УДК 664.8:664.8.022.6

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РЫБНОГО СЫРЬЯ

♦♦♦♦♦

DESIGNING THE QUALITY OF MULTI-COMPONENT FOOD SYSTEMS BASED ON WASTE-FREE FISH RAW MATERIAL PROCESSING TECHNOLOGY

Золотокопов Андрей Владимирович
аспирант,
Астраханский технический университет

Цибизова Мария Евгеньевна
доктор технических наук,
профессор,
Астраханский технический университет

Касьянов Геннадий Иванович
доктор технических наук,
профессор,
академик Российской инженерной академии, г. Москва

Аннотация. Решение проблем качества и безопасности рыбной продукции находится в центре внимания производственников. Это обстоятельство приобретает особую актуальность при организации безотходной технологии, когда объектами переработки становится первичное и вторичное рыбное сырье. Целью работы является оценка особенностей совместного выращивания рыб двух пород, проектирование качества рыборастительной продукции, с использованием прудовых рыб, выращенных по рациональной технологии. Разработана безотходная технология переработки карпа и тиляпии. В работе представлена структурные схемы проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы, выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения, безотходной переработки прудовых рыб и производства рыборастительного паштета. Разработана рецептура рыборастительного паштета, включающая мясо карпа и тиляпии, овощи, пищевые добавки и БАВ.

Ключевые слова: поликультурное выращивание рыб, карп, тиляпия, корма для рыб, рецептура паштета.

Zolotokopov Andrey Vladimirovich
Graduate Student,
Astrakhan Technical University

Tsibizova Maria Evgenievna
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Astrakhan Technical University

Kasyanov Gennady Ivanovich
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Academician of the Russian Engineering Academy, Moscow

Annotation. Addressing the quality and safety of fish products is a key focus for producers. This is particularly important when implementing waste-free technology, where primary and secondary fish raw materials are processed. The aim of this study is to evaluate the specifics of co-farming two fish species and to design the quality of fish-based plant products using pond fish raised using sustainable technology. A waste-free technology for processing carp and tilapia has been developed. This study presents structural diagrams for designing the quality of pond fish products, carp and tilapia farming in a recirculating aquaculture system, waste-free pond fish processing, and the production of fish-based plant-based pate. A recipe for fish-based plant-based pate has been developed, including carp and tilapia meat, vegetables, food additives, and biologically active substances.

Keywords: polyculture fish farming, carp, tilapia, fish feed, pate recipe.

К проблеме контроля качества и безопасности многокомпонентных пищевых продуктов, созданных на основе безотходной технологии переработки первичного и вторичного рыбного сырья, привлечено внимание ученых и специалистов ведущих рыбохозяйственных школ страны.

Рыбоводы Воронежской области и Краснодарского края имеют опыт совместного выращивания в прудах рыб разных пород [1, 24]. Практически незаменимым источником белка при выращивании рыб является кормовая рыбная мука, которая содержит полноценный белок и минералы [2].

Перспективным объектом для выращивания и переработки считается тиляпия [3, 4, 11]. Контроль параметров кормления и выращивания прудовых рыб можно осуществлять с помощью искусственного интеллекта и использования программных модулей [5,6]. В состав рецептур рыборастительных паштетов входит мышечная ткань морских и прудовых рыб [7, 8]. Использование высокотехнологичных приемов при переработке рыбного сырья позволяет осуществлять практически безотходную поточную линию [9, 10, 18].

Технологические этапы изготовления рыборастительных видов продукции состоят из ряда инновационных технических приемов [12, 15]. Среди освоенных объектов аквакультуры особо выделяется карп, своей неприхотливостью к условиям выращивания [13]. При переработке вторичных рыбных ресурсов получают особо ценный продукт – ихтиожелатин [14]. Состав рыборастительных продуктов идеально соответствует требованиям к специализированным продуктам питания [16, 22].

При переходе перерабатывающей промышленности к принципам циркулярной экономики особую актуальность приобретают разработка ресурсосберегающих технологий переработки комбинированного рыбного и растительного сырья [17]. Астраханская область и Краснодарский край имеют уникальные возможности для существенного роста выращивания аквакультуры [19, 23].

Значительно снизить затраты на выращивание прудовых рыб можно с помощью устройств привлечения к поверхности воды летающих насекомых [20, 21]. Дополнительный прикорм рыб биомассой летающих насекомых позволяет интенсифицировать процесс выращивания рыбы, за счет включения в рацион питания «животного» белка.

Выполненный обзор научно-технической литературы по рациональному выращиванию и переработке прудовой рыбы, позволил выявить основные тенденции и возникающие проблемы.

С учетом мнения ведущих ученых и специалистов рыбохозяйственной отрасли, авторы разработали оригинальную структурную схему, с обоснованием интегрального коэффициента инновационных технологий. На рисунке 1 приведена структурная схема проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы.

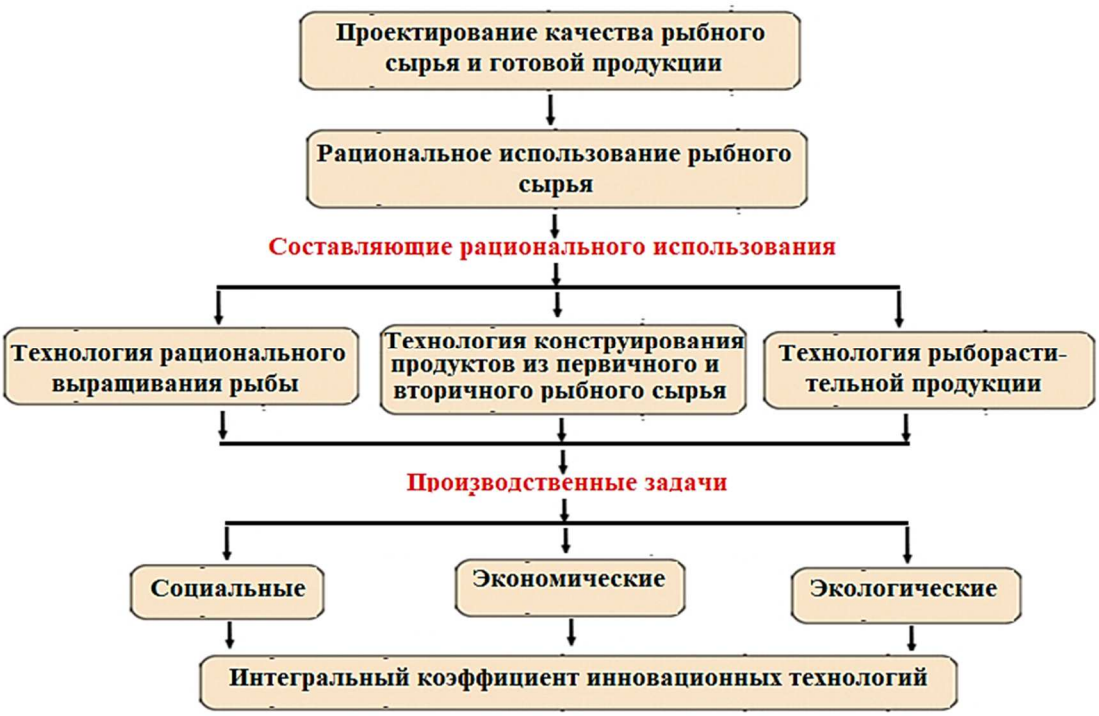

Рисунок 1 – Структурная схема проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы

Как видно из данных рисунка 1, интегральный коэффициент проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы зависит от составляющих рационального использования сырья и производственных задач.

Авторам кажется привлекательной идея совместного выращивания в одном водоеме карпа и тиляпии, что позволяет рационально использовать кормовой рацион рыб. Известно, что тиляпия может использовать в пищу отложения придонного ила и наросты на стенках водоемов.

Кроме совместного выращивания рыб в прудовой поликультуре, авторы предложили схему выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения.

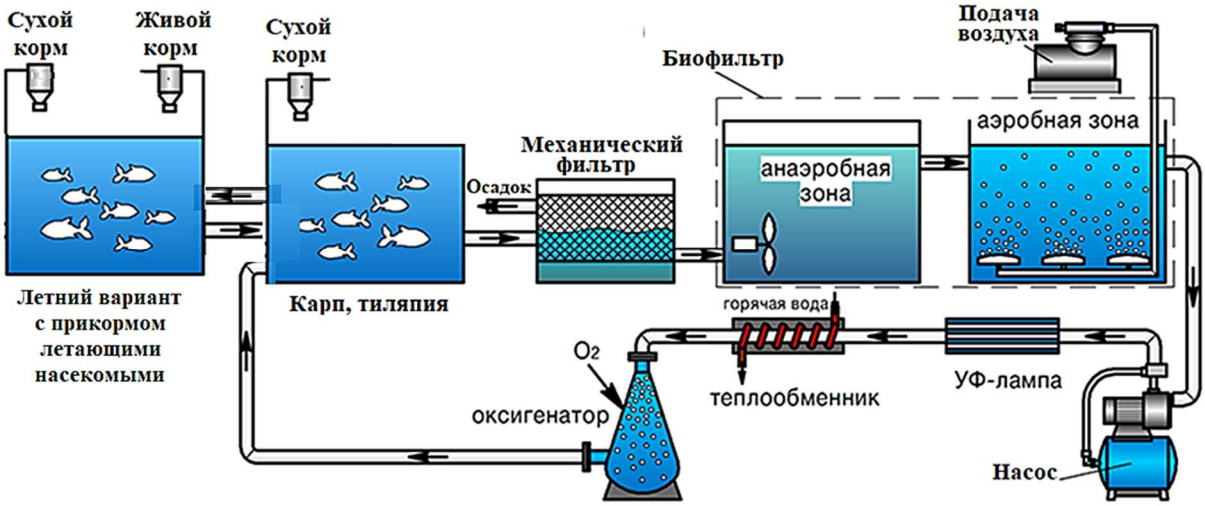

Рисунок 2 – Схема выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения

На рисунке 2 видно, что в условиях ЗВС организована тщательная очистка, обеззараживание и подготовка воды, в которой растут карпы и тиляпия. Особое внимание уделяется составу кормовых смесей. Весьма привлекательной является идея прикорма рыб в летний период биомассой летающих насекомых.

На рисунке 3 показано устройство для подачи в корм рыбам летающих насекомых.

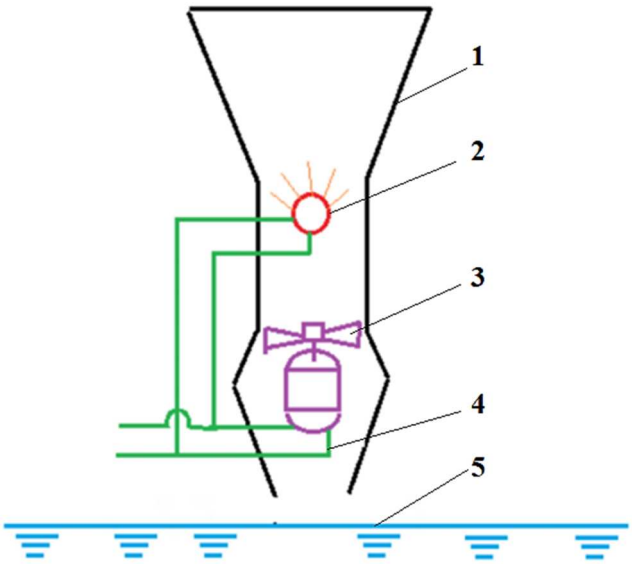

Рисунок 3 – Устройство для подачи в корм рыбам летающих насекомых:
1 – прозрачный корпус светоэлектрической ловушки;
2 – светильник для привлечения к пруду летающих насекомых;
3-вентиллятор; 4 – электропитание от аккумулятора 12 в,
с зарядкой от солнечной батареи; 5 – поверхность пруда

Светоэлектрические ловушки устанавливаются над поверхностью пруда на выдвижных консолях и включаются в вечернее и ночное время. На прозрачный корпус установки нанесены люминофоры, пропускающие световой поток в области спектра 350–420 нм. Привлеченные светом насекомые затягиваются вентиллятором внутрь корпуса, оглушаются лопастями и падают на поверхность пруда, где поедаются рыбой.

В таблице 1 приведен состав отечественного корма для рыб.

Показанная на рисунке 4 структурная схема иллюстрирует этапы безотходной переработки прудовых рыб карпа и тиляпии.

На рисунке 5 приведена структурная схема производства рыборастительного паштета.

Таблица 1 – Кормовая смесь для интенсивного выращивания карпа и тиляпии

Компоненты	Содержание, %
Криопорошок смеси: тростник: рогоз: ряска 1:1:1	29
Подсолнечный шрот	36
Соевый шрот	14
Кормовые дрожжи	4
Кормовая рыбная мука	9
БАД «Экостимул 2»	2,8
Смесь микроэлементов на основе крахмала (I_2, Co, Mn, Se, Zn)	0,196
CO_2-экстракт аниса	0,004
Подсолнечное масло	5

Рисунок 4 – Структурная схема безотходной переработки прудовых рыб

Рисунок 5 – Структурная схема производства рыборастительного паштета

В таблице 2 приведена рецептура рыборастительного паштета.

Таблица 2 – Рецептура рыборастительного паштета

Вид сырья	Массовая доля компонентов, %
Фарш из мяса карпа, тиляпии	34
Бататовое пюре	11
Морковь	9
Рыбная криопищевая мука	8
Молоко, 1,5 % жирности	10
Сливочное масло	4
CO_2-экстракт семян винограда	1,5
CO_2-шрот семян винограда	6
Лук шалот	7
Соль пищевая	0,6
Легкая вода	до 100 %
Пряности и вспомогательные материалы, %	
CO_2-экстракт перца черного	0,004
Экстракт луковой шелухи	1,3
Юглон	0,3

Как видно из данных таблицы 2, в состав рецептуры паштета входит экологически чистое рыбное и овощное сырье. Включение в состав рецептуры пищевой рыбной муки, полученной из рыбных костей с прирезями мяса, позволило обогатить состав дополнительным белком, легкодоступными кальцием и фосфором. Органолептическая оценка подтвердила высокое качество изготовленного продукта.

Заключение. В соответствии с поставленной целью исследования, в работе описаны инновационные приемы и новые технические решения по разработке и внедрению технологии выращивания и переработки карпа и тиляпии. Установлено, что использование в кормах для рыб биомассы летающих насекомых приводит к получению экологически чистой и безопасной продукции. В работе представлена структурные схемы проектирования качества продуктов переработки прудовой рыбы, выращивания карпа и тиляпии в условиях замкнутого водоснабжения, безотходной переработки прудовых рыб и производства рыборастительного паштета. В состав рецептуры паштета включено мясо карпа и тиляпии, овощи, пищевые добавки и БАВ.

Литература

1. Антипова Л.В. Рациональное использование прудовых рыб поликультурного выращивания – вектор развития производства высококачественных рыбопродуктов / Л.В. Антипова, Е.С. Попов // Новые технологии. – 2023. – Т. 19. – № 3. – С. 14–26.
2. О путях повышения качества кормовой рыбной муки для нужд аквакультуры в Российской Федерации / Р.В. Артемов [и др.] // Труды ВНИРО. – 2019. – Т. 176. – С. 152–159.
3. Технология многокомпонентных пастообразных продуктов на основе фарша тиляпии / О.П. Дворянинова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 1. – С. 16–22.
4. Сравнительный анализ пищевой и биологической ценности мяса тилапий, выращенных в условиях аквакультуры России и Китая / О.П. Дворянинова [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2021. – № 1. – С. 8–15. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-1-08-15
5. Золотокопов А.В. Системный подход к использованию функций управления искусственным интеллектом в пищевой промышленности / А.В. Золотокопов, С.В. Золотокопова, Э.С. Торосян // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 72–78.
6. Золотокопов А.В. Применение программных модулей для обработки показателей качества пищевых добавок / А.В. Золотокопов, Е.В. Иночкина, З.А. Яралиева // В сборнике: Современные проблемы цивилизации и устойчивого развития в информационном обществе. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции. – М., 2022. – С. 114–119.

7. Использование морских видов рыб в рыборастительных паштетах / С.В. Золотокопова [и др.] // В сборнике: Балтийский морской форум. Материалы VII Международного Балтийского морского форума : в 6-ти т. – 2019. – С. 41–45.
8. Моделирование рецептур рыборастительных паштетов по жирнокислотному составу / С.В. Золотокопова [и др.] // В сборнике: Эксклюзивные технологии производства мясных, молочных и рыбных продуктов. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 120–123.
9. Высокотехнологичные приемы переработки рыбного сырья, выращенного в Астраханской области / С.В. Золотокопова [и др.] // Вестник Астраханского государственного технич. университета. Серия: рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 134–144.
10. Касьянов Г.И. Технологические особенности переработки вторичных рыбных ресурсов / Г.И. Касьянов, А.А. Дядюн // В сборнике материалов VI Международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию кафедры общественного питания и сервиса и в рамках Десятилетия науки и технологий «Инновации в индустрии питания и сервисе». – Краснодар, 2025. – С. 57–59.
11. Костюрина А.Н. Некоторые аспекты моделирования роста тимирязевской тиляпии // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2014. – 4 с.
12. Лебедева Е.Ю. Инновационные технологии переработки комбинированного рыбного и растительного сырья / Е.Ю. Лебедева, Г.И. Касьянов // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2022. – № 2(74). – С. 24–30.
13. Моргулев С.К. Сравнительная оценка кроссов карпа по биохимическим показателям / С.К. Моргулев, Г.И. Пронина, О.В. Алимкина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2024. – № 4. – С. 107–113. – URL : https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-107-113
14. Получение коллагенсодержащей ихтиосубстанции из вторичных рыбных ресурсов / Д.В. Олдырев [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2023. – № 3. – С. 182–198. – URL : https: //doi.org/10.36107/spfp.2023.451
15. Патент на промышленный образец RU 143611, Схема «Этапы производства рыборастительного паштета» / Г.И. Касьянов, М.Н. Синякова. Заявка от 19.04.2024, опубл. 04.09.2024.
16. Савицких Н.Б. Основные принципы питания людей в условиях низких температур / Н.Б. Савицких, Э.Ю. Мишкевич, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 162–173.
17. Торосян Э.С. Нормативно-правовые факторы развития циркулярной экономики в РФ: региональная проекция / Э.С. Торосян, М.В. Онищенко // Экономика устойчивого развития. – 2024. – № 3(59). – С. 181–184.
18. Совершенствование технологии и оборудования для получения костной рыбной добавки / Ю.А. Фатыхов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2022. – № 1(385). – С. 72–76. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.1.14
19. Ходоревская Р.П. Современное состояние и перспективы воспроизводства водных биологических ресурсов для промышленной аквакультуры в Астраханской области / Р.П. Ходоревская, С.О. Некрасова // Вестник Астраханского государств. технич. ун-та. Серия: Рыбное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 107–116.
20. Черданцев В.П. Экономическая целесообразность использования насекомых на корма при разведении объектов аквакультуры // Московский экономический журнал. – 2023. – № 3. – С. 243–249. DOI 10/55186/2413046X_2023_8_3_108
21. Использование биомассы насекомых для выращивания радужной форели в аквакультуре (краткий обзор зарубежной литературы) / И.Г. Шайхиев [и др.] // Вестник Астраханского государств. технич. ун-та. Серия Рыбное хозяйство. – 2021. – № 1. – С. 69–80. DOI 10/24143/2073-5529-2021-1-69-81
22. Шейкина Е.В. Особенности образа жизни и рациона питания людей интеллектуального труда и ведущих малоподвижный образ жизни / Е.В. Шейкина, В.Н. Савин, Г.И. Касьянов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2025. – № 2. – С. 188–196.
23. Яркина Н.Н. Эффективность управления рыбохозяйственной деятельностью через призму отраслевой специфики (предпринимательский уровень) // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. – 2023. – № 4. – С. 374–381. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.035
24. Abramchuk A. Joint cultivation of sturgeon and tilapia in cages on small rivers (Krasnodar territory) / A. Abramchuk, G. Moskul, N. Pashinova // In the collection: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2023). EDP Sciences. – 2024. – P. 01060.

References

1. Antipova L.V. Rational Use of Pond Fish in Multicultural Farming: A Vector for the Development of High-Quality Fish Products / L.V. Antipova, E.S. Popov // New Technologies. – 2023. – Vol. 19. – № 3. – P. 14–26.
2. On ways to improve the quality of feed fish meal for the needs of aquaculture in the Russian Federation / R.V. Artemov [et al.] // Proceedings of VNIRO. – 2019. – Vol. 176. – P. 152–159.
3. Technology of multicomponent pasty products based on tilapia mince / O.P. Dvoryaninova [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2021. – № 1. – P. 16–22.
4. Comparative analysis of the nutritional and biological value of tilapia meat grown in aquaculture conditions in Russia and China / O.P. Dvoryaninova [et al.] // Technologies of food and processing industry of the agro-industrial complex – healthy food products. – 2021. – № 1. – P. 8–15. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-1-08-15
5. Zolotokopov A.V. A systems approach to the use of artificial intelligence control functions in the food industry / A.V. Zolotokopov, S.V. Zolotokopova, ES Torosyan // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 72–78.
6. Zolotokopov A.V. Application of software modules for processing quality indicators of food additives / A.V. Zolotokopov, E.V. Inochkina, Z.A. Yaralieva // In the collection: Modern problems of civilization and sustainable development in the information society. Collection of materials of the XI International scientific and practical conference. – M., 2022. – P. 114–119.
7. Use of marine fish species in fish-vegetable pates / S.V. Zolotokopowa [et al.] // In the collection: Baltic Maritime Forum. Proceedings of the VII International Baltic Maritime Forum : in 6 vol. – 2019. – P. 41–45.
8. Modeling of fish-vegetable pate recipes based on fatty acid composition / S.V. Zolotokopowa [et al.] // In the collection: Exclusive technologies for the production of meat, dairy and fish products. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. – 2019. – P. 120–123.
9. High-tech methods for processing raw fish grown in the Astrakhan region / S.V. Zolotokopowa [et al.] // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: fisheries. – 2021. – № 4. – P. 134–144.
10. Kasyanov G.I. Technological features of processing secondary fish resources / G.I. Kasyanov, A.A. Dyadyun // In the collection of materials of the VI International scientific and practical conference dedicated to the 40th anniversary of the Department of Public Catering and Service and within the framework of the Decade of Science and Technology «Innovations in the Food Industry and Service». – Krasnodar, 2025. – P. 57–59.
11. Kostyurina A.N. Some aspects of growth modeling of Timiryazev tilapia // Fundamental and applied research: problems and results. – 2014. – 4 p.
12. Lebedeva E.Yu. Innovative technologies for processing combined fish and plant raw materials / E.Yu. Lebedeva, G.I. Kasyanov // Bulletin of Astrakhan State Technical University. – 2022. – № 2 (74). – P. 24–30.
13. Morgulev S.K. Comparative evaluation of carp crosses by biochemical parameters / S.K. Morgulev, G.I. Pronina, O.V. Alimkina // Bulletin of Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. – 2024. – № 4. – P. 107–113. – URL : https://doi.org/10.24143/2073-5529-2024-4-107-113
14. Obtaining collagen-containing ichthyosubstance from secondary fish resources / D.V. Oldyrev [et al.] // Storage and processing of agricultural raw materials. – 2023. – № 3. – P. 182–198. – URL : https: //doi.org/10.36107/spfp.2023.451
15. Patent for industrial design RU 143611, Scheme «Stages of production of fish-vegetable pate» / G.I. Kasyanov, M.N. Sinyakova. Application dated 19.04.2024, published 04.09.2024.
16. Savitskikh N.B. Basic principles of human nutrition in low-temperature conditions / N.B. Savitskikh, E.Yu. Mishkevich, G.I. Kasyanov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnical Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 162–173.
17. Torosyan E.S. Regulatory factors for the development of a circular economy in the Russian Federation: regional projection / E.S. Torosyan, M.V. Onishchenko // Economics of sustainable development. – 2024. – № 3(59). – P. 181–184.
18. Improving the technology and equipment for producing fish bone supplements / Yu.A. Fatykhov [et al.] // News of higher educational institutions. Food technology. – 2022. – № 1(385). – P. 72–76. DOI: 10.26297/0579-3009.2022.1.14
19. Khodorevskaya R.P. Current State and Prospects for Reproduction of Aquatic Biological Resources for Industrial Aquaculture in the Astrakhan Region / R.P. Khodorevskaya, S.O. Nekrasova // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. – 2019. – № 3. – P. 107–116.

20. Cherdantsev V.P. Economic Feasibility of Using Insects as Feed for Breeding Aquaculture Objects // Moscow Economic Journal. – 2023. – № 3. – P. 243–249. DOI 10/55186/2413046X_2023_8_3_108
21. Using insect biomass for growing rainbow trout in aquaculture (a brief review of foreign literature) / I.G. Shaikhiev [et al.] // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Fisheries Series. – 2021. - № 1. – P. 69–80. DOI 10/24143/ 2073-5529-2021-1-69-81
22. Sheykina E.V. Features of the lifestyle and diet of people engaged in intellectual work and those leading a sedentary lifestyle / E.V. Sheykina, V.N. Savin, G.I. Kasyanov // Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). – 2025. – № 2. – P. 188–196.
23. Yarkina N.N. Efficiency of fisheries management through the prism of industry specifics (entrepreneurial level) // Bulletin of the Kerch State Marine Technological University. – 2023. – № 4. – P. 374–381. DOI: 10.26296/2619-0605.2023.4.4.035
24. Abramchuk A. Joint cultivation of sturgeon and tilapia in cages on small rivers (Krasnodar territory) / A. Abramchuk, G. Moskul, N. Pashinova // In the collection: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2023). EDP Sciences. – 2024. – P. 01060.