

Обоснование гидромодуля в методе погружения при определении массовой доли глазури на мороженых беспозвоночных

DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-

Харенко Елена Николаевна – д-р техн. наук, доцент, главный научный сотрудник отдела нормирования, @ harenko@vniro.ru, Москва, Россия;

Научная статья
УДК 664.95:663.673

Гриценко Александр Владимирович – канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник отдела нормирования, @ gritsenko36@yandex.ru, Москва, Россия;

Коноваленко Елена Сергеевна – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела нормирования, @ elena_kon17@mail.ru, Москва, Россия;

Яричевская Наталия Николаевна – канд. техн. наук, начальник отдела нормирования, @ yarichevskaya@vniro.ru, Москва, Россия;

Харенко Алена Владимировна – лаборант отдела нормирования, @ harenko.alena@mail.ru, Москва, Россия;

Архипов Леонид Олегович – канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник отдела нормирования, @ arkipov@vniro.ru, Москва, Россия –
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва

Адрес: 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация.

В решении проблемы определения массовой доли глазури на мороженой глазированной пищевой рыбной продукции основополагающими являются методы ее определения. ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» (Изменение № 2) предусматривает применение трех методов удаления глазури с продукта – воздушный, орошением и погружением в емкость с водой. В статье рассмотрен один из методов – погружение в емкость с водой в части модификации соотношения воды и продукции (гидромодуля). Проведенные работы на мороженых глазированных беспозвоночных показали целесообразность использования гидромодуля 1:6 по массе (беспозвоночные : вода).

Ключевые слова:

глазурь, Технический регламент, пищевая рыбная продукция, удаление глазури, метод погружения, мороженые глазированные водные беспозвоночные

Для цитирования:

Харенко Е.Н., Гриценко А.В., Коноваленко Е.С., Яричевская Н.Н., Харенко А.В., Архипов Л.О. Обоснование гидромодуля в методе погружения при определении массовой доли глазури на мороженых беспозвоночных // Рыбное хозяйство. 2023. № 3. С. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-

SUBSTANTIATION OF THE HYDROMODULE IN THE IMMERSION METHOD IN DETERMINING MASS FRACTION OF GLAZE ON FROZEN INVERTEBRATES

Elena N. Kharenko – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief researcher of the Rationing Department, @ harenko@vniro.ru, Moscow, Russia;

Alexander V. Gritsenko – Candidate of Biological Sciences, Leading researcher of the rationing department, @ gritsenko36@yandex.ru, Moscow, Russia;

Elena S. Konovalenko – Candidate of Technical Sciences, Leading researcher of the Rationing Department, @ elena_kon17@mail.ru, Moscow, Russia;

Natalia N. Yarichevskaya – Candidate of Technical Sciences, Head of the Rationing Department, @ yarichevskaya@vniro.ru, Moscow, Russia;

Alyona V. Kharenko – Laboratory assistant of the Rationing Department, @ harenko.alena@mail.ru, Moscow, Russia;

Leonid O. Arkhipov – Candidate of Technical Sciences, Leading researcher of the Rationing Department, @ arkipov@vniro.ru, Moscow, Russia –

All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow

Address: 19 Okruzhny proezd, Moscow, 105187

Abstract. In solving the problem of determining the mass fraction of glaze on frozen glazed food fish products, the methods of its determination are fundamental. GOST 31339-2006 «Fish, non-fish objects and products from them. Acceptance rules and sampling methods» (Amendment № 2) provides for the use of three methods of glaze removal from the product – air, watering and immersion in a container with water. The article considers one of the methods – immersion in a container with water in terms of modifying of the water-product ratio (hydromodule). The works carried out on frozen glazed invertebrates showed the advisability of using a hydromodule 1:6 by mass (invertebrates : water).

Keywords:

glaze, Technical regulations, food fish products, glaze removal, immersion method, frozen glazed aquatic invertebrates

Cite as:

Harenko E.N., Gritsenko A.V., Konovalenko E.S., Yarichevskaya N.N., Harenko A.V.; Arkhipov L.O. Substantiation of the hydromodule in the immersion method in determining mass fraction of glaze on frozen invertebrates // Fisheries. 2023. No. 3. Pp. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-

ВВЕДЕНИЕ

Принятый Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 18.10.2016 года № 162 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) регулирует предельно допустимые нормы глазури на мороженой пищевой рыбной продукции. Согласно требованиям данного регламента, в п. 33 установлены следующие нормативы: масса наносимой глазури для рыбы не должна превышать 5% от массы глазированной продукции; для продукции из разделанных или очищенных ракообразных – 7%, из неразделанных ракообразных – 14%, а при производстве прочей пищевой рыбной продукции – 8% (с учетом погрешности методики определения массовой доли глазури). Глазирование мороженой рыбной продукции осуществляют с целью защиты ее от обезвоживания и окисления при длительном хранении и несмотря на то, что данный показатель в большей мере обеспечивает качество, а не безопасность рыбной продукции, контролирующие органы, при определении массовой доли глазури и расхождении его с нормируемыми показателями из ТР ЕАЭС 040/2016, подвергают значительным штрафам предприятия рыбной отрасли, возбуждают дела об административном правонарушении. В то же время, согласно п. 73 ТР ЕАЭС 040/2016, производитель обязан указывать на упаковке

массу нетто продукции и информацию о количестве нанесенной глазури [1].

Массовую долю глазури определяют по ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» (Изменение № 2), который предусматривает применение трех методов удаления глазури с продукта – воздушный, орошением и погружением в емкость с водой. Предел допускаемых значений абсолютной погрешности определения, при доверительной вероятности $P=0,95$, установленный данным документом, составляет $\pm 0,7\%$ для мороженой рыбы (включая филе) и $\pm 1,2\%$ – для мороженых креветок [2].

Поскольку основные проблемы возникают при определении глазури на продукции, упакованной в потребительскую упаковку, работы были проведены на мороженых водных беспозвоночных, замороженных россыпью или поштучно. В соответствии с ГОСТ 31339, использование метода погружения в емкость с водой применяют при снятии глазури на рыбе различных видов разделки и нерыбных объектах, замороженных блоками, а также водных беспозвоночных, замороженных россыпью или поштучно. Соотношение мороженых беспозвоночных и воды, с использованием метода погружения, рекомендовано 1:8 (по массе), однако ранее проведенные нами работы показали, что данное соотношение нерационально. Например, для 1 кг продукции приходилось использовать емкость для воды не менее 10 л, при

этом часть мороженой глазированной продукции на поверхность воды всплывала за счет меньшей плотности, по отношению к воде, а часть образцов опускалась на дно емкости, из которой потом было их сложно извлекать. Поэтому время нахождения образцов в воде достаточно сложно регулировать. В случае декантации всех образцов на сито, установлено, что часть продукции была полностью разморожена, а на части ее оставалась глазурь. Соответственно целесообразность данного соотношения вызывала сомнение.

Возможно данное соотношение было установлено по аналогии с рекомендованными международными нормами для быстрозамороженных креветок (CODEX STAN 92-1981, Rev. 1-1995), однако обоснования по данной методике в доступных источниках отсутствуют.

Целью исследований является модификация гидромодуля, при определении массовой доли глазури на мороженой глазированной пищевой рыбной продукции, методом погружения в емкость с водой.

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследований была выбрана наиболее популярная на потребительском рынке мороженая продукция: «морской коктейль» и креветки. Определение массовой доли глазури проводили в соответствии с п. 4.3.1.2а ГОСТ 31339-2006 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» (Изменение № 2) с использованием метода погружения, согласно которому для сыромороженой продукции предусмотрено использование воды температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$, для варено-мороженой – $25 \pm 2^\circ\text{C}$. При проведении работ температура в помещении составляла $21 \pm 1^\circ\text{C}$.

Температуру образцов определяли электронным термометром со складным погружным щупом из нержавеющей стали (термощупом) с ценой деления $0,1^\circ\text{C}$ и диапазоном измерения температур от минус $50,0$ до $300,0^\circ\text{C}$.

В состав продукции «морской коктейль» входили мороженые полоски и щупальца кальмара *Dosidicus Gigas* (37 и 20% по массе, соответственно), кусочки осьминога *Octopus Vulgaris* (20% по массе), мясо мидий *Mytilus Edulis* варено-мороженое (20%) и очищенные (с веной) креветки *Solenocera Melantho* варено-мороженые (3%). Удаление глазури с образцов «морского коктейля» проводили погружением в емкость с водой при различном соотношении мороженых водных беспозвоночных и воды по массе. Поскольку в «морском коктейле» около 77% составляют сыромороженные беспозвоночные, температура воды для погружения была выбрана в интервале от $19,1$ до $20,3^\circ\text{C}$, что входило в диапазон $20 \pm 2^\circ\text{C}$, установленный стандартом.

Вторым объектом исследования служила креветка белоногая (*Litopenaeus Vannamei*) варено-мороженая неразделанная размерного ряда 50/80. Удаление глазури с образцов проводили погружением в емкость с температурой воды $25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$.

При удалении ледяной глазури с образцов методом погружения в емкости с водой использовали различное соотношение мороженой продукции и воды по массе (от 1:3 до 1:8). Исследования при соотношении мороженой продукции и воды по массе 1:2 не проводились, поскольку предварительные работы показали прирост массы мороженой продукции из-за недостаточности подводимого тепла от воды к мороженой продукции, в результате чего глазурь выполняла функцию кристалла-затравки, что приводило к дополнительной кристаллизации льда на ее поверхности, так как температура проб до погружения была не выше минус $18,0^\circ\text{C}$, а количество теплоты в имеющемся объеме воды было явно недостаточно для удаления глазури.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для обоснования гидромодуля проведены работы по определению соотношения воды и мороженой продукции путем повышения на одну часть для каждого последующего образца, с учетом трех параллельных измерений. Для исследования были использованы образцы «морского коктейля» в потребительской упаковке массой нетто от 1,005 до 1,014 кг (в среднем 1,008 кг). Стеkanie остаточной воды с образцов после удаления глазури проводили на ситах, наклоненных под углом около 20° в течение 10 минут с фиксацией массы «морского коктейля» каждый двухминутный интервал.

Известно, что скорость удаления глазури с продукции зависит от ее исходной температуры (она фиксирована – не выше минус $18,0^\circ\text{C}$) и среды, с помощью которой осуществляется подведение тепла. Способ погружения предусматривает использование водной среды с различной температурой. Так, при определении коли-

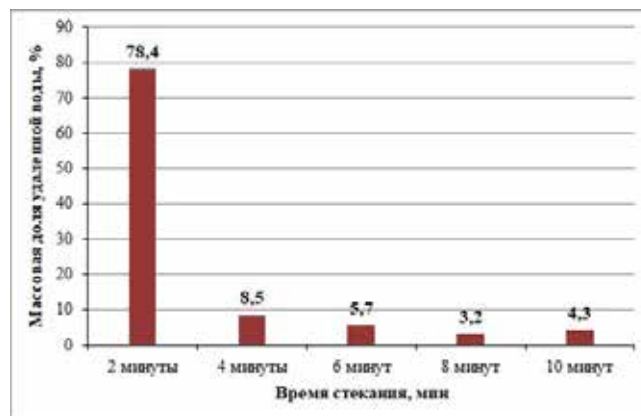


Рисунок 1. Отношение массовой доли остаточной воды, удаленной с поверхности «морского коктейля» за соответствующий двухминутный временной интервал, к общей массе остаточной воды, находящейся на его поверхности при первичном взвешивании после удаления глазури, %

Figure 1. The ratio of the mass fraction of residual water removed from the surface of the «sea cocktail» over the relevant two-minute period to the total mass of residual water on its surface at the first weighing after removal of the glaze, %



Рисунок 2. Время удаления глазури и средняя температура образцов «морского коктейля» после стекания в течение 2 минут при различном соотношении мороженой продукции и воды

Figure 2. Glaze removal time and average temperature of «sea cocktail» samples after dripping for 2 minutes at various ratios of frozen products and water

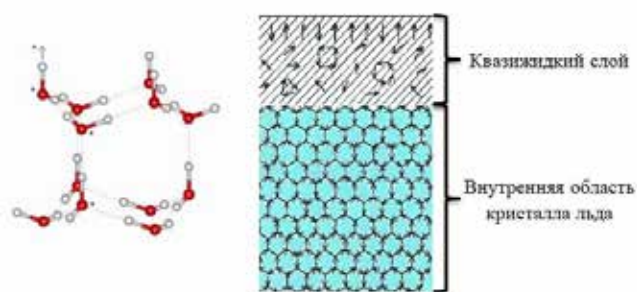


Рисунок 3. Модель строения льда и квазижидкого слоя на его поверхности

Figure 3. A model of the structure of ice and the quasi-liquid layer on its surface

чества наносимой глазури для сыромороженных беспозвоночных предлагается использовать воду с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$, а для варено-мороженных – с температурой $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Чем больше разница (Δ) температур, тем быстрее протекает процесс передачи энергии и повышения температуры продукции. В случае удаления глазури с поверхности варено-мороженных беспозвоночных целесообразно использование водной среды с более высокой температурой ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) по сравнению с сыромороженными беспозвоночными ($20 \pm 2^\circ\text{C}$), с целью ускорения данного процесса, для снижения продолжительности воздействия и контакта непосредственно на поверхности продукта (тканей варено-мороженных беспозвоночных) с водной средой. При этом повышение температуры водной среды ограничено скоростью самого процесса удаления глазури, так как специалист, выполняющий работы, должен успевать контролировать данный процесс, чтобы в необходимый момент удалить продукцию из водной среды до ее размораживания и последующего контакта водной среды с поверхностью продукции, приводящего к набуханию белковых структур тканей.

В случае удаления глазури с поверхности варено-мороженных беспозвоночных необходимо

учитывать и природу (структуру и свойства) самой продукции. В процессе варки, под действием температуры, ткани беспозвоночных претерпевают значительные изменения. Белок денатурирует, происходит изменение его пространственной структуры, в результате которого снижается водосвязывающая, водоудерживающая способность, что при размораживании продукции приводит к значительной потере массы в виде «капельного сока» или тканевой жидкости. Поэтому, при удалении глазури с поверхности варено-мороженных беспозвоночных, важно максимально ограничить непосредственный контакт водной среды с продукцией, что обеспечивается более высокой температурой водной среды.

Таким образом, представляется обоснованным удаление глазури для сыромороженных беспозвоночных проводить с использованием воды температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$, а для варено-мороженных – температурой $25 \pm 2^\circ\text{C}$, что было реализовано при проведении работ.

Установлено, что основная масса остаточной воды, находящейся на поверхности образцов «морского коктейля» после извлечения из емкости с водой (в среднем 78,4%), стекала в течение первых двух минут (рис. 1).

При последующих взвешиваниях, через двухминутный интервал, массовая доля остаточной воды, удаленной с «морского коктейля», снижалась в среднем с 8,5% до 3,2% при втором (через 4 мин.) и при четвертом взвешивании (через 8 мин.) соответственно. При последнем взвешивании (по истечении 10 мин.) ее доля несколько увеличивалась (до 4,3%) за счет остаточной воды, оставшейся на сите после извлечения из него продукции.

Данные по количеству времени, затраченного на полное удаление глазури, и средней температуре образцов «морского коктейля» после стекания в течение 2-х мин. при различном гидро-модуле представлены на рисунке 2.

Установлено, что при соотношении продукции и воды 1:3 и 1:4 время удаления глазури составляет 240 секунд. При этом отмечено понижение температуры образцов при увеличении гидро-модуля, особенно при гидро-модуле 1:5 – практически в 2 раза. При соотношении от 1:6 до 1:8, время, затраченное на полное удаление глазури, практически не изменялось и составляло от 100 до 120 секунд, температура в образцах была не выше $0,5^\circ\text{C}$. Следовательно, увеличение объема воды к мороженой продукции ускоряет процесс удаления глазури с ее поверхности, начиная от соотношения 1:3 до 1:6, далее интенсивность удаления глазури снижается, и последующее увеличение количества воды в составе гидро-модуля представляется нецелесообразным.

Выявленные зависимости обусловлены особенностями строения льда. С одной стороны, лед – это кристалл, однако, одновременно с этим, он проявляет упругие и пластические свойства, не свойственные кристаллам.

При температурах близких к точке плавления льда, его поверхность покрывается тонкой жид-

кой пленкой. Такая пленка носит название квазижидкого или переходного слоя. Соответственно поверхность льда обладает свойствами квазижидкости, где прерывается нормальный порядок в расположении молекул. Так как координационное число кристаллического льда равно четырем, следовательно, всякая молекула воды, находящаяся в толщине кристалла, тетраэдрически связана с четырьмя другими окружающими ее молекулами. Но для молекул воды, которые находятся на поверхности, соседей с одной стороны нет, и какое-то количество линий водородных связей остается неиспользованным. В результате на поверхности накапливается повышенная энергия. Мерой ее величины служит поверхностная энергия (в случае жидкости – энергия поверхностного натяжения).

Существование у льда, в отличие от других веществ такого слоя, объясняется тем, что молекулы воды представляют собой электрические диполи. Поскольку расположение протонов в кристалле льда не упорядочено, его дипольные молекулы воды ориентируются в произвольных направлениях (рис. 3) [4].

На поверхности квазижидкого слоя расположение дипольных молекул воды в достаточной мере упорядочено. При 0°C степень ориентации составляет 0,74, то есть 74% молекул воды ориентированы протонами наружу. По мере продвижения вглубь от поверхности степень ориентации экспоненциально падает и в толще кристалла льда принимает характерное для неупорядоченного расположения значение 0,5. Следовательно, квазижидкий слой можно назвать переходным: на его глубине от поверхности до границы с кристаллом льда происходит непрерывное изменение расположения диполей и в результате образуется двойной электрический слой.

Подобное явление внутри самого кристалла невозможно, поскольку там действуют правила Бернала-Фаулера. Название «квазижидкий» дано этому слою потому, что он и не жидкий, и не кристаллический, расположение молекул воды внутри него хаотично, как в жидкости, но ориентация диполей, по сравнению с самим кристаллом льда, отличается упорядоченностью [5].

Стрелки на рисунке 3 указывают ориентацию дипольных молекул воды. На поверхности квазижидкого слоя расположение диполей упорядочено, причем количество диполей, ориентированных вверх, заметно превосходит количество диполей, ориентированных вниз. По мере продвижения в глубину квазижидкого слоя эта особенность постепенно сглаживается и, в конце концов, устанавливается присущая кристаллу льда – полная неупорядоченность в расположении диполей.

Как следует из теории Флетчера, квазижидкий слой возникает мгновенно при температуре от около минус 6°C и выше. Его толщина изменяется в пределах от нескольких десятков до сотен ангстрем, при этом, при приближении к точке плавления, она резко возрастает. Причины, приводящие к возникновению квазижидкого слоя:

нагрев, примеси, давление. Ряд ученых, используя теорию квазижидкого слоя, объясняют такие явления как: «перезамерзание» льда, явление возникновения силы сцепления (слипания льда и снега даже при отрицательных температурах) [4; 6].

Теория была построена на простом эксперименте Фарадея. Для объяснения данного явления был выполнен эксперимент: две глыбы льда при 0°C и выше приводятся в соприкосновение, что в итоге приводит к их смерзанию. Замерзание воды, зажатой с двух сторон льдом, при положительной температуре кажется абсурдным, однако результаты эксперимента доказывают обратное. Результаты данного эксперимента объясняются наличием квазижидкого слоя на поверхности льда, а также комбинацией воздействия плавления под давлением и повторного замерзания [6].

Слипание составных компонентов глазированной мороженой продукции, при длительном хранении и/или при перегрузке и транспортировке с частичным повышением температуры (даже при условии, что температура не повышалась выше 0 °C), также объясняется данной теорией, и было выявлено при проведении работ с «морским коктейлем». Часть, входящих в состав продукции, компонентов слипалась даже при проведении эксперимента (рис. 4).

При проведении работ на мороженных глазированных креветках данное явление не наблю-



Рисунок 4. Образцы «морского коктейля» с признаками адгезии
Figure 4. «Sea cocktail» samples with signs of adhesion



Рисунок 5. Время удаления глазури и средняя температура креветок после стекания в течение 2 минут при различном соотношении мороженой продукции и воды
Figure 5. Glaze removal time and average temperature of shrimp after dripping for 2 minutes at various ratios of frozen products and water

далось за счет наличия панциря, а также конечностей, усиков, хвоста, которые создавали элементы воздушного пространства в упаковке, предотвращая слипание отдельных экземпляров.

Креветки, после извлечения из потребительской упаковки, свободно отделялись друг от друга, снеговая шуба на образцах отсутствовала, что свидетельствует о корректной температуре при хранении и транспортировании. Время удаления глазури и средняя температура креветок, после стекания по истечении 2 мин., при различном соотношении мороженой продукции и воды, представлены на рисунке 5.

Установлено, что время удаления глазури с креветок при гидромодуле 1:3 (креветки:вода) составляет 155 секунд, при соотношении 1:4 и 1:5 оно сокращается до 110 секунд, далее, при повышении гидромодуля от 1:6 до 1:8, время удаления глазури составляет не более 90 секунд. При этом температура образцов изменяется от минус 1,1°C до минус 3,0°C, для гидромодулей – 1:3 и 1:6, соответственно. Последующее увеличение гидромодуля до 1:8 способствовало повышению температуры в образцах в среднем до минус 2,5°C. Следовательно, оптимальным соотношением образцов и воды для проведения работ по удалению глазури является 1:6.

Определение массовой доли глазури на образцах креветок размерного ряда 50/80 показало, что при погружении в емкость с водой при соотношении 1:8 количество глазури составило $13,6 \pm 1,9\%$, при соотношении 1:6 – $11,9 \pm 0,8\%$, что соответствует норме глазури, установленной техническим регламентом ТР ЕАЭС 040/2016, и составляет для креветок 14%. Аналогичные результаты были получены при определении массовой доли глазури на образцах креветок размерного ряда 100/150. Таким образом, в образцах исследованных мороженных глазированных креветок не было установлено превышения содержания глазури. Небольшое расхождение в результатах в сторону увеличения, при соотношении 1:8, возможно обусловлено более высокой температурой образцов после снятия глазури.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали нерациональность использования соотношения 1:8 (беспозвоночные:вода) в методе погружения, при определении массовой доли глазури на мороженной глазированной продукции, поскольку практически невозможно регулировать время нахождения образцов в воде, при этом отмечалось повышение температуры в образцах на $0,3-0,8^\circ\text{C}$, по сравнению с гидромодулем 1:6.

Обосновано время стекания образцов в течение 2 мин., после декантации из емкости с водой, при определении массовой доли глазури на беспозвоночных.

Наиболее достоверные данные массовой доли глазури на образцах «морского коктейля» и креветок были получены при гидромодуле 1:6 (беспозвоночные : вода). Исследования будут

продолжены на других объектах мороженой глазированной продукции из беспозвоночных для синтеза массива данных с итоговым обобщением полученных результатов и вынесением единого суждения.

Модификация метода определения глазури погружением позволит получать объективную информацию о ее массовой доле на мороженной пищевой рыбной продукции для принятия управленческих решений.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Е.Н. Харенко – идея работы, проведение экспериментальных исследований, анализ данных, подготовка статьи; **А.В. Гриценко** – проведение экспериментальных исследований, анализ данных, подготовка статьи; **Е.С. Коноваленко** – проведение экспериментальных исследований, анализ данных, подготовка статьи; **Н.Н. Яричевская** – анализ данных, подготовка статьи; **А.В. Харенко** – проведение экспериментальных исследований; **Л.О. Архипов** – подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

E.N. Kharenko – the idea of the work, conducting experimental research, data analysis, preparation of the article; **A.V. Gritsenko** – conducting experimental research, data analysis, preparation of the article; **E.S. Konovalenko** – conducting experimental research, data analysis, preparation of the article; **N.N. Yarichevskaya** – analysis data, preparation of the article; **A.V. Kharenko** – conducting experimental studies; **L.O. Arkhipov** – preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) // СПС КонсультантПлюс (дата обращения 15.05.2023 г.)
2. ГОСТ 31339 – 2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. М.: Стандартинформ. 2010. 16 с.
3. *Хименков А.Н., Брушков А.В.* Введение в структурную криологию. 2-е изд. Москва: Издательство Юрайт. 2023. 303 с.
4. Limmer D.T., Chandler D. Premelting, fluctuations, and coarse-graining of water ice interfaces //The Journal of chemical physics. 2014. Т. 141. №. 18. С. 18С505.
5. Limmer D.T. Closer look at the surface of ice //Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016. Т. 113. №. 44. С. 12347-12349.
6. Petrenko, V.F., Whitworth, R. W. Physics of ice. OUP Oxford, 1999. 386 с.

REFERENCES AND SOURCES

1. Technical Regulations of the Eurasian Economic Union «On the Safety of Fish and Fish Products» (TR EAEU 040/2016) // SPS ConsultantPlus (date of access 05/15/2023)
2. GOST 31339 – 2006 Fish, non-fish objects and products from them. Acceptance rules and sampling methods. M.: Standartinform, 2010. 16 p.
3. Khimenkov, A.N. Brushkov, A.V. Introduction to Structural Cryology. 2nd ed. Moscow: Yurayt Publishing House. 2023. 303 p.
4. Limmer D.T., Chandler D. Premelting, fluctuations, and coarse-graining of water ice interfaces //The Journal of chemical physics. 2014. Т. 141. №. 18. С. 18С505.
5. Limmer D.T. Closer look at the surface of ice //Proceedings of the National Academy of Sciences. 2016. Т. 113. №. 44. С. 12347-12349.
6. Petrenko, V.F., Whitworth, R. W. Physics of ice. OUP Oxford, 1999. 386 c.

Материал поступил в редакцию / *Received 23.05.2023*
После рецензирования / *Revised 25.05.2023*
Принят к публикации / *Accepted 31.05.2023*