

К вопросу об изменении химического состава тканей рыб семейства Тресковые (*Gadidae*) в процессе хранения при низких температурах (-28°C)

С.И. Овчинникова

Биологический факультет МГТУ, кафедра биохимии

Аннотация. Целью работы является комплексный систематизированный анализ динамики химического состава тканей рыб семейства Тресковые *Gadidae* в процессе хранения при низких температурах (-28°C) в течение 6 месяцев. В статье представлены данные по сравнительному анализу химического состава таких рыб, как треска *Gadus morhua morhua*, пикша *Melanogrammus aeglefinus*, сайда *Pollachius virenis*, сайка (полярная тресочка) *Boreogadus saida*, путассу *Micromesistius poutassou*. Особое внимание обращено на выявление зависимости ключевых биохимических показателей, характеризующих состояние мышечной ткани, от вида рыбы.

Abstract. The aim of our work is the complex systematic analysis of chemical content dynamics of tissues of cod family *Gadidae* during the storage under low temperatures (-28°C). Data for such fishes as the cod *Gadus morhua morhua*, the haddock *Melanogrammus aeglefinus*, the polarcod *Boreogadus saida*, the pollack *Pollachius virenis*, the poutassou *Micromesistius poutassou* have been presented in this paper. The dependence of the main biochemical parameters of chemical content characterizing the muscle tissues' state on the fish species has been showed as well.

1. Введение

Хранение рыбы в условиях низких температур замедляет процессы превращения исходных биоорганических и неорганических соединений в тканях.

При низких температурах в тканях мороженой рыбы основная часть влаги превращена в кристаллы льда. Характер, распределение и размеры образующихся кристаллов льда зависит от условий замораживания и состояния рыбы перед замораживанием. При медленном замораживании в межклеточном пространстве образуются крупные кристаллы льда, а при быстром охлаждении до температуры кристаллизации образуются мельчайшие кристаллики льда. Распределение кристаллов в структурных элементах мышц рыбы незначительно отличается от характера распределения влаги в тканях рыбы перед замораживанием. Если идет процесс быстрого замораживания до наступления стадии посмертного окоченения, основная масса кристаллов льда формируется во внутриклеточном пространстве. При быстром замораживании рыбы в стадии автолиза наблюдается образование кристаллов льда между клетками и внутри клеток. Когда имеет место процесс медленного замораживания, крупные кристаллы льда образуются в основном вне клетки. Особенности кристаллообразования и распределения кристаллов внутри тканей влияют на пищевую ценность мяса, физико-химические свойства мышечной ткани, на водоудерживающую способность белков, которая уменьшается с увеличением сроков хранения мороженой рыбы. При хранении мороженой рыбы в тканях развиваются физико-химические процессы, в результате которых с поверхности тела рыбы испаряется влага, увеличиваются размеры кристаллов льда, уменьшается их число в межклеточном пространстве. (Быков, 1973; 1987; Кизеветер, 1973).

В процессе хранения происходят автолитические превращения белков и липидов под воздействием тканевых протеолитических и липолитических ферментов. Скорость автолиза зависит от температуры, активности ферментов и других факторов.

Представляло интерес провести сравнительный анализ химического состава тканей рыб семейства Тресковые; в процессе хранения при низких температурах (-28°C); определить особенности автолитических превращений белков и липидов, активность тканевых ферментов в условиях низких температур.

С этой целью были проведены исследования особенностей химического состава мышечной ткани рыб семейства Тресковые в процессе хранения при низких температурах (-28°C): трески, пикши, сайды, сайки, путассу. По содержанию белка в мясе рыб представители семейства Тресковые относятся к группе белковых рыб (содержание белка в тканях рыб этой группы 15-20 %), по содержанию липидов – к маложирным рыбам (содержание жира по классификации меньше 2 %).

Треска – одна из важнейших промысловых рыб. Треска является широко распространенной рыбой в Северной Атлантике. Вылавливается в Баренцевом море. Обитает в придонных слоях и в пелагиале. Мясо трески обладает высокой пищевой ценностью, содержит биологически полноценные белки, включающие полный комплект незаменимых аминокислот, лимитирующих аминокислот нет. Мясо трески в среднем содержит 18 % белка, 80 % влаги, 0,3 % жира. Содержание белка повышается в период с сентября по январь. Икра у атлантической трески пелагическая. Личинки трески Нордкапским течением переносятся на Северо-восток в Баренцево море. Взрослые особи атлантической трески – хищники. Зимой взрослые особи питаются в придонных слоях сельдью, весной – мойвой, которая идет на нерест к берегам Северной Норвегии и Мурманска. Треска созревает в возрасте 8-10 лет. Треска нерестится в марте-апреле и выметывает от 2 млн до 9 млн икринок. С трехлетнего возраста треска совершает миграции, летом – по течению на север и восток, зимой – против течения на юг и запад. С возрастом протяженность миграций охватывает восточные районы Баренцева моря.

Пикша является морской бореальной рыбой, период нереста – с марта по июнь, нерестится в Северном море у берегов Исландии и Норвегии в придонных слоях воды. Питается беспозвоночными и мелкой рыбой. Обладает высокой пищевой ценностью, белки мышечной ткани являются биологически полноценными белками, лимитирующие аминокислоты отсутствуют. Преобладают аминокислоты лизин, лейцин, глутаминовая кислота, аспарагиновая кислота. Мясо тощее, жирность 0,1-0,3 %, влага 81 %, белок 18,5 %.

Сайда – промысловая рыба Северной Атлантики. Сайда является морской стайной пелагической рыбой, нерестится с января по май. Химический состав мяса является обычным для Тресковых (18 % белка, 80 % влаги, небольшое количество жира), белки мышечной ткани являются биологически полноценными, лимитирующие аминокислоты отсутствуют.

Сайка (полярная тресочка) является мелкой пелагической рыбой. Нерест происходит в январе-феврале в возрасте 3-8 лет. Пищевая ценность сайки сравнительно низкая. Наибольшее содержание белка и жира в мясе характерно для периода вылова октябрь-декабрь. Сайка вылавливается в Баренцевом море.

Путассу – пелагиальная промысловая рыба, заходит в Баренцево и Гренландское моря. По сравнению с треской отличается высокой степенью минерализованности костей. Мышечная ткань путассу содержит биологически полноценные белки, однако для водных экстрактов мышечной ткани характерно большое количество низкомолекулярных белков, лимитирующие аминокислоты отсутствуют. Наличие высокого содержания низкомолекулярных белков обуславливает плохую формуемость фарша и специфическую консистенцию мышечной ткани. Мясо тощее, содержит 18 % белка. Путассу созревает в 2-5-летнем возрасте, питается зоопланктоном и мелкой рыбой. Особенно велики запасы путассу в Норвежском и Баренцевом морях. Нерест путассу длится с конца февраля по март. Нерестится на глубине до 400 м при температуре до 10°C и солености 35 ‰ (Лебская и др., 1998; 1997).

2. Исследования динамик химического состава мышечной ткани рыб семейства Тресковые в процессе хранения при низких температурах

Были проведены комплексные систематические исследования состояния мышечной ткани рыб семейства Тресковые (треска, пикша, сайда, сайка, путассу) для процессов хранения данных гидробионтов в течение 6 месяцев при низких температурах (–28°C).

Объектами исследования были рыбы семейства Тресковые приблизительно одинакового возраста (3-4 года). Готовились образцы мышечной ткани в соответствии с госстандартом, которые помещались в морозильную камеру при –28°C. Анализ образцов проводился в течение 6 месяцев.

Для трески при хранении наблюдались следующие закономерности (табл. 1): уменьшение содержания воды от 80,2 % до 78 %; в связи с понижением содержания воды отмечено увеличение процентного содержания общего азота от 18,2 % до 20,22 %; повышение массовой доли небелкового азота от 15,2 % до 17,9 % в результате автолиза; увеличение содержания аминного азота от 50 мг% до 800 мг%; уменьшение массовой доли белковой фракции от 18,1 % до 16,8 %, объясняемое автолизом тканевых белков. Массовая доля жира в мышечной ткани трески возрастает от 0,33 % до 0,39 % за счет уменьшения содержания воды. Аналогично, в результате уменьшения содержания влаги, незначительно повышается массовая доля минеральных веществ от 1,30 % до 1,39 %. В процессе хранения трески в течение 6 месяцев имеет место гидролитическая и окислительная порча жиров, что фиксируется возрастанием кислотного числа от 2,8 до 15 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,002 до 0,300 %I₂. Степень гидролиза белков, определяемая как $N_{амин}/\omega_{белк}$ возрастает от 0,25 % до 4 % (табл. 5). Содержание макроэргических соединений в мышечной ткани трески уменьшается в процессе хранения от 15 до 6,5 мг/100г (табл. 4).

Таблица 1. Динамика химического состава мышечной ткани трески и пикши в процессе хранения

Время хранения, мес.	Влага, %	Общий азот, %	Небелковый азот, %	Белок, %	N _{амм} , мг%	Водо-растворимый белок, %	Жир, %	Минер. вещества, %	Кислотное число, мгКОН/1г	Пероксидное число, % J ₂
Треска										
Сырец	80,2	18,20	15,2	18,1	50	4,1	0,33	1,30	2,8	0,002
1	80,0	18,40	15,5	17,9	80	4,0	0,34	1,35	4,0	0,008
2	79,5	18,80	16,0	17,8	120	3,8	0,38	1,38	6,2	0,009
3	79,0	19,28	16,2	17,8	300	3,7	0,38	1,38	8,3	0,010
4	78,6	19,64	16,5	17,5	400	3,6	0,38	1,38	10,5	0,022
5	78,2	20,07	17,7	17,0	600	3,5	0,38	1,38	13,0	0,280
6	78,0	20,22	17,9	16,8	800	3,4	0,39	1,39	15,0	0,300
Пикша										
Сырец	81,5	17,0	14,2	16,9	58	4,7	0,21	1,36	2,7	0,003
1	81,2	17,21	14,5	16,6	75	4,6	0,22	1,37	3,8	0,005
2	81,0	17,39	15,0	16,5	100	4,0	0,23	1,38	5,6	0,006
3	79,8	17,57	15,2	16,5	120	3,2	0,24	1,39	6,3	0,012
4	79,5	18,0	15,5	16,1	130	3,1	0,25	1,40	9,8	0,018
5	79,3	18,30	16,7	15,8	200	3,0	0,26	1,40	11,0	0,250
6	79,0	19,0	16,9	15,7	400	3,0	0,27	1,40	13,0	0,260

Таблица 2. Динамика химического состава мышечной ткани пикши в процессе хранения

Время хранения, мес.	Влага, %	Общий азот, %	Небелковый азот (НБА)		Жир, %	Минер. вещества, %	Белок, %	Азот летучих оснований (АЛО)		N _{амм} , мг%	Кислотное число, мг КОН/1г	Пероксидное число, % J ₂	Йодное число, % J ₂
			мг/100 г	% к общ. азоту				мг/100 г	% к общ. азоту				
Сырец	77,88	16,75	121	4,10	4,30	1,08	15,50	0	0	54	8,21 ± 0,10	0,060 ± 0,005	100 ± 1,9
1	76,68	17,59	270	8,16	4,62	1,09	15,0	10,8	0,30	121	14,36 ± 1,25	0,060 ± 0,005	100 ± 1,9
2	76,15	17,61	325	9,90	4,75	1,10	14,34	15,3	0,40	145	14,56 ± 1,33	0,078 ± 0,010	100 ± 1,9
3	76,10	17,65	345	9,80	5,10	1,11	14,30	18,5	0,50	165	20,50 ± 0,50	0,200 ± 0,010	100 ± 1,9
4	75,80	17,68	355	10,75	5,25	1,11	14,20	23,5	0,60	210	21,60 ± 1,36	0,268 ± 0,010	100 ± 1,9
5	76,00	17,70	361	10,85	5,35	1,11	14,10	27,0	0,70	250	22,20 ± 1,33	0,365 ± 0,015	100 ± 1,9
6	75,82	17,85	385	11,88	5,38	1,11	13,90	48,5	0,80	280	22,50 ± 1,00	0,650 ± 0,020	100 ± 1,9

Таблица 3. Динамика химического состава мышечной ткани тресковых рыб в процессе хранения

Время хранения, мес.	Влага, %	Общий азот, %	Небелковый азот, %	Белок, %	N _{амм} , мг%	Водо-растворимый белок, %	Жир, %	Минер. вещества, %	Кислотное число, мгКОН/1г	Пероксидное число, % J ₂
Сайда										
сырец	80,6	17,70	13,8	17,86	63	4,95	0,51	1,20	2,1	0,001
1	80,0	17,84	14,0	17,60	89	4,77	0,52	1,21	3,6	0,020
2	79,8	18,42	15,0	17,30	120	4,70	0,53	1,22	4,8	0,030
3	79,6	19,0	15,0	17,0	230	4,56	0,54	1,24	5,3	0,045
4	78,8	19,2	15,5	16,10	315	4,21	0,55	1,25	6,8	0,060
5	78,3	20,0	16,0	15,30	480	4,0	0,58	1,26	11,3	0,080
6	78,1	20,50	18,30	14,20	760	3,95	0,60	1,27	18,1	0,090
Сайка										
сырец	80,0	18,40	15,0	18,2	45	4,6	0,22	1,30	2,4	0,003
1	78,6	18,90	15,3	18,6	78	4,3	0,23	1,35	8,0	0,009
2	77,3	19,0	15,8	18,0	100	4,0	0,24	1,36	13,6	0,010
3	77,0	19,30	16,0	17,6	250	3,7	0,25	1,35	14,5	0,013
4	76,8	19,60	16,5	17,2	265	3,4	0,16	1,37	15,1	0,025
5	76,5	20,0	17,0	16,8	310	3,2	0,27	1,38	18,0	0,180
6	76,0	22,43	18,0	16,0	550	3,1	0,28	1,38	22,0	0,210
Путассу										
сырец	80,0	18,50	14,0	18,1	64	5,2	0,30	1,26	3,0	0,003
1	79,5	19,0	15,2	18,0	110	4,8	0,31	1,27	5,8	0,010
2	79,0	20,0	15,4	17,9	160	4,6	0,33	1,29	6,3	0,015
3	78,3	21,0	16,0	17,6	200	4,3	0,34	1,30	9,0	0,025
4	78,2	21,16	16,5	17,4	360	4,2	0,35	1,32	13,0	0,040
5	78,1	21,20	17,0	17,2	500	4,0	0,36	1,33	18,0	0,070
6	78,0	21,40	18,0	17,0	600	3,9	0,37	1,34	22,0	0,080

Таблица 4. Динамика содержания макроэргических соединений и аскорбиновой кислоты в тканях рыб в процессе хранения

Время хранения, мес.	Макроэргические соединения (мг/100 г)				Аскорбиновая кислота (мг%) в мышечной ткани рыб			
	Треска	Пикша	Сайда	Сайка	Треска	Пикша	Сайда	Сайка
0	15	14,6	15,6	16,1	2,9	3,1	1,89	2,35
1	13	13,9	15,3	15,5	2,0	2,3	1,75	2,10
2	14	13,1	14,8	15,0	2,4	2,2	1,80	2,30
3	13	9,0	14,3	14,6	2,1	2,5	1,70	2,0
4	10	8,6	14,0	14,0	0,5	1,0	0,80	1,40
5	9	8,4	13,2	13,8	0,2	0,3	0,30	0,50
6	6,5	8,1	13,0	13,5	0,1	0,1	0,10	0,20

Таблица 5. Динамика степени гидролиза (%) белков как $N_{амм}/\omega_{белк} \cdot 100\%$ в мышечной ткани рыб

Время хранения, мес.	Треска	Пикша	Сайда	Сайка	Путассу
сырец	0,25	0,28	0,35	0,247	0,35
1	0,40	0,45	0,50	0,420	0,51
2	0,60	0,61	0,69	0,550	0,90
3	1,50	0,73	1,35	1,400	1,14
4	2,0	0,80	1,95	1,540	2,0
5	3,0	1,26	3,0	1,900	2,99
6	4,0	2,55	5,0	3,410	3,60

В мышечной ткани пикши при хранении наблюдается уменьшение содержания воды от 81,5 % до 79 % (табл. 1). Имеет место понижения массовой доли белка от 16,9 % до 15,7 % и водорастворимой белковой фракции от 4,7 % до 3 %, что следует объяснять автолитическими тканевыми процессами. В результате автолиза тканевых белков возрастает содержание аминного азота от 58 мг% до 400 мг%. Отмечено увеличение содержания жира от 0,21 % до 0,27 % и минеральных веществ от 1,36 % до 1,40 %, соответственно, в результате снижения массовой доли воды. Имеет место возрастание величины кислотного числа от 2,7 до 13 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,003 до 0,260 % J_2 , что объясняется процессами гидролиза и окисления тканевых жиров. Степень гидролиза белков $N_{амм}/\omega_{белк}$ возрастает от 0,28 % до 2,55 % (табл. 5). Как и для трески, содержание макроэргов (АТФ) в мышечной ткани пикши, характеризующее энергетическое обеспечение тканей, уменьшается при хранении от 14,6 до 8,1 мг/100г ткани (табл. 4).

Мы представляем также динамику химического состава мышечной ткани пикши, выловленной перед нерестом. Как видно из табл. 2, сохраняются общие закономерности. Но данные образцы отличаются пониженным содержанием влаги и повышенной массовой долей жира, что свидетельствует о зависимости биохимических свойств от стадии жизненного цикла (табл. 2).

Был проведен анализ динамики химического состава мышечной ткани сайды в процессе хранения при -28°C в течение 6 месяцев (табл. 3). Наблюдаются следующие изменения: уменьшение массовой доли влаги от 80,6 % до 78,1 %, возрастание массовой доли общего азота от 17,7 % до 20,50 % в результате снижения содержания воды, возрастание содержания небелкового азота от 14,2 % до 16,9 %, уменьшение массовой доли белка от 17,86 % до 14,20 %, возрастание количества аминного азота от 63 мг% до 760 мг% в результате уменьшения содержания влаги, количественные показатели содержания жира и минеральных веществ незначительно увеличиваются от 0,51 % до 0,60 % и от 1,20 % до 1,27 %, соответственно. Массовая доля водорастворимого белка уменьшается от 4,95 % до 3,95 %. Как видно из представленных результатов, для сайды в течение 6 месяцев хранения характерны процессы гидролиза и окисления жиров, что фиксируется возрастанием кислотного числа от 2,1 до 18,1 мгКОН/1г жира и пероксидного числа от 0,001 до 0,090 % J_2 . Степень гидролиза белков для сайды возрастает от 0,35 % до 5 % (табл. 5). Содержание АТФ в мышечной ткани сайды в процессе хранения (6 месяцев) понижается от 15,6 до 13,0 мг/100г (табл. 4).

Проведен анализ динамики химического состава мышечной ткани сайки (полярной тресочки) в процессе хранения при -28°C в течение 6 месяцев (табл. 3). Как показывают результаты, массовая доля влаги в данном объекте уменьшается от 80 % до 76 % для 6 месяцев, в результате возрастает массовая доля общего азота от 18,40 % до 22,43 %, жира - от 0,22 % до 0,28 %, минеральных веществ - от 1,30 % до 1,38 %. В результате автолитических превращений наблюдается уменьшение содержания белка от 18,2 % до 16 %, увеличение процентного содержания небелкового азота от 15,0 % до 18,0 %, возрастание количества аминного азота от 45 мг% до 550 мг%, снижение массовой доли водорастворимой белковой фракции от 4,6 % до 3,1 %. В результате гидролиза и окисления тканевых жиров наблюдается увеличение кислотного числа от 2,4 до 22,0 мгКОН/1г и пероксидного числа от 0,003 до 0,210 % J_2 . Степень гидролиза белков мышечной ткани сайки при низкотемпературном хранении увеличивается от 0,247 % до 3,41 % (табл. 5).

Проанализирована динамика химического состава мышечной ткани путассу при низкотемпературном хранении в течение 6 месяцев. Как видно из табл. 3, содержание влаги уменьшается от 80 до 75 %, соответственно массовая доля общего азота возрастает до 21,4 %. В результате протекания автолитических превращений белковой фракции массовая доля небелкового азота возрастает от 14 % до 18 %, содержание белка уменьшается от 18,1 % до 17 %. Содержание водорастворимой белковой фракции в процессе хранения снижается от 5,2 % до 3,9 % также за счет автолиза. Наблюдается возрастание количества аминного азота от 64 мг% до 600 мг%. Так как в тканях при хранении протекают процессы гидролитической и окислительной порчи липидов, имеет место возрастание кислотного числа

от 3 до 22 мгКОН/1г ткани и пероксидного числа от 0,003 до 0,080 % J_2 . Для мышечной ткани путассу наблюдается возрастание степени гидролиза белков от 0,35 % до 3,60 % (табл. 5). В процессе хранения содержание макроэргических соединений в мышечной ткани путассу уменьшается от 16,1 до 13,5 мг/100г ткани (табл. 4).

Представляло интерес исследование активности аскорбатной системы в мышечной ткани рыб семейства Тресковые под воздействием низких температур.

В соответствии с данными Шаробайко (1991), для некоторых рыб видна закономерность: волнообразность изменений элементов аскорбатной системы, как и других изменений окислительно-восстановительного потенциала мышечной ткани рыбы в процессе хранения. Согласно Соколовскому В.В., указанные колебания могут быть связаны с периодическими флуктуациями конформационного состояния мышечных белков, следствием чего являются периодические изменения способности белков к связыванию низкомолекулярных соединений, то есть аскорбиновой и дегидроаскорбиновой кислот.

По данным Шаробайко, в мышцах свежельвленной речной рыбы содержится 1,79 мг% аскорбиновой кислоты и 3,87 мг% ее окисленных форм. В процессе хранения рыбы (до 51 сут. при -5°C) отношение аскорбиновой кислоты к сумме ее окисленных форм уменьшается, что является показателем постепенного истощения аскорбатной системы мышечной ткани. Изменения носят волнообразный характер. Содержание аскорбиновой кислоты через сутки хранения резко снижается, на четвертые сутки резко увеличивается, уменьшается до нуля на 30-е сутки с небольшим увеличением к окончанию хранения.

Шаробайко также установлены волнообразные изменения аскорбатной системы для такой морской мороженой рыбы, как минтай и сельдь иваси. В свежем минтае исходное содержание витамина С 2,9 мг%. В процессе холодильного хранения, начиная с одного месяца, содержание аскорбиновой кислоты уменьшается за счет окисленных форм.

Нами впервые была проанализирована динамика содержания аскорбиновой кислоты в мышечной ткани трески, пикши, сайды, сайки (табл. 4). Установлено, что для трески при хранении в течение 6 месяцев наблюдается уменьшение содержания аскорбиновой кислоты от 2,9 мг% до 0,1 мг%, причем для 60 суток хранения характерно увеличение содержания аскорбиновой кислоты с последующим спадом, что свидетельствует о волнообразном характере динамики. Для мышечной ткани пикши характерно снижение содержания аскорбиновой кислоты от 3,1 мг% до 0,1 мг% в процессе хранения при низких температурах, причем для 90 суток хранения имеет место повышение содержания аскорбиновой кислоты до 2,5 мг% с последующим уменьшением. Это подтверждает волнообразный характер динамики. Анализ динамики аскорбиновой кислоты в мышечной ткани сайды показывает, что содержание аскорбиновой кислоты уменьшается от 1,89 мг% до 0,1 мг% в процессе хранения в течение 6 месяцев. О волнообразной активности аскорбатной системы свидетельствует появление пика для 2 месяцев хранения. Анализ мышечной ткани сайки также показывает понижение содержания аскорбиновой кислоты от 2,35 мг% до 0,2 мг% в течение 6 месяцев, при этом для срока хранения 2 месяца отмечается увеличение содержания аскорбиновой кислоты с последующим спадом, что также подтверждает волнообразный характер данной динамики.

Был проведен сравнительный анализ ряда показателей химического состава для рыб одинакового возраста. В процессе хранения наблюдаются следующие закономерности: уменьшение влаги для: путассу – на 2 %, трески – на 2,2 %, пикши – на 2,5 %, сайды – на 2,5 % – 2,6 %, сайки – на 4 %. Как видно из представленных данных, наибольшее уменьшение содержания воды в мышечной ткани при хранении характерно для сайки, наименьшее – для путассу, что можно объяснить особенностями водоудерживающей способности белковых молекул. Для такого показателя, как содержание общего азота, в связи с уменьшением содержания влаги отмечены следующие закономерности в процессе хранения: увеличение массовой доли общего азота для путассу – на 1,9 %, пикши – на 2,0 %, сайды – на 3,8 %, трески – на 4,0 %, сайки – на 4,03 %, т.е. наибольшее повышение данного показателя характерно для сайки, наименьшее – для путассу. По значениям кислотного числа (мгКОН/1г) для 6 месяцев хранения составлен следующий ряд: для пикши кислотное число равно 13 мгКОН/1г, трески – 15 мгКОН/1г; сайды – 18 мгКОН/1г, сайки – 22 мгКОН/1г, путассу – 22 мгКОН/1г, наибольшее увеличение кислотного числа характерно для тканей сайки. Ряд, составленный по значениям пероксидного числа (% J_2) для 6 месяцев хранения, выглядит следующим образом: для путассу – 0,008 % J_2 , сайды – 0,090 % J_2 , сайки – 0,210 % J_2 , пикши – 0,260 % J_2 , трески – 0,3 % J_2 . Если говорить о содержании аминного азота (мг %), характеризующего процессы гидролиза тканевых белков для 6 месяцев хранения, то имеет место увеличение значения данного показателя в ряду: для пикши – 400 мг %, сайки – 550 мг %, путассу – 600 мг %, сайды – 760 мг %, трески – 800 мг %. По содержанию водорастворимой белковой фракции (%) можно выявить такие закономерности: для исходного сырья наибольшее значение данного показателя наблюдается для мышечной ткани путассу (5,2 %), наименьшее – для трески (4,1 %). Для 6 месяцев хранения наибольшее содержание водорастворимого белка (%)

отмечено также для путассу (3,9%), что согласуется с данными ПИНРО по содержанию низкомолекулярных белков в путассу, наименьшее – для пикши (3,0%).

Сравнительный анализ образцов показывает, что до двух месяцев хранения наибольшая степень гидролиза белков характерна для путассу, наименьшая – для сайки. Начиная с трех месяцев хранения до шести месяцев наиболее высокая степень гидролиза белков наблюдается для мышечной ткани трески и сайды, наименьшая степень гидролиза – для пикши.

3. Заключение

В ходе изучения динамики химического состава тканей рыб семейства Тресковые в процессе хранения в течение 6 месяцев при низких температурах (-28°C) выявлены следующие общие закономерности изменения количественных показателей:

- уменьшение абсолютного и процентного содержания воды в мышечной ткани;
- увеличение процентного содержания общего азота за счет уменьшения массовой доли влаги;
- увеличение массовой доли небелкового азота в результате автолиза белков и накопления небелковых азотсодержащих веществ;
- уменьшение содержания белкового азота вследствие распада белков в процессе автолиза;
- увеличение содержания азота аминокислот за счет гидролиза тканевых белков;
- незначительное увеличение (в результате уменьшения процентного содержания влаги) массовой доли жира и минеральных веществ;
- возрастание степени гидролиза белков;
- уменьшение содержания водорастворимой белковой фракции;
- уменьшение содержания макроэргических соединений (распад АТФ);
- сдвиг рН тканей в кислую область за счет повышения содержания фосфорной кислоты за счет распада АТФ, молочной кислоты (гликогенолиз) и аминокислот (автолиз белков);
- увеличение кислотного числа из-за гидролиза тканевых жиров;
- возрастание пероксидного числа, характеризующего окислительную порчу тканевых жиров.

Полученные данные рисуют полную картину биохимических изменений в процессе хранения мышечной ткани рыб при низких температурах (-28°C).

Впервые дан сравнительный анализ ряда химических показателей для мышечной ткани рыб семейства Тресковые, установлена зависимость ряда показателей от вида рыбы.

Литература

- Быков В.П.** Изменения мяса рыбы при холодильной обработке: автолитические и бактериальные процессы. М., *Агропромиздат*, 219 с., 1987.
- Быков В.П.** Исследование свойств фарша из мяса мороженой рыбы и изыскание способов улучшения его качества. *Автореф. дис. канд. техн. наук*, М., 33 с., 1973.
- Кизиветтер И.В.** Биохимия сырья водного происхождения. Учебник. М., *Пищ. пром-сть*, 422 с., 1973.
- Лебская Т.К., Константинова Л.Л., Двинин Ю.Ф.** Технохимические свойства промысловых рыб Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана. *Мурманск, Изд-во ПИНРО*, 183 с., 1997.
- Лебская Т.К., Константинова Л.Л., Двинин Ю.Ф.** Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей. *Мурманск, Изд-во ПИНРО*, 183 с., 1998.
- Шаробайко В.И.** Биохимия продуктов холодильного консервирования. М., *Агропромиздат*, 255 с., 1991.