альбуминов в неизвлекаемую водой форму альбуманов.

Проф. М. Я. Галвяло [1] также указывает, что вследствие посмертных изменений растворимость белков мяса может сильно измениться.

По поводу строминовых белков акад. А. В. Палладин [6] пишет:

«Повидимому, строма представляет собой смесь белков, свернувшихся при отмирании мышц, ибо количество стромы, полученной из разных мышц, зависит от свежести применяемых для получения стромы мышц». В подтверждение этого он, ссылаясь на Saxi, приводит данные о количестве белков мышечной стромы. По этим данным, количество белков мышечной стромы колеблется у разных животных от 8,9 до 63,7%.

Литературные данные (кстати сказать весьма немногочисленные) о соотношении отдельных белковых разновидностей в мышечной ткани различных рыб также указывают на значительные колебания в этих соотношениях. Некоторое представление об этом дают цифры, приведенные в табл. 1 и 2¹.

Таблица 1

Соотношение белков, извлеченных из мяса рыбы (в %)

Название рыбы	Альбумины		Глобулины		Стромины		Белков. остат.		Сумма белков		Количество всех белков	
	к мясу	ко всем белкам	к мясу	ко всем белкам	к мясу	ко всем белкам	к мясу	ко всем белкам	к мясу	ко всем белкам	к мясу	ко всем белкам
Щука . . .	3,627	26	4,093	30	2,854	21	—	—	10,574	77	13,886	100
Пикша . .	4,073	29	3,283	23	4,750	34	—	—	12,106	86	14,062	100
Сельдь . .	2,112	13	2,17	13	7,217	45	2,770	13	14,278	84	16,181	100
Кета . . .	2,127	11	0,974	5	9,715	50	3,471	18	16,387	84	19,458	100

Таблица 2

Соотношение азота белков, извлеченных из мяса рыбы

Название рыбы	А з о т (в %)								Примечание
	альбумины		глобулины		миостро- мины		белковый остаток		
	к мясу	к белк. азоту	к мясу	к белк. азоту	к мясу	к белк. азоту	к мясу	к белк. азоту	
Пикша . .	0,26	12	0,78	35	1,04	47	0,13	6	По данным проф. Ильина [3]
Судак . . .	0,59	22	1,33	49	0,38	14	0,46	17	По данным Шапи- ро и Карпова [9]

Из приведенных анализов видно, что в мышечной ткани рыб наибольший процент белков в одних случаях составляют миостромины, в других — глобулины. Это непостоянство в соотношении упомянутых белков может быть объяснено приведенными выше указаниями, тем более, что степень свежести взятых для анализа рыб и сроки их хранения авторами не указываются.

Несмотря, однако, на некоторую условность разделения белков по их растворимости, все же этот метод применяется для изучения различных процессов, связанных с изменением отдельных белков мышечной ткани. В своей работе мы также применили этот метод, полагая, что он даст возможность наметить схему этих изменений в рыбе при посоле и хранении.

¹ По данным Л. Л. Прухницкого [7].

Белковые вещества мяса как свежей, так и соленой рыбы извлекались нами следующими растворителями: 1) водой, 2) 7,5%-ным раствором NaCl, 3) 0,05%-ным раствором NaOH. Кроме того, анализировался остаток мяса после щелочного извлечения.

Извлечение белков производилось по следующей методике. Отобранная для анализа рыба разделялась на филе (с удалением головы, внутренностей, костей и кожи), мясо пропусклось два раза через мясорубку; полученный фарш тщательно растирался в ступке. Из фарша брались навески для приготовления вытяжек — по две параллельных вытяжки для каждой фракции. Соотношение количества мяса и растворителя во всех случаях составляло 1 : 250.

При таком соотношении концентрация NaCl в водной вытяжке при извлечении белков из соленой рыбы составляла 0,05—0,07% и в этом случае в водную вытяжку могло перейти лишь весьма незначительное количество солерастворимых белков.

По данным Дж. Логана [7], изучавшего растворимость белков мяса пикши в зависимости от концентрации NaCl в растворителе, в водную вытяжку, не содержащую NaCl, переходило 0,760 г азота на 1 л, а при 0,15-молярном растворе NaCl — 0,912 г азота. Таким образом, 0,15-молярная концентрация NaCl в вытяжке увеличивала содержание белков на 0,152 г азота в 1 л или на 15,0%. Это увеличение идет, по-видимому, за счет солерастворимых белков. Концентрация NaCl в наших водных вытяжках была, примерно, в 10 раз слабее, что в еще меньшей степени могло влиять на переход в водную вытяжку солерастворимых белков. Поэтому определение азота водорастворимых белков в соленом мясе рыбы мы производили в водной вытяжке с упомянутыми незначительными концентрациями NaCl.

Извлечение солерастворимых белков производилось, как уже упоминалось, 7,5%-ным раствором NaCl; эта концентрация была нами взята, так как, по данным Логана, максимум извлечения белков наблюдается при концентрации NaCl, равной 6,8—7,8%.

Навеска мяса для вытяжек (в виде фарша) в количестве около 1 г взвешивалась на аналитических весах, растиралась в ступке и переносилась в колбу емкостью 100 мл, в которую наливалось около 75 мл растворителя. Содержимое взбалтывалось и колба ставилась на несколько часов на лед. После этого вытяжка фильтровалась через вату в мерную колбу емкостью 250 мл; фильтр с задержанной на нем мясной кашицей переносился опять в 100-миллилитровую колбу для повторного настаивания. В колбу вторично наливался растворитель и вытяжка снова ставилась на лед. Такая обработка производилась 4—5 раз в течение 20 часов до полного извлечения белков данным растворителем (фильтрат испытывался фосфорновольфрамовой кислотой). Все порции вытяжек сливались в мерную колбу емкостью 250 мл и жидкость в ней доводилась до метки, после чего через бумажный фильтр отфильтровывалось 100 мл жидкости. В этой порции вытяжки определялся азот по Кьельдалю.

Таким методом определялся азот белков водной, солевой и щелочной вытяжек.

Азот белков, нерастворившихся в 0,05%-ном растворе NaOH и оставшихся на фильтре после фильтрования щелочной вытяжки также определялся по Кьельдалю. Кроме того, в мясе рыбы производились определения влаги, NaCl и общего азота, по обычно принятой методике, влага — высушиванием навески фарша при температуре 105° до постоянного веса, NaCl — титрованием по Мору водной вытяжки мяса, общий азот — по Кьельдалю.

В качестве объекта исследования нами были взяты донская сельдь и судак. Упомянутые определения производились в рыбе вначале в све-

жей, перед загрузкой ее в чан для посола, затем в процессе посола и хранения через определенные промежутки времени.

Рыба засаливалась в посолочном цехе Азовского рыбокомбината.

Условия посола. Свежая сельдь поступала в посол через 6—8 часов после вылова, во время транспортировки с места лова на завод она находилась во льду, затем загружалась в чан и пересыпалась по рядам льдом и солью. Количество соли составляло около 24 %, а льда — около 15 % к весу рыбы-сырца. По заполнении чана в него был налит крепкий тузлук в количестве около 10 % к весу рыбы. Посол производился в охлаждаемом (льдом) помещении, имевшем температуру +10°. Судак засаливался в разделанном виде обычным промысловым способом (в этом же помещении).

Для опытного хранения были заготовлены образцы крепкосоленой и малосоленой сельди и крепкосоленого судака.

Малосолёная сельдь была приготовлена так называемым прерванным посолом и взята из чана через 5 суток после начала посола. В мясе рыбы содержалось 8,49 % NaCl

$$C = \frac{\text{NaCl} \cdot 100}{\text{NaCl} + \text{вода}} = 13,52\%,$$

где C — концентрация NaCl в мышечном соке рыбы.

Крепкосолёная сельдь была взята из того же чана через 11 суток и содержала в мясе 13,84 % NaCl ($C = 22,895$), т. е. насыщение солью соков рыбы было почти полным.

Сельдь была уложена в бочки и залита натуральным тузлуком, причем для заливки крепкосолёной сельди был взят крепкий тузлук, а для малосолёной — изотоничной концентрации.

Судак был взят из чана через 13 суток после начала посола (содержание NaCl в мясе рыбы достигало 19,51 %, $C = 25,73\%$) и уложен в ящики.

Образцы были отправлены в Москву и помещены на хранение в камеру холодильника при температуре -2° .

Результаты проведенных анализов рыбы приводятся в табл. 3 и 5.

В табл. 3 показаны количественные изменения азота белковых фракций при посоле и хранении сельди крепкосолёной и малосолёной.

Ранее уже упоминалось о том, что белковые вещества извлекались различными растворителями.

Из приведенного описания методики видно, что в каждой вытяжке определяется сумма нескольких разновидностей азота, а именно: в водной — сумма азота небелкового и альбуминов (кроме того, в водную вытяжку могло перейти незначительное количество глобулинов); в солевой вытяжке — азот небелковый, альбуминов и глобулинов и, наконец, в щелочной — азот небелковый, альбуминов, глобулинов и миостроминов. Таким образом, можно принять, хотя и условно, что, вычитая из азота водной вытяжки азот небелковый¹, получим азот белков водной фракции (соответствующий азоту альбуминов); вычитая из азота солевой вытяжки азот водной вытяжки, получаем азот белков солевой фракции (соответствующий азоту глобулинов) и, наконец, вычитая из азота щелочной вытяжки азот солевой вытяжки, получаем азот белков щелочной фракции (соответствующий азоту миостроминов). В четвертой фракции определяем непосредственно азот белков, не извлекаемых слабой щелочью (азот белков ядер, сарколеммы и пр.).

Этот метод определения белковых разновидностей заимствован нами у проф. М. Д. Ильина.

¹ Небелковый азот определялся в фильтрате водной вытяжки после коагуляции белков при нагревании до кипения в присутствии уксусной кислоты. Последняя добавлялась в фильтрат до слабокислой реакции.

Время взятия пробы	Объект исследования	Различные формы азота (в % от общего азот.)										Белков не раство- римых в 0,05% NaOH		
		Влага (в %)	NaCl (в %)	Концентра- ция соли в мышечном соке (в %)	Азот общий (в %)	белко-небел- вый ¹		водной вы- тяжки	солевой вы- тяжки		щелочной вытяжки			
						бел- вый ¹	ко- вый ¹		общий	бел- ковый			общий	бел- ковый
П о с л а с е л ь д и														
16/V	Сельдь свежая (сырец для посола)	68,8	—	—	2,63	86,3	14,4	34,6	20,2	77,6	43,0	98,1	20,53	6,1
21/V	Сельдь в процессе посола (через 5 су- ток после начала посола)	54,3	8,49	13,52	2,99	85,6	14,7	24,4	9,7	40,1	15,7	83,6	43,5	17,4
27/V	Сельдь в конце посола (через 11 су- ток после начала посола)	47,07	13,84	22,89	2,90	84,5	14,1	26,8	12,8	41,4	14,5	87,2	45,9	12,4
Х р а н е н и е к р е п к о с о л е н о й с е л ь д и														
15/VII	Крепкосоленая сельдь (через 60 су- ток от начала посола)	46,63	14,89	24,2	3,19	80,9	17,2	26,0	8,8	33,9	4,7	88,7	54,9	11,9
27/IX	Крепкосоленая сельдь (через 133 су- ток от начала посола)	46,46	14,25	23,47	3,11	80,1	19,6	25,4	5,8	41,2	17,0	93,9	52,7	9,6
24/X	Крепкосоленая сельдь (через 159 су- ток от начала посола)	45,8	13,97	23,37	3,06	79,4	20,3	27,5	7,2	38,9	11,4	97,4	58,5	10,8
Х р а н е н и е м а л о с о л е н о й с е л ь д и														
17/VII	Малосоленая сельдь (через 62 суток от начала посола)	54,23	9,73	15,21	3,23	73,7	25,4	40,9	15,5	44,6	3,7	93,2	48,6	8,4
25/IX	Малосоленая сельдь (через 131 су- ток от начала посола)	53,53	8,93	14,3	3,39	67,8	28,6	39,2	10,6	51,6	12,4	93,2	41,6	6,8
23/X	Малосоленая сельдь (через 157 су- ток от начала посола)	52,86	9,26	14,9	3,2*	68,4	28,8	40,6	11,9	51,9	11,3	93,4	41,6	10,6

* Определения белкового и небелкового азота производились Е. П. Сафоновой.

Рассматривая полученные результаты, прежде всего следует отметить, что в мясе свежей сельди, взятой нами для посола, 77,5% всего азота составляют азотистые вещества, растворимые в средних концентрациях NaCl, причем на долю белков солевой фракции (миозины) падает 50% всего количества белков. Таким образом, миозины, повидимому, являются основными белками мышечной ткани сельди. Белки водной фракции (альбумины) составляли 23% всех белков; примерно, такой же процент составляли и белки щелочной фракции (миостромины). Количество неизвлекаемых белков весьма незначительно около 7%.

Из табл. 3 видно, что количество азота белков солевой и водной фракций резко падает в первые 5 дней посола. Одновременно с этим наблюдается резкое увеличение азота белков щелочной фракции. В последующие дни посола азот белков этих фракций изменяется весьма незначительно. Изменения могли быть прежде всего вызваны переходом в тузлук той или иной группы белка. Уменьшение альбуминов, повидимому, этим отчасти и объясняется. Некоторая их часть могла перейти в тузлук, поскольку альбумины полностью не высаливаются даже в насыщенных растворах NaCl. Кроме того, некоторое количество их могло расщепляться, образуя, например, пептоны и другие азотистые соединения, не коагулируемые при нагревании. Что же касается миозинов, то переход их в тузлук мало вероятен, так как в крепких растворах глобулины высаливаются и поэтому переходить в тузлук не могут.

Проф. М. И. Турпаев [8], рассматривая азотистые вещества в тузлуке сельди при посоле, отмечает, что главная масса сухого органического вещества, которое утрачивает сельдь, выходит из нее в виде раствора. Очевидно, из мышечной ткани сельди в тузлук могут переходить только те вещества, которые растворимы в крепком растворе хлористого натрия. К группе растворимых в крепком растворе NaCl относится незначительное количество азотистых веществ, которые находятся в совершенно свежих тканях рыб. Большинство протеинов, встречающихся даже в растворенном состоянии в соках рыбы и растворимых в пресной воде или в слабых растворах нейтральных солей, свертываются при высоких концентрациях солей.

Малая вероятность перехода миозина в тузлук подтверждается и опытами И. П. Леванидова [4]. Произведенный им анализ тузлука показал, что после доведения в диализате содержания NaCl до 0,02% никакого осадка, который бы характеризовал присутствие в тузлуке миозина не обнаруживается. В результате произведенных опытов он делает вывод, что миозин в тузлуке отсутствует.

Таким образом, следует предположить, что уменьшение азота миозинов вызвано превращением некоторой их части в соленизвлекаемую форму, чем и объясняется резкое увеличение азота щелочной фракции.

Аналогичные результаты получены проф. И. С. Яичниковым и другими авторами [10], исследовавшими процесс посола свиного мяса. В своей работе они указывают на весьма интересное и важное обстоятельство, а именно денатурацию — изменение протеинов при посоле.

Протеины извлекаются из соленого мяса труднее и в меньшем количестве, повидимому, вследствие уменьшения растворимости в принятых растворителях, например, в NaCl.

Так, протеин, выделенный из солевой вытяжки соленого мяса, значительно труднее растворяется в 10% NaCl, чем протеин, выделенный из солевой вытяжки свежего мяса.

Рассматривая уменьшение количества миозинов в связи с динамикой просаливания сельди, весьма интересно отметить, что оно не находится в зависимости от увеличения концентрации NaCl в соке рыбы (С) (табл. 4).

Динамика просаливания сельди

Продолжитель- ность посола (в сутках)	Влага (в %)	NaCl (в %)	Концентра- ция соли в мышечном соке (в %)	Продол- житель- ность по- сола (в сутках)	Влага (в %)	NaCl (в %)	Концентра- ция соли в мышечном соке (в %)
Сырец	68,68	—	—	5	54,30	8,49	13,52
1	60,69	2,77	4,36	8	46,96	11,75	20,03
2	55,38	4,48	7,48	10	46,08	13,34	22,46
3	53,54	5,17	8,80				
4	—	7,58	—	11	47,07	13,84	22,72

Из табл. 4 видно, что на 5-й день посола $C = 13,5\%$, а на 11-й день $C = 22,9\%$, т. е. к этому времени соки мяса рыбы были близки к насыщению их солью. Количество же миозинов резко уменьшилось уже на 5-й день посола и при дальнейшем просаливании сельди оставалось почти на одном уровне. Отсюда можно сделать заключение, что превращение миозинов в соленеизвлекаемую форму не связано с высаливанием миозинов.

По данным О. Шапиро и П. Карпова [9] нижняя граница высаливания глобулинов лежит при 17—19% NaCl. По опытам И. П. Леванидова, высаливание глобулинов наблюдается в 20%-ном растворе NaCl по объему или в 17%-ном растворе по весу и в растворах более высокой концентрации. При 15%-ном содержании NaCl высаливающего действия NaCl на глобулины не обнаружено.

Наблюдения при хранении сельди показывают, что количество азота солевой фракции продолжает уменьшаться. Через два месяца хранения у крепкосоленой сельди оно снизилось до 5,8%, у малосоленой — до 5%. Одновременно с этим продолжает нарастать азот щелочной фракции. И здесь уменьшение азота белков солевой фракции можно также объяснить переходом их в соленерастворимую форму, хотя не исключена возможность расщепления некоторой их части с образованием некоагулируемых азотистых соединений. Однако процесс расщепления этих белков, повидимому, не является здесь преобладающим, поскольку нарастание небелкового азота, например у крепкосоленой сельди, сравнительно не велико.

Таким образом, мы видим, что миозины в основном превращаются в соленеизвлекаемую форму и что это превращение происходит не только во время посола, но и в течение известного периода хранения рыбы. Естественно, возникают вопросы, чем обуславливается этот процесс, насколько он связан с теми или иными условиями посола и хранения и как он влияет на питательную ценность этих белков? К сожалению, ответить на эти вопросы в настоящее время не представляется возможным.

Мы уже отмечали, что образование соленерастворимых глобулинов наблюдали В. С. Садиков и А. Ф. Шошин [7] при созревании свежего мяса теплокровных, однако этот процесс остается неясным, на что указывают и названные авторы: «В общих чертах намечается новая проблематика, которая в первую очередь должна быть направлена на улучшение познаний в области химических изменений состава глобулинов, имеющих место при превращении их в глобуланы. Такого рода превращения трактуются обычно как явления денатурации или явления коллоидно-химического характера; но здесь вряд ли может идти речь об «энзиматической денатурации», ибо такого рода сопоставление, как

энзимдействие и денатурация, неприемлемо. Повидимому, часть изменений, которые до сих пор приписывались денатурации, например превращение протенинов в протеаны, следует считать натуральными.

Гортнер [2] в приводимой им классификации белков выделяет группу «измененных белков», к которой относит протеаны и характеризует их как промежуточные продукты расщепления некоторых глобулинов при действии сильно разбавленных кислот, воды или ферментов. Этот вид измененных белков особенно характерен для глобулинов и отличается от них в физическом отношении неспособностью растворяться в разбавленных растворах солей. Примерами являются эдестан из эдестина и миозан из миозина.

Этот же автор указывает, что характер химических изменений, происходящих при этом процессе, опять-таки остается неизвестным. В связи с этим он предполагает, что этот процесс включает в себя гидролиз и что эдестан можно рассматривать как первую стадию при гидролизе эдестина.

Приведенные высказывания различных авторов показывают, что превращение миозинов в солерастворимую форму пока не ясно; тем более эти превращения не ясны в процессе посола, где действует целый ряд факторов; различные концентрации NaCl, тканевые ферменты и пр.

Если мы проследим за изменением азота солевой фракции при дальнейшем хранении соленой сельди, то увидим, что через сравнительно длительный срок хранения (4 месяца) азот белков этой фракции начинает увеличиваться.

Является ли увеличение азота солерастворимых белков при длительном хранении рыбы процессом закономерным, сказать на основании небольшого количества наблюдений затруднительно. Однако, возможно, что часть ранее измененных миозинов в известный период хранения под влиянием каких-либо биохимических факторов, например действия энзимов, может снова переходить в солерастворимую форму.

Количество азота белков водной фракции уменьшается при хранении рыбы, что, повидимому, объясняется расщеплением альбуминов с образованием азотистых соединений, не коагулируемых при нагревании.

Изменение азота остаточных белков, не извлекаемых слабой щелочью, связано, очевидно, с превращением солерастворимых белков в нерастворимую форму.

Изменения азота белковых фракций в мясе судака в процессе его посола и хранения показаны в табл. 5.

Анализы показывают, что соотношение азота белковых фракций в свежем мясе судака почти такое же, как и у сельди. Здесь также основную массу белков составляют миозины; содержание альбуминов такое же, как у сельди и лишь миостроминов несколько меньше.

Рассматривая изменение азота этих фракций в процессе посола и хранения судака, мы наблюдаем почти то же, что и у сельди: резкое снижение азота белков солевой фракции в течение первых пяти дней посола и одновременное резкое нарастание азота белков щелочной фракции. В последующие дни посола эти изменения незначительны. Обращает внимание также то обстоятельство, что количество азота белков солевой фракции резко снижается не в момент достижения высоких концентраций в соке рыбы, а, наоборот, в первые дни посола, когда $C = 15\%$, т. е. при такой концентрации, при которой глобулины еще не высаливаются.

Уменьшение азота белков водной фракции, как и в вышерассмотренном случае, при посоле сельди, объясняется, возможно, теми же причинами: частичной потерей альбуминов — переходом их в тузлук с расщеплением некоторой их части.

Переходя к хранению соленого судака, отметим уменьшение азота

Время опыта	Объект исследования	Влага (в %)	NaCl (в %)	Концентрация соли в мышечном соке (в %)	Азот общий (в %)	Различные формы азота (в % от общего азота)										белков в 0,05% NaOH
						белковый	небелковый	водной вытяжки		солевой вытяжки		щелочной вытяжки				
								общий	белковый	общий	белковый	общий	белковый			
														выт.	выт.	
П о с о л а																
6/V	Судак свежий (срез для посола)	81,54	—	—	2,61	88,9	13,0	34,5	21,5	82,4	44,16	93,9	11,5	4,2		
11/V	Судак в середине посола (через 5 суток от начала посола)	63,49	11,52	15,35	3,67	86,6	13,1	31,6	18,5	46,9	15,35	91,6	44,78	8,2		
19/V	Судак в конце посола (через 13 суток от начала посола)	56,29	19,51	25,73	3,56	87,4	12,9	29,2	16,3	39,6	10,4	84,6	44,9	19,4		
Х р а н е н и е																
18/VII	Судак (через 74 суток от начала посола)	58,18	18,16	23,68	3,57	89,6	12,3	26,6	14,3	32,8	6,2	86,8	54,1	12,3		
30/IX	Судак (через 147 суток от начала посола)	57,25	18,64	24,56	3,63	87,6	13,5	25,6	12,1	37,5	11,8	93,1	55,6	8,2		
28/X	Судак (через 174 суток от начала посола)	56,43	18,00	24,18	3,79	84,2	15,8	25,9	10,3	35,1	9,5	94,2	59,1	10,3		

1 Определения белкового и небелкового азота производились Е. П. Сафоновой.

солевой фракции и одновременное нарастание азота щелочной фракции, однако у судака это явление выражено менее резко, чем у сельди. Уменьшение азота солевой фракции подтверждает высказанное ранее предположение, что миозины переходят в соленастворимую форму, поскольку в данном случае была исключена возможность их потери (судак хранился в ящиках без тузлука). Оно не может быть также объяснено и переходом азота этих белков в воднорастворимую форму, поскольку количество азота водной фракции за этот период не увеличилось.

Следует упомянуть, что в известный период хранения (через 4,5 месяца) в мясе судака, как и у сельди, количество азота солевой фракции увеличилось, однако в меньшей степени, чем у сельди, что указывает на более медленный процесс превращения ранее измененных миозинов в солерастворимую форму.

Заключение

Проведенные наблюдения над количественными изменениями азота белков мяса рыбы при посоле и хранении показывают, что наибольшим изменениям подвергаются миозины, являющиеся основными белками мышечной ткани рыбы.

Эти изменения в основном заключаются в превращении миозинов в соленастворимую форму. К известному моменту хранения рыбы в эту форму может переходить около 90% миозинов, находящихся в мясе свежей рыбы. Процесс превращения этих белков в соленастворимую форму в настоящее время еще недостаточно выяснен и неизвестно представляет ли он чисто химическое явление, обусловленное действием NaCl, или вызывается также другими причинами, например действием тканевых ферментов. Однако установлено, что превращение миозинов в соленастворимую форму сопровождается нарастанием азота белков щелочной фракции. Наряду с уменьшением азота миозинов при посоле происходит уменьшение азота воднорастворимых белков вследствие частичного перехода их в тузлук и расщепления с образованием некоагулирующих при нагревании азотистых веществ.

Изменение белков и, в частности, миозинов при посоле и хранении рыбы может вызывать снижение питательной ценности мяса рыбы, а потому изучение этих изменений имеет большое значение для улучшения технологического процесса обработки рыбы.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Галвяло М. Я., Биохимия, 1938.
2. Гортнер, Основы биохимии, т. II. Белки, Снабтехиздат, 1933.
3. Ильин М. Д., К характеристике белков рыбьего мяса. Материалы ВНИРП, вып. 4, 1934.
4. Леванидов И. П., О некоторых свойствах сельдяных тузлуков, «Рыбное хозяйство», № 9 и 10, 1935.
5. Логан Д. Ж., Растворимые протеины мускульной ткани пикши, перевод Некрасовой (Kontributions to Canadian Biology, «Fisheries» N.S.V. 6 № 1), 1930.
6. Палладин А. В., Учебник физиологической химии, Биомедгиз, 1935.
7. Садиков В. С. и Шошин А. Ф., К выявлению процесса созревания мяса, Белковый сборник, I, вып. 1, Пищепромиздат, 1936.
8. Турпаев М. И., Теория и практика посола сельди в Астрахани, «Известия Петровского общества исследователей Астраханского края», т. II, 1926.
9. Шапиро О. И. и Карпов П. П., Белки мышечной ткани судака. Сборник работ по технологии рыбных продуктов, «Труды ВНИРО», т. IX, 1939.
10. Яичников И. С. и др., Белковые вещества мяса, «Труды Московского зоотехнического института им. Молотова», 1936.