

УДК 664.955.2

**Влияние глазирования на качество и безопасность  
мороженых ястыков лососёвых рыб при хранении***А. К. Хамзина, Л. Р. Копыленко, Л. Д. Курлапова*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
(ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)  
e-mail: llkopylenko@mail.ru

В работе приведены данные о влиянии глазирования на качество и безопасность мороженых ястыков лососёвых рыб (на примере горбуши и кеты) при хранении. Установлено, что глазирование ястыков водой или 0,3%-м раствором изоаскорбата натрия сдерживает гидролитические и окислительные процессы липидов, протекающие с большей интенсивностью в поверхностных слоях блоков ястыков. Результаты исследований по содержанию небелковых соединений, фракционного и аминокислотного состава белков, жирнокислотного состава липидов, альдегидного числа и малонового диальдегида позволили научно обосновать сроки годности мороженых ястыков лососёвых рыб, обеспечивающие безопасность и качество в течение 12 месяцев хранения при температуре минус 18 °С. Разработана и утверждена техническая документация на ястыки лососёвые мороженые, в которую включены рекомендации по технологии заготовки глазированных ястыков.

**Ключевые слова:** икра лососёвая, ястыки рыб, глазирование, качество, безопасность.

**ВВЕДЕНИЕ**

В России общие объёмы лососёвой икры составляют не менее 8–9 тысяч тонн в год. Поскольку в местах вылова рыбы не успевают перерабатывать ястыки, часть из них замораживают (глазированными или неглазированными) и направляют в центральные регионы страны [Хамзина, 2006].

Литературные данные, касающиеся изменения свойств ястыков лососёвых рыб при замораживании, хранении и дефростации, крайне малочисленны.

Длительное хранение извлечённых из рыбы ястыков сопровождается уменьшением прочности оболочки икринок, снижением вязкости

желточной массы и растворимости белков [Кизеветтер, 1958; Леванидов, Бухрякова, 1963]. Некоторые авторы считают, что уменьшение прочности икринок является следствием действия тканевых ферментов [Быков, 1987; Ершов, 2006]. Однако, чем ниже температура, тем медленнее протекают процессы протеолиза [Быков, 1987]. Ранее нами показано, что активность протеиназ и липаз при значениях рН, свойственных икре лососёвых рыб, при температуре минус 18 °С практически не проявляется [Хамзина, 2012].

Как известно, для замедления процессов окислительной и гидролитической порчи рыбы, икры или ястыков рыб используют одинарное

или двойное глазирование обеззараженной пресной или морской водой с применением антисептиков или антиоксидантов, что позволяет существенно увеличить сроки хранения сырья [Ершов, 2006].

**Цель работы** — исследование показателей качества и безопасности ястыков неглазированных, глазированных водой и глазированных раствором изоаскорбата натрия при хранении.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектами исследований являлись ястыки лососёвых рыб — горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*, Walb.) и кеты (*Oncorhynchus keta*, Walb.) — мороженые, глазированные пресной водой и глазированные 0,3%-м водным раствором антиоксиданта (изоаскорбата натрия, ИАН) — опытные партии; массовая доля нанесённой глазури составляла 4,5–5%. В качестве контроля использовали ястыки неглазированные.

Массовую долю белка, жира, воды, поваренной соли определяли по ГОСТ 7636–75; содержание азота — по методу Кьельдаля на автоанализаторе «Kieltec-1003» фирмы «Тесатор»; кислотное число жира — по Лазаревскому [1955]; альдегидное число жира (АЧЖ) — по ФС 42–2772–99; относи-

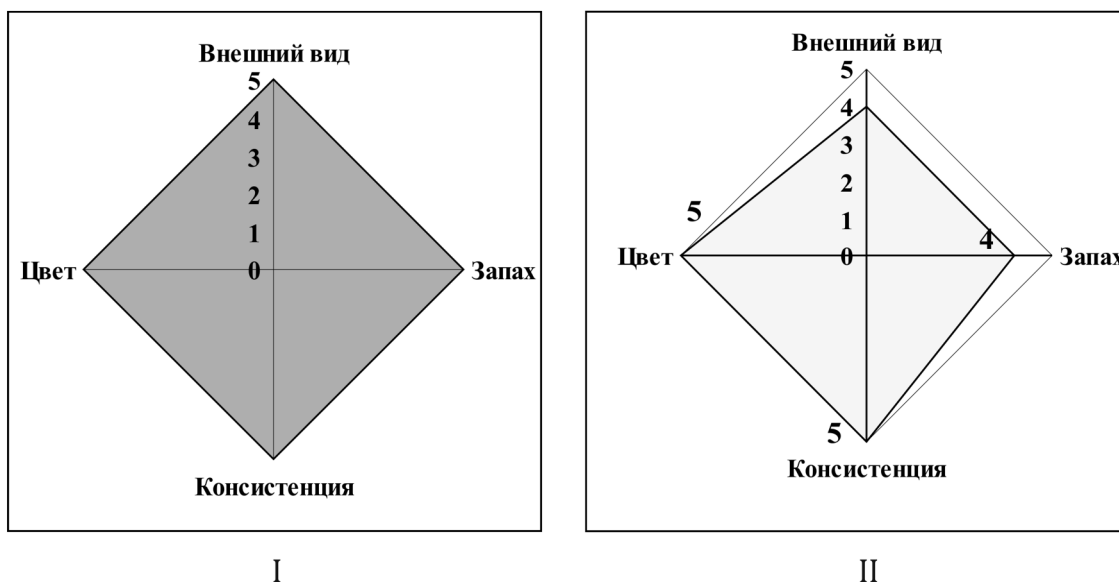
тельное содержание малонового диальдегида (МДА) — по Векшину [2007]; диеновые конъюгаты ненасыщенных жирных кислот — по Костюку [Костюк и др., 1984]; фракционный состав белков ястыков — по Леммли [Laemmli, 1970], аминокислотный состав белков — по Стейну и Муру [Stein, Moore, 1954] на аминокислотном анализаторе АА835 фирмы «Hitachi».

Липиды выделяли по методу Блайя-Дайера [Bligh, Dyer, 1959], жирные кислоты в виде метиловых эфиров (МЭЖК) анализировали на газовом хроматографе GC-16А фирмы «Shimadzu».

Прочность оболочек икринок определяли на реометре фирмы «Fudoh Kogyo Co., LTD» (Япония) по величине предельного сдвига; показатель цветности — на фотоэлектрическом колориметре фирмы «Minolta» (Япония).

Микробиологические показатели, содержание токсичных элементов, хлорорганических пестицидов, гистамина и нитрозаминов определяли стандартными методами.

Пробы отбирали асептически, на каждую пробу проводили по два параллельных посева. Органолептическую оценку проводили по пятибалльной шкале с участием экспертов в области сертификации рыбы и нерыбных объектов промысла.



**Рис. 1.** Органолептическая оценка ястыков мороженых лососёвых неглазированных в процессе хранения: I — через 1 месяц хранения, II — через 13 месяцев хранения

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

*Органолептическая оценка мороженых ястыков.* Поверхность исследованных партий мороженых ястыков горбуши и кеты через месяц хранения была чистая, ровная, без признаков окисления, в том числе и по краям блока. После размораживания отмечено, что ястыки горбуши и кеты — целые, естественной формы и свойственной им окраски; цвет — светло-оранжевый; запах и консистенция — свойственные данному виду продукции. В течение 12 месяцев хранения нами не отмечено видимых изменений органолептических показателей мороженых ястыков.

Спустя 13 месяцев края блоков ястыков из контрольной партии начинают темнеть, появляется лёгкий запах окислившегося жира (рис. 1).

В отличие от неглазированных ястыков, на ястыках опытных партий горбуши и кеты, глазированных водой и раствором ИАН, по истечении 13 месяцев хранения видимых изменений поверхности блоков не наблюдалось (рис. 2).

После размораживания опытных партий ястыков запах окислившегося жира отсутствовал. Соблюдение условий хранения практически не меняет органолептических показателей ястыков.

*Физико-химические показатели.* Как известно, химический состав ястыков зависит от

ряда факторов: стадии зрелости, места обитания рыбы, сезона добычи, возрастных и физиологических особенностей, срока и условий хранения.

Как видно из представленных данных, массовая доля белка в исследованных образцах ястыков колеблется около 27,5% для горбуши и 30,0% для кеты (табл. 1).

Массовая доля жира в ястыках горбуши и кеты составляет около 12–13%, воды — около 58% в ястыках горбуши, а в ястыках кеты на 1–2% меньше.

Фоновое содержание небелкового азота (НБА) в ястыках горбуши составляет 0,04% от общего азота, азота летучих оснований (АЛО) — 9,6 мг% (табл. 2). В процессе хранения наблюдается монотонное увеличение содержания небелкового азота, значение которого к 13 месяцам хранения увеличивается в 2 раза.

Содержание азота летучих оснований возрастает к 13 месяцам хранения: в ястыках горбуши неглазированных — с 9,63 до 13,21 мг%, в глазированных — до 11,79–11,91 мг%. В ястыках кеты наблюдается аналогичная тенденция изменения определяемых показателей.

Сопоставление полученных данных с литературными показывает, что содержание азота летучих оснований в свежих ястыках лососёвых рыб составляет 6,95 мг%, в свежих ясты-

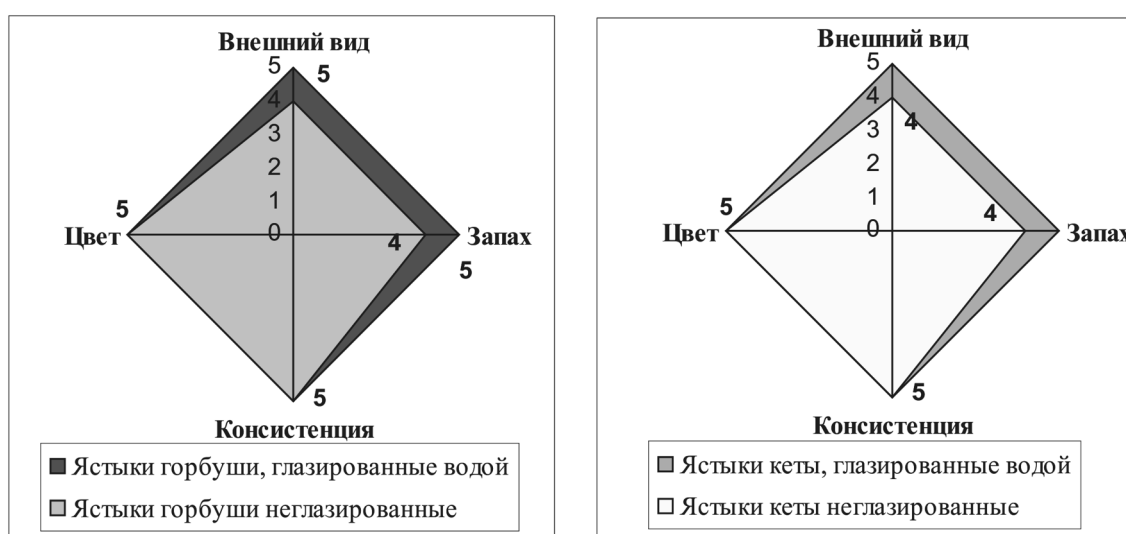


Рис. 2. Органолептическая оценка мороженых ястыков горбуши и кеты неглазированных и глазированных водой после 13 месяцев хранения

**Таблица 1.** Химический состав мороженых ястыков горбуши и кеты

Наименование образцов	Содержание, %			
	белка	жира	воды	зола
<i>Ястыки горбуши</i>				
Неглазированные	27,46±1,31	12,74±1,04	58,18,±0,09	1,62±0,01
Глазированные водой	27,80±1,13	12,16±0,89	57,99±0,09	1,60±0,01
Глазированные 3%-м раствором изоаскорбата натрия	27,61±1,18	11,98±1,37	58,81±0,09	1,60±0,02
<i>Ястыки кеты</i>				
Неглазированные	29,14±1,15	12,81±0,96	56,20±0,08	1,75±0,03
Глазированные водой	30,11±0,72	12,38±0,89	55,84±0,07	1,67±0,01
Глазированные 3%-м раствором изоаскорбата натрия	29,63±0,93	12,67±1,01	55,98±0,08	1,69±0,02

**Таблица 2.** Изменение физико-химических показателей мороженых ястыков горбуши и кеты при хранении

Срок хранения, месяцы	Неглазированные			Глазированные водой			Глазированные 3%-м раствором ИАН		
	НБА, % от общего азота	АЛО, мг%	pH	НБА, % от общего азота	АЛО, мг%	pH	НБА, % от общего азота	АЛО, мг%	pH
<i>Ястыки горбуши</i>									
0	0,05	9,63	5,71	0,04	9,71	5,79	0,04	9,68	5,75
2	0,06	10,18	5,69	0,05	9,97	5,79	0,06	9,91	5,76
4	0,06	10,74	5,72	0,06	10,19	5,80	0,06	10,02	5,76
6	0,06	11,25	5,71	0,07	10,48	5,78	0,06	10,20	5,77
9	0,09	11,97	5,70	0,07	10,89	5,80	0,07	10,66	5,75
12	0,09	12,53	5,70	0,07	11,45	5,81	0,08	11,24	5,74
13	0,10	13,21	5,69	0,09	11,91	5,80	0,09	11,79	5,75

ках осетра персидского — 8,98 мг%, а в икре радужной форели, хранившейся 3 месяца при температуре минус 3 °С, — 25,48 мг% [Рубцова, 2006].

По мнению Н. А. Никоновой и И. В. Кизеветтера, солёная икра кеты и горбуши считается стандартной, с хорошими вкусовыми качествами при содержании АЛО не более 25,0–60,0 мг% и общей (титруемой) кислотности от 2,5 до 3,5 мг КОН на 1 г жира, а в испорченной икре содержание азота летучих оснований возрастает до 139,7 мг% при общей кислотности 3,76, т.е. увеличение содержания азота летучих оснований влечёт за собой увеличение общей кислотности [Никонова, 1951; Кизеветтер, 1958].

Повышение содержания небелкового азота в 2 раза и АЛО в 1,5 раза при хранении отмечено и для икры минтая [Никитина, 1976]. Наблюдаемые изменения в содержании небелкового азота и АЛО в мороженых ястыках лососёвых рыб свидетельствуют об отсутствии явных гидролитических изменений.

Активная кислотность (pH) мороженых ястыков неглазированных, глазированных водой и раствором ИАН составляла в среднем 5,75 для горбуши и 5,95 для кеты, что согласуется с литературными данными [Bledsoe et al., 2003; Bekhit et al., 2009; Inanli et al., 2010]. В процессе хранения величина pH не изменялась, что не противоречит литературным данным [Рубцова, 2004; Копыленко, 2006].

Определение прочности оболочек икринок показало, что значение этого показателя через 13 месяцев хранения в неглазированных ястыках горбуши снижается с 25 кПа до 19 кПа.

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в процессе хранения мороженых ястыков не обнаружено значительного увеличения содержания небелкового азота и азота летучих оснований. Глазирование ястыков горбуши и кеты водой и 3%-м раствором аскорбата натрия не оказывает существенного влияния на содержание небелкового азота и активную кислотность, но сдерживает накопление АЛО при хранении.

Исследование фракционного состава белков икры мороженых ястыков показало, что они содержат 4 крупные фракции с молекулярными массами (мМ) 165, 100, 23 и 17 кДа (килоДальтон). В процессе хранения качественный и количественный состав фракций не изменяется (рис. 3).

Белки мороженых ястыков лососёвых рыб характеризуются полным набором незаменимых и заменимых аминокислот (табл. 3). Из числа незаменимых аминокислот в ястыках кеты и горбуши отмечено высокое содержание, в г/100 г белка соответственно: лейцина — 8,27–8,97, лизина — 6,59–7,19, валина — 5,46–5,74; содержание изолейцина и треонина практически одинаково и колеблется от 4,67–5,09 до 4,67–5,12, содержание триптофана не превышает 1 г/100 г белка. Из числа заменимых преобладают такие кислоты, как глутаминовая — около 10 г/100 г белка и аспарагиновая — около 9 г/100 г белка.

Результаты исследований согласуются с литературными данными относительно достаточного высокого содержания (около 50%) незаменимых аминокислот в составе белков икры лососёвых рыб [Вахрушева и др., 1986; Рубцова, 2004; Копыленко, 2006; Al-Holy, Rasco, 2006; Mol, Turan, 2008; Bekhit et al., 2009].

Полученные данные характеризуют стабильность аминокислотного состава белков мороженых ястыков горбуши и кеты при хранении независимо от глазирования, что также свидетельствует об отсутствии выраженных гидролитических изменений белков.

При изучении интенсивности окислительных и гидролитических процессов в липидах мороженых ястыков горбуши и кеты установлено, что в контрольных и опытных образцах мороженых ястыков фоновое значение кислотного числа жира составило 3,8–4,0 мг КОН/г жира (рис. 3). Через 13 месяцев хранения значение этого показателя для ястыков горбуши неглазированных, глазированных водой и раствором аскорбата натрия составило 9,03, 8,86 и 8,67 мг КОН/г жира соответственно.

Поскольку к концу срока хранения наблюдается поверхностное окисление краев блока ястыков, мы определили кислотное число жира (КЧЖ) в поверхностных (ПС) и внутренних слоях (ВС) блоков ястыков кеты и горбуши неглазированных, глазированных водой и раствором ИАН.

Как видно на рис. 4, через четыре месяца хранения кислотные числа липидов ястыков горбуши, глазированных водой и раствором

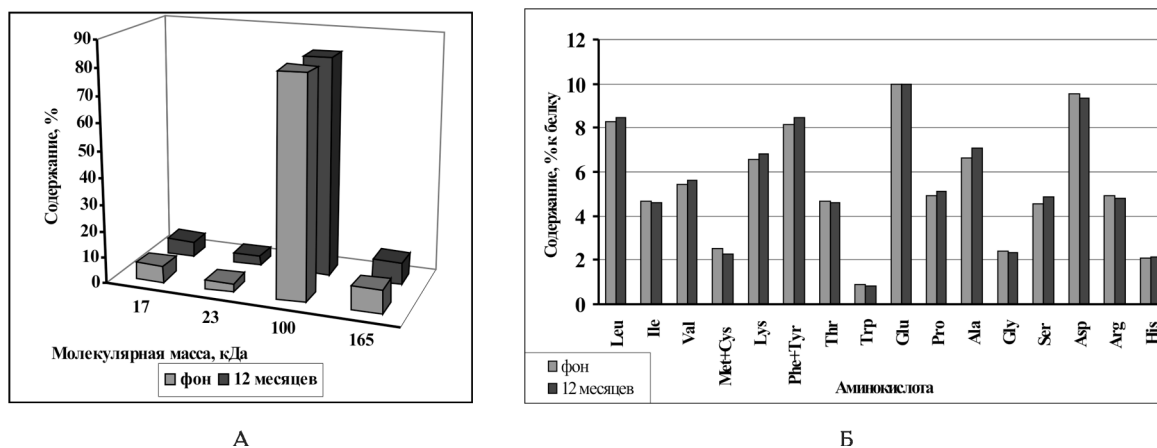


Рис. 3. Фракционный (А) и аминокислотный (Б) состав белков икры мороженых ястыков горбуши

Таблица 3. Жирнокислотный состав липидов мороженых ястыков горбуши в процессе хранения, % от суммы

Название	Шифр	Ястыки неглазированные		Ястыки, глазированные водой		Ястыки, глазированные раствором ИАН	
		Срок хранения, месяцы					
		фон	12	фон	12	фон	12
Лауриновая	12:0	0,13	0,08	0,14	0,09	0,13	0,09
Тридекановая	13:0	0,07	0,05	0,06	0,05	0,07	0,06
Миристиновая	14:0	6,39	6,48	6,45	6,51	6,42	6,49
Пентадекановая	15:0	0,83	0,81	0,80	0,78	0,81	0,79
Пальмитиновая	16:0	15,99	16,02	15,90	15,98	15,95	16,01
Гептадекановая	17:0	0,47	0,57	0,50	0,61	0,51	0,60
Стеариновая	18:0	3,65	4,30	3,73	4,41	3,59	4,28
Нонадекановая	19:0	0,34	0,24	0,35	0,34	0,31	0,30
Арахидиновая	20:0	0,13	0,20	0,14	0,18	0,13	0,18
Генейкозапентаеновая	21:0	0,34	0,24	0,30	0,28	0,31	0,29
Докозановая	22:0	0,29	0,22	0,33	0,25	0,28	0,21
Миристоолеиновая	14:1	0,14	0,20	0,15	0,19	0,13	0,18
Пальмитоолеиновая	16:1	10,79	10,82	10,83	10,85	10,78	10,84
Олеиновая	18:1	20,98	20,78	20,95	20,74	20,99	20,76
Эйкозаеновая	20:1	3,87	5,91	3,84	5,90	3,90	5,95
Эруковая	22:1	2,43	2,55	2,40	2,54	2,47	2,59
Нервоновая	24:1	0,15	0,00	0,13	0,00	0,16	0,00
Гексадекадиеновая	16:2	0,78	0,58	0,70	0,56	0,72	0,65
Линолевая	18:2	2,27	2,24	2,23	2,19	2,25	2,20
Эйкозодиеновая	20:2	0,53	0,49	0,50	0,42	0,57	0,50
Докозодиеновая	22:2	0,42	0,46	0,40	0,43	0,46	0,49
Гексадекатриеновая	16:3	0,15	0,12	0,16	0,14	0,14	0,12
Линоленовая	18:3	1,46	1,44	1,48	1,40	1,44	1,41
Эйкозатриеновая	20:3	0,82	0,85	0,87	0,90	0,81	0,83
Докозатриеновая	22:3	0,06	0,24	0,07	0,21	0,06	0,27
Гексадекатетраеновая	16:4	0,13	0,18	0,12	0,15	0,14	0,19
Октадекатетраеновая	18:4	1,49	1,31	1,50	1,35	1,47	1,33
Арахидононовая	20:4	2,24	2,26	2,22	2,25	2,21	2,22
Докозатетраеновая	22:4	0,04	0,12	0,04	0,10	0,03	0,11
Эйкозапентаеновая	20:5	7,20	6,99	7,22	7,04	7,17	6,93
Генейкозапентаеновая	21:5	1,16	1,06	1,18	1,10	1,15	1,09
Докозапентаеновая	22:5	1,38	1,28	1,34	1,25	1,39	1,30
Докозагексаеновая	22:6	12,91	12,67	12,94	12,70	12,88	12,71
Σ насыщенных		28,63	29,21	28,70	29,48	28,51	29,30
Σ мононенасыщенных		38,37	40,06	38,30	40,22	38,43	40,32
Σ полиненасыщенных		33,04	32,29	32,97	32,19	32,89	32,35
Σ эссенциальных		5,97	5,94	5,63	5,84	5,86	5,83
Σ ω3		25,14	24,65	25,26	24,74	25,04	24,66
Σ ω6		7,90	7,64	7,71	7,45	7,85	7,69

изоаскорбата натрия (поверхностный слой) и неглазированных (внутренний слой), практически одинаковы 4,7–5,1 мг КОН/г жира. В то же время в поверхностном слое неглазированных образцов значение этого показателя незначительно выше — 5,8 мг КОН/г жира.

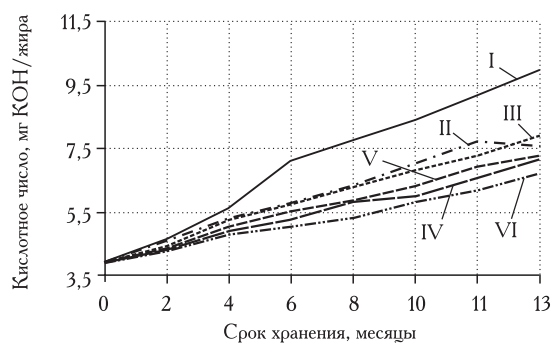
На фоне плавного увеличения кислотных чисел в глазированных ястыках до 5,2–5,6 мг КОН/г жира к шести месяцам хранения наблюдается значительное увеличение кислотного числа в поверхностных слоях неглазированных ястыков до 7,1 мг КОН/г жира. К концу срока хранения (12–13 месяцам) значение кислотного числа липидов в образцах ястыков неглазированных возрастает в поверхностных слоях до 10,0 мг КОН/г жира и во внутренних слоях — до 7,6 мг КОН/г жира. Через 12 месяцев хранения самые низкие значения кислотных чисел отмечены во внутренних слоях образцов ястыков горбуши, глазированных раствором изоаскорбата натрия, — 6,78 мг КОН/г жира, что на 20% ниже, чем в ястыках горбуши, глазированных водой.

Для мороженых ястыков кеты при глазировании раствором изоаскорбата натрия наблюдается более выраженная тенденция снижения кислотного числа жира.

Результаты исследований альдегидного числа жира показывают, что значение этого показателя для всех образцов ястыков горбуши в начале срока хранения составило 1,87–2,0 мг коричневого альдегида в 100 г жира; к 12 месяцам хранения оно увеличилось до 3,2 и 2,8 мг соответственно для ястыков, глазированных водой и раствором изоаскорбата натрия, а для неглазированных ястыков возросло до 3,6 мг. Таким образом, в сравнении с неглазированными ястыками глазирование ястыков горбуши водой снижает значение альдегидного числа на 11%, а глазирование раствором изоаскорбата натрия — более чем на 20%.

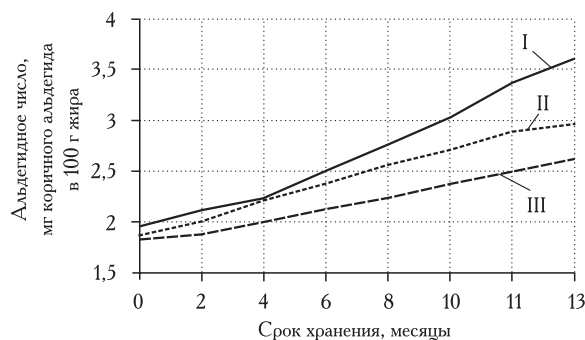
Глазирование мороженых ястыков кеты водой к концу срока хранения снижает значение альдегидного числа на 23%, а глазирование раствором изоаскорбата натрия — на 37% (рис. 5).

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что процессы свободнорадикального окисления липидов, в частности перекисного окисления липидов (ПОЛ),



**Рис. 4.** Изменение КЧЖ при хранении мороженых ястыков горбуши:

I — неглазированные ястыки (ПС); II — неглазированные ястыки (ВС); III — глазированные водой (ПС); IV — глазированные водой (ВС); V — глазированные 3%-м раствором ИАН (ПС); VI — глазированные 3%-м раствором ИАН (ВС)



**Рис. 5.** Изменение АЧ мороженых ястыков кеты:

I — неглазированные, II — глазированные водой, III — глазированные 3%-м раствором ИАН при хранении

могут сопровождаться возрастанием значений малонового диальдегида и диеновых конъюгатов ненасыщенных жирных кислот [Владимиров, Арчаков, 1972; Владимиров, 1989; Varlik et al., 1993; Векшин и др., 2007].

Первичные свободные радикалы вызывают окисление ненасыщенных жирных кислот, в результате чего образуются гидроперекиси, которые в дальнейшем распадаются на вторичные и конечные продукты ПОЛ: ДК жирных кислот, МДА. Наиболее простым и адекватным способом оценки повышенного уровня ПОЛ является тест с тиобарбитуровой кислотой (ТБК), при этом основным соединением, реагирующим с ТБК, является МДА, образующийся при окислении полиненасыщенных жирных кислот, имеющих 2–3 двойные диеновые связи.

Определение относительного содержания малонового диальдегида показало, что фоновое

значение его для мороженых ястыков горбуши и кеты составляло около 0,084 относительных единиц (ОЕ). В процессе хранения ястыков неглазированных и глазированных водой наблюдалось постепенное увеличение значения этого показателя и сохранялась тенденция, характерная для изменения кислотного и альдегидного чисел жира.

Однако в ястыках, глазированных раствором аскорбата натрия, на протяжении хранения значение МДА было выше, чем в неглазированных и глазированных водой ястыках (рис. 6).

Вероятнее всего, это можно объяснить тем, что аскорбиновая кислота и её соли при определённых условиях обладают способностью ускорять процесс образования МДА, что было показано в работах [Владимиров, 1989;

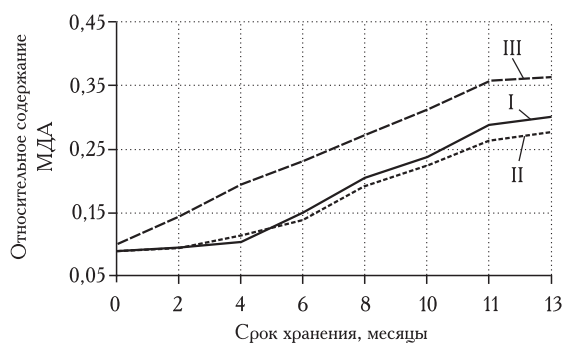
Базарнова, Веретнов, 2004; Векшин, 2007; Гераскин и др., 2010].

К перечню показателей, характеризующих изменение липидов при хранении пищевых продуктов, относят и перекисные числа. В то же время мы не наблюдали чёткой зависимости изменения перекисных чисел в процессе хранения мороженых ястыков, по-видимому, из-за того, что перекиси являются первичными продуктами окисления липидов и в процессе хранения претерпевают изменения, которые носят экспоненциальный характер. Эти результаты сопоставимы с данными, согласно которым окисление жира и его прогорклость не во всех случаях дают положительную пробу на перекиси [Базарнова, Веретнов, 2004].

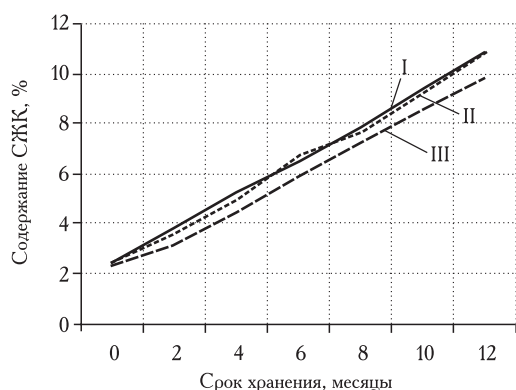
Несмотря на имеющиеся литературные данные, касающиеся образования диеновых конъюгатов ненасыщенных жирных кислот в различных биологических системах при ПОЛ, нам не удалось обнаружить корреляцию изменений этого показателя со значениями кислотного, альдегидного чисел и МДА в процессе хранения мороженых ястыков.

Для неглазированных и глазированных водой ястыков горбуши при хранении прослеживается явная корреляция в изменении МДА, кислотного и альдегидного чисел жира. Изменение значения малонового диальдегида в ястыках горбуши при хранении отражает протекающие процессы перекисного окисления [Cho et al., 1987]. Таким образом, экспериментально подтверждено, что малоновый диальдегид так же, как кислотное и альдегидное числа жира, можно рекомендовать в качестве простого и адекватного показателя перекисного окисления липидов в ястыках мороженых при хранении, тем более, что метод определения МДА является экспрессным и менее трудоёмким.

Результаты исследований показателей, ответственных за гидролитические и окислительные изменения липидов в процессе хранения мороженых ястыков, — кислотного и альдегидного чисел, а также относительного содержания малонового диальдегида свидетельствуют о том, что в процессе хранения ястыков наблюдается увеличение значений исследованных показателей, в большей степени заметное для поверхностных слоев блоков неглазированных ястыков.



**Рис. 6.** Изменение относительного содержания МДА в процессе хранения мороженых ястыков кеты: I — неглазированные, II — глазированные водой, III — глазированные 3%-м раствором ИАН



**Рис. 7.** Изменение содержания СЖК в мороженых ястыках горбуши при хранении: I — неглазированные, II — глазированные водой, III — глазированные антиоксидантом



В процессе хранения мороженых ястыков как глазированных, так и неглазированных наблюдается увеличение содержания свободных жирных кислот (СЖК), характеризующих степень гидролитической порчи жира (рис. 7).

Если фоновое содержание СЖК составило 2,3%, то спустя 13 месяцев хранения значение этого показателя в неглазированных ястыках и глазированных водой увеличилось до 11%, в то время как в глазированных раствором изоскорбата натрия — до 9%.

Как видно из табл. 3, в липидах мороженых ястыков горбуши нами идентифицировано более 40 жирных кислот.

Жирнокислотный состав липидов икры горбуши представлен насыщенными кислотами, которые составляют 28–29% от суммы жирных кислот, мононенасыщенными — 38–40% и полиненасыщенными — 32–33%. Основными насыщенными кислотами являются пальмитиновая — 15,9%, миристиновая (14:0) — 6,45% и стеариновая (18:0), доля которой не превышает 4,4%.

Высокий уровень суммы мононенасыщенных жирных кислот липидов горбуши (38,4%) обусловлен высокой долей олеиновой кислоты 18:1 — около 20% и пальмитолеиновой 16:1 — около 10% [Копыленко, Хамзина, 2010; Kaitaranta, Ackman, 1981].

В группе полиненасыщенных жирных кислот доминирующими являются: докозагексаеновая 22:6—12,9% и эйкозапентаеновая 20:5—7,2%. В липидах ястыков лососёвых содержится большое количество полиненасыщенных жирных кислот, которые очень чувствительны к окислению, особенно кислоты семейства  $\omega 3$ .

Однако в процессе хранения не было выявлено существенных изменений суммы кислот  $\omega 3$  в липидах мороженых ястыков.

В составе жирных кислот липидов идентифицировано около 6% незаменимых жирных кислот: линолевой (18:2), линоленовой (18:3) и арахидоновой (20:4), составляющих витамин F.

В процессе хранения не было выявлено изменений в жирнокислотном составе липидов ястыков горбуши. При этом не обнаружено влияния глазирования и состава глазури на жирнокислотный состав липидов мороженых

ястыков при хранении. Следует отметить, что в проведённых ранее исследованиях мы также не отмечали изменений в жирнокислотном составе липидов лососёвой икры, в которой ощущался привкус окислившегося жира.

**Показатели безопасности.** Результаты экспертизы показали, что разные партии ястыков лососёвых рыб через 1 или 2 месяца после замораживания могут значительно отличаться по общей микробимальной обсеменённости — от  $1,8 \times 10^2$  до  $1,3 \times 10^4$  КОЕ/г (колониеобразующие единицы на грамм).

В исследованных нами партиях мороженых ястыков горбуши и кеты общая микробимальная обсеменённость в начале хранения составляла от  $1,0 \times 10^1$  до  $2,5 \times 10^2$  КОЕ/г.

В процессе двух месяцев хранения количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в ястыках горбуши и кеты, неглазированных и глазированных после замораживания, составляло  $1,8 \times 10^2$ – $8,5 \times 10^2$  КОЕ/г (табл. 4). В процессе хранения при температуре минус 18 °С общая обсеменённость оставалась практически стабильной и не превышала нормируемого значения  $5 \times 10^4$ .

Ни в одной партии мороженых ястыков в течение всего периода испытаний нами не были выделены такие микроорганизмы, как: *Proteus* в 0,1 г, сульфитредуцирующие кластридии в 0,01 г, патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонелла в 25 г, *L. Monocytogenes* в 25 г, *V. parahaemolyticus* в 1,0 г, а также плесени и дрожжи в 1 г, которые регламентируются требованиями СанПиН 2.3.2.1078–01.

Содержание токсичных элементов, хлорорганических пестицидов, полихлорированных бифенилов в исследованных образцах ястыков лососёвых не превышало нормируемых значений. Из числа регламентируемых показателей в хранении может возрасти только содержание гистамина и нитрозаминов. Как показали результаты исследований (табл. 5), содержание гистамина незначительно возрастает в ястыках горбуши и кеты, содержание N-нитрозаминов в процессе хранения составляет менее 0,002 мг/кг, но остаётся ниже регламентируемых значений, что согласуется с ранее полученными данными [Rehana, 2008].

**Таблица 4.** Общая микробная обсеменённость ястыков кеты и горбуши при хранении

Наименование образцов	КМАФАнМ, КОЕ в 1,0 г				
	Срок хранения, месяцы				
	0	6	8	10	13
Ястыки кеты неглазированные	$1,8 \times 10^2 - 3,8 \times 10^2$	$2,3 \times 10^2 - 4,4 \times 10^2$	$3,7 \times 10^2 - 4,2 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2 - 4,5 \times 10^2$	$2,9 \times 10^2 - 4,6 \times 10^2$
Ястыки кеты, глазированные водой	$2,5 \times 10^2 - 4,7 \times 10^2$	$1,9 \times 10^2 - 4,2 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2 - 4,3 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2 - 4,5 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2 - 4,2 \times 10^2$
Ястыки кеты, глазированные 0,3%-м раствором ИАН	$2,6 \times 10^2 - 4,0 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2 - 3,9 \times 10^2$	$1,6 \times 10^2 - 4,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2 - 3,8 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2 - 3,9 \times 10^2$
Ястыки горбуши неглазированные	$6,9 \times 10^2 - 8,5 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2 - 8,9 \times 10^2$	$7,4 \times 10^2 - 8,8 \times 10^2$	$7,1 \times 10^2 - 8,8 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2 - 8,7 \times 10^2$
Ястыки горбуши, глазированные водой	$6,3 \times 10^2 - 8,0 \times 10^2$	$6,9 \times 10^2 - 8,5 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2 - 8,4 \times 10^2$	$6,9 \times 10^2 - 7,9 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2 - 7,8 \times 10^2$
Ястыки горбуши, глазированные 0,3%-м раствором ИАН	$5,9 \times 10^2 - 8,5 \times 10^2$	$7,0 \times 10^2 - 8,9 \times 10^2$	$7,4 \times 10^2 - 8,7 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2 - 8,8 \times 10^2$	$7,3 \times 10^2 - 8,6 \times 10^2$

**Таблица 5.** Показатели безопасности мороженных ястыков горбуши и кеты

Наименование определяемого показателя	ПДК по НД	Ястыки горбуши		Ястыки кеты	
		1 мес. хранения	13 мес. хранения	1 мес. хранения	13 мес. хранения
Токсичные элементы, мг/кг, не более					
Кадмий	1,0	0,04	0,04	0,06	0,06
Свинец	1,0	0,06	0,06	0,08	0,08
Мышьяк	1,0	0,10	0,12	0,12	0,10
Ртуть	0,2	0,04	0,04	0,05	0,06
Токсичные соединения, мг/кг, не более					
ГХЦГ ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ )	0,2	0,003	0,002	0,003	0,004
ДДТ и метаболиты	2,0	0,011	0,010	0,009	0,010
ПХБ	2,0	0,012	0,010	0,015	0,013
Гистамин	100	20,7	24,6	21,1	26,7
N-нитрозамины	0,003	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Мороженые ястыки лососёвых рыб на протяжении 12 месяцев хранения по регламентируемым показателям безопасности — содержанию токсичных элементов, хлорорганических токсикантов и гистамина соответствуют Единым требованиям Таможенного союза.

На основании проведённых исследований разработана и утверждена техни-

ческая документация на ястыки лососёвые мороженные — технические условия ТУ 9264-110-00472124-10 «Ястыки лососёвые мороженные» и технологическая инструкция, в которую включены рекомендации по технологии заготовки глазированных ястыков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов комплексных исследований выявлены изменения органолептических и физико-химических показателей мороженых ястыков лососёвых рыб, на примере горбуши и кеты, неглазированных, глазированных водой и глазированных раствором антиоксиданта — изоаскорбата натрия, в процессе хранения.

Установлено, что глазирование ястыков водой или 0,3%-м раствором изоаскорбата натрия сдерживает гидролитические и окислительные процессы липидов, протекающие с большей интенсивностью в поверхностных слоях блоков мороженых ястыков.

При этом эффективность глазирования ястыков раствором изоаскорбата натрия значительно выше, чем при использовании воды.

Экспериментально подтверждено, что малоновый диальдегид можно рекомендовать в качестве простого и адекватного показателя перекисного окисления липидов в мороженых ястыках лососёвых рыб при хранении, тем более, что метод определения МДА является экспрессным и менее трудоёмким.

Результаты проведённых нами исследований по широкому числу показателей, а именно: небелковым соединениям, активной кислотности, фракционному и аминокислотному составу белков, жирнокислотному составу липидов, кислотным и альдегидным числам, малоновому диальдегиду — позволили научно обосновать необходимость глазирования мороженых ястыков водой и перспективность глазирования 3%-м раствором антиоксиданта — изоаскорбата натрия.

Глазирование ястыков будет способствовать улучшению качества зернистой лососёвой икры из мороженых ястыков за счёт сохранения их качества при хранении.

## ЛИТЕРАТУРА

- Базарнова Ю. Г., Веретнов Б. Я. 2004. Ингибирование радикального окисления пищевых жиров флавоноидными антиоксидантами // Вопросы питания. № 3. С. 35–40.
- Быков В. П. 1987. Изменения мяса рыбы при холодильной обработке. М.: ВО Агропромиздат. 221 с.
- Вахрушева М. Н., Будаева Г. В., Репина З. С. 1986. Биологическая ценность белков икры горбуши и изменение её при хранении // Сб. науч. трудов «Исследование по технологии гидробионтов дальневосточных морей». Владивосток: Изд-во ТИНРО. С. 10–13.
- Векшин Н. А., Ревин А. Ф., Лазарева Н. В. 2007. Определение перекисного окисления липидов в говядине тиобарбитуровым тестом на малоновый диальдегид // М.: Мясные технологии. № 3. С. 44–45.
- Владимиров Ю. А. 1989. Роль нарушений свойств липидного слоя мембран в развитии патологических процессов // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. № 4. С. 7–19.
- Владимиров Ю. А., Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. М.: Медиа сфера. 115 с.
- Гераскин П. П., Металлов Г. Ф., Аксёнов В. П., Галлактионова М. Л. 2010. Влияние загрязнения Северного Каспия на интенсивность перекисного окисления липидов и активность цитохромоксидазы печени и мышц осетровых рыб // Вестник АГТУ. Сер. Рыбное хозяйство. № 2. С. 88–97.
- Ершов А. М. 2006. Технология рыбы и рыбных продуктов. Санкт-Петербург: Гиорд. 944 с.
- Кизеветтер И. В. 1958. Технология лососёвой и частиковой солёной икры. М.: Пищепромиздат. 127 с.
- Копыленко Л. Р. 2006. Научное обоснование и разработка технологии консервирования икры осетровых и лососёвых рыб. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 310 с.
- Копыленко Л. Р., Хамзина А. К. 2010. Жирнокислотный состав липидов ястыков мороженых при хранении // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Принципы пищевой комбинаторики — основа моделирования полкомпонентных пищевых продуктов», г. Углич. С. 282–283.
- Костюк В. А., Потапович А. И., Лунец Е. Ф. 1984. Спектрофотометрическое определение диеновых конъюгатов // Вопросы медицинской химии. № 4. С. 125–127.
- Лазаревский А. А. 1955. Техно-химический контроль в рыбообработывающей промышленности. М.: Пищепромиздат. 519 с.
- Леванидов И. П., Бухрякова Л. К. 1963. Физико-химические свойства икры лососёвых // Известия ТИНРО. Владивосток. Т. 19. С. 201–214.
- Никитина И. Н., Орехова Н. В. 1976. Влияние низких температур хранения на свойства икры минтая // Известия ТИНРО. Т. 99. С. 23.
- Никонова Н. А. 1951. Определение качества солёной лососёвой икры по химическим показателям // Известия ТИНРО. Т. 34. С. 195–205.
- Рубцова Т. Е. 2004. Обоснование и разработка технологии пастеризованной икры лососёвых рыб.

- Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 161 с.
- Хамзина А.К. 2012. Обоснование и разработка технологии икры лососёвой зернистой из мороженых ястыков. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. М.: Изд-во ВНИРО. 155 с.
- Bekhit A.E.-D.A., Morton J.D., Dawson C.O., Zhao J.H., Lee H.Y.Y. 2009. Impact of Maturity on the Physicochemical and Biochemical Properties // Food Chemistry. Vol. 117. P. 318–325.
- Bledsoe G.E., Bledsoe C.D., Rasco D.A. 2003. Caviar and Fish Roe Products // Crit. Rev. Food Sci. Vol. 43 (2). P. 233–271.
- Bligh E.G., Dyer W.J. 1959. A Rapid Method for Total Lipid Extraction and Purification // Can. J. Bioc. Physiol. Vol. 37. P. 911–918.
- Cho S.-Y., Miyashita K., Miyazawa T., Fujimoto K., Kaneda T. 1987. Autooxidation of Ethyl Eicosapentaenoate and Docosahexaenoate // Journal of the American Oil Chemists' Society. Vol. 64. P. 876–879.
- Inanli A.G., Coban Ö.E., Dartay M. 2010. The Chemical and Sensorial Changes Inrainbow Trout Caviar Salted in Different Ratios during Storage // Fisheries Science. Vol. 76. P. 879–883.
- Kaitaranta J.M., Ackman K.L. 1981. Total Lipids and Lipid Classes of Fish Roe // Comp. Biochem. Physiol. Vol. 69B. P. 1303–1308.
- Laemmli U.K. 1970. Cleavage of the Head of Structural Protein during Assembly of the Head of Bacteriophage T-4 // Nature. V. 227. London. P. 680–685.
- Mol S., Turan S. 2008. Comparison of Proximate, Fatty Acid and Amino Acid Compositions of Various of Fish Roes // Int. Journal of Food Properties. Vol. 11. № 3. P. 669–677.
- Al-Holy M.A., Rasco B.A. 2006. Characterization of Salmon (*Oncorhynchus keta*) and Sturgeon (*Acipenser transmontanus*) Caviar Proteins // Journal of Food Biochemistry. Vol. 30. P. 422–428.
- Stein W.H., Moore S. 1954. The Free Amino Acids of Human Blood Plasma // J. Biol. Chem. Vol. 211. P. 915–928.
- Varlik C., Uğur M., Gökoğlu N., Gün H. 1993. Quality Control Principles and Methods in fish Association of Food Technology. Istanbul: Istanbul University. № 17. 174 p.
- Rehana I. 2008. Determination of Selected and Potentially Hazardous Elements in Caviar // World Applied Sciences Journal. Vol. 5 (2). P. 189–192.

Поступила в редакцию 20.01.15 г.  
Принята после рецензии 18.02.15 г.

## The Impact of Glazing on the Quality and Safety of Frozen Roe of Salmon During the Storage

A.K. Khamzina, L.R. Kopylenko, L.D. Kurlapova

Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO, Moscow)

The article shows the impact of glazing on the quality and safety of frozen salmon ovaries during the storage (for example, *Oncorhynchus gorbuscha* and *Oncorhynchus keta*). It was found that the water-glazed ovaries or 0,3% solution of i-aNa inhibits the hydrolytic and oxidative lipid processes that occur with greater intensity in the surface layers of frozen ovaries block. The results of studies on the content of non-protein compounds, fractional and amino acid composition of proteins, fatty acid composition of lipids, the aldehyde and malondialdehyde have allowed to give scientific credence of shelf life of frozen salmon ovaries to ensure the safety and quality during the 12 months of storage at minus 18 °C. Technical documentation of frozen salmon ovaries was developed and approved, it includes recommendations on technology of glazed frozen ovaries.

**Key words:** caviar, salmon, ovaries, glazing, quality, safety.