

Получение пищевых композиций на основе мышечной ткани шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus*

¹ Российский биотехнологический университет, г. Москва, Российская Федерация

² ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток, Российская Федерация

А.В. Югай¹, Т.Н. Слуцкая², Г.Н. Тимчишина², Т.Н. Данильчук¹

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Югай Алевтина Витальевна

E-mail: yugaia@mgup.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Югай, А.В., Слуцкая, Т.Н., Тимчишина, Г.Н., & Данильчук, Т.Н. (2025). Получение пищевых композиций на основе мышечной ткани шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus*. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 33(1), 172-188. <https://doi.org/10.36107/spfp.2025.1.634>

ПОСТУПИЛА: 05.11.2024

ДОРАБОТАНА: 02.03.2025

ПРИНЯТА: 15.03.2025

ОПУБЛИКОВАНА: 31.03.2025

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение: Недостаток белка в рационе ухудшает здоровье и снижает работоспособность. Рыба, благодаря полноценному аминокислотному составу, является перспективным источником белка. Важным объектом прилова, практически не используемым в переработке, является дальневосточный шлемоносец (род *Gymnocanthus*, семейство *Cottidae*). Особенность шлемоносца — низкий выход мышечной ткани и значительное количество вторичного сырья. Эффективным решением может стать получение формованных продуктов с добавлением нутовой муки и рыбной эмульсии из вторичного сырья.

Цель: Разработать пищевые композиции на основе мышечной ткани и субпродуктов шлемоносных бычков рода *Gymnocanthus*.

Материалы и методы: Объектом исследования являлся дальневосточный шлемоносец (род *Gymnocanthus*, семейство *Cottidae*). Содержание белков, липидов, минеральных веществ и воды в исходном сырье и готовой продукции определяли стандартными аналитическими методами. Количество углеводов рассчитывали математически как разность между 100 % и суммарным процентным содержанием перечисленных компонентов. Эффективную вязкость измеряли на приборе «Реотест 2.1». Сбор и статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием программы Microsoft Excel. Относительную биологическую ценность рыбного паштета определяли методом биотестирования с использованием тест-культуры *Tetrahymena pyriformis*. Энергетическую ценность продукта рассчитывали по коэффициентам Рубнера. Органолептический анализ проводили с использованием пятибалльных шкал по таким показателям, как вкус, цвет, запах, консистенция и внешний вид; полученные результаты визуализировали в виде профилограмм.

Результаты: Установлено, что мышечная ткань дальневосточного шлемоносца содержит более 20 % белков, до 2,5 % липидов и до 2 % минеральных веществ. Разработан паштет на основе фарша шлемоносца с добавлением нутовой муки (5–7 %) и рыбной эмульсии, содержащей коллаген (15–20 %). Эффективная вязкость фарша преимущественно зависит от содержания нутовой муки, в меньшей степени — от рыбной эмульсии; совместное влияние компонентов незначительно. Биологическая ценность продукта, подтвержденная тест-культурой *Tetrahymena pyriformis*, высокая. Органолептический анализ выявил положительные потребительские характеристики продукта: насыщенный вкус, сочную консистенцию, приятный запах и привлекательный внешний вид. Энергетическая ценность паштета составила в среднем 195 ккал (816 кДж).

Выводы: Исследования подтвердили перспективность использования мышечной ткани дальневосточного шлемоносца как ценного белкового сырья с высокими реологическими свойствами. Полученные результаты обосновывают возможность создания продуктов питания с регулируемым химическим составом, высокой биологической ценностью и пониженной калорийностью.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

дальневосточный шлемоносец; бычки рода *Gymnocanthus*; паштет рыбный, эффективная вязкость рыбного фарша; рыбный коллаген; нутовая мука; рыбная эмульсия

Obtaining of Food Compositions Based on Muscle Tissue of Sculpin of the Genus *Gymnocanthus*

¹ Russian University of Biotechnology, Moscow, Russian Federation

² Pacific branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok, Russian Federation

Alevtina V. Yugay¹, Tatyana N. Slutskaya², Galina N. Timchishina², Tatiana N. Danilchuk¹

CORRESPONDENCE:

Alevtina V. Yugay

E-mail: yugaiav@mgupp.ru

FOR CITATIONS:

Yugay, A.V., Slutskaya, T.N., Timchishina, G.N., & Danilchuk, T.N. (2025). Obtaining food compositions based on muscle tissue of sculpin of the Genus *Gymnocanthus*. *Storage and Processing of Farm Products*, 33(1), 172-188. <https://doi.org/10.36107/spfp.2025.1.634>

RECEIVED: 05.11.2024

REVISED: 02.03.2025

ACCEPTED: 15.03.2025

PUBLISHED: 31.03.2025

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



ABSTRACT

Introduction: The deficiency of protein in the diet worsens health and reduces performance. Fish, due to its complete amino acid composition, is a promising source of protein. An important bycatch object, which is practically not used in processing, is the Far Eastern sculpin (genus *Gymnocanthus*, fam. *Cottidae*). The peculiarity of the sculpin is a low yield of muscle tissue and a significant amount of secondary raw materials. An effective solution can be the production of molded products with the addition of chickpea flour and fish emulsion from secondary raw materials.

Purpose: To develop food compositions based on muscle tissue and by-products of sculpin of the genus *Gymnocanthus*.

Materials and Methods: The object of the study was the Far Eastern sculpin (genus *Gymnocanthus*, fam. *Cottidae*). The content of proteins, lipids, minerals and water in the raw materials and finished products were determined by standard analytical methods. The amount of carbohydrates was calculated mathematically as the difference between 100 % and the total percentage content of the listed components. Effective viscosity was measured using a Reotest 2.1 device. The collection and statistical processing of experimental data were performed using Microsoft Excel. The relative biological value of fish pate was determined by biotesting using the test culture *Tetrahymena pyriformis*. The energy value of the product was calculated using Rubner coefficients. Organoleptic analysis was carried out using five-point scales for such indicators as taste, color, smell, consistency and appearance; the results were visualized on profilograms.

Results: It was found that the muscle tissue of the Far Eastern sculpin contains more than 20 % proteins, up to 2.5 % lipids and up to 2 % minerals. A pate was developed based on fish mince with the addition of chickpea flour (5–7 %) and fish emulsion containing collagen (15–20 %). The effective viscosity of the fish mince depends mainly on the content of chickpea flour, and to a lesser extent on the fish emulsion; the combined effect of the components is insignificant. The biological value of the product, confirmed by the test culture of *Tetrahymena pyriformis*, is high. Organoleptic analysis revealed positive consumer characteristics of the product: rich taste, juicy consistency, pleasant smell and attractive appearance. The energy value of the pate was on average 195 kcal (816 kJ).

Conclusion: Investigation confirmed the prospects of using the muscle tissue of the Far Eastern sculpin as a valuable protein raw material with high rheological properties. The results obtained substantiate the possibility of creating food products with a controlled chemical composition, high biological value and reduced caloric content.

KEYWORDS

Far Eastern sculpin of the genus *Gymnocanthus*; fish pate, effective viscosity of fish mince; fish collagen; chickpea flour; fish emulsion

ВВЕДЕНИЕ

По прогнозам экспертов, к 2025 году рыбные продукты займут ведущие позиции среди основных источников белка в мировом масштабе¹. В России общий вылов водных биологических ресурсов на начало 2024 года составил 4,8 млн тонн, что немногим меньше уровня 2023 г (5,3 млн тонн)². В контексте роста объёмов добычи гидробионтов особую актуальность приобретает рациональное освоение прилова, включающего непромысловые виды рыб, что соответствует целям Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ до 2030 года, направленной на внедрение инновационных и безотходных технологий переработки водных биоресурсов. Значительную часть прилова составляют бычки семейства Cottidae, представленное 14 видами в Баренцевом море (Чаус, 2024) и более чем 36 видами в заливе Петра Великого (Панченко, 2004). Одним из перспективных объектов для создания пищевых продуктов является дальневосточный шлемоносец рода *Gymnocanthus*.

Проблема рационального использования водных биоресурсов (Макоедов и соавт., 2023) обусловлена высокой нагрузкой на промысловые запасы большинства видов гидробионтов, истощением ресурсного потенциала Мирового океана, при этом стабильно растёт спрос на рыбу и рыбную продукцию в мировом масштабе, согласно прогнозам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO) (Корниенко, 2022). В этих условиях особую значимость приобретает освоение нетрадиционных объектов промысла, включая многочисленные непромысловые виды рыб, попадающие в прилове. Одним из перспективных объектов, недостаточно вовлечённых в переработку, является дальневосточный шлемоносец рода *Gymnocanthus* (Матвеев, 2021; Панченко и соавт., 2022). Общая биомасса данного вида в 2022 г. превышала 10 тыс. т., а запас в подзоне Приморье в 2024 г. оценивался на уровне 76,6 тыс. т. (Панченко и соавт., 2022). Несмотря на значительные резервы, мышечная ткань шлемоносца, обладающая высоким содержанием незаменимых аминокислот и ценных полиненасыщенных жирных кислот (омега-3 и омега-6) (Югай

и соавт., 2021), практически не используется в пищевом производстве и чаще направляется на изготовление кормовой рыбной муки (Ahuja, et al., 2020). Так, экспорт рыбной муки и бульонов из России в 2022 г. составил более 122 тыс. т., увеличившись на 62 % по сравнению с 2019 годом, а в 2023 г. вырос ещё на 10 % до 143 тыс. т., что свидетельствует о нерациональном использовании высокоценного белкового сырья.

Одним из путей повышения эффективности пищевого использования бычков является создание формованных продуктов с многокомпонентной рецептурой на основе сочетания животных и растительных ингредиентов (Несвященко и соавт., 2015; Зверев и соавт., 2022; Wilkinson et al., 2022). Доказано, что применение принципов пищевой комбинаторики позволяет формировать продукцию с заданным химическим составом и высокими потребительскими характеристиками (Морозов, 2022; Гизбрехт и соавт., 2023). Недостающие компоненты могут быть успешно компенсированы за счёт использования растительных добавок, например, нутовой муки (El-Beltagi et al., 2017; Felisiak et al., 2024), а также структурообразующих компонентов и рыбных эмульсий, полученных из вторичного сырья. Использование такого подхода позволяет не только максимально эффективно использовать сырьё, образующееся при разделке рыбы, но и снизить себестоимость конечного продукта (Корниенко, 2022).

Однако, российские исследования, направленные на разработку пищевых продуктов из мышечной ткани дальневосточного шлемоносца отсутствуют. Целью данного исследования являлась разработка технологии производства паштета из мышечной ткани шлемоносца с использованием эмульсии на основе рыбного бульона из субпродуктов и растительного компонента — нутовой муки. Исследовательские вопросы:

RQ#1: Каков химический состав мышечной ткани дальневосточного шлемоносца?

RQ#2: Как влияет количество нутовой муки и рыбной эмульсии на эффективную вязкость рыбного фарша?

¹ Naureen, I. (2025). *Seafood leads global protein growth amid evolving market and regulations*. <https://www.foodingredientsfirst.com/news/seafood-leads-global-protein-growth-amid-evolving-market-and-regulations.html>

² Aquatic bioresources catch in Russia reach 4.8 mln tons in 2024. Aquatic bioresources catch in Russia reach 4.8 mln tons in 2024 — federal agency — Business & Economy — TASS

RQ#3: Каким должно быть рациональное соотношение ингредиентов для формованного продукта на основе мышечной ткани шлемоносца?

RQ#4: Какова относительная биологическая ценность полученного продукта по показателям тест-культуры *Tetrahymena pyriformis*?

Q#5: Какими органолептическими характеристиками обладает разработанный продукт?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект

Объектом исследования являлись бычки отряда Скорпенообразные (*Scorpaeniformes*), рода *Gymnocanthus*, семейства *Cottidae*, вид — дальневосточный шлемоносец (*Gymnocanthus Herzensteini*), добытый в Японском море. Бычки хранились в мороженом виде (ГОСТ 32366–2013)³ в течение трех месяцев на рыбоперерабатывающем предприятии, отбор проб проводили согласно ГОСТ 31339–2006⁴.

Методы, инструменты и процедура исследования

Методы

Определение липидов

Количественное определение липидов проводили экстрагированием по методу Блайя-Дайера (Bligh, et al., 1959). Экстракцию липидов осуществляли при взаимодействии мышечной ткани рыбы со смесью этилового спирта, хлороформа и воды, затем добавляли раствор ацетата цинка для быстрого расслоения водной и органической частей, перемешивали и переносили в делительную воронку для разделения смеси. Нижнюю часть раствора, содержащего хлороформ, сливали в мерную колбу и доводили до метки хлороформом. Из мерной колбы отбирали 30 см³ экстракта, помещали в высушенную и взвешенную до постоянной массы фарфоровую чашку для испарения хлороформа. Остаток с жиром в чашке высушивали до постоянной массы. Массовую долю липидов определяли по формуле:

$$x = \frac{M_1 \cdot 100 \cdot V}{M \cdot V_1},$$

где M — масса исследуемого образца, г;
 M_1 — масса жира в экстракте, взятом для анализа, г;
 V — общий объем мерной колбы с экстрактом, см³;
 V_1 — объем экстракта, взятый для анализа (30 см³).

Расхождение между двумя параллельными определениями не превышало 0,5 %.

Определение белков

Количество белка определяли методом Кьельдаля (Козин и соавт., 2019). Метод предусматривает минерализацию белоксодержащей навески концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом аммиак взаимодействует с избытком концентрированной кислоты и в ходе химической реакции превращается в сульфат аммония. Полученный сульфат аммония разрушали последующей дистилляцией в присутствии концентрированной щелочи. Образовавшийся газообразный аммиак отгоняли с помощью холодильной установки с каплеуловителем в колбу с разбавленным раствором серной кислоты. Долю аммиака после отгонки определяли обратным титрованием гидроксидом натрия в присутствии индикатора. Массовую долю белковых веществ определяли по формуле

$$x = \frac{(V - V_1) \cdot K \cdot 0,0014 \cdot 6,25 \cdot 100}{m},$$

где V — объем гидроксида натрия, 0,1 н, пошедший на титрование серной кислоты в контрольном анализе, см³;
 V_1 — объем гидроксида натрия, 0,1 н, пошедший на титрование серной кислоты в рабочем анализе, см³;
 K — коэффициент пересчета на точный раствор гидроксида натрия, 0,1 н;
0,0014 — количество азота, эквивалентное 1 см³ раствора гидроксида натрия, 0,1 н, г;
6,25 — коэффициент пересчета количества азота на белковые вещества;
 m — навеска фарша, г.

³ ГОСТ 32366–2013 (2023) *Рыба мороженая. Технические условия*. М.: Стандартинформ

⁴ ГОСТ 31339–2006 (2023) *Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб*. М.: Стандартинформ

За окончательный результат принимали среднее арифметическое значение результатов двух параллельных определений, расхождения не превышало 0,2 %.

Определение массовой доли воды

Содержание массовой доли воды в образце определяли высушиванием в сушильном шкафу⁵. Навеску анализируемой пробы смешивали с песком для равномерного высушивания и отправляли в сушильный шкаф. Процесс сушки вели при температуре 100–105 °С до постоянной массы навески.

Постоянная масса считается достигнутой, если разница между двумя взвешиваниями не превышала 0,001 г.

Массовую долю воды в процентах вычисляют по формуле:

$$x = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1 - m},$$

где m — масса бюксы с песком, г;

m_1 — масса бюксы с навеской и песком до высушивания, г;

m_2 — масса бюксы с навеской и песком после высушивания, г.

Определение минеральных веществ

Определение минеральных веществ в сырье и готовом продукте проводили сжиганием навески в муфельной печи с последующим взвешиванием⁶. Навески фарша и готового продукта помещали в фарфоровые тигли, обугливали на электрической плитке (для предотвращения потерь), помещали в муфельный шкаф до полного сжигания органической части при температуре 450 °С. Количество минеральных веществ определяли по формуле:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 100}{m},$$

где m — навеска исследуемого образца, г;

m_1 — масса пустого тигля, г;

m_2 — масса тигля с навеской после сжигания, г.

Расхождение между параллельными определениями не превышало 0,01 %.

Определение критерия химического состава

Определение критерия химического состава вели расчетным методом (Коган и соавт., 2019) на основе данных по содержанию белков, липидов и воды. Критерий химического состава — это отношение белков к липидной составляющей с учетом содержания воды в фарше:

$$K = \frac{B \cdot (100 - W)}{Y \cdot W},$$

где B и Y — содержание белка и жира соответственно в 1 кг фарша;

W — содержание воды, %.

Определение сухих веществ

Определение сухих веществ в рыбном бульоне проводили с помощью рефрактометра лабораторного ИРФ-454 Б2М. Для этого рыбный бульон фильтровали через складчатый фильтр в стакан, охлаждали до температуры 20–25 °С. Первые порции фильтрата отбрасывали, а остальную часть использовали для определения сухих веществ. (Панчишина, 2015).

Определение относительной биологической ценности

Определение относительной биологической ценности рыбного паштета проводили с помощью тест-культуры — инфузория *Tetrahymena pyriformis*. Для этого пробирку с рыбным паштетом нагревали в стерилизаторе при температуре 80–90 °С, охлаждали, добавляли 0,05 мл тест-культуры и помещали в термостат для инкубации. После термостатирования каплю испытуемого образца из пробирки вносили в камеру Фукса-Розенталя (увеличение 7 × 10) и вели подсчет инфузорий. Наличие угнетения или роста инфузорий сравнивали с контрольным образцом (Игнатъев и соавт., 1978; Игнатъев и соавт., 1980).

⁵ ГОСТ 7636-82 (2024) Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 7636-82 (2024) Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ.

Определение эффективной вязкости

Для оценки консистенции рыбного фарша определяли эффективную вязкость на вискозиметре Реотест-2⁷, пределы измерений прибора 10^2 – 10^4 Па·с. Порцию фарша помещали в наружный неподвижный цилиндр, подключенный к жидкостному циркуляционному термостату. Измерения начинали при малых значениях скорости сдвига, при этом отсчитывали показания на индикаторе. Увеличение скорости сдвига производили за счет увеличения скорости вращения измерительного цилиндра с помощью редуктора. Эффективную вязкость определяли как произведение динамической вязкости на скорость сдвига.

Оценку органолептических показателей проводили в соответствии с ГОСТ 7631–2008⁸, (Сафронова и соавт., 2019).

Определение углеводов

Определение содержания углеводов проводили расчетным путем, учитывая, что общий химический состав любых пищевых продуктов равен 100 %. Содержание углеводов рассчитывали после химического анализа готового продукта (паштета) как разницу между 100 % и суммой белков, жиров, воды и минеральных веществ.

Математическая обработка данных

Для математической обработки экспериментальных данных применяли программу М. Excel (2016) встроенный пакет Анализ данных).

Процедура исследования

Подготовку к определению химического состава мышечной ткани рыбы по ГОСТ 7636–85⁹. Для этого рыбу очищали от механических загрязнений, размораживали на воздухе без доступа воды до температуры в толще рыбы минус 1–2 °С, разделявали на филе, обесшкуривали, измельчали на волчке диаметром 2–3 мм. Общая схема проведения исследований представлена на Рисунке 1.

Субпродукты, соответствующие ГОСТ 34190–2017¹⁰: головы, плавники, позвончики, реберные кости и желудки (далее вторичное сырье) измельчали на волчке диаметром 3–5 мм. Предварительно из голов удаляли жабры, придающие горечь готовому продукту, желудок разрезали, промывали. Вторичное сырье и кожу направляли на варку. Термическую обработку бульонов вели при гидромодуле 1:2 до содержания сухих веществ в бульоне 6–7 % (продолжительность варки 2–2,5 ч). Бульоны в горячем виде (70–75 °С) фильтровали (при остывании происходит желатинизация, затрудняющая фильтрование), добавляли 50 % рафинированного, дезодорированного растительного масла и эмульгировали в гомогенизаторе при 2000 об/мин в течение 2–3 мин (Югай А.В. и соавт., 2024) до образования однородной структуры белого цвета, по консистенции, напоминающей жидкую сметану. Нутовую муку предварительно просеивали и обжаривали при температуре 180–200 °С в течение 3–5 мин (Raza, et al., 2021) для инактивации антипитательных веществ и инициирования реакции меланоидинообразования, сопровождающей образование коричневого колера, орехового вкуса и запаха.

При составлении рецептуры придерживались следующей последовательности: в фарш добавляли сначала эмульсию, в процессе его перемешивания вносили нутовую муку (ТУ 9293–009–89751414–10)¹¹, репчатый лук, столовую морковь, чеснок (ГОСТ

⁷ Реотест 2.1. Цилиндрический и конусо-пластинчатый ротационный вискозиметр. Инструкция по эксплуатации.

⁸ ГОСТ 7631–2008 (2023) *Рыба нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей*. М.: Стандартинформ.

⁹ ГОСТ 7636–82 (2024) *Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа*. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 34190–2017 (2023) *Субпродукты рыбные мороженные. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

¹¹ ТУ 9293–009–89751414–10 *Мука нутовая*. Производитель ООО «Гарнец».

Рисунок 1

Общая схема проведения исследований

Figure 1

General Scheme of the Research



32065–2013)¹², соль пищевую (ГОСТ 51574–2018)¹³, порошок карри (ГОСТ 2253–2015)¹⁴, копченую паприку (ТУ 9199–138-79036538)¹⁵. Вымешивали до однородного состояния, направляли на фасование в стеклянные банки, массой нетто 180 г., термически обрабатывали при температуре 130–150 °С (ТР ЕАЭС 040/2016)¹⁶ до достижения температуры в толще продукта не ниже 80 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование химического состава сырья

Исследование химического состава (Таблица 1) показало, что дальневосточный шлемоносец относится к маложирным видам рыб.

Таблица 1

Химический состав мышечной ткани дальневосточного шлемоносца

Table 1

Chemical Composition of the Muscle Tissue of the Far Eastern Sculpin

Даль- нево- сточный шлемоно- сец	Содержание, %			
	воды	белков	липидов	мин. веществ
	78,7 ± 3,4	17,3 ± 1,2	1,9 ± 0,6	1,2 ± 0,3

Фарш после измельчения однородный, светло-серого или бежевого цвета, с незначительным выделением жидкости, после разморозки фарш не теряет своих свойств и остается таким же однородным.

¹² ГОСТ 32065–2013 (2023) *Овощи сушеные. Общие технические условия*. М.: Стандартинформ.

¹³ ГОСТ 51574–2018 (2023) *Соль пищевая. Общие технические условия*. М.: Стандартинформ.

¹⁴ ГОСТ 2253–2015 (2023) *Порошок карри. Технические условия*. М.: Стандартинформ.

¹⁵ ТУ 9199–138-79036538–2006 *Пряности и травы*. ООО НВФ «Центр пищевых технологий».

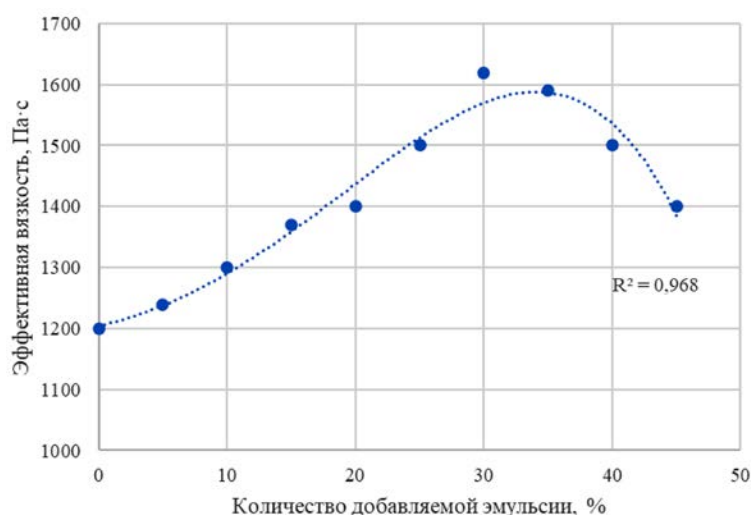
¹⁶ ТР ЕАЭС 040/2016 (2025) *О безопасности рыбы и рыбной продукции*.

Рисунок 2

Зависимость эффективной вязкости рыбного фарша от количества добавляемой эмульсии

Figure 2

Dependence of the Effective Viscosity of Minced Fish Meat on the Amount of Added Emulsion



На основе полученных данных исследовали зависимость эффективной вязкости от концентрации добавок.

Исследование зависимости эффективной вязкости фарша от концентрации эмульсии и нутовой муки

Исследования показали (Рисунок 2), что с увеличением концентрации эмульсии вязкость увеличивается, достигая в максимальной точке более 1600 Па·с., дальнейшее увеличение приводит к уменьшению вязкости, фарш становится однородным, липким, но текучим. Установлено, что при внесении эмульсии в количестве 30–35 %, вязкость максимальная, затем наблюдается ее уменьшение.

Последующая термическая обработка для определения органолептических свойств готового продукта показала, что фарш имеет светлый цвет и рыхлую, консистенцию.

Установлено, что при увеличении количества растительного масла в фарше за счет внесения эмульсии улучшается внешний вид продукта, структура становится сочной, отстой бульона незначительный (3–5 %).

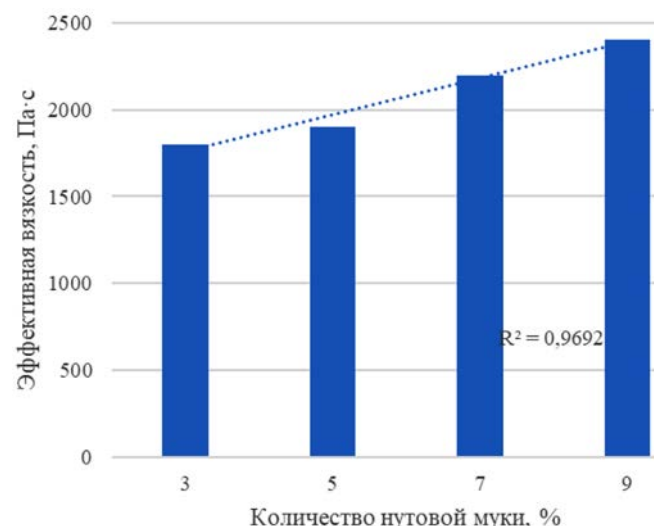
Следующим этапом разработки пищевой композиции было исследование влияния количества нутовой муки на эффективную вязкость фаршевой системы. Установлено, что эффективная вязкость при добавлении нутовой муки изменяется в диапазоне от 1800 до 2400 Па·с (Рисунок 3).

Рисунок 3

Зависимость эффективной вязкости фарша от количества нутовой муки

Figure 3

Effective Viscosity of Minced Meat as a Function of the Amount of Chickpea Flour



Для уточнения совместного влияния количества вносимой нутовой муки (X_1) и эмульсии (X_2) при постоянном количестве фарша на эффективную вязкость (Y) провели полный двухфакторный регрессионный анализ (Таблица 2).

Таблица 2

Регрессионная статистика, полученная при реализации двухфакторного эксперимента

Table 2

Regression Statistics Obtained from the Two-factor Experiment

Регрессионная статистика	
Множественный R	0,943006
R -квадрат	0,889261
Нормированный R -квадрат	0,868497
Стандартная ошибка	106,8659
Наблюдения	20

Статистический параметр «Множественный R » (множественный коэффициент линейной корреляции) показывает линейную корреляцию между экспериментальными и рассчитанными по полученному уравнению регрессии значениями зависимой

переменной, в нашем случае Y — эффективная вязкость. Важным показателем является коэффициент детерминации R^2 (чем точнее уравнение регрессии описывает зависимость, тем ближе значение R^2 к единице). Он характеризует долю общего разброса экспериментальных значений Y от среднеарифметического значения, которое рассчитывается по полученному уравнению регрессии и показывает (Таблица 3) значимость влияния коэффициентов регрессии на функцию отклика (Y).

Если значимость F меньше уровня значимости $p = 0,05$ (заданный уровень), то это свидетельствует о достоверности влияния независимых переменных на функцию отклика — эффективную вязкость с вероятностью $P \geq 0,95$ по полученному уравнению регрессии.

Анализируя полученные результаты расчетов параметров для регрессионной модели, можно считать, что наиболее достоверно с вероятностью не менее 0,95 на эффективную вязкость оказывают влияние X_1 (нутовая мука), X_2 (концентрация эмульсии) и $X_1 \cdot X_2$ (Таблица 4).

$$Y = 1811,71 + 81,62 \cdot X_1 - 32,02 \cdot X_2 + 2,72 \cdot X_1 \cdot X_2.$$

Таблица 3

Дисперсионный анализ расчетных данных

Table 3

Analysis of Variance of Calculated data

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	3	1467324,708	489108,2359	42,82788978	7,17E-08
Остаток	16	182725,1311	11420,32069		
Итого	19	1650049,839			

Таблица 4

Коэффициенты регрессии

Table 4

Regression Coefficients

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t -статистика	P -Значение	Нижние 95 %	Верхние 95 %	Нижние 95,0 %	Верхние 95,0 %
Y -пересечение	1811,71	118,5200171	15,28610984	5,75358E-11	1560,459	2062,961	1560,459	2062,961
X_1	81,62333	18,50971693	4,409755894	0,000438275	42,38449	120,8622	42,38449	120,8622
X_2	-32,0153	9,677118874	-3,308353835	0,00444046	-52,5299	-11,5008	-52,5299	-11,5008
$X_1 \cdot X_2$	2,715333	1,511312059	1,796672843	0,09128982	-0,48851	5,919172	-0,48851	5,919172

Интерпретируя полученное уравнение, отметим, что на значение показателя эффективной вязкости оказывает влияние увеличение концентрации нутовой муки и уменьшение количества вносимой эмульсии. Совместное влияние факторов незначительно, о чем свидетельствует коэффициент 2,72. На основании изучения взаимного влияния факторов на функцию отклика Y , предложены следующие рациональные параметры: количество нутовой муки 5–7 %, количество вносимой эмульсии — 15–20 %.

Разработка рецептуры формованной продукции

На основании полученных экспериментальных данных составили рецептуру рыбного паштета (Таблица 5).

Таблица 5

Рецептура паштетных изделий с учетом влияния факторов

Table 5

Recipe for Pate Products Taking into Account the Influence of Factors

Рецептурный компонент, %	Вариант 1	Вариант 2
Рыбный фарш	70	75
Эмульсия на основе бульона, 50 % масла	20	15
Нутовая мука	5	7
Соль пищевая	1,5	1,5
Порошок карри	0,8	0,5
Копченая паприка	0,2	0,3
Лук сушеный	2,5	1,2
Итого	100	100

Органолептическая оценка показала, что продукт имеет сочную, нежную консистенцию с выраженным рыбным вкусом и запахом, ореховым послевкусием, аппетитным коричневатым колером, на изломе однородный, блестящий, выделение бульона и масла незначительное.

Определение относительной биологической ценности продукта

Для определения биологической ценности исследовали динамику численности популяции *T. pyriformis* после термической обработки. Результаты показали высокие показатели относительной биологической доступности. Рост инфузории в течение 48 ч (квадрат камеры Фукса-Розенталя) представлен на Рисунке 4. За время наблюдений отмечали отсутствие погибших клеток на всем протяжении наблюдений. Известно, что *T. Pyriformis* хорошо переносит 1 % водный раствор поваренной соли, но гибнет в 2 %¹⁷, поэтому при проведении испытаний исследовали готовый продукт без добавления соли и пряностей.

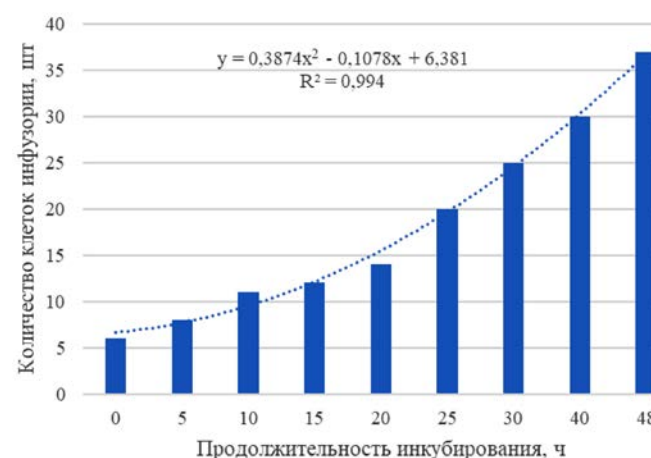
T. Pyriformis, находясь в испытываемой среде, меняет темп размножения, способность питаться, поэтому наличие или отсутствие ингибирующих рост факторов определяли подсчетом инфузорий до и после эксперимента. В ходе эксперимента не наблюдалось ингибирующего влияния на выживаемость инфузорий. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что рыбный паштет имеет высокую биологическую ценность.

Рисунок 4

Зависимость количества клеток инфузорий от продолжительности инкубирования

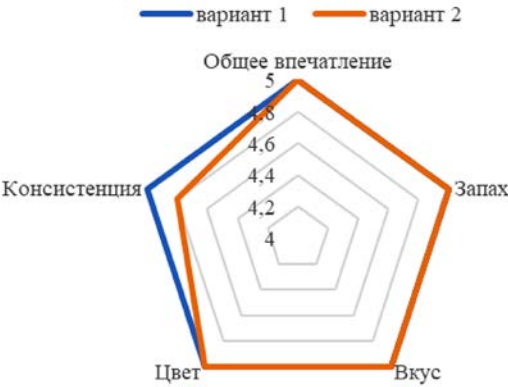
Figure 4

Dependence of the Number of Ciliate Cells on the Duration of Incubation



¹⁷ Методические рекомендации по ускоренному определению токсичности и безвредности кормов и кормовых добавок. (2015). Минск

Рисунок 5
Органолептическая оценка паштетов
Figure 5
Organoleptic Evaluation of Pates



Органолептическая оценка готовой продукции

Профилограмма (Рисунок 5), составленная на основе оценок дегустационной комиссии, показала, что паштеты получили высокие оценки. Результаты дегустации показали, что рыбный паштет имеет насыщенный вкус и аромат, консистенция однородная, сочная, наличие в составе рецептуры эмульсии и нутовой муки положительно отразилось на общем впечатлении: ореховый привкус и коричневатый колер при добавлении нутовой муки делает продукт оригинальным, необычным и запоминающимся, внесение эмульсии в состав рецептуры положительно отразилось на выходе продукта, его консистенции и энергетической ценности.

Исследования химического состава (Таблица 6) готовой продукции показали, что паштеты содержат порядка 10% липидов, более 20% белка. Показатель энергетической ценности составил 195 ккал (816 кДж).

Таблица 6
Усредненный химический состав паштета
Table 6
The Average Chemical Composition of Pate

Продукция	Содержание, %				
	воды	белков	липидов	углеводы	мин. веществ
Паштет	63,5±2,1	21,2±1,4	10,2±0,8	3,1±0,5	2,1±0,4

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты проведенных исследований подтвердили перспективность использования дальневосточного шлемоносца (*Gymnocanthus spp.*, семейство *Cottidae*) в качестве сырья для производства формованных продуктов питания с многокомпонентной рецептурой. Несмотря на значительную биомассу этого вида рыб в прилове, его промышленная переработка практически не осуществляется, что ограничивает пищевое использование (Югай и соавт., 2021; Матвеев, 2021). Это обусловлено, прежде всего, низким выходом мышечной ткани (до 25%) и высоким выходом вторичного сырья (от 50 до 65%), образующегося при разделке рыбы (Югай и соавт., 2021). В связи с этим целесообразно применять технологические приемы, позволяющие вовлечь вторичные ресурсы и растительные добавки для повышения выхода готовой продукции и улучшения её потребительских свойств (Верболоз и соавт., 2019; Jiao et al., 2019).

В настоящем исследовании установлено, что мышечная ткань шлемоносца характеризуется высоким содержанием белков (более 17%) при низкой жирности (1,6–2,5%), что подтверждает отнесение этого вида к белковым маложирным рыбам согласно классификации Артюховой и соавт. (2001). Химический состав и высокая формующая способность (более 1200 Па·с), выявленные в ходе исследования, позволяют прогнозировать успешность использования шлемоносца в производстве формованных продуктов (Чернышова и соавт., 2012). Эти характеристики положительно отражаются на органолептических показателях и технологических свойствах продукции, таких как консистенция и стабильность фаршевой системы после термической обработки.

Изучение влияния нутовой муки на реологические характеристики фарша показало, что данный растительный компонент существенно улучшает функционально-технологические свойства системы благодаря высокой водосвязывающей способности и наличию пищевых волокон (Ярцева и соавт., 2022; Yazdanpanah et al., 2022; Бочкарева и соавт., 2024). Нутовая мука обладает дополнительными преимуществами, такими как отсутствие глютена и положительное влияние на уровень глюкозы в крови (Тиунов, 2019; De Angelis et al., 2021). Однако выявленные антипитательные вещества

в нутовой муке могут снижать активность пищеварительных ферментов (Богданов и соавт., 2015; Петрова и соавт., 2019). Эту проблему успешно решают путем предварительной термической обработки (обжаривания) нутовой муки при температуре 180–200 °С в течение 3–5 мин, что сопровождается улучшением её вкусовых качеств и цвета (Raza et al., 2021). Согласно полученным данным, рациональное содержание нутовой муки в рецептуре фарша находится в пределах 5–7%, поскольку превышение этого уровня отрицательно влияет на консистенцию и вкус конечного продукта (Петрова и соавт., 2019; Пчелинцева и соавт., 2021).

Внесение эмульсии на основе рыбного бульона из вторичного сырья позволило существенно улучшить органолептические и реологические свойства рыбного фарша. Использование такой эмульсии обеспечивает поступление натурального коллагена, липидов и белков в систему, улучшая вкусовые свойства и увеличивая выход продукции (Caguso et al., 2020; Wang et al., 2019; Югай и соавт., 2024). Установлено, что оптимальным содержанием эмульсии в рецептуре является диапазон 15–20%. При превышении этого количества фарш приобретает нежелательную текучесть и липкость, ухудшается вкус и консистенция готового продукта.

Значимым технологическим решением явилось также добавление растительного масла в составе эмульсии, что позволило избежать маслянистого привкуса и обеспечить стабильность фаршевой системы (Гусева и соавт., 2015; Феофилактова и соавт., 2021). При этом тип растительного масла не оказывал значительного влияния на стабильность эмульсии, однако критическое значение имела его концентрация (Горбатовский и соавт., 2020; Jiao et al., 2019).

Оценка биологической ценности разработанного паштета, проведенная с участием тест-культуры *Tetrahymena pyriformis*, подтвердила его высокие биологические показатели, поскольку наблюдался стабильный рост тест-организмов и отсутствие гибели клеток в ходе эксперимента. Оба варианта получили высокую дегустационную оценку и характеризовались однородной сочной консистенцией, приятным вкусом и привлекательным внешним видом. Полученные продукты содержат более 20% белков и имеют невысокую энергетическую ценность — в среднем 195 ккал (816 кДж), что дополнительно подтверждает их потенциал как полезной

пищевой продукции с высоким потребительским спросом. В отличие от существующих технологий, базирующихся на переработке основного сырья (мышечная ткань), в нашей работе показана возможность рациональной переработки шлемоносца, при которой экстракция основных нутриентов и балластных веществ вторичного сырья способствует повышению питательной ценности готового продукта. Работы в данном направлении продолжаются.

Ограничения исследования

Представленные результаты получены в лабораторных условиях и требуют апробации на уровне опытно-промышленного или промышленного производства для подтверждения технологической реализуемости. Исследование основывалось на анализе ограниченного количества экземпляров дальневосточного шлемоносца, что может не полностью отражать изменчивость его химического состава и реологических характеристик. Определение биологической ценности осуществлялось только на тест-культуре *Tetrahymena pyriformis*. Необходимо дополнительное подтверждение биологической ценности продукта другими методами или модельными организмами для повышения надежности полученных данных. Проведенные дегустационные испытания ограничены коротким периодом хранения продукта и не позволяют оценить стабильность органолептических характеристик при длительном хранении. Исследование не затрагивает вопросы сроков хранения, условий транспортировки и микробиологической безопасности продукта, что является важным фактором при внедрении технологии в производство. Перечисленные ограничения обозначают направления для дальнейших исследований и способствуют улучшению предложенной технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования разработана технология получения формованного продукта (паштета) на основе мышечной ткани дальневосточного шлемоносца с добавлением нутовой муки и эмульсии из рыбного бульона, полученного из вторичного сырья. Установлено, что исследуемое сырьё обладает высоким содержанием полно-

ценного белка (более 20%), низким содержанием липидов (до 2,5%) и хорошими реологическими характеристиками, что делает его перспективным для создания пищевой продукции с заданными свойствами.

Выявлено, что нутовая мука (5–7%) и рыбная эмульсия (15–20%) улучшают структурно-механические и органолептические показатели паштета. Продукт характеризуется высокой биологической ценностью, подтверждённой методом биотестирования с *Tetrahymena pyriformis*, положительными вкусовыми характеристиками и относительно низкой энергетической ценностью (195 ккал, или 816 кДж).

Полученные результаты подтверждают целесообразность вовлечения дальневосточного шлемоносца и вторичных ресурсов рыбопереработки в пищевое производство. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оценку микробиологической безопасности, стабильности при хранении и масштабирование предложенной технологии до уровня промышленного производства.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Алевтина Витальевна Югай: формулирование идеи исследования, целей и задач; методология; написание черновика рукописи, включая его перевод на иностранный язык.

Татьяна Ноевна Слуцкая: курирование данных; написание рукописи — рецензирование и редактирование; критический анализ черновика рукописи.

Галина Николаевна Тимчишина: курирование данных; написание рукописи — рецензирование и редактирование; критический анализ черновика рукописи.

Татьяна Николаевна Данильчук: курирование данных; административное руководство исследовательским проектом; написание рукописи — рецензирование и редактирование.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Alevtina V. Yugay: ideas; formulation of overarching research goals and aims; methodology; preparation of the published work, specifically writing the initial draft (including substantive translation).

Tatyana N. Slutskaia: data curation; writing — review & editing; specifically critical review.

Galina N. Timchishina: data curation; writing — review & editing; specifically critical review.

Tatiana N. Danilchuk: data curation; project administration; writing — review & editing.

ЛИТЕРАТУРА

- Артюхова, С.А., Богданов, В.Д., & Дацун, В.М. (2001). *Технология продуктов из гидробионтов*. Москва: Колос.
- Artyukhova, S.A., Bogdanov, V.D., & Datsun, V.M. (2001). *Technology of products from hydrobionts*. Moscow: Kolos. (In Russ).
- Богданов, В., Гусева, Л., & Панкина, А. (2015). Обоснование режима термообработки рыбного фарша в производстве кулинарных продуктов. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*, (2), 98–104.
- Bogdanov, V., Guseva, L., & Pankina, A. (2015). Justification of the heat treatment mode of minced fish in the production of culinary products. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*, (2), 98–104. (In Russ).
- Бочкарева, З.А., & Назарова, Е.И. (2024). Совершенствование технологии рыбных рубленых изделий с бобовыми и лактулозой. *Инновационная техника и технология*, 11(3), 18–22.
- Bochkareva, Z.A., & Nazarova, E.I. (2024). Improving the technology of minced fish products with legumes and lactulose. *Innovative Machinery and Technology*, 11(3), 18–22. (In Russ.).
- Верболоз, Е. И., Распопов, Д. С., & Шестакова, Е. А. (2019). Технология повышения стойкости рыбной продукции с добавлением белково-жировой эмульсии, обработанной ультразвуком и магнитным полем, к окислительным процессам при хранении. *Вестник*

- Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство, (1), 129–135. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-1-129-135>.
- Verbolo, E. I., Raspopov, D. S., & Shestakova, E. A. (2019). Technology for increasing the stability of fish products with the addition of a protein-fat emulsion treated with ultrasound and a magnetic field to oxidative processes during storage. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*, (1), 129–135. (In Russ). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-1-129-135>.
- Воробьев, В.И. (2015). Переработка коллагенсодержащего сырья. *Рыбное хозяйство*, (1), 122–125
- Vorobyov, V.I. (2015). Processing of collagen containing raw material. *Fisheries*, (1), 122–125. (In Russ).
- Гизбрехт, В.В., & Бредихина, О.В. (2023). Обоснование разработки рыбных кулинарных изделий функциональной направленности для местного населения Арктической зоны Чукотки. *Рыбное хозяйство*, (4), 107–112. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-107-112>
- Giesbrecht, V.V., & Bredikhina, O.V. (2023). Justification for the development of functional fish culinary products for the local population of the Arctic zone of Chukotka. *Fisheries*, (4), 107–112. (In Russ). <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-107-112>
- Гусева, Л.Б., Богданов, В.Д., & Панкина, А.В. (2015). Экспериментальное обоснование состава фаршевых эмульсий в производстве рыбных кулинарных продуктов. *Научные труды Дальрыбвтуза*, 35, 107–117.
- Guseva, L.B., Bogdanov, V.D., & Pankina, A.V. (2015). Experimental substantiation of the composition of minced emulsions in the production of fish culinary products. *Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University*, (35), 107–117 (In Russ).
- Горбатовский, А. А., Ракитянская, И.Л., & Каледина, М.В. (2020). Технология производства продуктов из фарша тресковых механической обвалки. *Техника и технология пищевых производств*, 50(2), 361–371. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-361-371>
- Gorbatovskiy, A. A., Rakityanskaya, I. L., & Kaledina, M. V. (2020). Technology of production of products from minced cod of mechanical deboning. *Food Processing: Techniques and Technology*, 50(2), 361–371. (In Russ). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-2-361-371>
- Зверев, С.В., & Политуха, О.В. (2022). Сбалансированный состав многокомпонентной крупы в условиях адекватной концепции питания. *Продовольственные системы*, 5(3), 185–194. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-3-185-194>
- Zverev, S.V., & Politukha, O.V. (2022). Balanced composition of multicomponent groats in conditions of the adequate nutrition concept. *Food systems*, 5(3), 185–194. (In Russ.). <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-3-185-194>
- Игнатъев, А.Д., Исаев М.К., & Долгов, В.А. (1980). Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории *тетрахимена пириформис*. *Вопросы питания*, (1), 70–71.
- Ignatiev, A.D., Isaev, M.K., & Dolgov, V.A. (1980). Modification of the method of biological evaluation of food products using the *Tetrahymena pyriformis* ciliated ciliate. *Voprosy Pitaniia*, (1), 70–71. (In Russ).
- Игнатъев, А.Д., & Шаблий, В.Я. (1978). Использование инфузорий *тетрахимена пириформис* как тест-объект при биологических исследованиях в сельском хозяйстве. М.: ВАСХНИЛ.
- Ignatiev, A.D., & Shabliy, V.Ya. (1978). Use of the ciliate *Tetrahymena pyriformis* as a test object in biological research in agriculture. М.: VASKhNIL. (In Russ).
- Коган, В. В., & Семенова, Л. Э. (2019). Инженерная реология в пищевой промышленности. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*, (4), 147–156. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-4-147-156>
- Kogan, V. V., & Semenova, L. E. Engineering rheology in the food industry (2019). *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*, (4). 147–156. (In Russ). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2019-4-147-156>
- Козин, А.В., Абрамова, Л.С., Гусева, Е.С., & Дерунец, И.В. (2021). Установление метрологических параметров методики измерений массовой доли белка методом

- Кьельдаля в пищевой рыбной продукции. *Пищевые системы*, 4(4), 239–245. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-4-239-245>
- Kozin, A. V., Abramova, L. S., Guseva, E. S., & Derunets, I. V. (2021). Establishment of metrological parameters of the method for measuring the protein mass fraction in fish food products by the Kjeldahl method. *Food Systems*, 4(4), 239–245. (In Russ). <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-4-239-245>
- Корниенко, Н.Л. (2022). *Научное обоснование и разработка технологии рыбных паштетов на основе рационального использования наваги и краснопёрки* [Кандидатская диссертация, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет]. Репозиторий.
- Kornienko, N.L. (2022). *Scientific substantiation and development of fish pate technology based on the rational use of saffron cod and redeye* [Doctoral dissertation, Far Eastern State Technical Fisheries University]. Campus Repository. (In Russ).
- Макоедов, А. Н., Матишов, Г.Г., & Пономарева, Е.Н. (2023). Мировые тенденции использования водными биоресурсами. *Вестник Российской академии наук*, 93(2), 179–190. <https://doi.org/10.31857/S086958732301005X>
- Makoedov, A. N., Matishov, G.G., & Ponomareva, E.N. (2023). Global trends in the use of aquatic biological resources. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 93(2), 179–190. (In Russ). <https://doi.org/10.31857/S086958732301005X>
- Матвеев, А.А. (2021). *Многолетняя динамика биомассы, распределение, промысел и некоторые аспекты биологии массовых видов рогатковых у западной Камчатки*. [Кандидатская диссертация, Камчатский государственный технический университет]. Репозиторий.
- Matveev, A.A. (2021). *Long-term dynamics of biomass, distribution, harvesting and some aspects of biology of Cottidae in western Kamchatka* [Doctoral dissertation, Kamchatka State Technical University]. Campus Repository. (In Russ).
- Морозов, И.О. (2022). *Разработка технологии кулинарных жележных изделий на основе полуфабрикатов, приготовленных из пищевой рыбной продукции* [Кандидатская диссертация, Калининградский государственный технический университет]. Репозиторий.
- Morozov, I.O. (2022). *Development of technology for culinary jelly products based on semi-finished products prepared from food fish products* [Doctoral dissertation, Kaliningrad State Technical University]. Campus Repository. (In Russ).
- Несвященко, С. С., Волченко, В. И., Гроховский, В. А., Темиржанова (Швейкина), К. С., Горбонос (Петрова), М. О., & Панкратова (Яцук) К. А. (2015). Использование печени трески и ее жира в технологии многокомпонентных пищевых продуктов. *Вестник международной академии холода*, (1), 20–26
- Nesvyashchenko, S. S., Volchenko, V. I., Grokhovsky, V. A., Temirzhanova, (Shveikina) K. S., Gorbonos, (Petrova) M. O., & Pankratova (Yatsuk) K. A. Cod liver and its fat in multicomponent food technology. *Journal of International Academy of Refrigeration*, (1), 20–26. (In Russ).
- Панченко, В.В., & Пущина, О.И. (2004). Биологическая характеристика керчаковых рыб рода *Myoxocephalus* (Cottidae) Зал. Петра Великого Японского моря. *Известия ТИНРО*, 138, 120–153
- Panchenko, V.V., Pushchina, O.I. (2004). Biological characteristic of sculpins of genus (Cottidae) of Peter the Great Bay (Japan Sea). *Izv. TINRO*, 138, 120–153. (In Russ).
- Панченко, В.В., Вдовин, А.Н., & Панченко, Л.Л. (2022). Сезонное распределение и размерный состав дальневосточного шлемоносца *Gymnocanthus herzensteini* (Cottidae) у материкового побережья Российских вод Японского моря. *Вопросы ихтиологии*, 62(4), 379–386. <https://doi.org/10.31857/S0042875222040245>
- Panchenko, V.V., Vdovin, A.N., & Panchenko, L.L. (2022). Seasonal distribution and size composition of the Far Eastern sculpin *Gymnocanthus herzensteini* (Cottidae) off the mainland coast of the Russian waters of the Sea of Japan. *Journal of Ichthyology*, 62(4), 379–386. (In Russ). <https://doi.org/10.31857/S0042875222040245>

- Панчишина Е.М. (2015). *Разработка технологии рыбного бульона и супов на его основе с использованием вторичного сырья* [Кандидатская диссертация, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет]. Репозиторий.
- Panchishina E.M. (2015). *Development of technology for fish broth and soups based on it using secondary raw materials* [Doctoral dissertation, Far Eastern State Technical Fisheries University]. Campus Repository. (In Russ).
- Петрова, Л.Д., & Богданов, В.Д. (2019). Перспективность использования нутовой муки в технологии рыбного фарша. *Инновации и продовольственная безопасность*, (1), 30–35. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35>
- Petrova, L. D., & Bogdanov, V. D. (2019). Prospects of using chickpea flour in fish mince technology. *Innovations and Food Safety*, (1), 30–35. (In Russ). <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35>
- Пчелинцева, О.Н., Бочкарева, З.А., & Лисина, С.В. (2021). Новый продукт с функциональными свойствами из рыбного сырья с растительными компонентами. *Ползуновский вестник*, (2), 132–139. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.018>
- Pchelintseva, O. N., Bochkareva, Z. A., & Lisina, S. V. (2021). A new product with functional properties made from fish raw materials with plant components. *Polzunovskiy Vestnik*, (2), 132–139. (In Russ). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2021.02.018>
- Сафронова, Т.М., Панчишина, Е.М., & Кращенко, В.В. (2019). Оценка рыбного сырья как способ повышения информативности его характеристик. *Техника и технология пищевых производств*, 4(49), 660–670. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-660-670>
- Safronova, T.M., Panchishina, E.M., & Krashchenko, V.V. (2019). Evaluation of fish raw materials as a way to increase the information content of its characteristics. *Food Processing: Techniques and Technology*, 4(49), 660–670. (In Russ). <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-660-670>
- Тиунов, В.М. (2019). *Формирование качества мучных кулинарных изделий из муки, не содержащей глютен, и рациона на их основе* [Кандидатская диссертация, Уральский государственный экономический университет]. Репозиторий.
- Tiunov, V.M. (2019). *Formation of the quality culinary products from gluten-free flour and a diet based on them* [Doctoral dissertation, Ural State University of Economics]. Campus Repository. (In Russ).
- Феофилактова, О.В., Заворохина, Н.В., & Лабетский, В.В. (2021). Получение стабильных эмульсионных систем. *Индустрия питания*, 6(3), 76–83. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-3-9>
- Feofilaktova, O.V., Zavorokhina, N.V., & Labetsky, V.V. (2021). Obtaining stable emulsion systems. *Food Industry*, 6(3), 76–83. (In Russ). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2021-6-3-9>
- Чаус, С.А. (2024). Распределение рыб семейства Cottidae в юго-восточной части Баренцева моря (к западу от о. Долгий). Труды Кольского научного центра РАН. *Серия: Естественные и гуманитарные науки*, 3(3), 152–156. <http://doi.org/10.37614/2949-1185.2024.3.3.015>
- Chaus, S.A. (2024). Distribution of fish of the family Cottidae in the southeastern part of the Barents Sea (west of Island Dolgy). *Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Natural Sciences and Humanities*, 3(3), 152–156. (In Russ). <http://doi.org/10.37614/2949-1185.2024.3.3.015>
- Чернышова, О., & Цибизова, М. (2012). Технохимический состав и функционально-технологические свойства недоиспользуемого рыбного сырья волго-каспийского бассейна. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*, (2), 189–194.
- Chernyshova, O., & Tsibizova, M. (2012). Technochemical composition and functional-technological properties of underutilized fish raw materials of the Volga-Caspian basin. *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*, (2), 189–194. (In Russ).
- Югай, А. В., Бойцова, Т.М., & Печников, А.С. (2021). Исследование технохимической характеристики дальневосточного шлемоносца (*Gymnocanthus Herzensteini*). *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство*, (3), 150–160. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-3-150-160>

- Yugay, A. V., Boytsova, T. M., & Pechnikov, A. S. (2021). Study of technochemical characteristics of the Far Eastern sculpin (*Gymnocanthus Herzensteini*). *Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*, (3), 150–160. (In Russ). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2021-3-150-160>
- Югай, А. В., & Слуцкая, Т.Н. (2024). Обоснование возможности получения эмульсионной продукции на основе вторичного сырья из бычков семейства *Cottidae*. *Ползуновский вестник*, (1), 7–14. <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.001>
- Yugay, A. V., & Slutskaya, T. N. (2024). Substantiation of the possibility of obtaining emulsion products based on secondary raw materials from gobies of the family *Cottidae*. *Polzunovskiy Vestnik*, (1), 7–14. (In Russ). <https://doi.org/10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.001>
- Ярцева, Н.В., Долганова, Н.В., Алексанян, И.Ю., & Нугманов, А.Х.-Х. (2022). Совершенствование технологии рыбного фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него. *Индустрия питания*, 7(2), 61–71. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-2-7>
- Yartseva, N.V., Dolganova, N.V., Aleksanyan, I.Yu., & Nugmanov, A.Kh.-Kh. (2022). Improving the technology of minced fish from pond fish and evaluating the quality of culinary products from it. *Food Industry*, 7(2), 61–71. (In Russ). <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2022-7-2-7>
- Ahuja, I., Dauksas, E., Remme, J. F., Richardsen, R., & Løes, A. K. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming — With status in Norway: A review. *Waste Management*, 115, 95–112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37(8), 911–917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>
- De Angelis, D., Pasqualone, A., Allegretta, I., Porfido, C., Terzano, R., Squeo, G., & Summo, C. (2021). Antinutritional factors, mineral composition and functional properties of dry fractionated flours as influenced by the type of pulse. *Heliyon*, 7(2), e06177. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06177>
- Caruso, G., Floris, R., Serangeli, C., & Di Paola, L. (2020). Fishery wastes as a yet undiscovered treasure from the sea: biomolecules sources, extraction methods and valorization. *Marine Drugs*, 18(12), 622. <https://doi.org/10.3390/md18120622>
- El-Beltagi, H. S., El-Senousi, N. A., Ali, Z. A., & Omran, A. A. (2017). The impact of using chickpea flour and dried carp fish powder on pizza quality. *PloS One*, 12(9), e0183657. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183657>
- Felisiak, K., Przybylska, S., Tokarczyk, G., Tabaszewska, M., Słupski, J., & Wydurska, J. (2024). Effect of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Flour incorporation on quality, antioxidant properties, and bioactive compounds of shortbread cookies. *foods*, 13(15), 2356. <https://doi.org/10.3390/foods13152356>
- Jiao, X., Cao, H., Fan, D., Huang, J., Zhao, J., Yan, B., Zhou, W., Wenhai, Z., Weijian, Y., & Zhang, H. (2019). Effects of fish oil incorporation on the gelling properties of silver carp surimi gel subjected to microwave heating combined with conduction heating treatment. *Food Hydrocolloids*, (94), 164–173. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2019.03.017>
- Raza, H., Ameer, K., Zaaboul, F., Shoaib, M., Pasha, I., Nadeem, M., Ren, X., & Zhang, L. (2021). Effects of intensification of vaporization by decompression to the vacuum (ivdv) and frying on physicochemical, structural, thermal, and rheological properties of chickpea (*cicer arietinum* L.) powder. *Food Science and Technology*, 41(3), 669–677. <https://doi.org/10.1590/fst.18920>
- Wang, C. H., Doan, C. T., Nguyen, A. D., & Wang, S. L. (2019). Reclamation of Fishery Processing Waste: A Mini-Review. *Molecules*, 24(12), 2234. <https://doi.org/10.3390/molecules24122234>
- Wilkinson, L. L., Embling, R., Raynor, H., Brunstrom, J. M., Higgs, S., & Lee, M. D. (2022). Multi-component food-items and eating behaviour: What do we know and what do we need to know? *Appetite*, 168, 105718. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105718>
- Yazdanpanah, S., Ansarifard, S., & Hasani, M. (2022). Development of novel gluten-free sausage based on chickpea, corn flour, and HPMC. *International Journal of Food Science*, 3616887. <https://doi.org/10.1155/2022/3616887>