

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ХРАНЕНИЯ СУШЕНО-ВЯЛЕНОЙ РЫБЫ

Е.Н. Neverov, O.V. Salishcheva,
P.S. Korotkikh

THE METHODS OF IMPROVEMENT OF JERKED AND DRIED FISH STORAGE TECHNOLOGY

Неверов Е.Н. – д-р техн. наук, проф. каф. теплохладотехники Кемеровского государственного университета, г. Кемерово.

E-mail: neverov42@mail.ru

Салищева О.В. – канд. хим. наук, доц. каф. физической и коллоидной химии Кемеровского государственного университета, г. Кемерово.

E-mail: neverov42@mail.ru

Коротких П.С. – ассист. каф. теплохладотехники Кемеровского государственного университета, г. Кемерово.

E-mail: tht_kemsu@mail.ru

Neverov E.N. – Dr. Techn. Sci., Prof., Chair of Heating Ventilation and Air Conditioning, Kemerovo State University, Kemerovo.

E-mail: neverov42@mail.ru

Salishcheva O.V. – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Chair of Physical and Colloidal Chemistry, Kemerovo State University, Kemerovo.

E-mail: neverov42@mail.ru

Korotkikh P.S. – Asst, Chair of Heating Ventilation and Air Conditioning, Kemerovo State University, Kemerovo.

E-mail: tht_kemsu@mail.ru

Цель исследования – разработка усовершенствованной технологии хранения сушено-вяленой рыбы на предприятиях пищевой промышленности и торговли с целью уменьшения потери массы продукта в процессе усушки. Для проведения экспериментов по исследованию процесса усушки вяленой рыбы был использован холодильный прилавок. Контроль температуры в камере проводился при помощи электронного регулятора температуры ID 974 Ix. Реле температуры ID 974 Ix имеет диапазон температур от +50 до -50 °С. В качестве чувствительного элемента использовали терморезисторы с диаметром спая $0,3 \cdot 10^{-3}$ м. Для поддержания равномерного температурного поля в камере установлен вентилятор, регулирование работы которого обеспечивает реле температуры ID 974. Конструкция аппарата позволяет встраиваться в действующие технологические линии по обработки продуктов. Контроль влажности в холодильном прилавке осуществлялся при помощи гигрометра, чувствительный элемент которого устанавливается в камеру хранения. В качестве исследуемых образцов служили два вида рыбы морская (камбала) и пресноводная (лещ).

Исследования показали, что с помощью моноглицерида можно значительно увеличить срок хранения рыбы, однако при этом происходит изменение вкуса рыбы, как морской, так и пресноводной. Углекислый газ значительно замедляет развитие различных микроорганизмов и, как следствие, увеличивает срок хранения. Использование углекислого газа практически не влияет на вкус рыбы, и несмотря на то, что он увеличивает влажность в камере, за счет его химических свойств, которые способствуют значительному снижению концентрации кислорода в камере, замедляет процесс поверхностных и внутренних изменений в тканях рыбы, в результате чего рыба дольше хранится. В процессе исследования были выявлены достоинства и недостатки каждого способа и проведена оценка их эффективности.

Ключевые слова: сушено-вяленая рыба, хранение, усушка, упаковка, биополимеры, моноглицерид, диоксид углерода.

The research objective was the development of advanced technology of jerked and dried fish storage at the enterprises of food industry and trade,

for the purpose of the reduction of loss of mass of the product in the course of shrinkage. For carrying out the experiments on the research of the process of shrinkage of jerked fish a refrigerating counter was used. The control of temperature in the chamber was carried out by means of electronic regulator of temperature of ID of 974 lx. The relay of the temperature of ID of 974 lx had the range of temperatures from +50 to -50 °C. As a sensitive element thermocouples with a diameter $0.3 \cdot 10^{-3}$ m were used. For the maintenance of a uniform temperature field in the chamber, the fan which regulation of work provided ID 974 temperature relay was installed. The design of the device allowed to be built in operating technological lines on products processing. The control of humidity in a refrigerating counter was exercised by means of a hygrometer which sensitive element was established in a left-luggage office. Studied samples were served by two species of fish: sea (flounder) and fresh-water (bream). The researches showed that by the monoglyceride it had been possible to increase the period of fish storage considerably; however, thus there was a change in fish taste, both of sea, and fresh-water species. Carbon dioxide considerably slowed down the development of various microorganisms and, as a result, increased the period of storage. The use of carbon dioxide practically did not influence the taste of fish and in spite of the fact that it increased the humidity in the chamber, due to its chemical properties which promoted considerable decrease in the concentration of oxygen in the chamber, it slowed down the process of superficial and internal changes in fish tissues therefore increasing fish's shelf life. In the course of research the advantages and disadvantages of each way were revealed and the assessment of their efficiency was carried out.

Keywords: jerked and dried fish, storage, shrinkage, packing, biopolymers, monoglyceride, carbon dioxide.

Введение. В современном обществе увеличился спрос на вяленую рыбу, так как она легко усваивается, обладает необыкновенным пи-

канным вкусом и ароматом, по содержанию витаминов и белков может составить конкуренцию мясу. Данный продукт помогает избежать проблемы набора лишнего веса, по причине более низкого содержания углеводов и отсутствия избыточного жира. Всем известны полезные свойства рыбьего жира, основными из которых являются полная усваиваемость и набор ряда уникальных витаминов, которые не содержатся в других продуктах [1].

Наиболее перспективным направлением развития отечественного рынка является производство продукции с высокой пищевой ценностью, для этого необходимо качественно улучшить технологии переработки рыбы, связанные с разделкой, переработкой, а главное хранением сушено-вяленой рыбы [2].

Также на протяжении последнего двадцатилетия наблюдается значительное снижение объема вылова океанической рыбы российским рыболовным флотом. В результате рыбоперерабатывающие предприятия все шире используют пресноводные виды рыб для производства соленой, копченой и сушеной продукции, различные виды которой традиционно востребованы в нашей стране. Поэтому для проведения ряда экспериментов нами был выбран пресноводный лещ [3].

Для хранения и реализации вяленой рыбы применяют холодильные прилавки, температура в которых составляет от 0 до минус 4 °C, при этом системы кондиционирования в помещениях торговли пересушивают воздух. Относительная влажность у витрины часто бывает ниже 20 % (при норме 40–60 %), особенно это касается холодного времени года. Недостаточная влажность воздуха в витрине приводит к естественной усушке рыбы [4].

Рыба состоит из воды более, чем на 70 %, поэтому стремительно теряет привлекательный вид, начальный вес, свежесть и качество при нахождении в сухой атмосфере.

В таблице 1 представлены нормы усушки рыбы [5].

Нормы естественной убыли рыбы и рыбных продуктов при хранении на складах и базах розничных торговых предприятий и предприятий общественного питания

Товар	Срок хранения, сут	Нормы естественной убыли, % (круглый год)		
		Первая климатическая группа	Вторая климатическая группа	Третья климатическая группа
Рыба, рыбные товары и нерыбные морепродукты всех наименований солено-сушеные и вяленые	1	0,03	0,03	0,06
	2	0,04	0,04	0,07
	3	0,05	0,05	0,08
	Свыше 3 до 30 включительно	Нормы увеличиваются за каждые последующие сутки		
		на 0,005	на 0,005	на 0,006

Согласно данным таблицы, естественная убыль не должна превышать 0,08 %.

Однако на практике предприятия, занимающиеся реализацией сушено-вяленой рыбы, теряют до 2,5 % общей массы готового продукта в день.

В процессе хранения вяленой и сушеной рыбы применяют разнообразные виды тары и упаковки, которые установлены санитарными нормами. Проводятся исследования по использованию альтернативных видов упаковки, проведены исследования свойств полиэтиленовой пленки низкой плотности (толщина 100–130 мкм), полиэтилен – целлофан, крафт – бумага с односторонним полиэтиленовым покрытием, алюминиевая фольга, кашированная полиэтиленом [6]. Применение этих средств направлено на предотвращение возможных изменений, таких как усушка, увлажнение, кристаллизация соли, плесневение, гниlostная порча, окисление жира, изменение консистенции, повреждение вредителями [7].

Основной причиной отказа от применения упаковочных материалов для вяленой рыбы является низкое сопротивление механическим повреждениям острыми частями рыбы.

Хранение вяленой рыбы характеризуется процессами, связанными с окислением жира и изменением цвета мяса. Для хранения такой рыбы рекомендуется поддерживать относительную влажность воздуха в охлаждаемом объеме на уровне не превышающем 70 %. При влажности около 75 % на поверхности вяленой рыбы начинают развиваться грибки, а при 90 % и более – бактерии [8]. К основным параметрам качества вяленой рыбы при хранении относят изменение консистенции, оценка этого пара-

метра проводится по влагопоглощению мышечной ткани. Для сохранения высокого влагопоглощения упакованной рыбы с целью предотвращения усушки ее помещают в полимерную пленку, плотная консистенция мышечной ткани сохраняется, продукт легко разжевывается, полностью сохраняет вкусоароматические свойства и влагу.

Одним из способов эффективной защиты продуктов питания и пищевого сырья не только от усушки в процессе хранения, но и от воздействия кислорода воздуха является создание и использование биополимерных пленок. Полимерные композиции содержат модифицированные желирующие биополимеры, такие как желатин, пектин, коллаген, хитозан, карбоксиметилцеллюлозу, альгинат натрия [9].

Разработан способ хранения рыбы и рыбной продукции посредством нанесения биоразлагаемого пленкообразующего состава на поверхность рыбной продукции. В качестве основного компонента предложен хитозан или раствор хитозана с сополимером винилпирролидона и кротонной кислоты с предварительной обработкой или без нее поверхности рыбной продукции раствором пектина или раствором альгината натрия.

Биополимерные желатиновые покрытия обладают способностью к термообратимому гелеобразованию. Модифицированием желатина получают гелеобразующие и влагоудерживающие комплексы для пищевых систем. Авторами исследованы свойства полиэлектролитных комплексов, полученных в смеси желатина с полисахаридом к-каррагинаном.

Наряду с пленочными и желирующими покрытиями для удержания влаги в белковых пи-

щевых продуктах животного происхождения используют химическую обработку самого сырья различными веществами, такими как полифосфаты, крахмалы, камеди и каррагинаны. Обработка мышечной ткани влагоудерживающими пищевыми добавками может обеспечить стабильность пищевой системы в циклах замораживания и оттаивания. Эффективность применения таких добавок зависит от многих факторов: строения, рН среды, гидрофильно-липофильного баланса, степени гидратации, степени набухания и др. Действие гидроколлоидов основано на образовании полимерной сетки в результате взаимодействия молекул полисахарида с белками. Пространственная сшивка препятствует синерезису. Полифосфаты, благодаря отрицательной гидратации, способствуют увеличению содержания деструктурированной воды, в результате чего увеличивается объем белковой ткани.

Цель исследования: разработка усовершенствованной технологии хранения сушено-вяленной рыбы на предприятиях пищевой промышленности и торговли для уменьшения потери массы продукта в процессе усушки.

Методы и объекты исследования. После проведения анализа существующих традиционных и инновационных способов хранения рыбы нами был проведен ряд исследований для определения наиболее эффективного и перспективного из них.

Для проведения экспериментов по исследованию процесса усушки вяленной рыбы был использован холодильный прилавок, оснащенный приспособлениями и аппаратурой, которые позволяют контролировать необходимые параметры: температуру и влажность в камере; температуру и влажность в продукте; снижение массы продукта; продолжительность хранения [10].

Контроль температуры в камере проводился при помощи электронного регулятора температуры ID 974 lx. Реле температуры ID 974 lx имеет диапазон температур от +50 до -50 °С. В качестве чувствительного элемента использовали терморпары с диаметром спая $0,3 \cdot 10^{-3}$ м.

Для поддержания равномерного температурного поля в камере установлен вентилятор, регулирование работы которого обеспечивает реле температуры ID 974. Конструкция аппарата

позволяет встраиваться в действующие технологические линии по обработке продуктов.

Контроль влажности в холодильном прилавке осуществлялся при помощи гигрометра, чувствительный элемент которого устанавливается в камеру хранения.

В качестве исследуемых образцов служили два вида рыбы: морская (камбала) и пресноводная (лещ).

Результаты исследования. Для сохранения влагоудерживающей способности предложен способ обработки мышечной ткани рыбы неорганическим электролитом – силикатом щелочного металла путем погружения, инъекции, маринования. Время контакта пищевого продукта с раствором силиката натрия или калия при погружении варьируется от 5 с до 30 мин.

В качестве адсорбента также применяется CaCl_2 . Опыты по изучению процесса изменения усушки рыбы без упаковки, но при применении такого адсорбента показывают положительную динамику в разнице потери массы в первые сутки эксперимента, по сравнению с рыбой, помещенной в упаковку. Так как упаковка создает среду, в которой наблюдается внутренняя усушка в результате конденсации паров влаги, остается на внутренней поверхности упаковочного материала, но стоит отметить тот факт, что рыба без использования упаковки имела значительную усушку именно в первые сутки, в то время как рыба в упаковке теряла массу в последующие дни хранения [11].

Также предлагается в целях уменьшения усушки и увеличения сроков хранения сушено-вяленной рыбы наносить на поверхностный слой моноглицерид. Анализируя данные, можно сказать, что химический состав моноглицерида позволяет соединить жиры и воду, создавая защитный слой на поверхностном слое рыбы, что предотвращает испарение влаги, в результате чего усушка заметно уменьшается, но отмечается изменение вкусовых качеств рыбы, так как моноглицерид в частности служит заменителем и дополнителем жиров в мясе животного происхождения. Также значительно ухудшается товарный вид рыбы, обработанной таким составом.

Результаты исследований по применению моноглицерида для обработки рыбы представлены на рисунке 1.

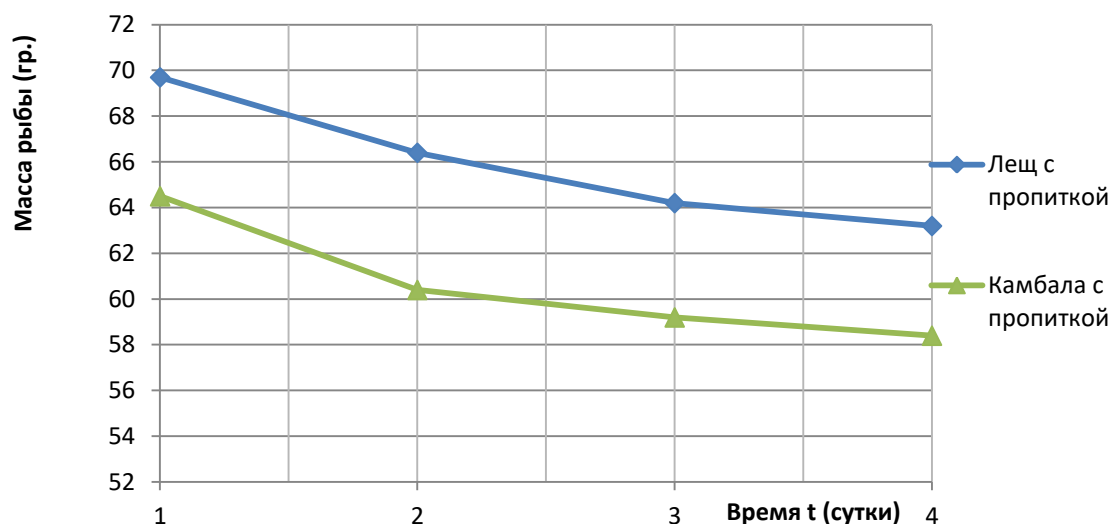


Рис. 1. Изменение массы рыбы при температуре 0 °С с нанесением на поверхность рыбы моноглицерида

Температура в камере составляла 0 °С, влажность – 65 %. Масса леща составила 69,7 г, масса камбалы – 64,5 г, влажность составила 46 и 53 % соответственно. На поверхностный слой образцов был нанесен моноглицерид.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что при максимально допустимой температуре хранения рыбы 0 °С и влажности в камере 75 % при использовании моноглицерида динамика потери массы рыбы по причине усушки в первые сутки составила: 4 г для леща и 3 г для камбалы. Это связано с тем, что химический состав моноглицерида позволяет соединить жиры и воду, создавая защитный слой на поверхностном слое рыбы, что предотвращает испарение влаги, в результате чего в последующие дни эксперимента усушка рыбы также составляла около 3 г в сутки для каждого из образцов, несмотря на максимально допустимую температуру. В процессе эксперимента рыба сохранила товарный вид, каких-либо признаков порчи не было обнаружено, но изменились вкусовые качества рыбы, так как моноглицерид в частности служит заменителем жиров в мясе животного происхождения.

Наиболее перспективным и прогрессивным, на наш взгляд, является метод, основанный на применении диоксида углерода. Данный метод предполагает, что в камере хранения сушено-вяленой рыбы будет размещаться специальная емкость с твердым диоксидом углерода. В процессе сублимации CO₂ в камере поддерживалась

воздушно-газовая среда с определенной концентрацией диоксида углерода [12]. Данные экспериментального исследования по изучению процесса изменения усушки рыбы при применении диоксида углерода представлены на рисунке 2.

Температура в камере составляла 0 °С, влажность – 65 %. Количество CO₂ в специальной емкости, помещенной в камеру, составляло 150 г.

В опыте было использовано два образца, лещ и камбала, влажность в камере составляла 65 %. Масса леща составлял 93,2 г, влажность – 41,4 %, камбалы – 91,6 г, влажность – 46,5 %.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что усушка проходит с равномерной и малой интенсивностью, несмотря на жирность и достаточно высокое влагосодержание мяса. Ежедневная потеря массы не превышала 3 г на протяжении четырех суток эксперимента. Данные показатели схожи с данными, полученными в эксперименте с применением моноглицерида.

Высокая концентрация двуокиси углерода на поверхности рыбы позволяет существенно снизить остаточное содержание кислорода в воде, взаимодействуя с поверхностным и внутренним слоем рыбы, снижая содержание кислорода в связанной и свободной воде. Диоксид углерода растворяется в воде и жирах, поэтому, взаимодействуя с внутренними слоями мяса рыбы, CO₂ уменьшает вязкость жиров и увеличивает вязкость воды при растворении, снижая подвижность воды относительно мяса [13].

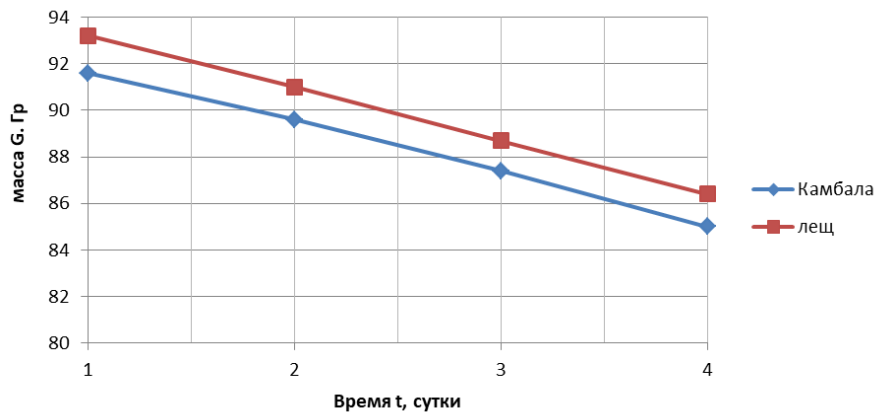


Рис. 2. Изменение массы рыбы при применении диоксида углерода

Несмотря на прямой контакт с рыбой, диоксид углерода не влияет на вкусовые качества мяса рыбы, что очень важно.

Выводы. На основании проведенных исследований можно сделать выводы, что при традиционном способе хранения сушено-вяленая рыба теряет массу в процессе хранения по причине усушки, уменьшая тем самым полезные свойства продукта и принося убытки предприятиям, занимающимся реализацией данного вида пищевой продукции.

В процессе поиска решения данной проблемы нами были проведены исследования различных методов уменьшения усушки и выявлен наиболее перспективный. Этот метод основан на использовании диоксида углерода, который практически не изменяет вкусовых качеств рыбы, несмотря на то, что он вызывает увеличение влажности в камере. Диоксид углерода способствует значительному уменьшению концентрации кислорода в камере, что приводит к уменьшению кислотности продукта и замедлению процесса поверхностных и внутренних изменений в тканях рыбы. В результате чего рыба хранится дольше на 15–20 %, потери массы при хранении снижаются на 10–15 %. Применяя данный метод хранения, можно добиться минимальной и равномерной усушки для разных видов рыб.

Литература

1. Махнач Е.В., Бессмертная И.А. Использование продуктов ферментализации рыбного сырья в технологии мучных кондитерских изделий профилактического назначения // Известия КГТУ. – 2010. – № 18. – С. 96–102.
2. Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса российской федерации на период до 2020 года. Приказ Росрыболовства от 30.03.2009 № 246. – URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosrybolovstva-ot30032009-n-246-ob/> (дата обращения: 29.09.2017).
3. Власова О.В., Киселева Е.Н., Кононова Е.Б. Рынок рыбы и морепродуктов: учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник, 2009. – 162 с.
4. ГОСТ 33803-2016. Рыба пресноводная сушено-вяленая. Общие технические условия. – Введ. 2016–07–01. – М.: Стандартинформ, 2016.– С.38.
5. ГОСТ 34191-2017. Рыба мелкая вяленая. Общие технические условия. – Введ. 2017–09–01. – М.: Стандартинформ, 2017. – С. 238.
6. Тюльзнер М., Кох М. Технология рыбопереработки / пер. с нем. Е.А. Семеновой. – СПб.: Профессия, 2011.
7. ГОСТ 32560.2-2013 (ISO 23953-2:2005). Шкафы прилавки и витрины холодильные торговые. Общие технические условия. – Введ. 2013–05–11. – М.: Стандартинформ, 2013. – С.36.
8. Антонов А.А. Бобков А.В., Венгер К.П. и др. Классификация пищевых продуктов для унификации расчетов холодильного оборудова-

- дования // Мясная индустрия. – 2002. – № 5. – С. 45–46.
9. *Большаков О.В.* Российская отраслевая наука: современные холодильные технологии и решение проблемы здорового питания // Холодильная техника. – 2002. – № 6. – С. 37–42.
 10. *Репников Б.Т.* Товароведение и биохимия рыбных товаров: учеб. пособие. – М.: Дашков и К°, 2008. – 220 с.
 11. *Солихов Д.Н., Васканов В.А., Гунькова П.И.* и др. Изучение влияния стартовых культур на санитарно-микробиологические показатели рыбного фарша // Кишоварз (Земледелец). – 2015. – № 2. – С. 34–36.
 12. *Неверов Е.Н.* Анализ способов охлаждения неразделанной рыбы диоксидом углерода // Вестн. Междунар. академии холода. – 2018. – № 2. – С. 55–60.
 13. *Неверов Е.Н.* Применение диоксида углерода для холодильной обработки рыбы // Вестн. КрасГАУ. – 2016. – № 4. – С. 125–131.
 4. GOST 33803-2016. Ryba presnovodnaja susheno-vjalenaja. Obshhie tehicheskie uslovija. – Vved. 2016–07–01. – М.: Standartinform, 2016.– С.38.
 5. GOST 34191-2017. Ryba melkaja vjalenaja. Obshhie tehicheskie uslovija. – Vved. 2017–09–01. – М.: Standartinform, 2017. – С. 238.
 6. *Tjul'zner M., Koh M.* Tehnologija rybopere-rabotki / per. s nem. *E.A. Semenovoj.* – SPb.: Professija, 2011.
 7. GOST 32560.2-2013 (ISO 23953-2:2005). Shkafy, prilavki i vitriny holodil'nye torgovye. Obshhie tehicheskie uslovija. – Vved. 2013–05–11. – М.: Standartinform, 2013. – С.36.
 8. *Antonov A.A. Bobkov A.V., Venger K.P.* i dr. Klassifikacija pishhevyh produktov dlja unifikacii raschetov holodil'nogo oborudovaniya // Mjasnaja industrija. – 2002. – № 5. – С. 45–46.
 9. *Bol'shakov O.V.* Rossijskaja otraslevaja nauka: sovremennye holodil'nye tehnologii i reshenie problemy zdorovogo pitaniya // Holodil'naja tehnika. – 2002. – № 6. – С. 37–42.

Literatura

1. *Mahnach E.V., Bessmertnaya I.A.* Ispol'zovanie produktov fermentoliza rybnogo syr'ya v tekhnologii muchnyh konditerskih izdelij profilakticheskogo naznachenija // Izvestiya KGTU. – 2010. – № 18. – С. 96–102.
2. Ob utverzhdenii strategii razvitija rybohozjajstvennogo kompleksa rossijskoj federacii na period do 2020 goda. Prikaz Rosrybolovstva ot 30.03.2009 № 246. – URL: <http://legalacts.ru/doc/prikaz-rosrybolovstva-ot30032009-n-246-ob/> (data obrashhenija: 29.09.2017).
3. *Vlasova O.V., Kiseleva E.N., Kononova E.B.* Rynok ryby i moreproduktov: ucheb. posobie. – М.: Vuzovskij uchebnyk, 2009. – 162 с.
10. *Repnikov B.T.* Товароведение и биохимия рыбных товаров: учеб. пособие. – М.: Дашков и К°, 2008. – 220 с.
11. *Solihov D.N., Vaskanov V.A., Gun'kova P.I.* i dr. Izuchenie vlijaniya startovyh kul'tur na sanitarno-mikrobiologicheskie pokazateli rybnogo farsha // Kishovarz (Zemleделец). – 2015. – № 2. – С. 34–36.
12. *Neverov E.N.* Analiz sposobov ohlazhdenija nerazdelannoj ryby dioksidom ugleroda // Vestn. Mezhdunar. akademii holoda. – 2018. – № 2. – С. 55–60.
13. *Neverov E.N.* Primenenie dioksida ugleroda dlja holodil'noj obrabotki ryby // Vestn. KrasGAU. – 2016. – № 4. – С. 125–131.

