

and Metrology, e-mail: [julduz.kaynar@mail.ru](mailto:julduz.kaynar@mail.ru)  
**Smagulova Mirgul Yesengalieвна**, candidate of technical sciences, specialist,  
Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology,  
e-mail: [mirgul.smagulova@bk.ru](mailto:mirgul.smagulova@bk.ru)  
**Kundyzbaeva Nazigul Dzhumakanovna**, candidate of technical sciences, leading  
specialist, Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology,  
e-mail: [kundyzbaeva@mail.ru](mailto:kundyzbaeva@mail.ru)  
**Karimova Gulmaida Konysbaevna**, specialist,  
Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology, e-mail: [gulmaida@mail.ru](mailto:gulmaida@mail.ru)  
**Rzaev Bakhtiyar Temirbekovich**, specialist, Kazakhstan Institute of Standardization  
and Metrology, e-mail: [Bahtiyar\\_9128@mail.ru](mailto:Bahtiyar_9128@mail.ru)

Kazakhstan Institute of Standardization and Metrology,  
Kazakhstan, Astana, e-mail: [info@ksm.kz](mailto:info@ksm.kz)

**Abstract:** the article describes pulp and paper production methods for the production of packaging paper.

**Key words:** straw, flax, wheat, paper, packaging, waste.

---

УДК 664.951.014:639.55:627.8

## ПОЛУЧЕНИЕ КОРМОВЫХ ДОБАВОК ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ ПРИ ГИДРОЛИЗНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО СЫРЬЯ

**Мезенова Ольга Яковлевна**, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой  
пищевой биотехнологии, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет» e-mail: [mezenova@klgtu.ru](mailto:mezenova@klgtu.ru)  
**Агафонова Светлана Викторовна**, канд. техн. наук, доцент кафедры пищевой  
биотехнологии, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет» e-mail: [svetlana.agafonova@klgtu.ru](mailto:svetlana.agafonova@klgtu.ru)  
**Романенко Наталья Юрьевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры пищевой  
биотехнологии, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет» e-mail: [nataliya.mezenova@klgtu.ru](mailto:nataliya.mezenova@klgtu.ru)  
**Волков Владимир Владимирович**, директор Центра передовых технологий  
использования белков кафедры пищевой биотехнологии, ФГБОУ ВО  
«Калининградский государственный технический университет»  
e-mail: [vladimir.volkov@klgtu.ru](mailto:vladimir.volkov@klgtu.ru)  
**Калинина Наталья Сергеевна**, заведующий лабораториями кафедры пищевой  
биотехнологии, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет» e-mail: [natalya.kalinina@klgtu.ru](mailto:natalya.kalinina@klgtu.ru)  
**Лихварь Маргарита Владимировна**, управляющий, ИП Лихварь  
e-mail: [kislinskayamv@gmail.com](mailto:kislinskayamv@gmail.com)

**Аннотация.** Предложено вводить в состав кормов для ценных видов рыб (лососевые, сиговые, осетровые) протеиновые добавки из хитинсодержащих отходов (головагрудь крабов и креветок) и насекомых (личинки *Hermetia illucens*), а также голов копченой кильки (шпротные отходы). Добавки получают высокотемпературным гидролизом в водной среде с последующим обезвоживанием. В готовых водорастворимых добавках содержание гидролизованного белка составляет 60-80 % и выше, более 50 % приходится на фракцию с молекулярной массой 1-5 кДа, в которых содержатся все незаменимые аминокислоты.

**Ключевые слова:** хитинсодержащие отходы, шпротные отходы, личинка *Hermetia illucens*, аквакультура, комбикорма

**Актуальность.** Россия обладает уникальными территориальными и природно-климатическими условиями, однако, сектор аквакультуры не занимает на сегодняшний день существенного места в экономике страны. Всего 0,1 % в общем мировом объеме объектов аквакультуры производится в России. Преимущественное развитие получило выращивание малоценных видов рыб, к которым относятся, например, карповые. Такие породы рыб, как лососевые, осетровые и т.д. практически не выращиваются. Одна из причин – дефицит отечественной кормовой базы. Основным компонентом специальных кормов для аквакультуры является полноценный рыбный белок, традиционным поставщиком которого является рыбная мука. К сожалению, сегодня отечественная рыбная мука в дефиците, к тому же она имеет нестабильный химический состав, как правило, низкое содержание белка. В связи с этим остро стоит вопрос об альтернативных источниках животного протеина, предназначенных для введения в состав кормов ценных плотоядных объектов аквакультуры [1, 2].

Представляется перспективным использовать в качестве альтернативных источников протеина альтернативное сырье – отходы, связанные с переработкой водных биологических ресурсов, а также личинки тропической мухи черной львинки *Hermetia illucens* [3].

России принадлежит большая часть мирового объема добычи камчатских крабов и креветок. После разделки остается 24-56 % хитинсодержащих отходов, которые в основном утилизируются. Отходы от разделки камчатского краба, северной и белоногой креветок, антарктического криля и рачка-бокоплава гаммаруса характеризует повышенная прочность за счет высокой минерализации панцирей и присутствия хитина. Исследованное хитинсодержащее крабовое и креветочное сырье (головагрудь, карапакс, гепатопанкреас, абдомен) содержит в среднем 16,25-18,7 % белка; 5,9-8,45 % минеральных веществ; 1,2-1,65 % жира; 74,2-75,3 % воды; 1,5-2,1 % углеводов (хитина) [4, 5].

В Калининградской области сегодня на 11 предприятиях при производстве консервов «Шпроты в масле» ежедневно накапливается до 8-10 тонн копченых рыбных голов. Отходы утилизируются сжиганием на мусорных полигонах. При этом ценный органический потенциал сырья уничтожается, предприятия несут расходы, создаются экологические проблемы [6, 7].

Протеин из насекомых – это быстро развивающийся сегодня тренд белковой индустрии, рациональный для кормовой базы сельскохозяйственных животных и птицы. Инновации в аквакультуре тесно связаны с культивированием личинки черной львинки *Hermetia illucens*. В Калининградской области имеются 3 специализированных хозяйства по выращиванию личинки, которые, поедая органические отходы, за несколько дней набирают массу, в сотни раз превышающую первоначальную. Личинки содержат в зависимости от субстрата при питании 36-45 % протеина, 20-45 % жира, 6-8 % хитина, 3-14 % углеводов, 1-4 % минеральных веществ, включающих кальций, фосфор, марганец [3].

Для данного сырья с учетом высокого содержания минеральных и хитиновых веществ, а также жестких структур с коллагеновыми белками рекомендуется комплексная переработка методом высокотемпературного гидролиза с получением в качестве основного продукта низкомолекулярных высоко усвояемых пептидно-протеиновых композиций [2, 4].

Целью данного исследования являлась комплексная переработка недовостребованных белковых ресурсов животного происхождения для получения протеиновых биодобавок и их применения в составе комбикормов ценных плотоядных объектов аквакультуры.

**Объекты и методы исследований.** При проведении экспериментов использовали отходы от разделки камчатских крабов (*Paralithodes camtschaticus*) (головгрудь, карапакс, абдомен, гепатопанкреас, жабры); отходы от разделки северной креветки (*Pandalus borealis*) и креветки белоногой (*Penaeus Vannamei*); головы копченой кильки (отходы шпротного производства); личинки мухи черной львинки, выращенные в агрохозяйстве ИП Лихварь (Калининградская область).

Гидролиз сырья проводили двумя способами: ферментативный гидролиз с применением ферментов Alcalase 2,5L (Novozymes, Дания) и коллагеназа (ООО «Биопрогресс», г. Щелково, Россия); высокотемпературный гидролиз в нейтральной водной среде по технологии Калининградского государственного технического университета при 130 °С в течение 60 мин. Гидролизат разделяли центрифугированием на жировую, жидкую и твердую часть. Основными компонентами жидкой части являются пептиды, твердой – минеральные вещества. Жидкую фракцию обезвоживали сублимационно, а твердую фракцию сушили в сушильном шкафу конвекционным способом [4, 9, 10].

Химический состав и органолептические свойства готовых добавок для аквакультуры исследовали стандартными методами. Биологические испытания по выращиванию радужной форели в аквакультуре с применением альтернативных протеиновых добавок вместо рыбной муки проводили на

предприятия ООО «Промкорм», а также на базе АтлантНИРО (Куршская коса) на молоди сига, в установках замкнутого водоснабжения.

**Результаты исследований.** Исследование химического состава хитинсодержащего сырья показало, что в среднем головогрудь, карапакс, гепатопанкреас, абдомен крабовых и креветочных отходов содержат 16,25-18,7 % белка; 5,9-8,45 % золы; 1,2-1,65 % жира; 74,2-75,3 % воды; 1,5-2,1% углеводов (хитина). Общий химический состав личинки черной львинки: содержание воды 69,1 %, белка 10,9 %, жира 5,5 %, минеральных и углеводных веществ 14,5 %. Головы копченой кильки в среднем содержали воды 55,6 %, белка 20,3 %, жира 18,3 % и минеральных веществ, включая поваренную соль, 5,8 %. Аминокислотный анализ белковой составляющей данного сырья показал наличие всех незаменимых аминокислот [4-7].

Сравнительные испытания различных способов гидролиза показали, что данное сырье практически одинаково гидролизуется до водорастворимого состояния при применении высокотемпературного и ферментативного способов гидролиза с получением водорастворимой пептидно-протеиновой, водонерастворимой белково-минеральной и жировой биодобавок. Высушенные лиофильно пептидно-белковые добавки содержали протеинов соответственно 63,8-71,6% (термогидролиз) и 62,5-69,3 % (ферментализ). Высушенные осадочные фракции представляли собой белково-минеральные добавки и содержали белков 31,3-38,5 %, минеральных веществ 36,1-42,3%, углеводно-хитиновых веществ 5,3-7,7 %.

На основных операциях комплексной схемы переработки крабовых и креветочных отходов определены материальные балансы и выходы целевой продукции. Из 1000 кг крабового сырья можно получить пептидно-протеиновой добавки около 77 кг; сухой белково-минеральной добавки - 224 кг; жира - 13 кг. В крабовую пептидно-протеиновую добавку вышло (в % от содержания в сырье): 29,1 % белковых веществ; 19,8% минеральных веществ; 7,7% жира. Соответственно в белково-минеральную добавку из сырья перешло 70,9% белка, минеральных веществ и жира 80,6% и 50,6 %. Выход жира в жировую добавку составил 41,7%. Из 1000 кг креветочного сырья можно получить пептидно-протеиновой добавки 19,9 кг, белково-минеральной добавки 19,4 кг, жира - 0,67 кг. В пептидно-протеиновую добавку вышло (в % от их содержания в сырье): 62 % белковых веществ, 42 % минеральных веществ, 30% жира; в белково-минеральную добавку перешло 38 % белка сырья, минеральных веществ – 58 %, жира – около 30 %. Выход жира в жировую добавку составил 40 %.

Исследован питательный потенциал белковых биодобавок, полученных из хитинсодержащего сырья. Аминокислотный анализ показал присутствие в добавках всех необходимых молоди форели аминокислот. Установлен фракционно-молекулярный состав водорастворимой добавки. Основная масса коротких пептидов (более 50 %) приходится на фракцию с молекулярной массой 1-5 кДа, а общее количество физиологически активных пептидов с молекулярной массой менее 10 кДа составляет более 88 % при термическом гидролизе и 85 % при ферментативном гидролизе. Это подтверждает эффективность применения добавок в кормах для рыб [6,7].

Биологические испытания протеиновых добавок из шпротных отходов по кормлению мальков сига в аквакультуре в сравнительных испытаниях, проведенные в течение 56 суток в УЗВ-установках, показали, что у рыб в экспериментальной группе, получавших корм с добавкой из шпротных отходов взамен 5 % рыбной муки, наблюдается более высокая скорость роста (1,25-1,33) и более низкие значения кормового коэффициента (1,15-1,61). Установлено положительное влияние добавок на морфофизиологические показатели молоди сига (индекс сердца, селезенки) и кровь в гистологических исследованиях [5].

В биологических испытаниях по выращиванию молоди радужной форели обоснована опытная рецептура комбикормов с применением пептидно-протеиновой добавки на основе хитинсодержащих отходов из крабового сырья взамен рыбной муки. В сравнительных экспериментах в течение 56 суток установлено, что включение 5 % пептидно-протеиновой добавки стимулирует рост годовиков форели. Удельная скорость роста рыб опытной группы была выше (1,54 % / сут.), чем в контрольной группе (1,22 % / сут.). Абсолютный прирост массы тела составил соответственно в опытной и контрольной группах 60,3 г и 46,1 г, выживаемость – 98 % и 96 %. У опытной группы рыб отмечена положительная аллометрия по соотносительному росту мышц к внутривисцеральным жировым отложениям. Соматический индекс сердца у радужной форели к концу эксперимента уменьшился в опытной и контрольной группах соответственно до 0,14 и 0,16 %, гепатосоматический индекс снизился в опытной группе до 1,36-1,93 %, а в контрольной – не изменился. Соматический индекс селезенки колебался соответственно 0,08-0,20 % и 0,06-0,11 %, что свидетельствует о несколько лучшем физиологическом состоянии форели из опытной группы. В крови данных рыб оказалась выше концентрация гемоглобина, содержание гемоглобина в эритроците, цветной показатель и концентрация общего белка в сыворотке крови, а также меньшая концентрация лейкоцитов, что свидетельствует об ее лучшем физиологическом состоянии [5].

**Выводы.** Полученные результаты показывают рациональность использования хитинсодержащего и недовостребованного рыбного сырья (крабовые, креветочные и копченые рыбные отходы), а также насекомых (личинки мухи черной львинки) после переработки гидролизным методом в качестве альтернативных источников белка для изготовления протеиновых добавок, предназначенных для введения взамен рыбной муки в состав комбикормов для плотоядных объектов аквакультуры (сиговых, форелевых).

### Библиографический список

1. Проектирование сбалансированных кормов для индустриальной аквакультуры с применением протеиновых гидролизатов побочного рыбного сырья / О.Я. Мезенова, Д.С. Пьянов, С.В. Агафонова, Н.Ю. Мезенова, В.В. Волков // Рыбное хозяйство. – 2021. – № 4. – С. 81-88.

2. Оценка эффективности кормления радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) диетой на основе личинки черной львинки / С.В. Матросова, С.Н.

Лябзина, В.В. Горбач, Ю.Н. Ильмаст // Известия КГТУ, № 71, 2023. С. 11-22. DOI 10.46845/1997-3071-2023-71-11-23

3. Физиологические основы питательной ценности концентрата личинок *Hermetia illucens* в рационе рыб / Н. А. Ушакова, С. В. Пономарев, Ю. В. Федоровых, А.И. Бастраков, Д.С. Павлов // Известия Академии наук СССР. Серия биологическая. 2020. № 3. С. 293–300.

4. Оценка биопотенциала вторичного крабового сырья и продуктов его гидролиза для использования в аквабиотехнологии /О.Я.Мезенова, С.Н. Максимова, С.В. Агафонова Н.Ю. Романенко, Н.С. Калинина, В.В. Волков, Й.-Т. Мерзель // Вестник Международной академии холода, 2023, № 3, С.44-53 DOI: 10.17586/1606-4313-2023-22-3-44-52

5. Мезенова О.Я. Биопотенциал вторичного хитинсодержащего сырья и рациональные направления его использования / Известия КГТУ, 2023. № 69. С. 74–88. DOI. 10.46845/1997-3071-2023-69-74-88.

6. Применение продуктов гидролиза шпротных отходов при кормлении европейского сига в аквакультуре / О. Я. Мезенова, Д. С. Пьянов, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко, В. В. Волков, Н. С. Калинина // Рыбное хозяйство. – 2022. – № 3. – С. 54-61.

7. Оценка питательной ценности комбикормов для лососевых с добавлением продуктов гидролиза шпротных отходов /О. Я. Мезенова, Д. С. Пьянов, С. В. Агафонова, Н. Ю. Романенко, В. В. Волков, Н. С. Калинина, Т. Мерзель //Известия КГТУ, 2022. - № 67. С. 33-47.

8. Особенности использования прямого нагрева при концентрировании сыворотки / А. М. Попов, Н. Н. Турова, Е. И. Стабровская [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-10. – С. 2124-2128

## **OBTAINING FEED ADDITIVES FOR AQUACULTURE DURING HYDROLYSIS PROCESSING OF ALTERNATIVE RAW MATERIALS**

*Mezenova Olga Yakovlevna, Doctor of Engineering. Sciences, Professor, Head of the Department of Food Biotechnology, Kaliningrad State Technical University e-mail: [mezenova@klgtu.ru](mailto:mezenova@klgtu.ru)*

*Agafonova Svetlana Viktorovna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Food Biotechnology, Kaliningrad State Technical University, e-mail: [svetlana.agafonova@klgtu.ru](mailto:svetlana.agafonova@klgtu.ru)*

*Romanenko Natalya Yurievna, Ph.D. tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Food Biotechnology, Kaliningrad State Technical University, e-mail: [nataliya.mezenova@klgtu.ru](mailto:nataliya.mezenova@klgtu.ru)*

*Volkov Vladimir Vladimirovich, Director of the Center for Advanced Technologies for the Use of Proteins, Department of Food Biotechnology, Kaliningrad State Technical University, e-mail: [vladimir.volkov@klgtu.ru](mailto:vladimir.volkov@klgtu.ru)*

*Kalinina Natalya Sergeevna, head of laboratories of the Department of Food Biotechnology, Kaliningrad State Technical University, e-mail: [natalya.kalinina@klgtu.ru](mailto:natalya.kalinina@klgtu.ru)*

*Likhvar Margarita Vladimirovna, manager, IP Likhvar,  
e-mail: [kislinskayamv@gmail.com](mailto:kislinskayamv@gmail.com)*

Kaliningrad State Technical University,  
Russia, Kaliningrad, e-mail: [rector@klgtu.ru](mailto:rector@klgtu.ru)

**Abstract.** *The indicators of the quality and biological value of oils isolated from the heads of smoked sprat and mackerel and the insides of walleye are presented. Quality indicators have been established in fish oils: acid value, peroxide value, iodine value, saponification value, the content of unsaponifiable substances and impurities of a non-fat nature, anisidine value, thiobarbituric acid value; mass fraction of moisture. The assessment of the fatty acid composition showed a high content of unsaturated acids (66.25 – 73.69%); polyunsaturated LC (21.72 – 38.45%), including long-chain PUFA of the omega-3 class (EPA 6.26 – 12.31% and DHA 6.67 – 25.02%).*

**Key words:** *chitin-containing waste, sprat waste, Hermetia illucens, aquaculture, compound feed*

---

УДК 634.7

## БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КЛЮКВЫ КАК ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

*Мирошина Татьяна Александровна, канд. пед. наук, доцент, доцент кафедры Педагогических технологий, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого», e-mail: [intermir42@mail.ru](mailto:intermir42@mail.ru)*

*Резниченко Ирина Юрьевна, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры Биотехнологии и производства продуктов питания, ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого», e-mail: [irina.reznichenko@gmail.com](mailto:irina.reznichenko@gmail.com)*

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В. Н. Полецкого», Россия, Кемерово, e-mail: [ksai@ksai.ru](mailto:ksai@ksai.ru)

**Аннотация:** статья содержит сведения о биологическом потенциале ягод клюквы. Приведены данные о пищевой ценности ягод, в том числе витаминном, минеральном составе клюквы, охарактеризованы биоактивные соединения; описано действие клюквы в лечебно-профилактическом питании.

**Ключевые слова:** клюква, пищевая ценность, биологический потенциал, антимикробные свойства, антиоксидантные свойства.

Клюква (*Vaccinium macrocarpon*) – известная ягода, представитель семейства вересковых. Красные ягоды с характерным терпким вкусом на