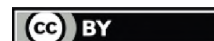


Пищевые системы и биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ

Food systems and Biotechnology of food and bioactive substances

<https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-3-14-26>
УДК 639.311:637.56
© 2023



Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

Рациональное использование прудовых рыб поликультурного выращивания – вектор развития производства высококачественных рыбопродуктов

Людмила В. Антипова, Евгений С. Попов*

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»;
проспект Революции, д. 19, г. Воронеж 394036, Российская Федерация*

Аннотация. Привлечение новых сырьевых источников опирается на имеющийся опыт применения рыб внутренних и внешних водоемов страны в питании, включая моря, океаны, реки, озера и искусственные водоемы.

Цель работы состоит в обосновании условий и создании высококачественных рыбопродуктов широкого потребительского спроса на основе продуктов разделки веслоноса. Объектом исследования служила свежая и охлажденная рыба веслонос американский, выращенная в условиях поликультуры совместно с толстолобиком в течение 2 лет, а также разработанные рыбопродукты, выработанные в лабораторных условиях. Обобщение имеющейся информации и результаты проведенных исследований позволяют выделить рыбу веслонос как высокоценный сырьевой ресурс для производства высококачественных рыбопродуктов. Веслонос является технологичной рыбой – отсутствует чешуя, мелкие реберные и межреберные кости, хорошо развита мышечная ткань, а также свойственно быстрое наращивание массы рыбы. В мясе и печени веслоноса содержатся все незаменимые аминокислоты и биологически активные

вещества, следовательно, данные сырьевые источники обладают существенным потенциалом в удовлетворении физиологических потребностей организма, а также обладают высокой перерабатываемостью на уровне 90 и 92% соответственно. Реализация разработанной программы оптимизации позволила создать рецептурно-компонентные решения новых рыбопродуктов: котлет мясорыбных, паштета и консервов. В ходе определения качества, пищевой и биологической ценности установлены технологические, потребительские и качественные преимущества разработанных продуктов, созданных на основе сырьевых комбинаций продуктов разделки прудовых рыб, выращенных в условиях поликультуры. Рекомендованы модифицированные технологические схемы производства, проведена их апробация.

Ключевые слова: прудовые рыбы, поликультура, высококачественные рыбопродукты, проектирование, пищевая и биологическая ценность, качество

Для цитирования: Антипова Л.В., Попов С.С. Рациональное использование прудовых рыб поликультурного выращивания – вектор развития производства высококачественных рыбопродуктов. *Новые технологии / New technologies*. 2023;19(3): 14-26. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-3-14-26>

Efficient use of multiculturally cultivated pond fish is a vector for the development of the production of high-quality fish products

Lyudmila V. Antipova, Evgeniy S. Popov*

*FSBEI HE «Voronezh State University of Engineering Technologies»;
19 Revolution Avenue, Voronezh 394036, the Russian Federation*

Abstract. Attracting new raw material sources is based on the existing experience of using fish from the national internal and external water bodies in food, including seas, oceans, rivers, lakes and artificial reservoirs. The purpose of the research is to substantiate the conditions and create high-quality fish products for wide consumer demand based on paddlefish processed product. The object of the research is fresh and chilled American paddlefish grown in polyculture conditions together with silver carp for 2 years, as well as developed fish products produced in laboratory conditions. A generalization of the available information and the results of the research allow us to identify the paddlefish as a highly valuable raw material resource for the production of high-quality fish products. The paddlefish is a technologically advanced fish; it lacks scales, has small costal and intercostal bones and well-developed muscle tissue, and is able to increase the mass rapidly. Paddlefish meat and liver contain all the essential amino acids and biologically active substances. Therefore, these raw materials have significant potential in satisfying physiological needs of the body, and also have high digestibility at the level of 90 and 92%, respectively. The implementation of the developed optimization program has made it possible to create recipe-component solutions for new fish products: meat and fish cutlets, pate and canned food. In the course of determining the quality, nutritional and biological value, technological, consumer and quality advantages of the developed products, created on the basis of raw material combinations of pond fish cutting products grown in polyculture conditions have been established. Modified technological production schemes have been recommended and tested.

Keywords: pond fish, multiculture, high-quality fish products, design, nutritional and biological value, quality

For citation: Antipova L.V., Popov S.S. Efficient use of multiculturally cultivated pond fish is a vector for the development of the production of high-quality fish products. *Novye tehnologii / New technologies*. 2023;19(3): 14-26. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2023-19-3-14-26>

Введение. В развитии отечественных производств и импортозамещающих технологий наибольший интерес представляет создание ассортимента высококачественных новых рыбопродуктов на основе инновационных технологических решений. Особое внимание уделяется обобщению опыта по разведению и выращиванию новых видов рыб на основе глубокого изучения их продовольственных, технологических и потребительских свойств [1–3].

Просматривая перспективу аквакультурных источников в создании продуктов с высокой пищевой и биологической ценностью следует отметить, что они не соответствуют потребностям в высококачественной рыбопродукции, требуется усиление имеющихся традиционных ресурсов прудовых рыб (карповые и растительноядные) высокоценными, среди которых осетры и осетроподобные рыбы имеют большую популярность и признание среди населения [4, 5].

Изучение опыта разведения осетрообразных позволило выделить осетрообразную рыбу веслонос как наиболее перспективную для производства разнообразных рыбопродуктов высокого качества за счет отсутствия чешуи, мелких реберных и межреберных костей, хорошего развития мышечной ткани, а также быстрого наращивания массы рыбы [6]. Безусловным преимуществом веслоноса является возможность выращивания в прудах совместно с традиционными видами растительноядных рыб, например толстолобиком. Опыт рыбных хозяйств Воронежской области показывает успешность такого производства, связанного с получением экологически благополучного рыбного сырья, так как питание рыбы осуществляется исключительно зоопланктоном и не требует затрат на приобретение и использование других кормов [7].

Однако наращивание объемов производства этой рыбы сдерживается отсутствием комплексной характеристики этой рыбы, научного обоснования

подходов, принципов и способов производства рыбопродуктов. Имеющаяся информация в основном характеризует ее биологические свойства [8, 9, 10, 11].

Цель настоящей работы состоит в обосновании условий и создании высококачественных рыбопродуктов широкого потребительского спроса на основе продуктов разделки веслоноса.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования служила свежая и охлажденная рыба веслонос американский (лат. *Polyodon spathula*) [12], выращенная в условиях поликультуры в течение 2 лет совместно с толстолобиком, а также рыбопродукты, выработанные в лабораторных условиях.

Разделку производили вручную согласно технологической инструкции № 1 по разделке и мойке рыбы [13].

Сырье доставлялось из ЗАО «Павловск-рыбхоз» специальным транспортом при соблюдении необходимых условий, после разделки мясо и продукты разделки промывали и подвергали дальнейшим исследованиям в соответствии с планом лабораторного эксперимента [14], где предполагалось оценить и обосновать пути рационального использования мяса, печени, рострума веслоноса и мяса толстолобика, выращенного совместно с веслоносом.

В ходе экспериментальных исследований использовались известные современные методы исследования, а также специальные и оригинальные, такие как: перевариваемость белков системой пищеварительных ферментов в опытах *in vitro* [15], микроструктура тканей [16], безвредность и биологическая активность с использованием биотеста с использованием биоккультуры *Paramecium caudatum* [17], сенсорный анализ ароматов пищевого сырья и продуктов с помощью системы «Электронный нос» [18, 19, 20, 21], цветность объектов [22], органолептические показатели по ГОСТ 26664-85 [23], массовая доля составных частей по ГОСТ 26664-85, содержание хондроитина [24],

а также методы статистической обработки результатов [25].

Результаты и их обсуждение

При разделке прудовых рыб, выращенных в условиях поликультуры, установлено, что общая масса побочных продуктов составляет 42–52%. Массовая доля выхода печени веслоноса составила 18,4%, что примерно в 6 раз больше, чем у толстолобика [26]. По оценкам пищевой ценности [27] она может быть представлена как самостоятельный сырьевой источник или в составе комбинаций рыбного сырья.

По выходу мяса и технологичности веслонос выгодно отличается от толстолобика, так как не имеет чешуи, межмышечных и реберных костей, у него менее развит кишечник, молоки, селезенка, поджелудочная железа, отмечается меньший выход плавников.

Результаты исследования партии используемых в опытах рыб показали, что по содержанию белков для производства высококачественных рыбопродуктов веслонос превышает мясо теплокровных животных, что актуализирует научный интерес к объекту [28]. Превосхождение веслоноса по энергетической ценности толстолобика составляет 32%, что соответствует требованиям к сырью для продуктов высококалорийных диет, в том числе с высокой добавочной стоимостью. Белки исследуемых рыб включают полный набор незаменимых аминокислот, однако по некоторым из них веслонос значительно превосходит толстолобика и имеет близкие значения с осетровыми, что подтверждает его генетическое родство [29]. Мясо веслоноса характеризуется высоким содержанием насыщенных и ненасыщенных жирных кислот [30] при значительной доле незаменимых. В его составе идентифицированы важнейшие минеральные вещества и витамины [31].

Печень веслоноса отличается высокой пищевой и биологической ценностью по сравнению с печенью млекопитающих [10]. По уровню витамина В₁₂ печень

веслоноса в 10 раз превышает печень других прудовых рыб [10]. Энергетическая ценность печени веслоноса существенно выше мяса, что должно учитываться при разработке ассортиментных линеек и рецептурно-компонентных решений комбинированных рыбопродуктов. Высокое содержание солерастворимой фракции белков предполагает технологическую функциональность при получении пищевых систем различного назначения.

Рострум веслоноса имеет значительные размеры и специфическую форму, его массовый выход составляет 1/5 массы рыбы, его основой является хрящевая ткань [32]. Орган содержит значительную долю белков и жиров, богат минеральными веществами, уровень содержания кальция и фосфора соответствует твердым тканям животных организмов. Рострум содержит значительное количество хондроитинсульфата, что предполагает перспективы получения из него биологически активных добавок или обогатителей пищевых систем для коррекции функций опорно-двигательной системы человека [33, 34].

Печень и мясо веслоноса имеют высокую перевариваемость, соответственно 92 и 90%. Однако исследуемые объекты отличаются величиной сора наиболее дефицитных аминокислот: фенилаланин и тирозин. При этом мясо толстолобика значительно уступает мясу и печени веслоноса по содержанию изолейцина, лейцина, лизина, серосодержащих аминокислот. Полученную информацию следует учитывать при проектировании рецептур высококачественных продуктов.

Функционально-технологические свойства пищевых систем прогнозируют направления возможного и эффективно-го использования при реализации технологий ассортиментных линеек, дают возможность направленно регулировать качественные показатели пищевых систем на всех этапах технологической обработки.

Графическая интерпретация результатов определения ФТС мяса и печени веслоноса в сравнении с мясом толстолобика представлена на рис. 1, где видно, что печень менее функциональна по сравнению с мясом рыб.

В эксперименте установлено, что печень веслоноса характерна прочным связыванием влаги после термической обработки, она хорошо удерживает жир

(83,7%), что объясняется наличием в ней микропор и капилляров. Это предполагает приемлемость печени веслоноса в производстве паштетов.

Функционально-технологические свойства мяса веслоноса зависят от стадии автолиза, где показатели минимальны в период окоченения.

Полезные свойства мяса и печени веслоноса реализованы в лабораторных

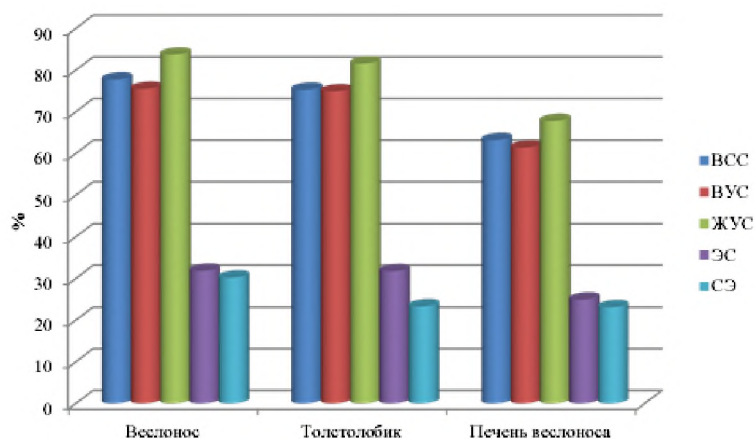


Рис. 1. Функционально-технологические свойства сырья

Fig. 1. Functional and technological properties of raw materials

условиях при получении высококачественных новых рыбопродуктов широкого потребительского спроса, с возможностью быстрого приготовления, использования в составе горячих вторых блюд, тестовых изделий.

С учетом пока еще недостаточного объема производства веслоноса, впервые предложены рецептурно-компонентные решения мясо-рыбных полуфабрикатов при корректировке условий и режимов производства. В частности, аминокислотный состав белков свинины полужирной обеспечивает баланс с белками веслоноса.

При моделировании рецептурных решений дополнительно использовали молоко коровье, яйца куриные, хлеб пшеничный, картофель, лук репчатый, соответствующие действующей в отрасли нормативной документации. Обобщение информационных данных об

аминокислотном составе выбранных объектов свидетельствует о необходимости повышения уровня сбалансированности с использованием методов математической оптимизации. В качестве критериев приняты коэффициент утилизации аминокислотного скора (V) и коэффициент сопоставимой избыточности незаменимых аминокислот (G).

С помощью разработанной программы для ЭВМ предложен состав мясо-рыбной фаршевой системы, обеспечивающий требуемые уровни V и G (рис. 2, 3).

Установлено, что комбинирование фарша веслоноса и фарша свинины полужирной в диапазонах 15–20% масс. и 35–40% соответственно обеспечивает варьирование значений коэффициентов утилитарности в интервале 0,8–0,85 и сопоставимой избыточности в пределах 2,8–3,3, что обеспечивает высокое качество пищевой системе. Выявлено,

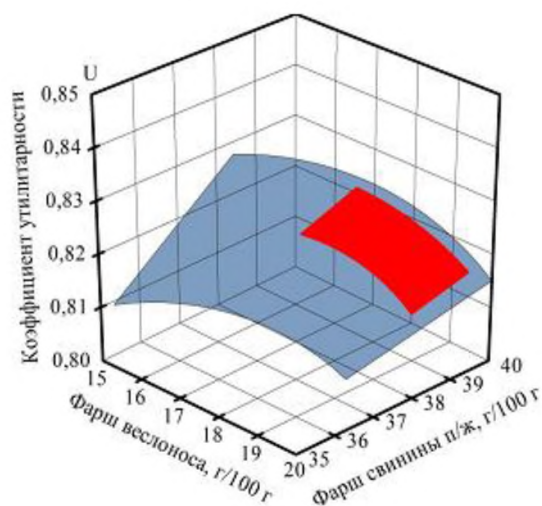


Рис. 2. Оптимизация значений коэффициента утилитарности мясо-рыбной фаршевой системы
Fig. 2. Optimization of the utility coefficient values of the minced meat and fish system

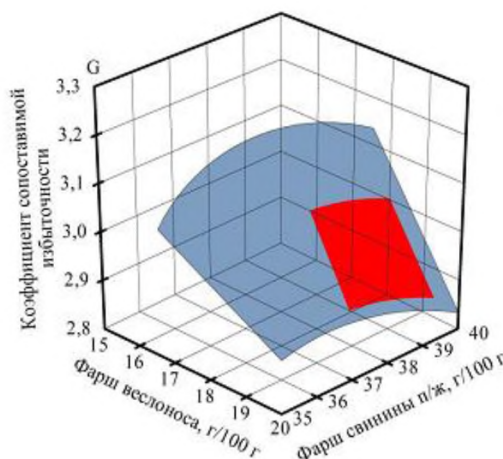


Рис. 3. Оптимизация значений коэффициента сопоставимой избыточности мясо-рыбной фаршевой системы

Fig. 3. Optimization of comparable redundancy coefficient values of meat and fish minced system

что белки полученной мясо-рыбной пищевой системы максимально соответствуют эталонному белку. Выявлено содержание лизина выше, чем в эталонном белке лизина – одной из самых дефицитных аминокислот ввиду ее потери при термической обработке в результате меланоидинообразования. Данное рецептурное решение максимально снижает технологические потери при любом виде тепловой обработки. Продукты (котлеты) имели прекрасные органолептические показатели и преимущества по

сравнению с аналогами с использованием мяса толстолобика.

Аналогичная методология проектирования рецептур и знание биологической ценности объектов позволили разработать рецептуру рыбного паштета «Оригинальный» с использованием мяса толстолобика, мяса и печени веслоноса, выращенных в условиях поликультуры. Дополнительно в рецептуру вводились растительные компоненты, яйцо куриное, соль, специи согласно опыту промышленных предприятий и

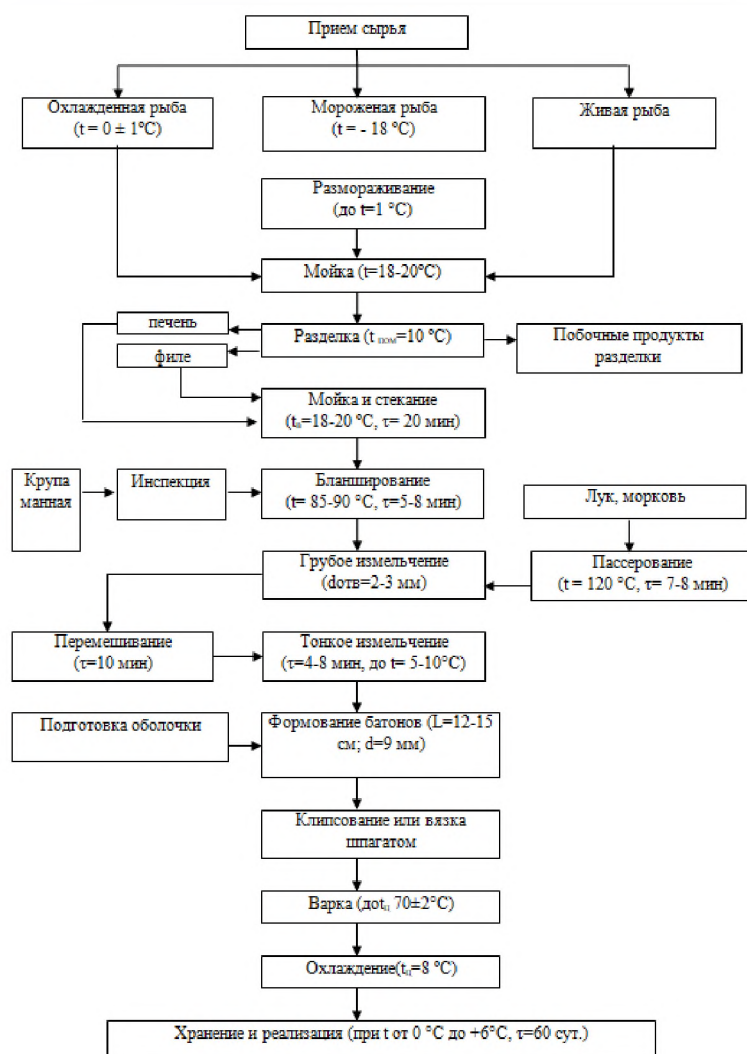


Рис. 4. Технологическая схема производства паштета рыбного «Оригинальный»

Fig. 4. Technological scheme for the production of fish pate «Original»

по действующей в отрасли документации (рис. 4).

Ввиду разнообразия состава рыбного сырья в рецептуре паштета представляло интерес исследование характера изменений аромата в процессе хранения изделий сенсорным методом в системе «Электронный нос». Выявлена стабильность ароматов в течение всего времени хранения (120 ч). По всей вероятности, это связано с высоким содержанием в ней доли компонентов с высокой сорбционной активностью к ароматам. Полученные продукты характеризуются высокой

биологической ценностью и качеством. Оптимизированная фаршевая система может служить хорошей основой для разработки разнообразных ассортиментных линеек рыбопродуктов.

На основе экспериментально полученных данных о пищевой и биологической ценности, технологических и потребительских свойств печени веслоноса спроектирована рецептура пастообразных консервов, г/100 г: печень веслоноса (93,0), пассированный лук (1,6), пассированная морковь (1,1), растительное масло (1,3), поваренная соль (1,2), перец

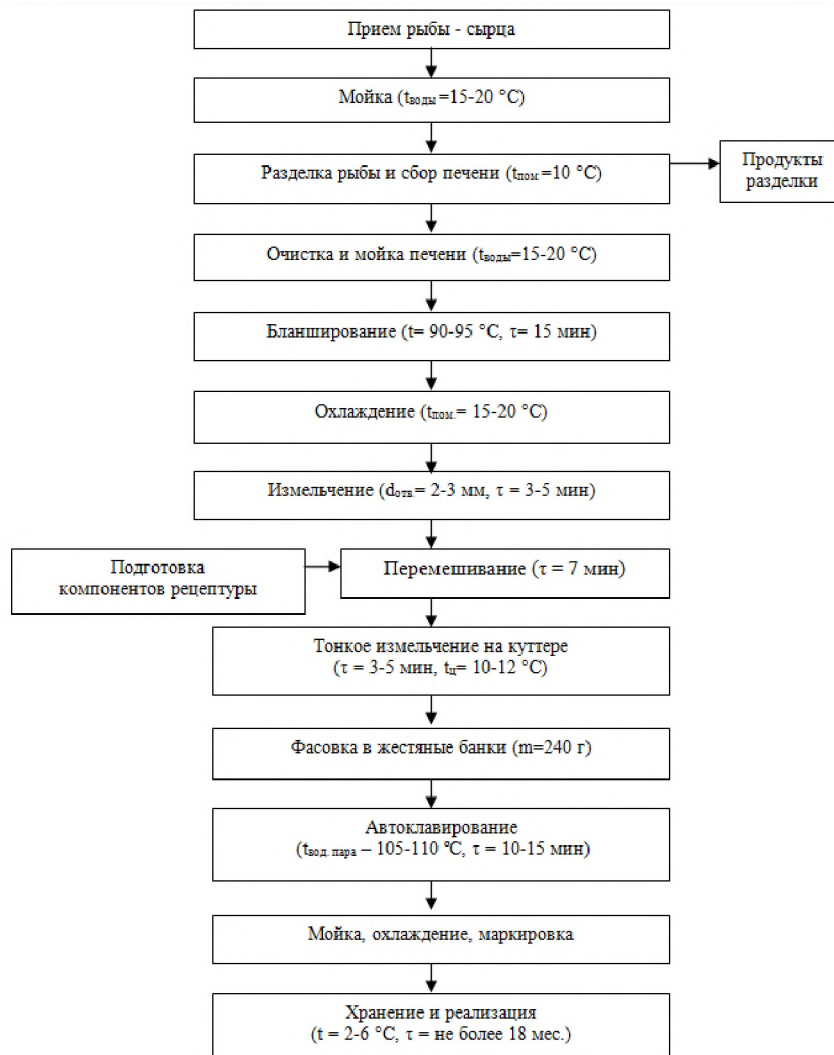


Рис. 5. Технологическая схема производства консервов рыбных «Паштет из печени веслоноса»

Fig. 5. Technological scheme for the production of canned fish «Paddlefish liver pate»

душистый (0,3), перец черный (0,3), сухая зелень петрушки (1,0), лавровый лист (0,2). За контроль принята рецептура консервов печени минтая, выработанная в лабораторных условиях. Дополнительные сырьевые источники и технологические режимы обработки приняты в соответствии с действующей документацией в отрасли. Технологическая схема стерилизации приведена на рис. 5.

При подборе режимов стерилизации варьировали продолжительность собственно стерилизации в интервале 10–30 мин. при ежеминутном контроле и фиксации температуры греющей среды

с помощью приборов, снабжающих автоклав. Принятая формула для новых видов консервов: (5–15–20)/120, где 5 – продолжительность нагрева загруженного консервами автоклава до температуры стерилизации и поднятия в нем давления до заданного уровня, мин.; 15 – продолжительность собственно стерилизации, мин.; 20 – продолжительность охлаждения консервов и снижения давления в автоклаве, мин.; 120 – температура стерилизации, °C.

Полученные продукты характеризуются высоким качеством, биологической ценностью и безопасностью.

Физико-химические показатели разработанных продуктов находились в пределах нормы: массовая доля влаги составила 53,0–69,0%, массовая доля жира варьировалась в диапазоне 17,0–35,0%, массовая доля поваренной соли соответствовала 1,5–2,0%. Биологическая ценность разработанных рыбопродуктов составила 81,12; 79,20 и 80,20% для мясорыбных котлет «Рыбацкие», паштета рыбного «Оригинальный», консервов рыбных «Паштет из печени веслоноса» соответственно. Коэффициенты утилитарности аминокислотного состава и сопоставимой избыточности составили 0,806 и 0,3437; 0,960 и 0,3534; 0,805 и 0,3536 для приведенных выше разработанных образцов соответственно.

Результаты экспериментальных исследований по перевариваемости

белков рыбных продуктов с применением ферментного комплекса «пепсин-трипсин» свидетельствуют о том, что в наибольшей степени подвергаются действию пищеварительных ферментов белки паштета «Оригинальный». Однако все новые продукты значительно превышают аналоги с использованием мяса традиционных прудовых рыб.

Заключение. На основе сформированных знаний о свойствах продуктов разделки веслоноса научно обоснованы рецептурно-компонентные решения новых высококачественных рыбопродуктов отечественного производства широкого потребительского спроса. Представлена характеристика их свойств, обоснованы и апробированы условия и технологические режимы производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Alfio V.G., Manzo C., Micillo R. From fish waste to value: an overview of the sustainable recovery of omega-3 for food supplements. *Molecules*. 2021; 26: 1002.
2. О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Развитие рыбохозяйственного комплекса»: Постановление Правительства РФ от 27 марта 2019 г. № 324.
3. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса до 2030 года: Распоряжение от 26 ноября 2019 года № 2798-р.
4. Антипова Л.В., Сетькова А.Ю. Новые биоресурсы для развития отечественного производства рыбопродуктов питания. *Материалы LIX Отчетной научной конференции преподавателей и научных сотрудников ВГУИТ за 2020 год. Ч. 1.* Воронеж: ВГУИТ, 2021: 72.
5. FAO, 2022. GLOBEFISH-Information and Analysis on World Fish Trade. <https://www.fao.org/in-action/globefish/publications/details-publication/en/c/346092/>
6. Антипова Л.В., Сетькова А.Ю. Функционально-технологические и ароматические свойства веслоноса для производства пищевых рыбопродуктов. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2021; 3: 43–50.
7. Lomartire S., Marques J.C., Gonçaves A.M.M. The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish recruitment. *Ecological Indicators*. 2021; 129: 1–8.
8. Антипова Л.В., Сетькова А.Ю. Веслонос – источник рыбного сырья для создания асортиментных линеек продуктов здорового питания. *Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки: материалы XXVI Международной научно-практической конференции, NorthCharleston (03–04 августа 2021 г.)*. Morrisville: LuluPress, Inc., 2021: 90–94.
9. Антипова Л.В., Сетькова А.Ю. Применение продуктов разделки веслоноса в технологии паштетов и котлет. *Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания*. 2021; 3: 74–81.
10. Antipova L.V., Slobodyanik V.S., Setkova A.Yu. Rational use of paddlefish cutting products in combined food systems. *Process Management and Scientific Developments: Proceedings of the*

International Conference, Birmingham, United Kingdom (12 янв. 2022 г.). Birmingham: Инфинити, 2022: 171–175.

11. Antipova L.V. The prospect of creating new assortment lines of fish products based on the multicultural development of pond fish. *Process Management and Scientific Developments. Part 1*, Birmingham (21 июля 2021 г.). Melbourne: PUBLISHERS, 2021: 153–161.

12. Starnes W.C. Taxonomy and nomenclature of *Polyodonspathula*. *Integrated Taxonomic Information System*. 2016 [Electronic resource]. URL: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=161088#null

13. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.32.078-01. Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации. М.: Изд-во Минздрава России; 2002.

14. Инструкция о порядке приема живой рыбы, рыбы сырца и охлажденной рыбы на обрабатывающих предприятиях и судах (утв. приказом Минрыбхоза СССР от 05.09.1991 № 272)

15. Heffernan S., Giblin L., O'Brien N. Assessment of the biological activity of fish muscle protein hydrolysates using in vitro model systems. *Food Chemistry*. 2021; 359: 1–18.

16. Schreuders F.K.G. [et al.] Texture methods for evaluating meat and meat analogue structures: A review. *Food Control*. 2021; 127: 1–14.

17. Buzlama V.S. [et al.] Express biotest. Biological monitoring of ecological systems: guidelines. Voronezh; 1997.

18. Li P. [et al.] Quantitative analysis of fish meal freshness using an electronic nose combined with chemometric methods. *Measurement*. 2021; 179: 15–23.

19. Li P. [et al.] Research on distinguishing fish meal quality using different characteristic parameters based on electronic nose technology. *Sensors*. 2019; 19(9): 21–46.

20. Vajdich M. [et al.] Using electronic nose to recognize fish spoilage with an optimum classifier. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019; 13(2): 1205–1217.

21. Franceschelli L. [et al.] Sensing technology for fish freshness and safety: A review. *Sensors*. 2021; 21(4): 1–24.

22. Mathew S. [et al.] Techniques used in fish and fishery products analysis. *Fish and fishery products analysis*. Springer, Singapore; 2019: 263–360.

23. ГОСТ 26664-85 Консервы и пресервы из рыбы и морепродуктов. Методы определения органолептических показателей, массы нетто и массовой доли составных частей: Постановление Государственного комитета СССР по стандартам от 25 ноября 1985 г. № 3710.

24. Hyaluronic acid and Chondroitin sulfate from marine and terrestrial sources: Extraction and purification methods. *Carbohydrate polymers*. 2020; 243: 1–11.

25. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы: учебник. М.: Финансы и статистика; 2000.

26. Антипова Л.В., Сетькова А.Ю. Гистоморфологические свойства мяса веслоноса: практическая значимость. Материалы отчетной научной конференции 2020 год. Воронеж: ВГУИТ, 2021: 72.

27. Mutalipassi M. [et al.] Bioactive compounds of nutraceutical value from fishery and aquaculture discards. *Foods*. 2021; 10: 14–95.

28. Loveday S.M. Food proteins: Technological, nutritional, and sustainability attributes of traditional and emerging proteins. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2019; 10: 311–339.

29. Li S. *Fishes of the Yellow River and beyond*. The Sueichan Press: 1st edition; 2015.

30. da Silva B.D. [et al.] Chemical composition, extraction sources and action mechanisms of essential oils: Natural preservative and limitations of use in meat products. *Meat Science*. 2021; 176: 1–11.

31. Petricorena Z.C. Chemical composition of fish and fishery products. *Handbook of Food Chemistry*. 2014: 1–28.

32. Wilkens L.A., Hofmann M.H. The paddlefish rostrum as an electrosensory organ: A novel adaptation for plankton feeding. *BioScience*. 2007; 57(5): 399–407.
33. Hyaluronic acid and Chondroitin sulfate from marine and terrestrial sources: Extraction and purification methods. *Carbohydrate polymers*. 2020; 243: 1–11.
34. Nawaz A. [et al.] Valorization of fisheries by-products: Challenges and technical concerns to food industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 99: 34–43.

REFERENCES:

1. Alfio V.G., Manzo C., Micillo R. From fish waste to value: an overview of the sustainable recovery of omega-3 for food supplements. *Molecules*. 2021; 26:1002.
2. On the amendments to the state program of the Russian Federation «Development of the fishery complex»: Decree of the Government of the Russian Federation of March 27, 2019 No. 324.
3. Strategy for the development of the fishery complex until 2030: Order No. 2798-r dated November 26, 2019.
4. Antipova L.V., Setkova A.Yu. New biological resources for the development of domestic production of fish food products. Materials of the LIX reporting scientific conference of teachers and researchers of VSUIT for 2020. Part 1. Voronezh: VGUIT, 2021: 72.
5. FAO, 2022. GLOBEFISH-Information and Analysis on World Fish Trade. <https://www.fao.org/in-action/globefish/publications/details-publication/en/c/346092//>
6. Antipova L.V., Setkova A.Yu. Functional, technological and aromatic properties of paddlefish for the production of food fish products. *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2021; 3: 43–50.
7. Lomartire S., Marques J.C., GonÇalves A.M.M. The key role of zooplankton in ecosystem services: A perspective of enteraction between zooplankton and fish recruitment. *Ecological Indicators*. 2021; 129:1–8.
8. Antipova L.V., Setkova A.Yu. Paddlefish is a source of fish raw materials for creating assortment lines of healthy food products. *Fundamental science and technology – promising developments: materials of the XXVI international scientific and practical conference, NorthCharleston (August 03–04, 2021)*. Morrisville: LuluPress, Inc., 2021: 90–94.
9. Antipova L.V., Setkova A.Yu. Application of paddlefish processing products in pate and cutlet technology. *Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products*. 2021; 3: 74–81.
10. Antipova L.V., Slobodyanik V.S., Setkova A.Yu. Rational use of paddlefish cutting products in combined food systems. *Process Management and Scientific Developments: Proceedings of the International Conference, Birmingham, United Kingdom (12 Jan 2022)*. Birmingham: Infinity, 2022: 171–175.
11. Antipova L.V. The prospect of creating new assortment lines of fish products based on the multicultural development of pond fish. *Process Management and Scientific Developments. Part 1, Birmingham (21 July 2021)*. Melbourne: PUBLISHERS, 2021: 153–161.
12. Starnes W.S. Taxonomy and nomenclature of Polyodontspathula. *Integrated Taxonomic Information System*. 2016 [Electronic resource]. URL: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?-search_topic=TSN&search_value=161088#null
13. Hygienic requirements for the safety and nutritional value of food products. SanPiN 2.32.078-01. State sanitary and epidemiological regulation of the Russian Federation. M.: Publishing House of the Ministry of Health of Russia; 2002.
14. Instructions on the procedure for receiving live fish, raw fish and chilled fish at processing enterprises and ships (approved by order of the USSR Ministry of Fisheries dated September 5, 1991 No. 272)

15. Heffernan S., Giblin L., O'Brien N. Assessment of the biological activity of fish muscle protein hydrolysates using in vitro model systems. *Food Chemistry*. 2021; 359:1–18.
16. Schreuders F.K.G. [et al.] Texture methods for evaluating meat and meat analogue structures: A review. *Food Control*. 2021; 127:1–14.
17. Buzlama V.S. [et al.] Express biotest. Biological monitoring of ecological systems: guidelines. Voronezh; 1997.
18. Li P. [et al.] Quantitative analysis of fish meal freshness using an electronic nose combined with chemometric methods. *Measurement*. 2021; 179: 15–23.
19. Li P. [et al.] Research on distinguishing fish meal quality using different characteristic parameters based on electronic nose technology. *Sensors*. 2019; 19(9): 21–46.
20. Vajdiet M. [et al.] Using electronic nose to recognize fish spoilage with an optimum classifier. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2019; 13(2): 1205–1217.
21. Franceschelli L. [et al.] Sensing technology for fish freshness and safety: A review. *Sensors*. 2021; 21(4): 1–24.
22. Mathew S. [et al.] Techniques used in fish and fishery products analysis. *Fish and fishery products analysis*. Springer, Singapore; 2019: 263-360.
23. GOST 26664-85 Canned and preserved fish and seafood. Methods for determining organoleptic indicators, net weight and mass fraction of components: Resolution of the USSR State Committee for Standards of November 25, 1985 No. 3710.
24. Hyaluronic acid and Chondroitin sulfate from marine and terrestrial sources: Extraction and purification methods. *Carbohydrate polymers*. 2020; 243:1–11.
25. Dubrov A.M., Mkhitaryan V.S., Troshin L.I. *Multivariate statistical methods: textbook*. M.: Finance and Statistics; 2000.
26. Antipova L.V., Setkova A.Yu. Histomorphological properties of paddlefish meat: practical significance professor. Materials of the reporting scientific conference 2020. Voronezh: VGUIT, 2021: 72.
27. Mutalipassi M. [et al.] Bioactive compounds of nutraceutical value from fishery and aquaculture discards. *Foods*. 2021; 10: 14–95.
28. Loveday S.M. Food proteins: Technological, nutritional, and sustainability attributes of traditional and emerging proteins. *Annual Review of Food Science and Technology*. 2019; 10: 311–339.
29. Li S. *Fishes of the Yellow River and beyond*. The Sueichan Press: 1st edition; 2015.
30. da Silva B.D. [et al.] Chemical composition, extraction sources and action mechanisms of essential oils: Natural preservative and limitations of use in meat products. *Meat Science*. 2021; 176: 1–11.
31. Petricorena Z.C. Chemical composition of fish and fishery products. *Handbook of Food Chemistry*. 2014: 1–28.
32. Wilkens L.A., Hofmann M.H. The paddlefish rostrum as an electrosensory organ: A novel adaptation for plankton feeding. *BioScience*. 2007; 57(5): 399–407.
33. Hyaluronic acid and Chondroitin sulfate from marine and terrestrial sources: Extraction and purification methods. *Carbohydrate polymers*. 2020; 243: 1–11.
34. Nawaz A. [et al.] Valorization of fisheries by-products: Challenges and technical concerns to food industry. *Trends in Food Science & Technology*. 2020; 99: 34–43.

Информация об авторах / Information about the authors

Людмила Васильевна Антипова, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры технологии продуктов

Lyudmila V. Antipova, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor of the Department of Technology of Animal Products, a Chief

животного происхождения, главный научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Евгений Сергеевич Попов, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сервиса и ресторанного бизнеса, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»

e-mail: e_s_popov@mail.ru

Researcher, Voronezh State University of Engineering Technologies

Evgeniy S. Popov, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department of Service and Restaurant Business, Voronezh State University of Engineering Technologies

e-mail: e_s_popov@mail.ru

Поступила в редакцию 17.08.2023; поступила после доработки 26.09.2023; принята к публикации 29.09.2023

Received 18.08.2023; Revised 26.09.2023; Accepted 29.09.2023