



Научная статья
4.3.3 – Пищевые системы (технические науки)
УДК 613.28

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.012



ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖЕЙ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Ирина Васильевна Мозжерина ¹, Владимир Григорьевич Попов ²,
Елена Юрьевна Леонова ³

^{1, 2, 3} ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

¹ mozzherinaiv@tyuiu.ru

² popovvg@tyuiu.ru, <https://orcid/0000-0002-5902-1768>

³ leonovaej@tyuiu.ru <https://orcid/0000-0003-3162-8514>

Аннотация. Рыба в большинстве современных исследованиях рассматривается как ценный пищевой продукт, который обладает уникальными свойствами и не уступает мясу крупного рогатого скота. Мясо рыб не содержит грубых соединительных тканей, поэтому оно хорошо усваивается организмом человека. Однако рыба является скоропортящимся продуктом питания, и за последние годы важное значение придается современным методам обработки рыбы низкими температурами, что позволяет максимально сохранить пищевую ценность. Объектом исследования является рыба семейства карповых как наиболее востребованная в прудовом рыбоводстве аквакультура. Один из перспективных способов сохранения рыбы – замораживание с использованием диоксида углерода. При понижении температуры до минус 78 °С активируется сублимационный процесс, в результате которого углекислота переходит из твердого состояния в газообразное. Рассматриваемый способ подразумевает применение снегообразного диоксида углерода как на поверхности рыбы, так и размещение его внутри тушки. При хранении свежей рыбы необходимо учитывать не только температурный режим, но и упаковочный материал для герметичного хранения, способного сохранить углекислотную среду внутри и товарный вид рыбной продукции до 10 суток. По проведенным результатам исследования, по показателям безопасности можно резюмировать, что охлаждение карпа диоксидом углерода приводит к значительному замедлению процессов порчи и увеличивает хранимостепособность.

Ключевые слова: рыба, прудовое рыболовство, снегообразный диоксид углерода, продовольственная безопасность, потребительские свойства.

Для цитирования: Мозжерина И. В., Попов В. Г., Леонова Е. Ю. Исследование длительности хранения свежей рыбы с применением диоксида углерода // Ползуновский вестник. 2025. № 2, С. 81–87. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2025.02.012. EDN: <https://elibrary.ru/UPHHVG>.

Original article

STUDY ON DURATION OF STORAGE OF FRESH FISH USING CARBON DIOXIDE

Irina V. Mozzherina ¹, Vladimir G. Popov ², Elena Y. Leonova ³

^{1, 2, 3} Industrial University of Tyumen, Russia

¹ mozzherinaiv@tyuiu.ru

² popovvg@tyuiu.ru, <https://orcid/0000-0002-5902-1768>

³ leonovaej@tyuiu.ru <https://orcid/0000-0003-3162-8514>

Abstract. In most modern studies, fish is considered as a valuable food product that has unique properties and is not inferior to cattle meat. Fish meat does not contain coarse connective tissue, so it is well absorbed by the human body. However, fish is a perishable food product and in recent years, great importance has been attached to modern methods of processing fish at low temperatures, which allows for maximum preservation of nutritional value. The object of the study is fish of the carp family as the most popular aquaculture in pond fish farming. One of the promising ways to preserve fish is freezing using carbon dioxide. When the temperature drops to minus 78 °C, the sublimation process is activated, as a result of which carbon dioxide passes from a solid to a gaseous state. The method under consideration involves the use of snow-like carbon dioxide, both on the surface of the fish and placing it inside the carcass. When storing fresh fish, it is necessary to take into account not only the temperature regime, but also the packaging material for hermetically sealed storage, which can preserve the carbon dioxide environment inside and the presentation of fish products for up to 10 days. Based on the results of the study, in terms of safety indicators, it can be summarized that cooling carp with carbon dioxide leads to a significant slowdown in spoilage processes and increases storage capacity.

Keywords: fish, pond fishing, snow-like carbon dioxide, food safety, consumer properties.

© Мозжерина И. В., Попов В. Г., Леонова Е. Ю., 2025

For citation: Mozzherina, I.V., Popov, V.G. & Leonova, E.Yu. (2025). Study of duration of storage of fresh fish using carbon dioxide. *Polzunovskiy vestnik*, (2), 81-87. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2025.02.012. EDN: <https://elibrary.ru/UPHHVG>.

ВВЕДЕНИЕ

В доктрине продовольственной безопасности отмечается, что уровень продовольственной независимости определяется уровнем самообеспечения в процентном соотношении и рассчитывается, как объем отечественного товаропроизводства сельскохозяйственного сырья и продовольствия к общему объёму их потребления, имеющий огромное значение для основных продовольственных продуктов питания. Рыба и продукты ее переработки входят в состав потребительской корзины, как продукт, необходимый для обеспечения жизнедеятельности и сохранения здоровья человека (на 2024 г – 18 кг) [1].

Следует отметить, что в России рациональной нормой потребления рыбы считается 22 кг на одного человека в год. Министерство здравоохранения РФ 30 декабря 2022 года пересмотрело норму потребления рыбы в сторону значительного увеличения до 28 кг в год [2]. Обусловлена данная корректировка тем, что рыба обладает целой группой полезных свойств. Для лиц, имеющих заболевания желудочно-кишечного тракта, рыба – источник легкоусвояемого белка, с сердечно-сосудистыми заболеваниями – источник необходимых микронутриентов, а для больных сахарным диабетом – диетический продукт с минимальным содержанием сахаров, клетчатки и крахмала. Следовательно, вызывает необходимость активизировать поставки и решать научно-практические задачи в рыбной отрасли [3].

В России рыболовство широко развито, так как имеет доступ к двенадцати морям, трем океанам и более двум миллионам рек, по протяженности береговой линии занимает четвертое место в мире. Российская Федерация среди всех стран мира занимает девятое место по добыче рыбных ресурсов, и это несмотря на то, что на ее территорию приходится наибольшая часть суши [4]. Рыбоводство в нашей стране развивается по следующим направлениям: пастбищное, интегрированное разведение аквакультуры, прудовое и промышленное.

По данным Федерального агентства по рыболовству РФ (на 06.02.2024 г.), производство продукции аквакультуры, в том числе в рамках прудового рыбоводства, за 10 лет выросло в два раза и составило 402 тыс. т. в год. Основными видами товарной рыбы в нашей стране является семейство карповых как наиболее производительное для территории РФ [5].

Российская Федерация имеет широкие перспективы по воспроизводству водных биоресурсов, прежде всего, за счет территориальных преимуществ (озер – 25 млн. га., водохранилищ – 5 млн. га., прудов – 155 тыс.га.). Основной вид деятельности – производство рыбной продукции – отводится на вылов, причем 70 % добычи осуществляется в Тихоокеанском регионе, при этом половина выловленной рыбы экспортируется в ближайшие зарубежные страны для реализации [6]. Производ-

ство прудовой рыбы имеет ряд преимуществ, но достаточно слабо развито и не претендует на лидерские позиции в мире. Сложившаяся проблема подчеркивает острую необходимость создания программ федерального уровня по потреблению отечественной прудовой рыбной продукции. Вследствие этого был создан «свод законов» – программа по развитию рыбоводства в РФ.

Актуальная задача по обеспечению качественной рыбной продукцией населения стоит для тех российских регионов, которые не имеют доступа к шельфу морей и океанов, и именно для них необходимо рассмотреть вопрос развития прудового производства на местах и активно включаться в стратегию развития регионального АПК [7]. Введение санкций по отношению к России и ответного удара продуктового эмбарго по вопросу импортозамещения является одним из ключевых для отечественной пищевой промышленности. На сегодняшний день эмбарго особенно выгодно для отечественных предприятий, занимающихся рыболовством, они практически избавлены от жесткой конкуренции.

По данным органов государственной статистики, из всех субъектов РФ по уровню урбанизированности территории, Тюменская область стоит на первом месте, является высокоурбанизированным индустриальным регионом с развитой нефтяной, газовой промышленностью, при этом аграрный сектор – жизненно важная и системообразующая отрасль в экономике и социальной жизни населения региона [7].

Нормативно-правовой обзор решения исследуемой проблемы рассматривался на заседании Правительства РФ от 22.11.2018 г., по его результатам принята стратегия развития сельского хозяйства, пищевой промышленности Тюменской области на период до 2036 года. В целях разграничения полномочий между органами федеральной государственной власти и региональными властями в сфере рыболовства и аквакультуры (рыбоводства) был принят ряд документов, регламентирующий вопросы рыболовства и сохранения водных ресурсов, а также обновлено законодательство об аквакультуре [8].

В последние годы также принят ряд документов, регламентирующих вопрос развития прудового рыбоводства в Тюменском регионе, в частности утвержден Перечень рыбоводных участков Тюменской области [9].

В Уральском Федеральном округе для разведения часто используется аквакультура семейства окуневых, сиговых, карповых и других. Местом разведения или добычи являются пресноводные водоемы, которые расположены недалеко от крупных городов в связи с тем, что рыба этих семейств не рекомендуется к заморозке. Это обусловлено, прежде всего, высоким риском пищевых отравлений микробной этиологии, которые составляют 80 % всех случаев пищевых интоксикаций [3]. Отпускается потребителям в живом или охлажденном виде или направляется для промышленной переработки.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2025

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖЕЙ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Теоретические и экспериментальные исследования влияния диоксида углерода на пищевые продукты представлены в работах Е.Н. Неверова, И.А. Короткого [10], И.Б. Плотникова, П.С. Коротких [11] О.А. Каширской, Н.В. Беляевой, И.В. Королевой [12].

Одним из способов сохранения потребительских качеств рыбной продукции можно рассматривать применение снегообразного диоксида углерода, в частности его влияние на хранимость карпа.

МЕТОДЫ

Для подготовки исследовательской части работы использовались современные методы, в том числе инструментальные, органолептические, физико-химические, в том числе инструментальные лабораторные методы с применением статистической обработки результатов. Показатели безопасности оценивались на основании требований нормативно-правовой документации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В качестве объекта настоящего исследования выбран карп отборный, разделанный, потрошенный (аквакультура) массой 920 г, толщина рыбы составляет 40 мм в охлажденном виде, которую подвергли обработке снегообразным CO_2 . Живая, сырец, охлажденная – продукция аквакультуры по массе подразделяется в соответствии с требованиями ГОСТ 1368-2003 [13].

На первом этапе эксперимента исследована паразитарная чистота образца рыбы в связи с тем, что риск заражения речной рыбы достаточно высок.

При исследовании образца рыбы личинки паразитов (гельминтов) не обнаружены.

В условиях воздействия на тушку рыбы низких температур осуществляется передача тепла от тушки рыбы к более прохладной среде.

Технология охлаждения основана на исполь-

зовании сублимационного эффекта при воздействии низкой температуры (-78°C), что позволяет превратить твердый CO_2 в газообразный. С помощью воздействия низких температур на тушку рыбы увеличиваются сроки хранения и сохраняется пищевая ценность рыбной продукции. Используемый метод представляет собой нанесение на разные части тушки рыбы снегообразный диоксид углерода на внешнюю часть и дросселированный CO_2 – во внутреннюю.

Для сохранения свежести упаковочный материал должен быть воздухонепроницаемым, но во избежание избыточного давления в результате химических реакций, сублимации диоксида углерода необходимо предусмотреть клапан для предотвращения деформаций и повреждений упаковки, а также сохранения оптимальной среды.

Обязательна герметизация потребительской тары при фасовке рыбы, именно поэтому диафрагма полностью соприкасается с основанием, чтобы не допустить потери газовой среды, а также препятствовать проникновению воздуха во внутрь упаковки.

Процесс охлаждения тушки карпа при температуре $3\pm 0,5^\circ\text{C}$ с применением снегообразного CO_2 представлен на рисунке 1.

Проанализировав полученные результаты, можно отметить, что процесс снижения уровня температуры во внутренней полости тушки карпа происходит более интенсивно, и, в первую очередь, обусловлено тем, что внутренняя поверхность непосредственно контактирует со снегообразным CO_2 .

В первые минуты эксперимента внутренний слой тушки начинает подтаивать, это происходит в период сублимации за счет уменьшения снегообразного диоксида углерода. Происходят изменения в результате того, что образуется газовая прослойка, вследствие этого теплообмен будет значительно снижен.

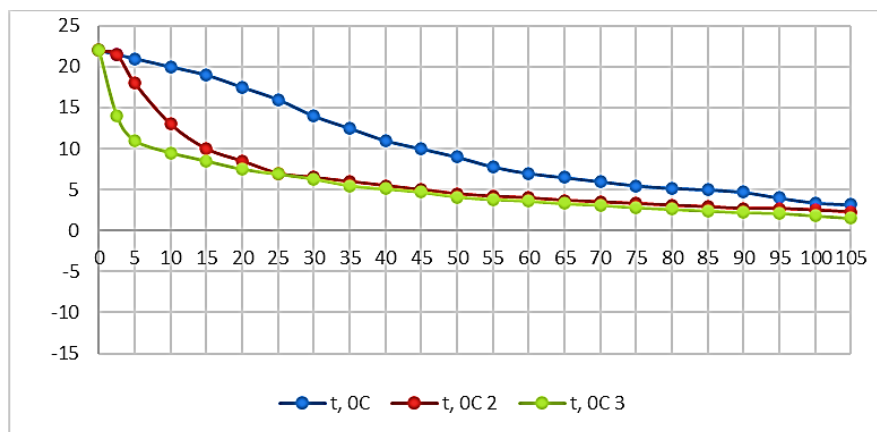


Рисунок 1 – Визуализация термограммы охлаждающего процесса рыбы

Figure 1 – Visualization of the thermogram of the fish cooling process

Интенсивное понижение температурного режима в верхней центральной части туловища рыбы на расстоянии 21 мм от внутренней полости происходит в процессе отвода тепла к внутренней части тушки, в которой присутствует снегообразный CO_2 .

Процесс охлаждения поверхностной части карпа протекает вследствие теплоотвода к воз-

душно-газовой среде, которая образуется в упаковке в результате сублимационного процесса снегообразного CO_2 , благодаря процессу теплоотдачи от центральных слоев мышечной ткани к внутренней поверхности тушки. Охлаждающий эффект поверхностности рыбы происходит значительно быстрее в сравнении с центральной частью

тушки, так как присутствует конвективный обмен теплом с окружающей средой, а температурный режим составляет $3 \pm 0,5$ °С. Тем не менее, охлаждение брюшной части рыбы протекает значительно интенсивней.

Гистограмма (рисунок 2) отражает динамику

изменения фактических показателей плотности теплового потока верхней части рыбы в процессе охлаждения снегообразным CO_2 , находящимся внутри потрошенной рыбьей тушки (температурный режим при этом составляет $3 \pm 0,5$ °С).

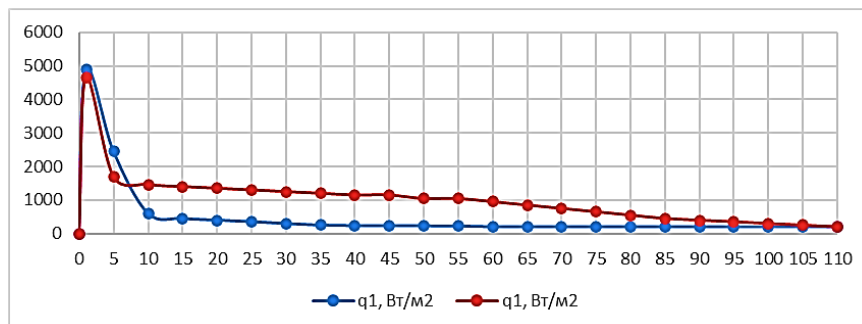


Рисунок 2 – Визуализация динамики изменения фактических показателей плотности теплового потока верхней части рыбы в процессе охлаждения снегообразным CO_2

Figure 2 – Visualization of the dynamics of changes in actual indicators of the heat flux density of the upper part of the fish during the cooling process with snow-like CO_2

В начальной фазе экспериментального исследования выражена высокая интенсивность теплового потока ввиду несовпадения температур между CO_2 и исследуемым объектом.

Естественно, что в данном случае интенсивность отдачи тепла гораздо эффективнее.

Снижение плотности потока регистрируется на втором этапе эксперимента в связи с тем, что теплоотдача объекта исследования снижается. Термограмма ярко демонстрирует охлаждение воздушно-газовой смеси хребтовой части карпа, ввиду отсутствия прямого контакта с ней сублимированного CO_2 . В итоге сублимации тепловой процесс стремится к нулю.

Средняя величина плотности теплового потока в хребтовой части карпа составляет 222 Вт/м^2 , а нижней части рыбы – 1045 Вт/м^2 (где, Вт – величина тепла, м^2 – площадь). Предельные значения плотности теплового потока составили 4888 Вт/м^2 и 4655 Вт/м^2 , соответствующие верхней и нижней части исследуемого образца.

Рисунок 3 демонстрирует динамику коэффициентов теплоотдачи охлаждающего процесса рыбы с использованием снегообразного диоксида углерода. Расчет интенсивности теплообмена тушки рыбы с окружающей средой является отношением плотности теплового потока и производится по формуле: $\lambda = \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$.

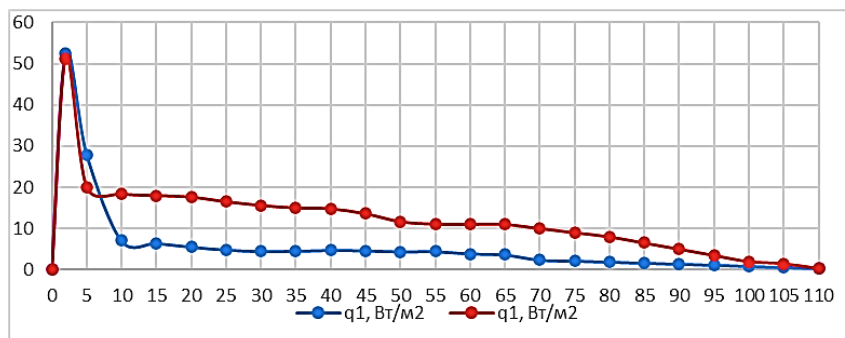


Рисунок 3 – Визуализация динамики коэффициента теплоотдачи охлаждающего процесса рыбы

Figure 3 – Visualization of the dynamics of the heat transfer coefficient of the fish cooling process

Коэффициенты теплопередачи в процессе охлаждения карпа демонстрируют корреляцию с величиной теплового потока и совпадают с кривыми теплового потока, как показано на диаграмме 3.

Таким образом, интегральные значения коэффициентов теплоотдачи равняются $\lambda = 4,4$ для хребтовой части карпа, а для нижней части рыбы составляет $\lambda = 11,6$. Предельные показатели коэффициента теплоотдачи равняются $55,44$ и $51,3$ для верхней и нижней частей карпа.

С целью сокращения времени процесса сублимации необходимость применения снегообразного CO_2 во внутренней части образца оправдана как его активным поглощением тепла, выделяемого тушкой карпа, так и влияние на снижение температуры внешней среды, что в конечном итоге сокращает время на обработку рыбы. Благодаря своим свойствам подавлять микроорганизмы, его размещение внутри карпа способствует увеличению срока его хранения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖЕЙ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Рыбу, охлажденную этим способом, хранили при определенных температурных условиях в течение 10 дней, регулярно контролируя качественные характеристики.

Для проведения исследования органолептических показателей выбрали идентичного по массе тушку карпа, но без применения диоксида углерода. Сравнительный анализ рыб осуществлялся при хранении их в идентичных условиях.

По истечении 48 часов при температуре хра-

нения $3 \pm 0,5$ °C у контрольного образца визуально наблюдались признаки порчи, такие как изменение цвета чешуи, мутные глаза, также присутствовал аммиачный запах под жаберными крышками.

Исследуемый образец рыбы, охлажденный с применением диоксида углерода, внешне имел признаки свежей рыбы на протяжении всего срока хранения: естественная окраска, блестящие глаза и чешуя, отсутствие постороннего запаха.

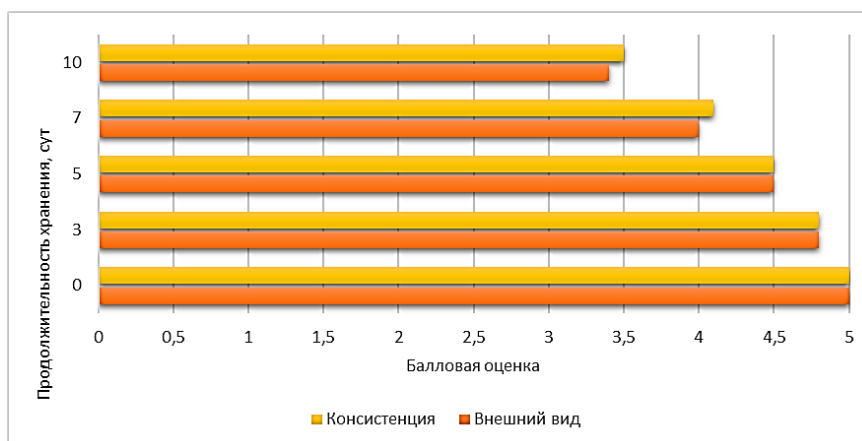


Рисунок 4 – Сравнительная оценка органолептических показателей рыбы на разных сроках хранения

Figure 4 – Comparative assessment of organoleptic characteristics of fish at different storage times

В период с 1 по 6 сутки хранения образца карпа, охлажденного с использованием CO₂, органолептические показатели имеют наивысшие оценки, и только по истечении 7 суток наблюдались признаки прогнозируемой порчи, такие как снижение показателей консистенции и цвета без признаков неприятного запаха и вкуса (с использованием метода термообработки), при этом оценка снизилась до 21 балла из max 25. Органолептические

оценка на конец срока хранения составила 19 баллов и является приемлемой, к предъявляемым требованиям нормативной документации [14].

Исследования показали, что в процессе хранения рыбы произошли незначительные изменения, которые существенно не повлияли на качество рыбы и ее органолептические характеристики (рисунок 4 демонстрирует оценку органолептических свойств).

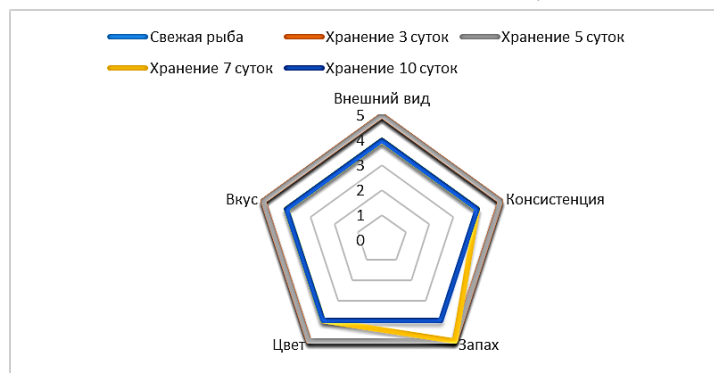


Рисунок 5 – Профиллограмма органолептической оценки характеристик образца рыбы

Figure 5 – Profilogram of organoleptic evaluation of the characteristics of a fish sample

На диаграмме 5 представлена комплексная органолептическая оценка исследуемой тушки карпа, которая рассчитывалась как среднеарифметическое значение оценок.

Однако органолептические показатели не являются гарантом определения достоверных сроков годности охлажденной рыбной продукции, по-

этому дополнительно требуется проведение лабораторных исследований.

В частности, к наиболее важным показателям можно отнести разложение жира. Его особенностью является прогоркание вследствие окислительных процессов. Исследовательские данные по физико-химическим и микробиологическим свойствам отражены на рисунке 6.

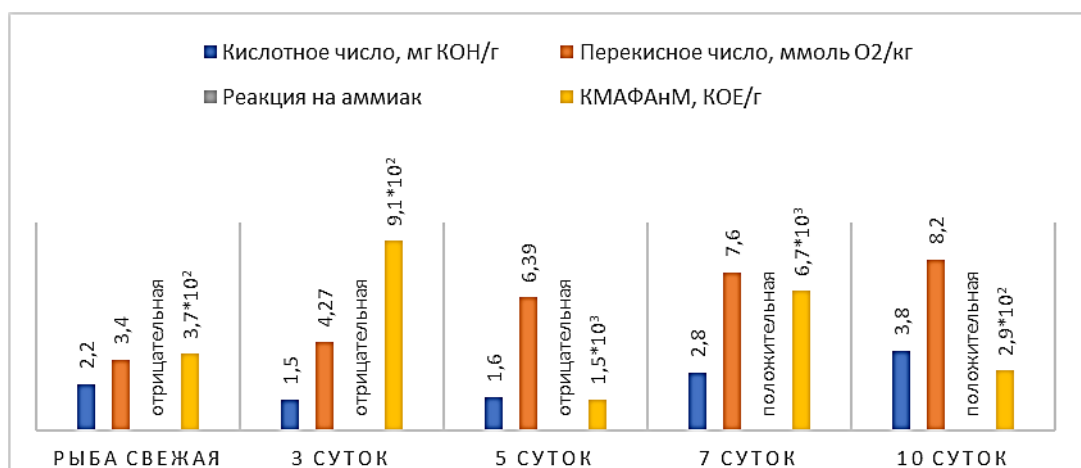


Рисунок 6 – Качественные показатели карпа, охлажденные с помощью диоксида углерода

Figure 6 – Quality indicators of carp cooled with carbon dioxide

В соответствии с данными, представленными на рисунке 6, значения кислотного и перекисного чисел незначительно увеличиваются в процессе хранения, при этом находятся в границе предельно допустимой нормы. На 7 сутки проявляется незначительная реакция на аммиак.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проведенные по показателям безопасности, дают подтверждение о том, что обработка снегообразным диоксидом углерода увеличивает сроки хранения охлажденной рыбной продукции с сохранением товарного вида. Исходя из анализа вышеизложенных данных, можно утверждать, что тушка рыбы, подвергнутая обработке CO₂, способна храниться на протяжении 10 суток при температуре, рекомендованной нормативными документами, а также обеспечит сохранности пищевой ценности рыбы.

Данный срок реализации можно с уверенностью рекомендовать для рыбоперерабатывающих предприятий, так как рыба будет пригодной для питания на всех стадиях производства согласно системе менеджмента пищевой безопасности ХАССП (ГОСТ Р ИСО 22000; ISO 22000).

Этот метод охлаждения можно применять не только для всех видов разделки рыбы, но и расширить, гармонизировать торговый ассортимент по всем семействам, следовательно, в полной мере оптимизировать структуру видового предложения с целью его увеличения. Тюменская область в значительной мере удалена от мест рыболовного промысла океанической и морской рыбы, поэтому рыба, выловленная в этих водоемах и обработанная снегообразным диоксидом углерода в местах добычи, на всей стадии логистической цепочки будет сохранять высокое качество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента РФ от 21 января 2020 г. № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения: 21.04.2024).
2. Официальный сайт Министерства здравоохра-

нения РФ. URL : <https://minzdrav.gov.ru/> (дата обращения: 21.04.2024).

3. Официальный сайт Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области. URL : <https://72.rospotrebnadzor.ru/?ysclid=lwgr9m6g1r71430652> (дата обращения: 21.04.2024).

4. База данных «ФАОСТАТ». Официальный сайт «Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций». URL : <http://https://www.fao.org/faostat/ru/#home> (дата обращения: 21.04.2024).

5. Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству РФ. URL : <https://fish.gov.ru/> (дата обращения: 21.04.2024).

6. Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной статистики по Тюменской области, Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре и Ямало-Ненецкому автономному округу. URL : <https://72.rosstat.gov.ru/?ysclid=lwgr63e45q312827343> (дата обращения: 21.04.2024).

7. Балабейкина О.А., Файбусович Э.Л. Уровень урбанизированности территории Российской Федерации: региональный разрез // Географический вестник, 1(44): 72–82. DOI : 10.17072/2079-7877-2018-1-72-82) Региональные геосистемы. 2023. Т. 47, № 3 (368–381).

8. Федеральный закон «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения: 21.04.2024).

9. Распоряжение Департамента агропромышленного комплекса Тюменской области от 12.03.2020 г. № 5 «Об утверждении перечня рыболовных участков в Тюменской области. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения: 21.04.2024).

10. Исследование параметров процесса теплообмена при сублимации диоксида углерода / Е.Н. Неверов, И.А. Короткий, И.Б. Плотников [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 6(159). С. 215–222.

11. Studying the sublimation of carbon dioxide / E.N. Neverov, I.A. Korotkiy, E.V. Korotkaya, A.N. Rasshchepkin // Periodico Tche Quimica. 2021. Vol. 18, № 37. P. 1–12.

12. Каширская О.А. Изучение влияния обогащенной диоксидом углерода среды на качество замороженного минтая / О.А. Каширская, Н.В. Беляева, И.В. Королева // Сибирский экологический журнал. 2020. № 4. С. 530–536.

13. ГОСТ 1368-2003. Межгосударственный стандарт. «Рыба. Длина и масса» ; введен в действие Постановлением Госстандарта РФ от 27.01.2004 г. № 36-ст.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2 2025

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ХРАНЕНИЯ СВЕЖЕЙ РЫБЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА

Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения: 21.04.2024).

14. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза. «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Доступ из справ.-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения: 21.04.2024).

Информация об авторах

И. В. Мозжерина – кандидат технических наук, доцент кафедры товароведения и технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

В. Г. Попов – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой товароведения и технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

Е. Ю. Леонова – кандидат социологических наук, доцент кафедры товароведения и технологии продуктов питания ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет».

REFERENCES

1. Decree of the President of the Russian Federation of January 21, 2020 No. 20 "On approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation (2020). Moscow : Standards Publishing House. (In Russ.).
2. Official website of the Ministry of Health of the Russian Federation. Retrieved from <https://minzdrav.gov.ru/> (In Russ.).
3. Official website of the Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Tyumen Region. Retrieved from <https://72.rosпотребнадзор.ru/?ysclid=lwgr9m6g1r71430652>. (In Russ.).
4. FAOSTAT database - Official website of the Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from <http://https://www.fao.org/faostat/ru/#home>. (In Russ.).
5. Official website of the Federal Fisheries Agency of the Russian Federation. Retrieved from <https://fish.gov.ru/> (In Russ.).
6. Official website of the Office of the Federal State Statistics Service for the Tyumen Region, Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra and Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. Retrieved from <https://72.rosstat.gov.ru/?ysclid=lwgr63e45q312827343>. (In Russ.).
7. Balabeykina, O.A. & Faibusovich, E.L. (2023). Level of urbanization of the territory of the Russian Federa-

tion: regional profile. *Geographical Bulletin*, (44), 72-82. (In Russ.). DOI : 10.17072/2079-7877-2018-1-72-82).

8. Federal Law of July 2, 2013 N148 "On aquaculture (fish farming) and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation." (2013). Moscow : Standards Publishing House. (In Russ.).

9. Order of the Department of Agro-Industrial Complex of the Tyumen Region dated March 12, 2020 No. 5 "On approval of the list of fishing grounds in the Tyumen Region. (2020). Tyumen : Standards Publishing House. (In Russ.).

10. Neverov, E.N., Korotkiy, I.A. & Plotnikov, I.B., and others. (2020). Study of parameters of the heat exchange process during sublimation of carbon dioxide. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. (159). 215-222. (In Russ.).

11. Neverov, E.N., Korotkiy, I.A., Korotkaya, E.V. & Rasshchepkin, A.N. (2021). Studying the sublimation of carbon dioxide. *Periodico Tch Quimic*, (37), 1-12. (In Russ.).

12. Kashirskaya, O.A., Belyaeva, N.V. & Koroleva, I.V. (2020). Study of the influence of an environment enriched with carbon dioxide on the quality of frozen pollock. *Siberian Ecological Journal*, (4), 530-536. (In Russ.).

13. Fish. Length and weight. (2003). HOST R 1368-2003 from January 27, 2004. Moscow : Standards Publishing House. (In Russ.).

14. Technical regulations of the Eurasian Economic Union. On the safety of fish and fish products. (2016). TR EAEU 040/2016 from September 1, 2017. Moscow : Standards Publishing House. (In Russ.).

Information about the authors

I.V. Mozzherina - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Research and Food Technology of the Industrial University of Tyumen.

V.G. Popov - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Commodity Research and Food Technology of the Industrial University of Tyumen.

E.Yu. Leonova - Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor of the Department of Commodity Research and Food Technology of the Industrial University of Tyumen.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 30 октября 2024; одобрена после рецензирования 20 мая 2025; принята к публикации 26 мая 2025.

The article was received by the editorial board on 30 Oct 2024; approved after editing on 20 May 2025; accepted for publication on 26 May 2025.