

Особенности химического состава и показатели свежести лососевых рыб аквакультуры Норвегии и Карелии

А. А. ГРЕБЕНИУК, Ю. Г. БАЗАРНОВА

j_bazar@rambler.ru

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО
Институт холода и биотехнологий
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*Особенности выращивания лососевых рыб в аквакультуре обуславливают проблемы качества, основные из которых связаны с химическим составом тканей рыб и показателями свежести рыбного сырья. В статье приведен анализ химического состава лососевых рыб форели атлантической *Oncorhynchus Mykiss*, лосося атлантического *Salmo Salar*, форели карельской *Salmo trutta morpha farso*, выращиваемых в аквакультуре. Определены показатели свежести охлажденного рыбного сырья и продолжительность предварительного холодильного хранения перед переработкой.*

Ключевые слова: лососевые рыбы, аквакультура, химический состав, показатели свежести рыбного сырья

Peculiarities of chemical composition and characteristics of freshness of salmon fish species of Norwegian and Karelian aquaculture

A. A. GREBENYUK, J. G. BAZARNOVA

j_bazar@rambler.ru

*National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics
Institute of Refrigeration and Biotechnologies
191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*Features of salmon fish species breeding in aquaculture provokes some problems of fish raw material quality. Main of the problems are connected with chemical composition of fish tissues and freshness characteristics. In the following article analysis of chemical composition of salmon fish species such as trout *Oncorhynchus Mykiss*, salmon *Salmo Salar*, trout *Salmo trutta morpha farso* raised in aquaculture is given. Freshness characteristics of chilled fish raw material and the duration of preliminary cold storage before processing were determined.*

Keywords: salmon fishes, aquaculture, chemical composition, freshness characteristics of chilled fish raw material

Продукты из лососевых рыб пользуются на Российском рынке огромной популярностью. Основные перерабатываемые виды лососевых рыб - форель норвежских фьордов *Oncorhynchus Mykiss*, лосось атлантический *Salmo Salar*, форель карельская *Salmo trutta morpha farso* – выращивают в аквакультуре в Норвегии и Карелии (рис. 1-3).



*Рис. 1. Форель карельская *Salmo trutta morpha farso**



*Рис. 2. Форель атлантическая *Oncorhynchus Mykiss**



*Рис. 3. Лосось атлантический *Salmo Salar**

Культивируемые лососевые рыбы, в отличие от обитающих в естественных условиях, живут в ограниченном пространстве и испытывают гиподинамию, что оказывает непосредственное влияние на химический состав их тканей. Различия химического состава тканей культивируемых рыб, по сравнению с «дикими», обуславливают более слабую консистенцию мяса, в результате чего при переработке рыбного сырья происходит расслоение мышечной ткани по миосептам.

Следует отметить также, что вес некоторых особей лососевых рыб из аквакультуры может достигать 6-7 кг. При переработке рыбы крупного размерного ряда, в частности, консервировании посолом, возникает проблема неравномерного просаливания.

Цель настоящей работы - изучить химический состав форели атлантической *Oncorhynchus Mykiss*, лосося атлантического *Salmo Salar* и форели карель-

ской *Salmo trutta lacustris L.*, выращенных в аквакультуре Норвегии и Карелии. Исследовать показатели свежести исследуемого охлажденного рыбного сырья для установления сроков предварительного холодильного хранения до дальнейшей переработки.

В табл. 1-4 приведены экспериментальные данные, полученные для исследуемых видов рыб, выращенных в аквакультуре Норвегии и Карелии в период с 2006 по 2009 гг [2, 3].

Таблица 1

Химический состав форели *Oncorhynchus Mykiss*, лосося *Salmo Salar* и форели озерной *Salmo trutta morpha farso* в 2006, 2007 и 2008 гг.

Состав	Форель <i>Oncorhynchus Mykiss</i>		Лосось <i>Salmo Salar</i>		Форель озерная <i>Salmo trutta morpha farso</i>	
	Основные нутриенты, г/100 г					
Белок	Содержание	Среднее значение	Содержание	Среднее значение	Содержание	Среднее значение
	17,5-20,8		15,4-22,0		11,1-15,5	
	15,8-19,8		14,0-26,1		12,5-16,8	
	16,1-21,1	13,8-23,5	13,1-15,9			
Жир	12,9-22,5	12,5±0,1	13,3-23,4	11,0±0,1	8,0-11,1	8,0±0,1
	12,5-21,5		12,6-18,0		7,0-10,8	
	13,0-19,8		9,0-23,2		9,5-12,0	
Минеральные вещества, мг / 100 г						
	Содержание	Среднее значение	Содержание	Среднее значение		Содержание
P	220-225	220±1	237-245	240±1	-	271±1
	225-230		230-240		-	
	215-220		245-250		-	
K	339-350	350±1	369-380	360±1	-	481±1
	345-350		351-360		-	
	352-360		345-350		-	
Ca	8-11	9±1	15-18	15±1	-	67±1
	9-10		13-15		-	
	9-11		11-13		-	
Mg	24-28	24±1	26-30	25±1	-	31±1
	21-25		21-25		-	
	22-25		23-28		-	

Анализ данных химического состава исследуемых лососевых рыб свидетельствует, что форель атлантическая превосходит форель карельскую (озерную) по содержанию белка примерно на 30 %, однако последняя лидирует по содержанию минеральных веществ – фосфора, калия, кальция и магния, что возможно связано с ихтиологическими особенностями рыб с особенностями их выращивания в озерных хозяйствах (табл. 1).

В табл. 2 приведены данные по содержанию водорастворимых витаминов в исследуемых видах рыб [2]. Отмечено высокое содержание фолиевой кислоты в лососе. По содержанию фолатов лосось превосходит форель атлантическую в 5 раз и форель озерную почти в 2 раза. По содержанию других витаминов исследуемые лососевые рыбы отличаются незначительно.

В табл. 3 представлены данные по содержанию жирорастворимых витаминов в лососе и форели атлантической [3]. Анализ приведенных данных показал, что по содержанию ретинола лосось почти в 2 раза превосходит форель атлантическую, однако уступает ей по содержанию эргокальциферола примерно на 20 %. Это может быть связано с различиями в составе кормов, применяемых для выращивания этих рыб.

Таблица 2

Содержание водорастворимых витаминов в форели *Oncorhynchus Mykiss* и лососе *Salmo Salar* за период 2006-2008 гг., мг/100 г

Содержание, мг / 100 г			
Наименование	Форель <i>Oncorhynchus Mykiss</i>	Лосось <i>Salmo Salar</i>	Форель <i>Salmo trutta morpha farso</i>
Фолиевая кислота	4,0±0,1	20,2±0,5	12,1±0,5
Цианкобаламин	3,1±0,1	4,4±0,1	4,4±0,1
Ниацин	6,6±0,1	6,6±0,1	4,0±0,1
Пантотеновая кислота	1,4±0,1	1,1±0,1	0,9±0,1
Пиридоксин	0,50±0,05	0,50±0,01	0,40±0,01
Рибофлавин	0,10±0,01	0,14±0,01	0,10±0,01
Тиамин	0,10±0,01	0,20±0,01	0,15±0,01

Таблица 3

Содержание жирорастворимых витаминов в форели *Oncorhynchus Mykiss* и лососе *Salmo Salar* за период 2006-2008 гг., мг/100 г

Наименование	Содержание, мг / 100 г					
	Форель <i>Oncorhynchus Mykiss</i>			Лосось <i>Salmo Salar</i>		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
α-токоферол	2,5±0,1	2,4±0,1	2,4±0,1	2,1±0,1	2,3±0,1	2,3±0,1
γ-токоферол	0,65±0,05	0,50±0,05	0,55±0,05	0,30±0,05	0,35±0,05	0,40±0,05
Ретинол	4,0±0,1	6,0±0,1	11,5±0,1	20,3±0,1	19,0±0,1	15,0±0,1
Эргокальциферол	9,5±0,5	10,3±0,5	10,5±0,5	7,0±0,5	8,0±0,5	11,0±0,5

Общее содержание ПНЖК в исследуемом рыбном сырье (табл. 4) сильно варьирует [3]. Норвежские ученые связывают эти явления с влиянием антропогенных факторов и изменением движения теплых течений. Установлено, что по содержанию эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот лосось превосходит форель атлантическую в среднем на 30 %. Напротив, по содержанию ω -3 кислот форель атлантическая превосходит лосось примерно на 15 %, но уступает ему по содержанию ω -6 кислот на 10 %. Суммарное содержание ПНЖК в форели атлантической больше на 10 %.

Таблица 4

Содержание ПНЖК, мг/100 г в форели *Oncorhynchus Mykiss* и в лососе *Salmo Salar* за период с 2006 по 2008 гг.

Суммарное содержание ПНЖК	Содержание, мг / 100 г					
	Форель <i>Oncorhynchus Mykiss</i>			Лосось <i>Salmo Salar</i>		
	2006	2007	2008	2006	2007	2008
Эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот	2872±10	2004±10	2487±10	2062±10	1787±10	1710±10
ω -3 кислот	4101±10	2951±10	4084±10	3201±10	3110±10	3076±10
ω -6 кислот	1107±10	880±10	2021±10	1215±10	1501±10	1684±10
ПНЖК	5295±10	3878±10	6179±10	4465±10	4660±10	4807±10

Анализ данных химического состава исследуемых видов рыб показал, что исследуемое сырье обладает высокой пищевой ценностью, для сохранения которой необходимо усовершенствование технологических режимов и операций, таким образом, чтобы воздействие на сырьё было минимальным.

На рынке деликатесной рыбной продукции повышенным спросом пользуется слабосоленая продукция из лососевых рыб. Нами предложена технология двухступенчатого посола лососевых рыб с применением инъектирования [1]. Слабосоленая рыба готова к употреблению и является сырьем при производстве копченой рыбы и кулинарных продуктов. Слабосоленая рыбная продукция отличается, прежде всего, тем, что мышечные белки, витамины и эссенциальные жирные кислоты рыб сохраняют состояние, близкое к нативному. Важно организовать процесс изготовления слабосоленой продукции таким образом, чтобы наряду с максимальным сохранением полезных веществ рыбного сырья достичь как можно более длительного срока реализации готовой продукции. При этом одним из наиболее важных факторов является степень свежести рыбного сырья, проблема сохранения которой связана с удаленностью сырьевой базы от мест переработки и потребления.

Транспортировка охлажденной рыбы осуществляется автомобильным рефрижераторным автотранспортом и может продолжаться до 3 сут. Сырье во время транспортировки находится в пенопластовых коробах во льду при температуре $(2\pm 2)^\circ\text{C}$. Далее сырьё подвергают холодильному хранению в холодильных камерах при температуре $(0\pm 2)^\circ\text{C}$ до тех пор, пока оно не поступит в переработку.

Контроль качества охлажденного рыбного сырья в настоящее время осуществляют с использованием критериев его свежести. Для оценки свежести рыбы используют экспресс-тест на pH, органолептический анализ и контроль микробиологических показателей. Однако вышеперечисленные показатели не являются информативными с точки зрения технологической пригодности лососевых рыб для дальнейшей переработки. В связи с этим, дополнительно нами предложено определять следующих показатели: активность тканевых протеаз (катепсинов); содержание аминок-аммиачного азота и влагоудерживающую способность мяса рыбы.

В табл. 5 приведены микробиологические показатели исследуемого рыбного сырья при холодильном хранении. Установлено, что за исследуемый период хранения санитарно значимые микробиологические показатели не превысили нормативных значений (табл. 5).

Таблица 5

Изменения санитарно значимых микробиологических показателей исследуемого рыбного сырья при холодильном хранении. $(0\pm 2)^\circ\text{C}$, 14 сут

Наименование образца	Масса продукта (г), в которой не допускается				<i>V. Parahaemolyticus</i> – не более 100 КОЕ/г
	КМАФАнМ, КОЕ/г, не более 1×10^5	БГКП (колические формы) в 0,001 г не допускаются	<i>S. aureus</i> в 0,01 г не допускаются	Патогенные в том числе сальмонеллы и <i>L. monocytogenes</i> в 25 г не допускаются	
Свежая рыба					
Форель атлантическая	$2,6\times 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Менее 10
Лосось атлантический	$2,2\times 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	-
Форель карельская озерная	$3,1\times 10^2$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	-
После хранения					
Форель атлантическая	$5,5\times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Менее 10
Лосось атлантический	$3,8\times 10^3$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	-
Форель карельская озерная	$1,1\times 10^4$	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	-

Выявлено, что после 12 сут холодильного хранения в тканях рыбы наблюдается увеличение рН примерно на 0,2 ед., что может являться следствием накопления продуктов протеолиза.

Активная кислотность определяет активность тканевых протеаз – катепсинов, оптимум действия которых находится в интервале рН от 5,4 до 5,8. Значение активности катепсинов в процессе хранения рыбного сырья колеблется от 0,4 до 1,1 ед (рис. 4). Максимальный уровень активности отмечен на 8-е сут хранения, затем он снижается, что вызвано смещением рН в щелочную сторону.

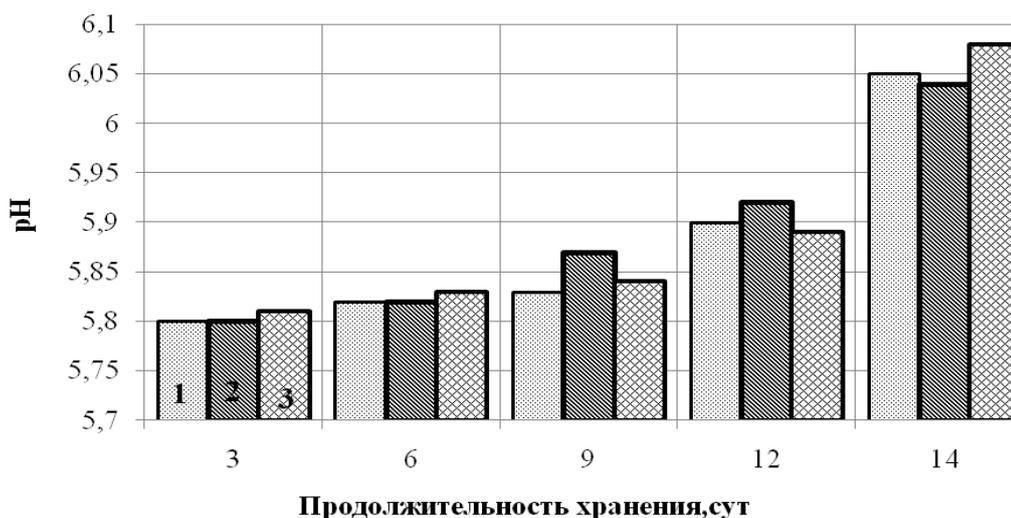


Рис. 4. Изменение рН мышечной ткани охлажденной форели *Oncorhynchus Mykiss*, лосося *Salmo Salar*, форели озерной *Salmo trutta morpha farso* при холодильном хранении ($2\pm 2^{\circ}\text{C}$, 14 сут):
1 - Лосось *Salmo Salar*; 2 - Форель озерная *Salmo trutta morpha farso*,
3 - Форель *Oncorhynchus Mykiss*

Полученные данные хорошо коррелируют с динамикой аминокислотного азота и органолептическими показателями исследуемого рыбного сырья. Наиболее значимыми органолептическими показателями являются запах и консистенция мяса рыбы, поскольку они характеризуют технологическую пригодность сырья для дальнейшей переработки. Установлено, что примерно на 14 сут хранения происходит значительное ухудшение консистенции и расслоение мяса по миосептам, появляется неприятный привкус и запах, что свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего хранения рыбного сырья.

Исходный уровень показателя аминокислотного азота (0,7 мг/г) свидетельствует, что все исследуемые образцы заложены на хранение свежими (рис. 5). Увеличение скорости накопления аминокислотного азота наблюдается примерно на 9 сут холодильного хранения.

Установлено, что в первый период хранения влагоудерживающая способность (ВУС) тканей рыбы снижается незначительно, однако по истечении 9 сут - более чем на 2%. Снижение ВУС объясняется изменением структуры белко-

вых молекул. Полученные данные хорошо согласуются с показателем содержания аминокислотного азота в тканях рыбы (рис. 5). Установлено, что снижение ВУС более чем на 2 % приводит к увеличению потери массы рыбы при посоле.

Таким образом, установлено, что продолжительность предварительного холодильного хранения лососевых рыб в указанных условиях не должна превышать 9 сут. В течение этого периода рыба остается свежей и может подвергаться дальнейшей переработке.

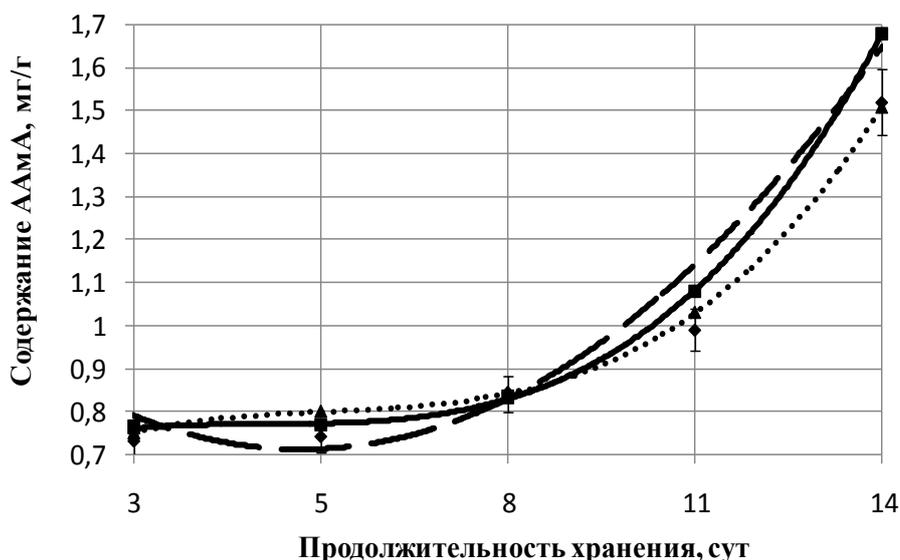


Рис. 5. Динамика аминокислотного азота в исследуемом рыбном сырье при холодильном хранении. (2 ± 2)°C, 14 сут:
— Лосось *Salmo Salar*, ($R^2=1$);
- - - - Форель озерная *Salmo trutta morpha farso*, ($R^2=0,9851$)
..... Форель *Oncorhynchus Mykiss*, ($R^2=1$)

Анализ химического состава и показателей свежести лососевых рыб выращиваемых в аквакультурах Норвегии и Карелии свидетельствует о возможности общего подхода при выборе технологических операций и режимов обработки, вариативность которых будет отличаться незначительно и позволит производителю получать стабильный выход продукта с требуемым уровнем качества.

Список литературы

1. Гребенюк А.А., Базарнова Ю.Г. Двухступенчатый посол лососеобразных рыб// Рыбпром. — М.: Изд-во ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии. — 2010. (84-87) — 120 с.
2. health-diet.ru/base_of_food/food_1515/index.php.
3. nifes.no/sjomatdata/index.php?page_id=&lang_id=2.