

Keywords:

fish raw materials, technological potential, chemical composition, muscle tissue, gonads, biological value, nutritional value, structural properties, fish pates, raw material utilization rate

Рациональное использование рыбного сырья на основе его технологического потенциала

DOI

Д-р техн. наук, профессор **Э.Н. Ким** – заведующий кафедрой «Управление техническими системами», Институт пищевых производств; канд. техн. наук, доцент **Л.Б. Гусева** – Институт пищевых производств; **Н.Л. Корниенко** – инженер, Учебно-лабораторный комплекс – Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» (ФГБОУ ВО «ДАЛЬРЫБВТУЗ»)

@ kimandama@mail.ru;
Guseva.LB@dgtru.ru;
KornienkoNL@mail.ru;
office@dgtru.ru

Ключевые слова:

рыбное сырье, технологический потенциал, химический состав, мышечная ткань, гонады, биологическая ценность, пищевая ценность, структурообразующие свойства, рыбные паштеты, коэффициент использования сырья

RATIONAL USE OF FISH RAW MATERIALS BASED ON ITS TECHNOLOGICAL POTENTIAL

Doctor Technical Sciences, Professor E.N. Kim – head of the Department "Management of technical systems", Institute for food production; candidate of Technical Sciences, associate Professor L.B. Guseva – Institute for food production; N.L. Kornienko – engineer, Training and laboratory complex Far Eastern state technical fisheries University" (FGBOU VO DAL'RYBVTUZ)

Doctor Technical Sciences, Professor E.N. Kim – head of the Department "Management of technical systems", Institute for food production; candidate of Technical Sciences, associate Professor L.B. Guseva – Institute for food production; N.L. Kornienko – engineer, Training and laboratory complex Far Eastern state technical fisheries University" (FGBOU VO DAL'RYBVTUZ)

The Strategy for the development of the fisheries complex of the Russian Federation for the period up to 2030, approved by the decree of the Government of the Russian Federation (dated November 26, 2019 N 2798-r) provides for a set of measures for the rational use of biological resources. The most promising direction of this task is the creation of modern technologies for deep processing of fish raw materials, providing for an integrated approach and taking into account its technological potential.

Проблеме рационального использования рыбного сырья посвящены многочисленные работы таких отечественных и зарубежных ученых как Л.С. Абрамова, М.П. Андреев, Т.А. Давлетшина, Е.Е. Иванова, В.М. Куркотило, С.Н. Максимова, О.Я. Мезенова, М.Е. Цибилова, Г. Руичаг, М.Н. Narziah, J. Jacquet, М. Niemiec.

В известных работах указанных авторов отсутствуют прак-

тические рекомендации по учету технологического потенциала рыбного сырья в производстве пищевой продукции. Это и обуславливает актуальность предлагаемых исследований.

Целью проведенных работ являлись рекомендации по использованию сырья для производства рыбных паштетов, учитывающего технологический потенциал и обеспечивающее их высокое качество.

Для достижения указанной цели были решены следующие задачи:

- сформулирована концепция рационального использования рыбного сырья для производства пищевой продукции;

- установлен технологический потенциал рыбного сырья, отличающийся низким уровнем промышленной переработки;

- разработаны и апробированы рекомендации по использованию наваги и краснопёрки для производства рыбных паштетов.

Анализ производства рыбной продукции и сырьевой базы Дальневосточного региона показал, что такие объекты, как навага (*Eleginus gracilis* (Til.) и краснопёрка (*Tribolodon hakonensis* (Gunth.)), входят в группу рыб, реализуемых в основном в охлажденном и мороженом виде. В то же время объем добычи в 2020 г., например, краснопёрки составлял около 1000 тонн. В соответствии с этим, в качестве основных объектов исследования, были использованы указанные виды рыб с качественными характеристиками, соответствующими требованиям ГОСТ 32366-2013 и ГОСТ 814-96. Физическими методами исследовали структурно-механические свойства полуфабрикатов: водоудерживающую способность (ВУС) методом прессования по ГОСТ 7636-85; эмульгирующую способность (ЭС) и стабильность эмульсии (СЭ) общепринятыми методами [14]. Относительную биологическую ценность (ОБЦ) определяли с помощью индикаторного организма *Tetrahymena pyriformis* [15]. В работе использовали математическое планирование эксперимента и статистическую обработку данных.

Рациональное использование сырья подразумевает получение максимального эффекта при его технологической переработке, включающее направление сырья на производство продукции, исходя из его технотехнических характеристик, использование технологий и технологических параметров процессов, обеспечивающих максимальный выход продукции, сохранение полезных компонентов сырья, использование для производства продукции вторичного сырья.

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации (от 26 ноября 2019 года N 2798-р) предусматривает комплекс мероприятий по рациональному использованию биоресурсов. Наиболее перспективным направлением указанной задачи является создание современных технологий глубокой переработки рыбного сырья, предусматривающих комплексный подход и учет его технологического потенциала.

Основной характеристикой сырья, определяющей его технологическую переработку, является технологический потенциал, который включает оценку доли съедобной части объекта переработки, содержание и соотношение компонентов, представляющих собой пищевую ценность, содержание биологически активных веществ. Сырье, содержащее значительное количество жира, направляют обычно на производство соленой, вяленой или копченой продукции. При этом содержание жира в определенной части объекта переработки определяет и технологию. Исходя из этого, оценку технологического потенциала сырья следует проводить по отношению к производству конкретного вида продукции.

Исходя из этого, технологический потенциал сырья рассматривается в данной работе как совокупность технологических свойств, характеризующих потенциальную способность наваги и краснопёрки к формированию рыбных паштетов и комплексному использованию сырья. В этом случае технологический потенциал представляет собой совокупность следующих составляющих: массовый состав, химический состав, структурно-механические свойства, биологическая ценность.

Результаты исследования массового состава (табл. 1) показывают, что выход пищевой части находится в пределах от 28,2 до 54,2% у наваги и от 31,9 до 62% у краснопёрки. Соответственно количество вторичного сырья, образу-

Таблица 1. Массовый состав исследуемого рыбного сырья, % /

Table 1. Mass composition of the studied fish raw materials, %

| Вид рыбы | Диапазон массовой доли среднее значение | | | |
|-------------|--|------------------|-----------------------------------|---|
| | филе | икра, молоки | голова, хвосты, плавники, кожа | хребтовая кость, плавательный пузырь, чешуя |
| Навага | 28,2-54,2 41,2 | 4,3-6,2 5,25 | 22,1-28,5 25,3 | 9,6-25 17,3 |
| Краснопёрка | 31,9-62 46,9 | 3,1-8,1 5,6 | 24,6-34,4 29,5 | 19,2-30,4 24,8 |
| Сельдь* | 55,4-61,1 58,5 | 10-20 15 | 14,3-17,7 16 | 6,5-13,5 10 |
| Минтай* | 28,9-38,6 33,7 | 3,1-19,6 11,3 | 23,4-54,7 39,1 | 5,6-9,2 7,4 |

* - по литературным данным [16].

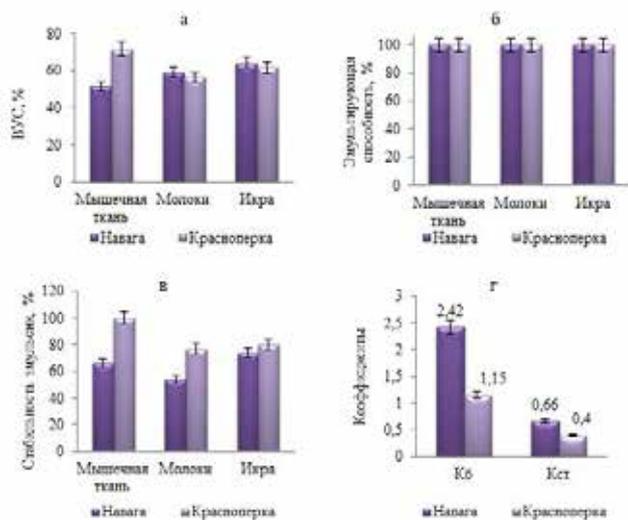


Рисунок 1. Структурообразующие свойства мышечной ткани, молоко и икры наваги и красноперки: а – водоудерживающая способность; б – эмульгирующая способность; в – стабильность эмульсии; г – коэффициенты способности к формованию

Figure 1. Structure-forming properties of muscle tissue, milk and caviar of saffron cod and rudd: a-water-retaining ability; b-emulsifying ability; c-stability of the emulsion; d-coefficients of the ability to form

ющего при разделке, составляет от 45,8 до 71,8% у наваги и от 38 до 68,1% у красноперки.

Согласно литературным данным, максимальный выход рыбного филе составляет 58,5% – сельдь, а минимальный 33,7% – минтай. Сопоставление этих данных с массовым составом наваги и красноперки (табл. 1) определяет экономическую целесообразность изготовления пищевых продуктов и комплексного использования исследуемых рыб в промышленных масштабах.

Общий химический состав отдельных частей и органов рыб обуславливает пластическую и энергетическую ценность пищевых продуктов. Анализ химического состава (табл. 2) частей и органов наваги и красноперки позволяет отнести эти рыбы к перспективному сырью для производства пищевых продуктов, поскольку, в соответствии с классификацией сырья [17] по содержанию белков, они относятся к белковым рыбам (10-20%), по содержанию липидов навага относится к тощим рыбам, а красноперка – к средне жирным.

Проведенные исследования структурообразующих свойств (рис. 1) мышечной ткани, молоко и икры наваги и красноперки показывают, что мышечная ткань, молоко и икра наваги и красноперки характеризуются высокими значениями водоудерживающей способности (ВУС). Одним из важных показателей, при изготовлении рыбных продуктов на эмульсионной основе, являются их эмульгирующая способность и стабильность эмульсии. Проведен-

ные исследования показывают, что мышечная ткань, молоко и икра обеих рыб проявляют высокую эмульгирующую способность, значения которой не зависят от исследуемых факторов (вид рыбы, части и органы).

Известна классификация рыбного сырья по способности к формованию, которая определяется по двум показателям – условный белковый коэффициент (Кб) и коэффициент структурообразования (Кст) [18; 19].

По величине белкового коэффициента рыбы подразделяются на три условные группы: I группа – $K_b < 1$ (0,58–0,79); II группа – $K_b = 1$ (0,80–1,15); III группа – $K_b > 1$ (1,16–1,25). Сырье, имеющее $K_b < 1$ и $K_{ст} < 0,2$, дает фарш с низкой способностью к формованию. Фарши, относящиеся ко II и III группе и имеющие $K_{ст} > 0,2$, являются лучшим сырьем для получения продукции на эмульсионной основе с хорошими реологическими свойствами и консистенцией [19].

Как видно из данных (рис. 1), навага и красноперка имеют коэффициент структурообразования значительно больше 0,2, соответственно – 0,66 и 0,4, а также условно-белковый коэффициент $K_b > 1$ и являются, согласно приведенной выше классификации, перспективным сырьем для производства продуктов на эмульсионной основе.

Получены данные относительной биологической ценности пищевых частей наваги и красноперки (рис. 2), которые свидетельствуют о безвредности и возможности использования молоко и икры исследуемых рыб в технологии кулинарных рыбных продуктов. Количество инфузорий *Tetrahymena pyriformis* не только не снизилось, но и увеличилось по сравнению с контролем (казеин) на 51,4% для икры наваги и 2,7% для икры красноперки. Относительная биологическая ценность молоко обеих рыб несколько ниже, чем в измельченной мышечной ткани: на 8,1% для наваги; на 13,5% для красноперки.

Результаты исследования относительной биологической ценности пищевых частей наваги и красноперки (рис. 2) свидетельствуют о целесообразности использования молоко и икры исследуемых рыб в технологии кулинарных рыбных продуктов, для увеличения сырья, направляемого на пищевые цели, а также

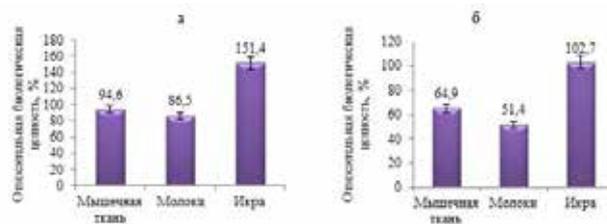


Рисунок 2. Относительная биологическая ценность: а – навага; б – красноперка

Figure 2. Relative biological value: a – saffron cod; b – rudd

Таблица 2. Общий химический состав исследуемых рыб /
Table 2. Total chemical composition of the studied fish

| Вид рыбы | Части и органы | Содержание в отдельных частях, % | | | | Энергетическая ценность, ккал/100 г |
|-------------|----------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-------------------------------------|
| | | вода, % | белки, % | липиды, % | минеральные вещества, % | |
| Навага | Мышечная ткань | 80,5±0,5 | 17,9±0,2 | 0,7±0,1 | 1,2±0,1 | 78 |
| | Молоки | 85,6±0,5 | 10,9±0,2 | 1,9±0,1 | 1,5±0,1 | 61 |
| | Икра | 77,8±0,5 | 20,9±0,2 | 0,3±0,1 | 1,0±0,1 | 86 |
| | Твердые отходы от разделки | 78,8±0,5 | 13,2±0,2 | 0,6±0,1 | 7,4±0,1 | 58 |
| Красноперка | Мышечная ткань | 78,0±0,5 | 17,6±0,2 | 2,7±0,1 | 1,5±0,1 | 95 |
| | Молоки | 75,4±0,5 | 11,9±0,2 | 9,7±0,2 | 2,9±0,1 | 134 |
| | Икра | 71,4±0,5 | 17,1±0,2 | 10,3±0,2 | 1,1±0,1 | 158,1 |
| | Твердые отходы от разделки | 68,2±0,2 | 14,5±0,2 | 9,8±0,2 | 7,4±0,2 | 146,2 |
| Сельдь* | Мышечная ткань | 73,5 | 18,0 | 7,0 | 1,5 | 135 |
| | Молоки | 75,5-82,6 | 13,7-17,7 | 1,4-4,6 | 1,0-2,5 | 89,8 |
| | Икра | 60-77 | 14-25 | 0,7-4,8 | 1,1-3,4 | 102,6 |
| | Твердые отходы от разделки | 60,0-67,5 | 9,5-14,0 | 15,0-17,0 | 5,5-7,5 | 191 |
| Минтай* | Мышечная ткань | 81,9 | 15,9 | 0,9 | 1,3 | 72 |
| | Молоки | 78,6-87,3 | 12,6-16,8 | 0,1-0,6 | 1,0-2,3 | 61,9 |
| | Икра | 52-75 | 15-28 | 1-18 | 1-2 | 167 |
| | Твердые отходы от разделки | 70,5-77,0 | 0,3-0,7 | 14,0-15,5 | 8,0-12,5 | 134,7 |

* - по литературным данным [16].

повышения биологической ценности готового продукта.

Представленные результаты оценки технологического потенциала наваги и красноперки позволили рекомендовать использование их в качестве сырья для производства пищевых продуктов определенной структуры. Экспериментально указанное сырье было апробировано в производстве рыбных паштетов. Результаты исследований позволили разработать ассортимент рыбных паштетов: «Паштеты из наваги «Пропечённые» СТО 84649941-006-2021, «Паштеты из красноперки «Пропечённые» СТО 84649941-007-2021. Производственная проверка, разработанных технологий, в производственных условиях ООО «Регата» показали высокое качество продукта и экономический эффект от использования в качестве вторичного сырья молоко и икры исследуемых рыб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ характеристик сырья водного происхождения, опыта его использования для производства пищевой продукции позволил сформулировать концепцию рационального использования рыбного сырья для производства пищевой продукции, заключающуюся в максимальном использовании его технологического потенциала, включающего оценку доли съедобной части объекта переработки, содержание и соотношение компонентов, представляющих собой пищевую ценность, содержание биологически активных веществ.

По сравнительной экспериментальной оценке размерно-массовых характеристик установлено, что икра и молоки у наваги и красноперки

составляют более 5% от массы рыбы. Анализ химического состава показал относительно высокую обводненность мышечной ткани наваги и красноперки. Установлено, что молоки наваги содержат более 10% белка и около 2% липидов, а икра – более 20 и около 3%, соответственно. Аналогичные показатели красноперки составляют около 20 и более 9% в молоках и более 17 и более 10% в икре. Экспериментально доказаны структурообразующие свойства мышечной ткани, молоко и икры наваги и красноперки. Показаны высокие оценки общей биологической ценности икры и молока наваги и красноперки.

Результаты исследований позволили рекомендовать, с целью рационального использования сырья, оценивать его технологический потенциал, включая оценку доли съедобной части объекта переработки, содержание и соотношение компонентов, представляющих собой пищевую ценность, содержание биологически активных веществ.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Абрамова Л.С. Технологии функциональных пищевых продуктов на основе сырья водного происхождения / Л.С. Абрамова, К.В. Колонин // Современные технологии функциональных пищевых продуктов. – М.: Дели плюс, 2018. – С. 349-389.

1. Abramova L.S. technology of functional foods based on Sy-RIA water origin / L.S. Abramova, K.V. Kolonin // Modern technology of functional food products. – М.: Delhi plus 2018. – Pp. 349-389.

2. Андреев М. П. Разработка технологии комбинированного продукта на основе фарша из маломерных объектов промысла и вторичного сырья / М.П. Андреев, В.А. Галдукевич // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 5. – С. 106-108.



2. Andreev M.P. development of the technology of the combined product on the basis of minced small objects of fisheries and recycled materials / M.P. Andreev, V.A. Gaidukevich // *Fisheries*. - 2019. - No. 5. - Pp. 106-108.

3. Давлетшина Т.А. Научные подходы к рациональному использованию мелкой сайры тихоокеанской (*Cololabis saira*) в консервном производстве / Т.А. Давлетшина, Л.В. Шульгина, Н.В. Долбнина [и др.] // *Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра)*. - 2014. - Т. 177. - С. 275-286.

3. Davletshina T.A. Scientific approaches to the rational use of small Pacific saury (*Cololabis saira*) in canning production / T.A. Davletshina, L.V. Shulgina, N.V. Dolbnina [et al.] // *Izvestiya TINRO (Pacific Scientific Research Fisheries Center)*. - 2014. - Vol. 177. - Pp. 275-286.

4. Иванова Е. Е. К вопросу о комплексной переработке растительно-рыбных отходов / Е. Е. Иванова // *Инновации в индустрии питания и сервисе: электронный сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, Краснодар, 27 ноября 2020 года.* - Краснодар: КубГТУ, 2020. - С. 185-187.

4. Ivanova E.E. On the issue of complex processing of herbivorous fish / E.E. Ivanova // *Innovations in the food and service industry: an electronic collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, November 27, 2020.* - Krasnodar: KubSTU, 2020. - Pp. 185-187.

5. Куркотило В. Н. Ресурсосберегающая технология переработки липидосодержащих отходов рыбной промышленности / В.Н. Куркотило, Ж.В. Васильева // *Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета*. - 2017. - Т. 20. - № 3. - С. 609-618.

5. Kurkotilo V.N. Resource-saving technology for processing lipid-containing waste from the fishing industry / V.N. Kurkotilo, Zh.V. Vasilyeva // *Bulletin of the Moscow State Technical University. Proceedings of the Murmansk State Technical University*. - 2017. - Vol. 20. - No. 3. - Pp. 609-618.

6. Максимова С.Н. Технологическая характеристика мороженой сардины Тихоокеанской как сырья в технологии соленой продукции / С.Н. Максимова, Т.Н. Слуцкая, Д.В. Полещук, С.Ю. Пономаренко // *Известия КГТУ*. - 2017. - № 46. - С. 81-89.

6. Maksimova S.N. Technological characteristics of frozen sardine of the Pacific Ocean as a raw material in the technology of salted products / S.N. Maksimova, T.N. Slutskaya, D.V. Poleshchuk, S.Yu. Ponomarenko // *Izvestia of KSTU*. - 2017. - No. 46. - Pp. 81-89.

7. Мезенова О.Я. Биопотенциал вторичного рыбного сырья / О.Я. Мезенова, А. Хелинг, Т. Мерзель // *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*. - 2018. - № 1(361). - С. 11-15.

7. Mezenova O.Ya. Biopotential of secondary fish raw materials / O.Ya. Mezenova, A. He-ling, T. Merzel // *Izvestia of higher*

educational institutions. Food technology. - 2018. - № 1(361). - Pp. 11-15.

8. Цибилова, М.Е. К вопросу получения рыбных паштетов повышенной биологической ценности / М.Е. Цибилова // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*. - 2020. - № 3. - С. 134-143.

8. Tsbizova M.E. On the issue of obtaining fish pates of increased biological value / M.E. Tsbizova // *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries*. - 2020. - No. 3. - Pp. 134-143.

9. Цибилова, М.Е. Гелеобразующий компонент в составе паштетов из прудовых рыб / М.Е. Цибилова // *Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы VI Международной научно-технической конференции, Владивосток, 20-21 мая 2020 года.* - Владивосток, 2020. - С. 90-94.

9. Tsbizova M.E. Gel-forming component in the composition of pates from pond fish / M.E. Tsbizova // *Actual problems of the development of biological resources of the World Ocean: Materials of the VI International Scientific and Technical Conference, Vladivostok, May 20-21, 2020.* - Vladivostok, 2020. - Pp. 90-94.

10. Ruichang G., Zhiying Z., [et. al.]. Effects of mixed starter cultures and exogenous L-Lys on the physiochemical and sensory properties of rapid-fermented fish paste using longsnout catfish by-products // *LWT*. Vol.108. July 2019. P. 21-30.

11. Norziah M.H., Kee H.Y. [et. al.]. Response surface optimization of bromelain-assisted gelatin extraction from surimi processing wastes // *Food Bioscience*. Vol.5. March 2014. P. 9-18.

12. Jacquet J., Blood-Patterson E. [et. al.]. Rational use in Antarctic waters // *Marine Policy*. 2016. Vol. 63. P. 28-34.

13. Niemiec M., Mudryk K. [et. al.]. Possibility to utilize fish processing by-products in the context of management of non-renewable resources // *Renewable energy sources: engineering, technology, innovation*. 2018. P. 639-649.

14. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. - М.: Колос, 2001. - С. 236-237.

14. Antipova L.V. Methods of meat and meat products / Antipova L.V., Glotova I.A., I.A. Rogov. - M.: Kolos, 2001. - Pp. 236-237.

15. Шульгин Ю. П. Ускоренная биологическая оценка сырья из гидробионтов / Ю.П. Шульгин // *Гигиена и санитария*. - 2005. - № 4. - С. 34.

15. Shulgin Y.P. Express biological evaluation of raw materials from aquatic / Y. P. Shulgin // *Hygiene and sanitation*. - 2005. - No. 4. - P. 34.

16. Байдалинова Л.С., Яржомбек А.А. Биохимия сырья водного происхождения / М.: Моркнига. - 2011. - С. 46-65.

16. Baidalinova L.S. Biochemistry of raw materials of water origin / L.S. Baidalinova, A.A. Yarzombek - M.: Morkniga. - 2011. - Pp. 46-65.

17. Сафронова Т.М., Дацун В.М., Максимова С.Н. Сырье и материалы рыбной промышленности. - СПб.: 2013. - С. 30-40.

17. Safronova T.M. Raw materials and materials of the fishing industry. / T.M. Safronova, V.M. Datsun, S.N. Maksimova - SPb.: 2013. - Pp. 30-40.

18. Биденко М.С. Исследования по уточнению некоторых режимов заготовки пищевого рыбного фарша ставриды / М.С. Биденко, Г.М. Кузьмичева, Е.Ф. Рамбеца // *Технология обработки рыб Атлантического океана: сб. науч. тр. - Калининград: АтлантНИРО, 1973.* - Вып. 54. - С. 25-31.

18. Bidenko M.S. Studies on the clarification of some modes of harvesting food, deep minced fish horse mackerel / M.S. Bidenko, G.M. Kuzmicheva, E.F. Rembeza // *processing fish of the Atlantic ocean: SB. nauch. Tr. - Kaliningrad: At-lantero, 1973.* - Vol. 54. - Pp. 25-31.

19. Рамбеца Е.Ф. Влияние химического состава мяса рыбы на качество и сроки хранения пищевого мороженого рыбного фарша / Е.Ф. Рамбеца, Н.И. Рехина // *Рыбное хозяйство*. - 1980. - № 3. - С. 66-68.

19. Rambeza E.F. The influence of the chemical composition of fish meat on the quality and timing of storage of food ice cream of minced fish / E.F. Rambeza, N.I. Rekhina // *Fisheries*. - 1980. - No. 3. - Pp. 66-68.