

# ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

DOI: 10.24143/2073-5529-2017-3-128-137  
УДК 664.951.2.004.4+664.951.035.1

*Е. Ю. Поротикова, М. П. Андреев, Б. Л. Нехамкин*

## ВЛИЯНИЕ ЛАКТАТА НАТРИЯ НА КАЧЕСТВО МАЛОСОЛЕННОЙ РЫБЫ В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ В БЕСКИСЛОРОДНОЙ СРЕДЕ

Исследовалось влияние лактата натрия на физико-химические, органолептические и микробиологические показатели малосоленой продукции из мороженого филе тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) и сельди балтийской (салаки (*Clupea harengus membras*)) в процессе хранения при температуре  $5 \pm 0,3$  °С. Проанализированы способы обработки малосоленых образцов сельди и салаки без лактата натрия (контроль) и с добавлением 3 % лактата натрия (опыт) как в вакуумной упаковке, так и в модифицированной газовой среде (МГС – смесь углекислого газа и азота (40 % CO<sub>2</sub>/60 % N<sub>2</sub>)). Упаковка – пакеты высокой барьерности с проницаемостью по кислороду 3 см<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>/день. Установлено, что при использовании 3 % лактата натрия консистенция продукта уплотнялась; выделение воды в упаковке уменьшалось, активность воды в малосоленой сельди и салаке снижалась на 0,01–0,012 ед. Наибольшее снижение рН (на 0,02 ед.) было отмечено в образцах без лактата натрия, упакованных в МГС. Органолептические признаки порчи в рыбе без лактата натрия проявлялись значительно раньше, а использование лактата натрия в количестве 3 % как в вакууме, так и в МГС позволяло сохранить и улучшить органолептические характеристики продукта в процессе хранения. Общая микробиологическая обсемененность опытных образцов, упакованных в МГС, оставалась на очень низком уровне на протяжении всего срока хранения, т. е. совместное применение 3 % лактата натрия и МГС эффективнее тормозило развитие микроорганизмов. Эта же комбинация позволяет снизить в 2 раза скорость накопления азота концевых аминогрупп и увеличить в 1,5 раза срок хранения малосоленой сельди и салаки по сравнению со сроком хранения в вакуумной упаковке без использования лактата натрия. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование лактата натрия при производстве малосоленой рыбы, упакованной в бескислородной среде.

**Ключевые слова:** соленая продукция, сельдь тихоокеанская, сельдь балтийская, модифицированная газовая среда, вакуум, лактат натрия, общий азот летучих оснований, азот концевых аминогрупп, активность воды.

### Введение

В настоящее время на российском рынке малосоленой рыбной продукции присутствует ассортимент, который по общепринятой международной классификации относится к особо скоропортящейся рыбной продукции с низким содержанием соли и носит название «lightly preserved fish products». Отличительные особенности данного вида продукции – концентрация массовой доли соли менее 6 % (от 3,5 до 5 %), значение активной кислотности рН > 5, хранится такая продукция при температуре ≤ 5 °С [1].

Согласно классификации, представленной в ГОСТ 815-2004 «Сельди соленые. Технические условия» (<http://docs.cntd.ru/document/gost-815-2004>), ГОСТ 7448-2006 «Рыба соленая. Технические условия» (<http://docs.cntd.ru/document/1200049454>), ГОСТ 28698-90 «Рыба мелкая соленая. Общие технические условия» (<http://docs.cntd.ru/document/gost-28698-90>), продукцию с массовой долей соли от 4 до 6 % относят к разряду малосоленой. Стойкость в хранении про-

дукции на верхнем пределе солености (6 %) – относительно высокая, однако потребителем требуется более низкое содержание соли (до 5 %), что приводит к снижению потенциальной стойкости и быстрой микробиологической порче в сложившихся условиях реализации.

Преобладающей микрофлорой в такой продукции обычно являются молочнокислые бактерии, хорошо адаптирующиеся к подобным условиям [2]. Однако в ней могут развиваться и патогенные микроорганизмы, такие как *Listeria monocytogenes* и *Clostridium botulinum* [3]. Для снижения скорости роста молочнокислых бактерий и патогенных микроорганизмов в малосоленой продукции целесообразно введение дополнительных барьеров [4] (например, консервирующие ингредиенты, изменение активной кислотности, способ упаковки). Данные меры позволяют снизить риски при хранении в сложившихся условиях реализации.

В последнее для соленой рыбы используется упаковка, позволяющая в определенной степени стабилизировать качество продукции – вакуумная и модифицированная газовая среда (МГС). При этом не исключается использование других барьерных факторов.

При производстве соленой продукции в настоящее время в качестве консервантов применяются бензойнокислый натрий и сорбат калия (или сорбиновую кислоту) – по отдельности или совместно. Согласно российскому законодательству (СанПиН 2.3.2.1293-03 [5], а для рыбной продукции с 01.09.2017 – ТР ТС 029-2012 [6]), суммарная массовая доля консервантов не должна превышать 0,02 %, что не обеспечивает соблюдение нормативных значений по количеству мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) малосоленой продукции в условиях реализации [7].

Известно, что повысить эффективность консервантов можно путем снижения активной кислотности за счет использования регуляторов кислотности, в том числе органических кислот и их солей. Это связано с тем, что с понижением pH снижается степень диссоциации молекул консервантов, а только в таком виде они проникают внутрь микробной клетки [8]. Однако значительное снижение pH в малосоленой продукции нежелательно из-за изменения ее вкуса и консистенции, что связано с активизацией тканевых ферментов, приводящей к увеличению скорости созревания. В присутствии CO<sub>2</sub> этот процесс еще более ускоряется [9].

В связи с вышеизложенным целесообразно использовать такие регуляторы кислотности, которые, обладая бактериостатическим или синергетическим по отношению к консервантам действием, не снижают значение pH и не влияют на органолептические характеристики соленого продукта. Такими свойствами обладают соли органических кислот с низкой молекулярной массой, к которым относятся лактаты, цитраты и ацетаты натрия, с успехом используемые при производстве мясных [10, 11] и рыбных [12, 13] продуктов. В дополнение к действию на микроорганизмы порчи, лактат натрия демонстрирует и антибактериальную активность по отношению к различным патогенным микроорганизмам, в том числе *L. monocytogenes* и *Cl. botulinum* [12, 14].

Бактериостатическое действие лактатов по своему механизму подобно действию консервантов на основе бензойной и сорбиновой кислот и обусловлено их способностью проникать в недиссоциированном виде через клеточную мембрану внутрь микробной клетки и диссоциировать с понижением pH и окислением ее цитоплазмы [8]. Кроме того, лактаты связывают межклеточную воду, снижая активность воды в продукте и ухудшая тем самым условия для развития микроорганизмов [15].

В рыбной отрасли применение лактатов изучалось в ходе исследования образцов охлажденной [12, 16] формованной рыбной продукции с промежуточной влажностью [17] и пресервах [18]. Однако данные по влиянию лактата натрия на качество малосоленой рыбы (концентрация соли не более 6 %), упакованной в условиях бескислородной среды (вакуум и МГС), отсутствуют.

**Цель исследования** – изучить влияние лактата натрия на физико-химические, органолептические и микробиологические показатели малосоленой рыбной продукции, упакованной в условиях вакуума и МГС.

#### **Объекты и методы исследования**

В качестве сырья использовалось мороженое филе тихоокеанской сельди (*Clupea pallasii*) весеннего вылова (апрель 2016 г.) с жирностью  $10 \pm 1$  % и мороженое филе салаки (сельди балтийской (*Clupea harengus membras*)) зимнего вылова (февраль 2017 г.) с жирностью  $4 \pm 0,5$  % (табл. 1).

## Характеристика сырья

Вид сырья	Массовая доля воды в сырье, %	Массовая доля соли, %	Концентрация хлоридов в мышечной ткани, % в водной фазе	Активность воды, ед.	ОАЛО**, мг азота/100 г	Ферментативная активность, мкг азота/г/мин	рН, ед.
Сельдь тихоокеанская	70,3 ± 1	0,47 ± 0,03	0,66 ± 0,04	0,982 ± 0,003	6	0,11 ± 0,02	6,7 ± 0,01
Салака	76 ± 0,5	0,28 ± 0,02	0,37 ± 0,03	0,984 ± 0,003	7	0,09 ± 0,01	7,0 ± 0,01

\* В пересчете на хлористый натрий.

\*\* Общий азот летучих оснований.

Оба объекта по жирности мышечной ткани и активности тканевых ферментов отличались незначительно, и в данном физиологическом состоянии их можно отнести к слабосозревающим рыбам.

Филе рыб солили законченным способом в течение 3-х суток в солевом растворе при соотношении 1:1 с добавлением лактата натрия (опыт) и без него (контроль). Рецептуры солевого раствора представлены в табл. 2. Отличия в рецептуре связаны с необходимостью получения соленой рыбы с одинаковой концентрацией соли в мышечном соке. Создание в образцах продукции равной концентрации, а не массовой доли соли является более корректным для проведения испытаний, т. к. развитие микробиологических процессов зависит от концентрации соли.

Таблица 2

## Рецептуры солевого раствора для посола рыб, % к массе рыбы

Компонент	Вид рыб	
	Сельдь тихоокеанская	Салака
Соль поваренная	8,9	9,8
Лактат натрия (60 %-ный раствор)	11,3	11,3
Консерванты (бензоат натрия и сорбат калия)	0,05	0,05
Вода	79,75	78,85

Соленое обесшкуренное филе было расфасовано в пакеты из высокобарьерных полимерных материалов (проницаемость по кислороду  $3 \text{ см}^3/\text{м}^2/\text{сут}$ ) под вакуумом и в МГС ( $\text{CO}_2 - 40 \%$ ;  $\text{N}_2 - 60 \%$ ). Хранили образцы при температуре  $5 \pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$ .

При определении качественных показателей использовались следующие методы и приборы:

- массовая доля соли – аргентометрическое титрование по ГОСТ 7636;
- массовая доля воды – анализатор влажности MF-50 (AND, Япония);
- активная кислотность (рН) – иономер И-510 с погрешностью измерений 0,01 (Аквилон, Россия) по ГОСТ 28972;
- активность воды ( $a_w$ ) – LabMaster-aw (Novasina, Швейцария) с разрешением измерения 0,001 по ГОСТ Р ИСО 21807;
- общий азот летучих оснований (ОАЛО) – метод прямой дистилляции на анализаторе белка Kjeltec 2300 (FOSS, Швеция);
- азот концевых аминокислот (АКА) – метод формольного титрования [19];
- КМАФАнМ – по ГОСТ 10444.15;
- молочнокислые микроорганизмы – по ГОСТ 10444.11.

## Результаты исследования и их обсуждение

В процессе всего хранения малосоленой продукции в МГС содержание кислорода в упаковке находилось на уровне 0–0,3 %, а содержание углекислого газа снизилось примерно на 10 % в первые дни хранения, что связано с растворением  $\text{CO}_2$  в поверхностном слое рыбы, и в дальнейшем сохранилось на этом же уровне. Такие изменения газового состава в упаковке подтверждают высокие барьерные свойства пленки.

Основные физико-химические показатели тихоокеанской сельди и салаки после посола представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Физико-химические параметры малосоленой продукции

Вид сырья	Массовая доля воды, %	Массовая доля соли, %	Концентрация соли в мышечной ткани, % в водной фазе	Активность воды, ед.	pH, ед.
Сельдь тихоокеанская: контроль опыт	70,5 ± 1	4,3 ± 0,3	5,9 ± 0,3	0,959 ± 0,003	6,67 ± 0,01
	69 ± 1	4,3 ± 0,3	5,9 ± 0,3	0,949 ± 0,003	6,68 ± 0,01
Салака: контроль опыт	79 ± 1	4,9 ± 0,3	5,9 ± 0,3	0,961 ± 0,003	6,80 ± 0,01
	75 ± 1	4,9 ± 0,3	5,9 ± 0,3	0,952 ± 0,003	6,84 ± 0,01

Массовая доля соли (с учетом естественного содержания хлоридов в сырье) в соленой сельди составила 4,3 %, в салаке – 4,9 %, содержание лактата около 3 %. Из-за различной жирности сырья концентрация соли в мышечном соке как сельди, так и салаки составила 5,9 %; суммарное содержание консервантов – 0,018–0,02 %.

Более низкие значения активности воды в опытных образцах объясняются, вероятно, способностью лактата натрия связывать межклеточную воду и снижать активность воды [15]. Это положительный момент использования лактата, т. к. снижение активности воды даже на 0,01 ед. значительно повышает микробиологическую стойкость продукции [20].

Наибольшее снижение pH (на 0,02 ед.) в процессе хранения было отмечено в контрольных образцах, упакованных в МГС, что связано с действием углекислого газа, который растворяется в водной фазе мышечной ткани с образованием угольной кислоты [3]. Внесение лактата натрия в количестве 3 % и упаковка малосоленой сельди и салаки в МГС привели к снижению pH продукта на 0,1 ед., что меньше, чем в контрольных образцах, упакованных в МГС. Это связано с буферными свойствами лактата, которые частично нейтрализуют действие CO<sub>2</sub>.

Добавление лактата натрия в количестве 3 % не повлияло значительно на вкус и запах соленой продукции. Вместе с тем в образцах с лактатом натрия дегустаторы отметили более выраженное гармоничное и приятное ощущение солености. Наблюдались также и более плотная консистенция и меньшее выделение влаги из рыбы в процессе хранения как в вакууме, так и в МГС.

Данные по общей микробиологической обсемененности в процессе хранения опытных и контрольных образцов малосоленой продукции из сельди и салаки представлены в табл. 4.

Таблица 4

## КМАФАнМ в образцах малосоленой тихоокеанской сельди и салаки

Сутки анализа	Тихоокеанская сельдь				Салака			
	Контроль		Опыт		Контроль		Опыт	
	Вакуум	МГС	Вакуум	МГС	Вакуум	МГС	Вакуум	МГС
	КОЕ/г							
1	6·10 <sup>1</sup>	5·10 <sup>1</sup>	6·10 <sup>1</sup>	5·10 <sup>1</sup>	5,5·10 <sup>2</sup>	5·10 <sup>2</sup>	5,5·10 <sup>2</sup>	5·10 <sup>2</sup>
14	6,6·10 <sup>3</sup>	7·10 <sup>1</sup>	2,3·10 <sup>2</sup>	3·10 <sup>1</sup>	1,4·10 <sup>5</sup>	1,2·10 <sup>5</sup>	1,2·10 <sup>5</sup>	5,6·10 <sup>2</sup>
21	1,6·10 <sup>5</sup>	7·10 <sup>1</sup>	1,5·10 <sup>4</sup>	3·10 <sup>1</sup>	1·10 <sup>6</sup>	3,2·10 <sup>5</sup>	8,2·10 <sup>5</sup>	5·10 <sup>2</sup>
31	3,8·10 <sup>5</sup>	–	–	–	*	–	–	–
35	*	3,6·10 <sup>5</sup>	3,8·10 <sup>5</sup>	1·10 <sup>3</sup>	*	4,8·10 <sup>4</sup>	9,2·10 <sup>5</sup>	5·10 <sup>3</sup>

\* Органолептическая порча.

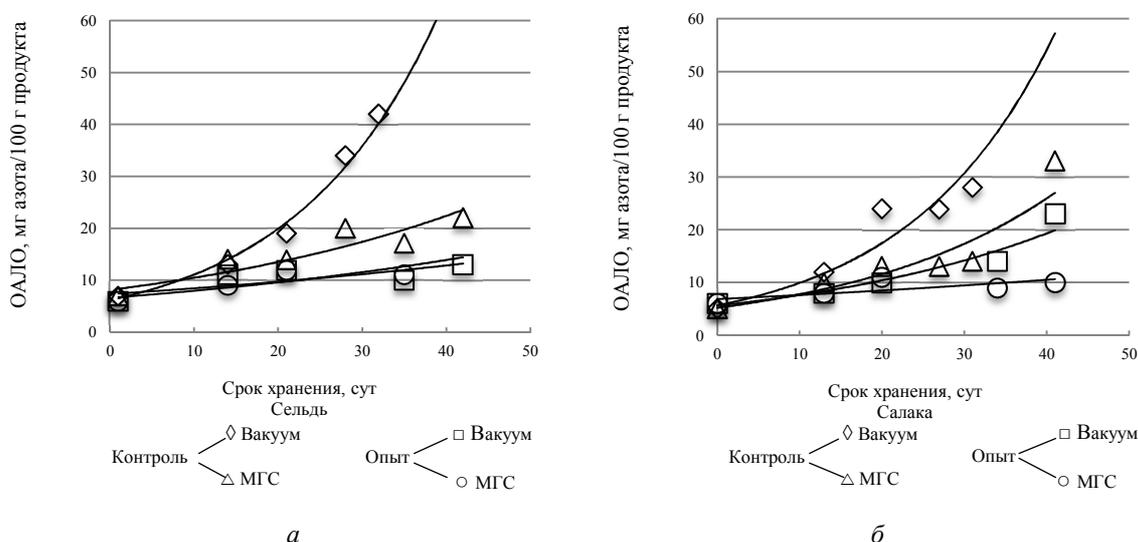
Наибольший рост КМАФАнМ в процессе хранения наблюдался в контрольных образцах сельди и салаки, а также в опытных образцах салаки, упакованных в условиях вакуума.

Упаковка в МГС, по сравнению с упаковкой в вакууме, сдерживает рост микроорганизмов как в контрольных, так и в опытных образцах сельди и салаки, что связано с бактериостатическим действием углекислого газа, синергетическим действием органической соли и углекислого газа, в том числе и за счет увеличения лаг-фазы [3]. Общая микробиологическая обсемененность опытных образцов малосоленой сельди и салаки, упакованных в МГС, оставалась на очень низком уровне на протяжении всего срока хранения. Следовательно, использование лактата натрия

совместно с МГС является перспективным способом торможения роста микроорганизмов, оцениваемым показателем КМАФАнМ.

Известно, что бескислородная среда усиливает рост молочнокислой микрофлоры в пищевой продукции, в том числе и рыбной [21]. Учитывая роль этой микрофлоры в качественных изменениях продукции в процессе хранения без доступа кислорода, Методические указания по оценке сроков годности (МУК 4.2.1847) [22] обязывают контролировать ее при обосновании сроков годности. В нашем эксперименте использование лактата натрия, особенно в продукции, упакованной в МГС, позволило эффективно снизить рост молочнокислых бактерий, что является дополнительным положительным фактором использования этой пищевой добавки.

Одним из химических показателей, косвенно характеризующих процесс наступления порчи в соленой рыбе, является содержание ОАЛО [23]. На рисунке видно, что интенсивность накопления ОАЛО в контрольных образцах малосоленой продукции в вакуумной упаковке значительно выше, чем в образцах с лактатом натрия, как в вакуумной упаковке, так и в МГС. Органолептические признаки порчи в рыбе без лактата натрия также проявились значительно раньше.



Накопление ОАЛО в образцах: *a* – соленой тихоокеанской сельди; *б* – салаки

Аналогичное влияние лактата на накопление ОАЛО наблюдали и авторы работы [24] в процессе хранения охлажденного персидского сома.

Усредненная скорость роста АКА на 30-е сутки хранения образцов при температуре 5 °С представлена в табл. 5.

Таблица 5

Скорость накопления АКА в процессе хранения малосоленой сельди и салаки

Тихоокеанская сельдь				Салака			
Контроль		Опыт		Контроль		Опыт	
Вакуум	МГС	Вакуум	МГС	Вакуум	МГС	Вакуум	МГС
мг % азота/сут							
0,05	0,68	0	0,49	0,065	0,98	0,068	0,57

Анализ скорости созревания соленых сельди и салаки по накоплению АКА показал, что МГС, в составе которой находится CO<sub>2</sub>, интенсифицирует этот процесс (это подтверждается результатами исследований, изложенными в [9, 25]), а внесение лактата натрия несколько тормозит его. Это может быть связано, наряду с повышением pH и другими причинами, например подавлением лактатом натрия микрофлоры, из-за чего снижается вклад ферментов микроорганизмов в процесс созревания [26].

### Заключение

В результате исследования установлено, что использование лактата натрия в количестве 3 % в малосоленой продукции из тихоокеанской сельди и салаки, упакованных в бескислородной среде (вакуум и МГС), позволяет улучшить и сохранить свойственные им органолептические характеристики в процессе хранения. Совместное применение лактата натрия и МГС (40 % CO<sub>2</sub>/60 % N<sub>2</sub>) эффективно тормозит развитие микроорганизмов, снижает накопление ОАЛО в малосоленой рыбной продукции с массовой долей консерванта 0,02 % и увеличивает срок ее хранения при температуре 5 °С в 1,5–2 раза по сравнению с упаковкой в вакууме без использования лактата натрия.

Такое действие лактата натрия, особенно в комбинации с CO<sub>2</sub>, позволяет усилить действие традиционных консервантов (бензоата натрия и сорбата калия), внесение которых в малосоленую рыбу в количествах, допускаемых СанПиН 2.3.2.1293-2003 и ТР ТС 029-2012, не способствует сохранению микробиологической стабильности продукции в процессе ее реализации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ryder J., Iddya K., Ababouch L.* Assessment and management of seafood safety and quality // FAO Fisheries Technical Paper. Rome: FAO, 2014. No. 574. 432 p.
2. *Lyhs U., Björkroth J. K.* Lactobacillus sakei/curvatus is the prevailing lactic acid bacterium group in spoiled maatjes herring // Food Microbiology. 2008. Vol. 25 (3). P. 529–533.
3. *De Witt Ch. A. M., Oliveira A. C. M.* Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products // Foods. 2016. Vol. 5 (3). Article number: 48. URL: <http://www.mdpi.com/2304-8158/5/3/48/htm>.
4. *Leistner L., Gould G. W.* Hurdle technologies: combination treatments for food stability, safety and quality. Springer: USA, 2002. 194 p.
5. СанПиН 2.3.2.1293-2003. Гигиенические требования по применению пищевых добавок. Постановление Главного гос. санитар. врача РФ от 18 апреля 2003 г. № 59. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862338>.
6. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств (с изменениями на 18 сентября 2014 года) от 20 июля 2012 г. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 029/2012). Принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 20 июля 2012 года № 58. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902359401>.
7. Семенович О. В., Нехамкин Б. Л. Эффективность действия консервантов в соленой рыбопродукции // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Калининград: АтлантНИРО, 2011. С. 93–97.
8. Люк Э., Ягер М. Консерванты в пищевой промышленности. Свойства и применение. СПб.: ГИОРД, 1998. 256 с.
9. Поротикова Е. Ю., Бочарова-Лескина А. Л., Андреев М. П. Влияние параметров приготовления соленой рыбопродукции, упакованной в модифицированной газовой среде, на скорость протеолиза мышечной ткани // Изв. Калининград. гос. техн. ун-та. 2017. № 45. С. 176–185.
10. *Sallam Kh. I., Samejima K.* Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage // Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie. 2004. Vol. 37. P. 865–871.
11. *Smaoui S., Hlima H. Ben, Ghorbel R.* The effects of sodium lactate and lactic acid combinations on the microbial, sensory, and chemical attributes of marinated chicken thigh // Poultry Science. 2012. Vol. 91. P. 1473–1481.
12. *Sallam Kh. I.* Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon // Food Control. 2007. Vol. 18 (5). P. 566–575.
13. *Saha A., Birkeland S., Løvdal T.* The effect of K-lactate salt and liquid smoke on bacterial growth in a model system // Journal of aquatic food product technology. 2016. Vol. 1. P. 1–13.
14. *Porto-Fett A. C. S., Campano S. G., Smith J. L., Oser A., Shoyer B., Call J. E., Luchansky J. B.* Control of *Listeria monocytogenes* on commercially-produced frankfurters prepared with and without potassium lactate and sodium diacetate and surface treated with lauric arginate using the Sprayed Lethality in Container (SLIC<sup>®</sup>) delivery method // Meat Science. 2010. Vol. 85. P. 312–318.
15. Сарафанова Л. А. Применение пищевых добавок в переработке мяса и рыбы. СПб.: Профессия, 2007. 256 с.
16. *Zhuang R. Y., Huang Y. W., Beuchat L. R.* Quality changes during refrigerated storage of packaged shrimp and catfish fillets treated with sodium acetate, sodium lactate or propyl gallate // Journal of Food Science. 1996. Vol. 61. P. 241–244.

17. Степаненко Е. И., Андреев М. П., Нехамкин Б. Л. Применение пищевых добавок в технологии формованной рыбной продукции с промежуточной влажностью // Изв. Калининград. гос. техн. ун-та. 2016. № 42. С. 138–146.
18. Колодязная В. С., Демченко В. А. Влияние комплексных лактатсодержащих пищевых добавок на процесс созревания и хранения пресервов из замороженных рыб // Рыбпром. 2010. № 4. С. 49–51.
19. Лазаревский А. А. Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности. М.: Пищепромиздат, 1955. 519 с.
20. Технология продукции общественного питания / под ред. д-ра техн. наук, проф. А. С. Ратушного. М.: Мир, 2003. Т. 1. Физико-химические процессы, протекающие в пищевых продуктах при кулинарной обработке. 351 с.
21. Leroi F. Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products // Food microbiology. 2010. Vol. 27 (6). P. 698–709.
22. МУК 4.2.1847-04. Санитарно-эпидемиологическая оценка обоснования сроков годности и условий хранения пищевых продуктов: Методические указания. 4.2. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200035982>.
23. Семенович О. В., Поротикова Е. Ю., Тукаленко Н. С. Влияние упаковки в условиях модифицированной газовой среды и вакуума на накопление азота летучих оснований в соленой рыбе // Производство рыбной продукции: проблемы, новые технологии, качество: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. Калининград: АтлантНИРО, 2013. С. 94–97.
24. Kashiri H., Haghparast S., Shabanpour B. Effect of sodium salt solutions (sodium acetate, lactate and citrate) on physicochemical and sensory characteristics of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) // J. Agri. Sci. Tech. 2011. Vol. 13. P. 89–98.
25. Поротикова Е. Ю., Андреев М. П. Влияние способа модификации газовой среды в упаковке на изменение качества малосоленой рыбопродукции в процессе хранения // Рыбное хозяйство. 2016. № 3. С. 115–119.
26. Нехамкин Б. Л., Голенкова В. В., Сахно В. И. Технология низкотемпературной пастеризации пресервов // Новые направления в области традиционных технологий переработки рыбы: сб. науч. тр. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 1996. С. 55–68.

Статья поступила в редакцию 25.07.2017

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Поротикова Елена Юрьевна** – Россия, 236022, Калининград; Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; научный сотрудник лаборатории технологии соленой, копченой и вяленой рыбопродукции; [elena.porotikova@atlantniro.ru](mailto:elena.porotikova@atlantniro.ru).

**Нехамкин Борис Лазаревич** – Россия, 236022, Калининград; Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; зав. лабораторией технологии соленой, копченой и вяленой рыбопродукции; [posol@atlantniro.ru](mailto:posol@atlantniro.ru).

**Андреев Михаил Павлович** – Россия, 236022, Калининград; Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; г-р техн. наук, профессор; зам. директора технологического направления; [andreev@atlantniro.ru](mailto:andreev@atlantniro.ru).



E. Y. Porotikova, M. P. Andreev, B. L. Nekhamkin

## EFFECT OF SODIUM LACTATE ON QUALITY OF LIGHTLY SALTED FISH IN OXYGEN FREE PACKAGING

**Abstract.** The present article investigates the effect of sodium lactate on microbiological, physico-chemical and sensory characteristics of lightly salted Pacific herring (*Clupea pallasii*) and Baltic herring (*Clupea harengus membras*) during refrigerated storage  $5 \pm 0.3^\circ\text{C}$ . There have been analyzed different processing methods of lightly salted samples of Pacific and Baltic herring: control (without sodium lactate), and experiment (3% sodium lactate), both in vacuum packaging and modified atmosphere packaging (MAP - 40%  $\text{CO}_2/60\% \text{N}_2$ ). For vacuum and MAP there were used bags with low oxygen permeability ( $3 \text{ cm}^3/\text{m}^2/\text{day}$ ). It was found that 3% sodium lactate keeps firmness of the texture of salted fish muscle and reduces the release of water into the package during storage. Adding 3% sodium lactate reduces the value of the water activity in lightly salted Pacific and Baltic herring by 0.01-0.012 units. The lowest pH (0.02 units) was registered in samples without sodium lactate packed in MAP. Organoleptic signs of spoilage in fish without sodium lactate appeared much earlier, and using 3% sodium lactate both in vacuum and in MAP helped protect and improve organoleptic characteristics of the product during storage. Total biological semination of experimental samples packed in MAP kept at the very low level during the whole storage period, i.e. combined effect of using 3% sodium lactate and MAP inhibited microbial growth. This combination allows to reduce twice the rate of accumulation nitrogen in terminal amino-groups and to increase 1.5-2 times storage life of lightly salted Pacific and Baltic herring, compared to their storage life in vacuum packaging without sodium lactate. The results obtained allow us to recommend using sodium lactate in production of lightly salted fish in oxygen-free packaging, especially in modified atmosphere packaging (40%  $\text{CO}_2/60\% \text{N}_2$ ).

**Key words:** salted fish products, Pacific herring (*Clupea pallasii*), Baltic herring (*Clupea harengus membras*), modified atmosphere packaging, vacuum, sodium lactate, total volatile basic nitrogen, nitrogen of terminal aminogroups, water activity.

## REFERENCES

1. Ryder J., Iddya K., Ababouch L. *Assessment and management of seafood safety and quality*. FAO Fisheries Technical Paper. Rome: FAO, 2014. No. 574. 432 p.
2. Lyhs U., Björkroth J. K. Lactobacillus sakei/curvatus is the prevailing lactic acid bacterium group in spoiled maatjes herring. *Food Microbiology*, 2008, vol. 25 (3), pp. 529-533.
3. De Witt Ch. A. M., Oliveira A. C. M. Modified atmosphere systems and shelf life extension of fish and fishery products. *Foods*, 2016, vol. 5 (3). Article number: 48. Available at: <http://www.mdpi.com/2304-8158/5/3/48/htm>.
4. Leistner L., Gould G. W. *Hurdle technologies: combination treatments for food stability, safety and quality*. Springer: USA, 2002. 194 p.
5. SanPiN 2.3.2.1293-2003. *Gigienicheskie trebovaniia po primeneniiu pishchevykh dobavok* [SanPiN 2.3.2.1293-2003. Hygienic requirements for food additives]. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 18 apreliia 2003 g. № 59. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901862338>.
6. *Trebovaniia bezopasnosti pishchevykh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatel'nykh sredstv (s izmeneniami na 18 sentiabria 2014 goda) ot 20 iulia 2012 g. Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soiuz (TR TS 029/2012)* [Safety requirements for food additives, aromatizers and supporting technological aids (amended by September 18, 2014) of July 20, 2012. The Custom Union Technical Rule (CU TR 029/2012)]. Priniat Resheniem Soveta Evraziiskoi ekonomicheskoi komissii ot 20 iulia 2012 goda № 58. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902359401>.
7. Semenovich O. V., Nekhamkin B. L. Effektivnost' deistviia konservantov v solenoi ryboproduktsii [The effectiveness of preserving agents in salted fish products]. *Proizvodstvo rybnoi produktsii: problemy, novye tekhnologii, kachestvo: materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kaliningrad, AtlantNIRO, 2011. P. 93-97.
8. Lück E., Jager M. *Chemische Lebensmittelkonservierung. Stoffe, Wirkungen, Methoden*. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, 1995. 273 p. (Russ. ed.: Liuk E., Iager M. Konservanty v pishchevoi promyshlennosti. Svoistva i primeneniie. Saint-Petersburg, GIORD, 1998. 256 p.).
9. Porotikova E. Iu., Bocharova-Leskina A. L., Andreev M. P. Vliianie parametrov prigotovleniia solenoi ryboproduktsii, upakovannoi v modifitsirovannoi gazovoi srede, na skorost' proteoliza myshechnoi tkani [Effect of processing parameters of salted fish products packed in MAP onto the rate of proteolysis of muscle tissue]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2017, no. 45, pp. 176-185.

10. Sallam Kh. I., Samejima K. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 2004, vol. 37, pp. 865-871.
11. Smaoui S., Hlima H. Ben, Ghorbel R. The effects of sodium lactate and lactic acid combinations on the microbial, sensory, and chemical attributes of marinated chicken thigh. *Poultry Science*, 2012, vol. 91, pp. 1473-1481.
12. Sallam Kh. I. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon. *Food Control*, 2007, vol. 18 (5), pp. 566-575.
13. Saha A., Birkeland S., Løvdal T. The effect of K-lactate salt and liquid smoke on bacterial growth in a model system. *Journal of aquatic food product technology*, 2016, vol. 1, pp. 1-13.
14. Porto-Fett A. C. S., Campano S. G., Smith J. L., Oser A., Shoyer B., Call J. E., Luchansky J. B. Control of *Listeria monocytogenes* on commercially-produced frankfurters prepared with and without potassium lactate and sodium diacetate and surface treated with lauric arginate using the Sprayed Lethality in Container (SLIC®) delivery method. *Meat Science*, 2010, vol. 85, pp. 312-318.
15. Sarafanova L. A. *Primenenie pishchevykh dobavok v pererabotke miasa i ryby* [Using food additives in meat and fish processing]. Saint-Petersburg, Professii Publ., 2007. 256 p.
16. Zhuang R. Y., Huang Y. W., Beuchat L. R. Quality changes during refrigerated storage of packaged shrimp and catfish fillets treated with sodium acetate, sodium lactate or propyl gallate. *Journal of Food Science*, 1996, vol. 61, pp. 241-244.
17. Stepanenko E. I., Andreev M. P., Nekhamkin B. L. *Primenenie pishchevykh dobavok v tekhnologii formovannoi rybnoi produktsii s promezhutochnoi vlazhnost'iu* [Using food additives in technology of formed fish products with intermediate humidity]. *Izvestiia Kaliningradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2016, no. 42, pp. 138-146.
18. Kolodiaznaia V. S., Demchenko V. A. *Vliianie kompleksnykh laktatsoderzhashchikh pishchevykh dobavok na protsess sozrevaniia i khraneniia preservov iz zamorozhennykh ryb* [The influence of complex lactose containing food additives on ageing and storing preserves made from frozen fish]. *Rybprom*, 2010, no. 4, pp. 49-51.
19. Lazarevskii A. A. *Tekhnokhimicheskii kontrol' v ryboobrabatyvaiushchei promyshlennosti* [Technochemical control in fish processing industry]. Moscow, Pishchepromizdat, 1955. 519 p.
20. *Tekhnologiia produktsii obshchestvennogo pitaniia* [The technology of products of public catering]. Pod redaktsiei doktora tekhnicheskikh nauk, professora A. S. Ratushno. Moscow, Mir Publ., 2003. Vol. 1. Fiziko-khimicheskie protsessy, protekaiushchie v pishchevykh produktakh pri kulinarnoi obrabotke [Physical and chemical processes running in food products while cooking]. 351 p.
21. Leroi F. Occurrence and role of lactic acid bacteria in seafood products. *Food microbiology*, 2010, vol. 27 (6), pp. 698-709.
22. *MUK 4.2.1847-04. Sanitarno-epidemiologicheskaiia otsenka obosnovaniia srokov godnosti i uslovii khraneniia pishchevykh produktov: Metodicheskie ukazaniia. 4.2. Metody kontroliia. Biologicheskie i mikrobiologicheskie faktory* [Methodical manuals 4.2.1847-04. Sanitary and epidemiological evaluation of expiration date and storage conditions for food products: Methodical manuals. 4.2. Methods of control. Biological and microbiological factors]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200035982>.
23. Semenovich O. V., Porotikova E. Iu., Tkalenko N. S. *Vliianie upakovki v usloviakh modifitsirovannoi gazovoi sredy i vakuuma na nakoplenie azota letuchikh osnovanii v solenoi rybe* [Effect of packaging in conditions of MAP and vacuum on accumulating volatile basic nitrogen in salted fish]. *Proizvodstvo rybnoi produktsii: problemy, novye tekhnologii, kachestvo: materialy IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Kaliningrad, AtlantNIRO, 2013. P. 94-97.
24. Kashiri H., Haghparast S., Shabanpour B. Effect of sodium salt solutions (sodium acetate, lactate and citrate) on physicochemical and sensory characteristics of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*). *J. Agri. Sci. Tech.*, 2011, vol. 13, pp. 89-98.
25. Porotikova E. Iu., Andreev M. P. *Vliianie sposoba modifikatsii gazovoi sredy v upakovke na izmenenie kachestva malosolenoi ryboproduktsii v protsesse khraneniia* [Effect the method of MAP in packaging on quality of light salted fish products while storage]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2016, no. 3, pp. 115-119.
26. Nekhamkin B. L., Golenkova V. V., Sakhno V. I. *Tekhnologiia nizkotemperaturnoi pasterizatsii preservov* [The technology of low temperature pasteurization of preserves]. *Novye napravleniia v oblasti traditsionnykh tekhnologii pererabotki ryby: sbornik nauchnykh trudov*. Kaliningrad, Izd-vo AtlantNIRO, 1996. P. 55-68.

The article submitted to the editors 25.07.2017

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Porotikova Elena Yuryevna** – Russia, 236022, Kaliningrad; Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography; Scientific Researcher of Laboratory of Salted, Smoked and Dried Fish Technology; elena.porotikova@atlantniro.ru.

**Nekhamkin Boris Lazarevich** – Russia, 236022, Kaliningrad; Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography; Head of Laboratory of Salted, Smoked and Dried Fish Technology; posol@atlantniro.ru.

**Andreev Mikhail Pavlovich** – Russia, 236022, Kaliningrad; Atlantic Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography; Doctor of Technical Sciences, Professor; Deputy Director of Technological Department; andreev@atlantniro.ru.

