

## Процесс получения ферментативных гидролизатов из отходов переработки креветки северной

М. В. Киселева\*<sup>ORCID</sup>, О. В. Табакаева, Т. К. Каленик, А. Ю. Киселев, Г. С. Татаренко



Дата поступления в редакцию: 05.07.2019  
Дата принятия в печать: 15.11.2019

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»,  
690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

\*e-mail: zarco@list.ru



© М. В. Киселева, О. В. Табакаева, Т. К. Каленик, А. Ю. Киселев, Г. С. Татаренко, 2019

### Аннотация.

**Введение.** Рациональное использование природных ресурсов должно основываться на комплексной переработке сырья. Целью данной работы являлась разработка биотехнологии получения гидролизата из отходов производства креветки северной *Pandalus borealis*.

**Объекты и методы исследования.** Мышечные ткани головогруды, ходильных и плавательных ног. В качестве ферментного препарата был выбран пепсин PanReas AppliChem.

**Результаты и их обсуждение.** Экспериментально установлено, что рациональными параметрами являются: гидромодуль – 1:2, продолжительность – 3 часа, температура – 45 °С, обеспечивающие максимальное накопление белка в гидролизате. После проведенного гидролиза были получены две фракции гидролизата: плотная и жидкая (непосредственно гидролизат). Исследования жидкой фазы показали, что в гидролизате содержится: 90,87 % воды, 6,45 % белка, 0,4 % липидов, 0,23 % углеводов и 0,51 % золы. Лиофильная сушка жидкой части гидролизата позволила получить хлопья темно-оранжевого цвета с плотной рассыпчатой консистенцией и с насыщенным запахом и вкусом, свойственным креветкам. Содержание белка в полученном после лиофильного высушивания гидролизате составило  $74,23 \pm 3,71$ . Максимально представлены белки. Минеральные озольяемые вещества являются вторым по содержанию классом. Углеводы и липиды содержатся в незначительном количестве, что характерно для данного вида сырья. По показателям безопасности гидролизат соответствовал требованиям нормативной документации. Основными операциями при получении ферментативного гидролизата из отходов креветки северной *Pandalus borealis* являются: измельчение, ферментативный гидролиз в течение 3 часов при температуре 45 °С, отделение жидкой и плотной части методом центрифугирования, инактивация ферментативной активности, лиофильная сушка до остаточного содержания воды не более 10 %.

**Выводы.** Ферментативный гидролиз отходов северной креветки позволяет получить высокобелковый продукт для обогащения продуктов питания.

**Ключевые слова.** Морепродукты, моллюски, ферментативный гидролиз, пепсин, белок

**Для цитирования:** Процесс получения ферментативных гидролизатов из отходов переработки креветки северной / М. В. Киселева, О. В. Табакаева, Т. К. Каленик [и др.] // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49, № 4. – С. 635–642. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-635-642>.

Original article

Available online at <http://fptt.ru/eng>

## Production of Enzymatic Hydrolyzates from North Shrimp Wastes

M.V. Kiseleva\*<sup>ORCID</sup>, O.V. Tabakaeva, T.K. Kalenik, A.Yu. Kiselev, G.S. Tatarenko

Received: July 05, 2019  
Accepted: November 15, 2019

Far Eastern Federal University,  
8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia

\*e-mail: zarco@list.ru



© M.V. Kiseleva, O.V. Tabakaeva, T.K. Kalenik, A.Yu. Kiselev, G.S. Tatarenko, 2019

### Abstract.

**Introduction.** Motor muscle of a shrimp takes about 37% of the total mass. Traditionally, muscle tissue has been used in the food industry. The rest of the shrimp, i.e. about 63%, is considered waste. The production wastes of the Northern shrimp (*Pandalus*

*Borealis*) are used to obtain chitin, chitosan, biologically active substances, various feeds, and dyes. Our previous research revealed that about 8% of the muscle tissue is wasted, in spite of its high content of well-balanced valuable protein. The current research objective was to develop a biotechnology that would make it possible to produce hydrolyzate from the waste products of *Pandalus borealis* for further use in food production.

**Study objects and methods.** The research featured muscle tissues of the northern shrimp (*Pandalus Borealis*). PanReac AppliChem pepsin was chosen for enzyme preparation.

**Results and discussion.** A set of experiments made it possible to establish the following rational parameters: hydromodule – 1:2, period – 3 h, temperature – 45°C. These conditions ensured maximum protein accumulation in the hydrolyzate. After hydrolysis, dense and liquid fractions of the hydrolyzate were obtained. The liquid phase had the following characteristics: water – 90.87%, protein – 6.45%, lipids – 0.4%, carbohydrates – 0.23%, ash – 0.51%. The freeze-drying of the liquid part of the hydrolyzate resulted in flakes of dark orange color and a dense crumbly consistency with a rich shrimp smell and taste. The protein content in the hydrolyzate obtained after freeze-drying was  $74.23 \pm 3.71$ . The hydrolyzate was rich in proteins and mineral insoluble substances, while carbohydrates and lipids were found in insignificant amounts. The ratio is typical of this type of raw material. In terms of safety, the hydrolyzate met the requirements specified in regulatory documentation. The main operations included grinding, enzymatic hydrolysis for 3 h at 45°C, centrifugation, enzymatic inactivation, and freeze-drying until residual water content fell below 10%.

**Conclusion.** The hydrolyzate obtained from northern shrimp production wastes can be used in food technology for food fortification.

**Keywords.** Sea food products, clams, enzymal hydrolysis, pepsine, protein

**For citation:** Kiseleva MV, Tabakaeva OV, Kalenik TK, Kiselev AYu, Tatarenko GS. Production of Enzymatic Hydrolyzates from North Shrimp Wastes. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;49(4):635–642. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-4-635-642>.

## Введение

Ежегодно мировая добыча морепродуктов характеризуется значительным ростом. При этом ресурсы Мирового океана используются не полностью и не всегда рационально, хотя многие отходы переработки могут быть в дальнейшем применены для приготовления различных пищевых, кормовых и технических продуктов. Неполная и нерациональная переработка морепродуктов приводит к накоплению значительного количества органических отходов, что пагубно сказывается на экологической и санитарно-эпидемиологической обстановке на территории производства [1–4].

Проведенные ФГУП «ТИНРО-Центр» исследования показали, что только 40 % выловленных гидробионтов поступают на мировой рынок как товарная продукция. Остальная часть вылова – некондиционное сырье, которое не используется для переработки и выбрасывается в море [5–9]. Это касается малоценных пород рыб и гидробионтов, характеризующихся небольшими размерами. Существует подобная проблема и при добыче такого ценного белкового морского сырья, как ракообразные, в частности креветки. Проблемы освоения запасов неиспользуемых креветок решаются разработкой технологий и технических средств, позволяющих перерабатывать сырье непосредственно на добывающем судне с получением варено-мороженого мяса по технологии криля и на береговых предприятиях с получением пищевых автолизатов (лизатов) из мороженных креветок.

Пищевая ценность мяса креветок характеризуется повышенным содержанием легкоусвояемого белка (около 20 %) и небольшим количеством жира. Мышечные ткани креветки содержат значительное количество незаменимых аминокислот, жирорастворимые (А и D) и водорастворимые

(группа В) витамины, микро- и макроэлементы (калий, цинк, марганец, магний, железо, йод) [10–12].

Традиционно в пищевой промышленности используется двигательный мускул креветок, который составляет около 37 % от общей массы креветок. В пищевой промышленности его применяют как самостоятельный продукт (сыро-мороженный, варено-мороженный нечищенный, мясо креветки разделанное варено-мороженое), а также при производстве блюд, кулинарии, сложносоставных пищевых продуктов. Остальные части рачка, которые находятся в мажорном соотношении против традиционной пищевой части, около 63 % выбрасываются как отход. Основными направлениями переработки отходов креветки северной *Pandalus borealis* являются: получение хитина, хитозана, биологически активных веществ, различных кормов и красителей [13–21]. В предыдущей работе научного коллектива было отмечено, что в отходах остается еще около 8 % трудно извлекаемой мышечной ткани, характеризующейся высоким содержанием ценного, хорошо сбалансированного белка [19]. Эти мышечные ткани находятся в головогрудь, ходильных и плавательных ногах. С одной стороны, они связаны с панцирем и не могут быть извлечены механически в большом объеме. С другой стороны, применение метода гидролиза при депротеинизации отходов креветки северной *Pandalus borealis* делает возможным получение продуктов питания, дополнительно обогащенных белком и аминокислотами.

Целью данной работы являлась разработка биотехнологии получения гидролизата из отходов переработки креветки северной *Pandalus borealis* для дальнейшего использования в производстве продуктов питания.

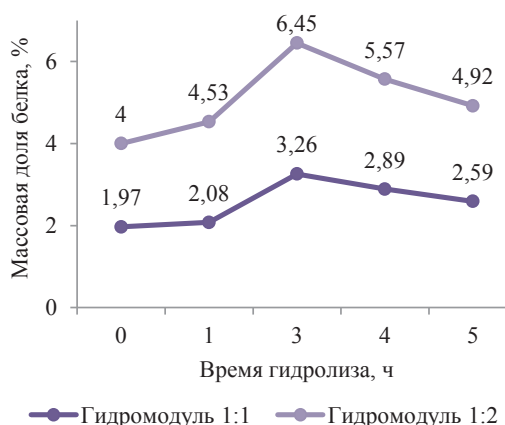


Рисунок 1. Влияние времени на массовую долю белка в гидролизате отходов *Pandalus borealis*

Figure 1. Effect of time on the mass fraction of protein in the hydrolyzate of *Pandalus borealis* wastes

### Объекты и методы исследования

Гидролизаты, получаемые с помощью ферментативного гидролиза, представляют собой многокомпонентные смеси, содержащие субъединицы белков, олигопептиды различных размеров, смеси пептидов со свободными аминокислотами. Таким образом, выбор способа гидролиза зависит от того, гидролизат какого химического состава необходимо получить.

В настоящее время подробно рассмотрены способы ферментативного гидролиза креветки северной *Pandalus borealis* тремя доступными ферментами: химотрипсином, трипсином и протосубтилином ГЗХ, а также автолиз некондиционной креветки [20, 21]. Данная работа также посвящена ферментативному гидролизу.

В качестве ферментного препарата был выбран пепсин PanReas AppliChem. Активность данного препарата 1:10.000 NF В, оптимальный pH среды субстрата 3,5–5,0. Весь процесс гидролиза температура исследуемого субстрата поддерживалась на уровне 45 °С для ускорения процессов ферментализации.

В качестве основных параметров, влияние которых исследовалось в процессе разработки биотехнологии, были выбраны: продолжительность гидролиза (время, час), соотношение сырья и воды (гидромодуль), массовая доля сухих веществ (%). Использовался гидромодуль 1:1 и 1:2. Отбор проб из образцов проходил каждый час, начиная с момента изготовления образцов и до момента, когда показатели в образцах начали понижаться.

Для определения наиболее эффективного времени гидролиза были проведены исследования по накоплению белка в пробах методом Кьельдаля (рис. 1) и по определению сухих веществ по ГОСТ 28561-90.

### Результаты и их обсуждение

Влияния времени на массовую долю белка в

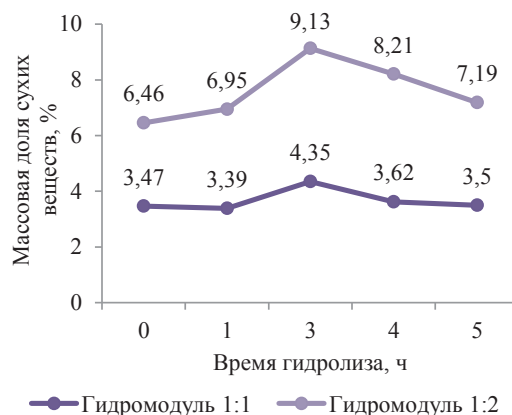


Рисунок 2. Влияние времени на массовую долю сухих веществ в гидролизате отходов *Pandalus borealis*

Figure 2. Effect of time on the mass fraction of solids in the hydrolyzate of *Pandalus borealis* waste

гидролизате отходов *Pandalus borealis* представлено на рисунке 1.

Рисунок 1 демонстрирует увеличение массовой доли белка в гидролизе с увеличением продолжительности гидролиза. Максимум достигается при продолжительности процесса в 3 часа. Закономерности изменения массовой доли белка в гидролизате идентичны при использовании различных гидромодулей. Гидролизат, полученный с использованием гидромодуля 1:2, характеризуется более высокой массовой долей белка.

Влияния времени на массовую долю сухих веществ в гидролизате отходов *Pandalus borealis* представлено на рисунке 2.

Проанализировав рисунок 2, можно сделать вывод, что в гидролизате с гидромодулем 1:2



Рисунок 3. Высушенный ферментативный гидролизат отходов креветки северной *Pandalus borealis* (гидромодуль 1:2)

Figure 3. Dried enzymatic hydrolyzate of *Pandalus borealis* waste (hydraulic module 1:2)

Таблица 1. Микробиологические показатели гидролизата отходов креветки северной *Pandalus borealis* в процессе хранения при температуре от 2 до 6 °СTable 1. Microbiological parameters of the hydrolyzate of *Pandalus borealis* waste during storage at 2–6°C

| Показатель   | Допустимые уровни<br>ТР ТС 021/2011 | Срок хранения, мес. |                   |                   |                   |                   |                   |
|--|-------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|  |                                     | 1                   | 2                 | 4                 | 6                 | 7                 | 8                 |
| КМАФАнМ, КОЕ/г   | $5 \times 10^3$                     | $2,1 \times 10^2$   | $4,3 \times 10^2$ | $6,9 \times 10^2$ | $9,9 \times 10^2$ | $2,8 \times 10^3$ | $5,2 \times 10^3$ |
| БГКП, г  | 1,0                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| <i>S. aureus</i> , не допускаются в массе продукта (г)               | 1,0                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| <i>V. parahaemolyticus</i> , КОЕ/г, не более                         | 100                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| Бактерии рода <i>Enterococcus</i> , КОЕ/г, не более                  | $1 \times 10^3$                     | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| Сульфитредуцирующие клостридии, не допускаются в массе продукта, (г) | 1,0                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| Плесени, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более                          | 10                                  | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| Дрожжи, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более                           | 100                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| Плесени и дрожжи, КОЕ/г (см <sup>3</sup> ), не более                 | 100                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |
| Бактерии рода <i>Proteus</i> , не допускаются в массе продукта (г)   | 1,0                                 | Не обн.             | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           | Не обн.           |

содержание сухих веществ выше, чем в гидролизате с модулем 1:1. В обоих образцах максимальное накопление сухих веществ происходит в течение трех часов, а при увеличении продолжительности гидролиза начинает незначительно уменьшаться. Массовой доли белка в образце с гидромодулем 1:2 в гидролизате, полученном в течение 4 часов, больше, чем в начале гидролиза на 41 %. В образце с гидромодулем 1:1 – на 25 %.

После проведенного гидролиза были получены две фракции гидролизата: плотная и жидкая (непосредственно гидролизат). В дальнейших опытах использовали ферментативный гидролизат (жидкая часть) из отходов креветки северной *Pandalus borealis*.

Исследования жидкой фазы показали, что в гидролизате содержится: 90,87 % воды, 6,45 % белка, 0,4 % липидов, 0,23 % углеводов и 0,51 % золы. Так как гидролизат содержит более 90 % воды, что влияет на ускорение разложения белка, а также усложняет процесс хранения, перед нами стояла задача найти способ обработки для замедления процессов порчи и упрощения транспортировки и хранения. Одним

из способов является сушка. С целью замедления процессов порчи и упрощения транспортировки и хранения полученный гидролизат был высушен методом лиофильной сушки.

Высушенный ферментативный гидролизат представлен на рисунке 3.

Таблица 2. Анализ содержания токсичных элементов в гидролизате отходов креветки северной *Pandalus borealis*Table 2. Toxic elements in the hydrolyzate of *Pandalus borealis* waste

| Наименование токсичных элементов | Нормы содержания, мг/100 г <sup>1</sup> | Содержание в гидролизате отходов креветки северной <i>Pandalus borealis</i> , мг/100 г сухого вещества |
|----------------------------------|---|--|
| Pb                               | 1,000                                   | $0,010 \pm 0,0006$   |
| As                               | 0,500                                   | $0,0015 \pm 0,0001$  |
| Cd                               | 0,200                                   | $0,014 \pm 0,0006$   |
| Hg                               | 0,020                                   | н/о  |
| Cs-137                           | 20,000<br>Бк/100 г                      | $0,048 \pm 0,003$  |
| Sr-90                            | 10,000<br>Бк/100 г                      | $0,0009 \pm 0,0001$  |

Таблица 3. Уравнения регрессии, описывающие зависимость процесса ферментативного гидролиза от времени

Table 3. Regression equations describing the effect of time on enzymatic hydrolysis

| Наименование образца                                     | Коэффициент аппроксимации | Уравнение регрессии   |
|--|---------------------------|---|
| Гидролизат отходов <i>Pandalus borealis</i> (модуль 1:2) | $R^2 = 0,97$              | $y_1 = 0,4258x^4 - 5,1233x^3 + 20,789x^2 - 32,362x + 20,27$ |
|  | $R^2 = 0,96$              | $y_2 = -0,0171x^4 + 0,1892x^3 - 0,7129x^2 + 1,1608x + 6,24$ |
| Гидролизат отходов <i>Pandalus borealis</i> (модуль 1:1) | $R^2 = 0,98$              | $y_1 = -0,035x^4 + 0,4367x^3 - 1,9x^2 + 3,2783x + 0,19$     |
|  | $R^2 = 0,96$              | $y_2 = -0,0394x^4 + 0,4372x^3 - 1,6156x^2 + 2,2978x + 2,39$ |

$y_1$  – массовая доля белка, %;

$y_2$  – массовая доля сухих веществ, %;

$x$  – время, час.

$y_1$  – mass fraction of protein, %;

$y_2$  – mass fraction of solids, %;

$x$  – time, h.

<sup>1</sup> ТР ТС 470322-4 Технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на рыбную и иную продукцию из водных биологических ресурсов». – М., 2011. – 42 с.

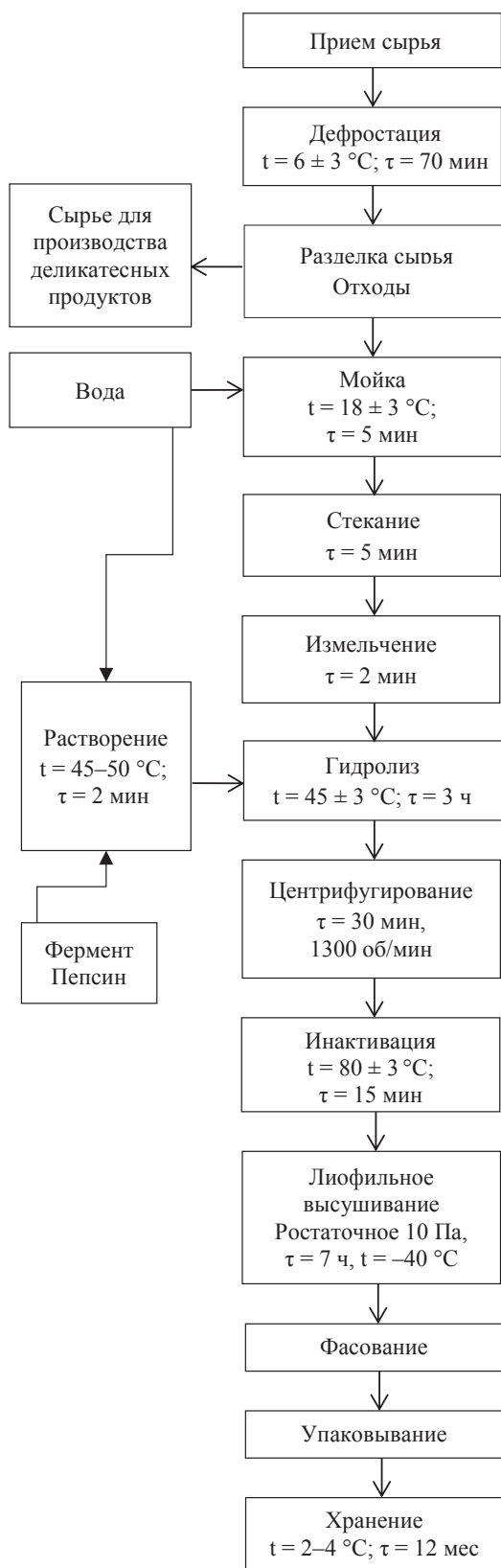


Рисунок 3. Технологическая схема получения ферментативного гидролизата из отходов креветки северной *Pandalus borealis*

Figure 3. Technological scheme of obtaining enzymatic hydrolyzate from *Pandalus borealis* waste

Органолептическая оценка высушенного гидролизата показала, что он представляет собой хлопья темно-оранжевого цвета с плотной рассыпчатой консистенции и с насыщенным запахом и вкусом, свойственным креветкам.

Общий химический состав высушенного ферментативного гидролизата отходов креветки северной *Pandalus borealis* характеризуется содержанием воды  $10,53 \pm 0,53$  %; белков –  $74,23 \pm 3,71$  %; липидов –  $4,62 \pm 0,23$  %; углеводов –  $4,12 \pm 0,21$  %; золы –  $6,45 \pm 0,32$  %.

Полученные данные демонстрируют, что гидролизат отходов креветки северной *Pandalus borealis* малообводнен. Преобладающие сухие вещества представлены традиционно белками, липидами, углеводами и минеральными компонентами. Максимально представлены белки. Минеральные озольемые вещества являются вторым по содержанию классом. Углеводы и липиды содержатся в незначительном количестве, что характерно для данного вида сырья.

Срок хранения обусловлен динамикой развития общего микробного числа исследуемого опытного образца гидролизата креветки северной *Pandalus borealis* во времени (табл. 1).

Данные, представленные в таблице 1, свидетельствуют о том, что гидролизаты креветки северной *Pandalus borealis* соответствуют ТР ТС 021/2011<sup>2</sup>.

Результаты анализа содержания токсичных элементов в гидролизате отходов креветки северной *Pandalus borealis* приведены в таблице 2.

Полученные данные демонстрируют, что в гидролизате отходов креветки северной *Pandalus borealis* определены Pb, As, Cd, содержание которых не превышает нормативных требований по санитарно-химическим показателям для нерыбных объектов промысла. Содержание радионуклеидов также соответствует нормативным требованиям.

После выполнения обработки результатов и отсева незначимых коэффициентов получены уравнения регрессии, описывающие процесс ферментативного гидролиза отходов креветки северной *Pandalus borealis*, представленные в таблице 3.

Коэффициент аппроксимации, характеризующий полученные уравнения, позволяет говорить об их адекватности и возможности использования для описания процесса, так как близок к 1. Данные регрессивные уравнения позволили определить рациональные параметры ферментативного гидролиза отходов креветки северной *Pandalus borealis*: гидромодуль – 1:2, время – 3 часа.

Далее ферменты инактивируют в течение 15 минут при температуре 80–85 °C.

Полученные результаты определения рациональных параметров ферментативного гидролиза отходов креветки северной *Pandalus borealis* позволили предложить технологическую схему

<sup>2</sup> ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – 2011. – 242 с

получения ферментативного гидролизата, представленную на рисунке 3.

Основными операциями при получении ферментативного гидролизата из отходов креветки северной *Pandalus borealis* являются: измельчение, ферментативный гидролиз в течение 3 ч при температуре 45 °С, отделение жидкой и плотной части методом центрифугирования, инактивация ферментативной активности, лиофильная сушка до остаточного содержания воды не более 10 %.

### Выводы

Таким образом проведенные исследования позволяют говорить о целесообразности и перспекти-

вности переработки отходов креветки северной *Pandalus borealis* методом ферментативного гидролиза с последующей сушкой с получением высокобелкового продукта, который может использоваться в пищевых технологиях для обогащения продуктов питания.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

### Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

### Список литературы

1. Рацисидза, А. К. Ж. Разработка способа комплексного использования отходов при переработке креветок для производства кормовых консервов: дис. ... канд. тех. наук: 05.18.04 / Рацисидза Арман Колен Жильбер. – М., 2000. – 113 с.
2. Пищевая химия. Курс лекции. Часть 2 / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова [и др.] – М. : МГУПП, 1998. – 155 с.
3. Букин, С. Д. Северная креветка *Pandalus borealensis* сахалинских вод: монография / С. Д. Букин. – М. : Национальные рыбные ресурсы, 2003. – 136 с.
4. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря: монография / В. И. Михайлов, К. В. Бандурин, А. В. Горничных [и др.]. – Магадан : Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2003. – 284 с.
5. Использование мелких креветок: проблемы и пути решения / А. П. Ярочкин, Ю. Г. Блинов, М. А. Мизюркин [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2014. – № 3. – С. 120–125.
6. Соколов, А. С. Биологическое состояние промысловых креветок рода *Pandalus borealis* в ИЭЗ западно-беринговоморской зоны по результатам донной траловой съемки, выполненной ФГУП «ТИНРО-Центр» (октябрь 2014 г., НИС «ТИНРО») / А. С. Соколов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование : материалы VI Всероссийской научно-практической конференции / Камчатский государственный технический университет. – Петропавловск-Камчатский, 2015. – С. 69–74.
7. Михайлова, О. Г. Новые данные о возрасте северной креветки *Pandalus borealis* у берегов юго-западной Камчатки / О. Г. Михайлова, В. Э. Гайдаев // Известия ТИНРО. – 2013. – Т. 175. – С. 173–181.
8. Лысенко, В. Н. Биология северной креветки *Pandalus borealis* у побережья юго-западной Камчатки / В. Н. Лысенко // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2000. – № 5. – С. 113.
9. Optimization of green dispersant production utilizing shrimp waste for crude oil dispersion / K. Zhang, B. Zhang, X. Song [et al.] // Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference 2016: Resilient Infrastructure / Canadian Society for Civil Engineering. – London; Canada, 2016. – P. 335–337.
10. Пищевая и биологическая ценность мяса креветок промысла и аквакультуры: функциональные пищевые продукты / Н. Г. Строкова, Н. В. Семикова, Т. В. Родина [и др.] // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 4. – С. 122–128.
11. Скурихин, И. М. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
12. Давлетшина, Т. А. Аминокислотный состав мышечной ткани дальневосточных креветок / Т. А. Давлетшина, Ю. В. Паулов // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. – 2007. – № 1. – С. 34–36.
13. Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей: монография / Т. К. Лебская, Ю. В. Двинин, Л. Л. Константинова [и др.]. – Мурманск : Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии. – 1998. – С. 101–102.
14. Быков, В. П. Современное состояние и перспективы развития комплексной технологии криля / Совершенствование производства хитина и хитозана : материалы Третьей всесоюзной конференции. – М., 1992. – С. 3–7.
15. Пат. 2123269С1 Российская федерация, МПК А23Л1/33, А23Ж1/04, С08В37/08. Способ безотходной комплексной переработки хитинсодержащего сырья / Левоньков С. В., Купина Н. М., Блинов Ю. Г.; заявитель и патентообладатель Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. – № 97115965/13; заявл. 24.09.1997; опубл. 20.12.1999; Бюл. № 25
16. Балабаев, В. С. Технологичность альтернативных сырьевых источников для получения пищевого хитозана / В. С. Балабаев, И. А. Глотова, В. Н. Измайлов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. – С. 235.

17. Functional and antioxidant properties of protein hydrolysates obtained from white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) / J. M. Latorres, D. G. Rios, G. Saggiomo [et al.] // Journal of Food Science and Technology. – 2018. – Vol. 55, № 2. – P. 721–729. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2983-z>.
18. Shrimp wastewater as a source of astaxanthin and bioactive peptides / I. R. Amado, M. P. González, M. A. Murado [et al.] // Journal of Chemical Technology and Biotechnology. – 2016. – Vol. 91, № 3. – P. 793–805. DOI: <https://doi.org/10.1002/jctb.4647>.
19. Исследование возможности применения отходов креветки северной *Pandalus borealis* для обогащения продуктов питания / М. В. Киселева, О. В. Табакаева, Г. С. Татаренко [и др.] // Пищевая промышленность. – 2017. – № 1. – С. 20–24
20. Самсонов, М. В. Сравнительный анализ выделения астаксантина из панцирных отходов ракообразных с использованием ферментных препаратов трипсин, химотрипсин, протосубтилин / М. В. Самсонов, М. Л. Винокур, М. П. Андреев // Известия КГТУ. – 2017. – № 46. – С. 90–99.
21. Автопротеолизаты из креветок и их использование / И. М. Виговская, А. Н. Баштовой, Г. Н. Тимчишина [и др.] // Инновации в биотехнологии аквакультуры и водных биоресурсов Японского моря : материалы международной научной конференции / Дальневосточный федеральный университет. – Владивосток, 2016. – С. 67–72.


## References

1. Ratsirisidza AKZh. Razrabotka sposoba kompleksnogo ispol'zovaniya otkhodov pri pererabotke krevetok dlya proizvodstva kormovykh konservov [New method for the integrated use of waste in the processing of shrimps in canned food production]. Cand. eng. sci. diss. Moscow: Moscow State University of Applied Biotechnology; 2000. 113 p.
2. Nechaev AP, Traubenberg SE, Kochetkova AA, et al. Pishchevaya khimiya. Kurs lektsii. Chast' 2 [Food chemistry. Lectures. Part 2]. Moscow: Moscow State University of Food Production; 1998. 155 p. (In Russ.).
3. Bukin SD. The northern shrimp, *Pandalus borealis eous*, in the Sakhalin waters: monograph. Moscow: National Fish Resources; 2003. 136 p. (In Russ.).
4. Mikhailov VI, Bandurin KV, Gornichnykh AV, Karasev AN. Commercial invertebrates of shelf and continental slope of the northern part of the Okhotsk sea: monograph. Magadan: Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography; 2003. 284 p. (In Russ.).
5. Yarochnik AP, Blinov YuG, Mizyurkin MA, Timchishina GN, Pokrovsky BI, Spitzin IA. The usage of small shrimps: problems and solutions. Fisheries. 2014;(3):120–125. (In Russ.).
6. Sokolov AS. The biological state of commercial shrimps of the genus *Pandalus* in the EEZ Of the west bering sea zone in the bottom trawl surveys carried out by the FSUE 'TINRO-center' (october 2014, RV 'TINRO'). Prirodnye resursy, ikh sovremennoe sostoyanie, okhrana, promyslovoe i tekhnicheskoe ispol'zovanie: materialy VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use: Proceedings of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference]; 2015; Petropavlovsk-Kamchatsky. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka state Technical University; 2015. p. 69–74. (In Russ.).
7. Mikhailova OG, Gaydaev VE. New data on age of northern shrimp *Pandalus borealis* at the southwest coast of Kamchatka. ransactions of the Pacific Research Institute of Fisheries and Oceanography. 2013;175:173–181. (In Russ.).
8. Lysenko VN. Biologiya severnoy krevetki *Pandalus borealis* u poberezh'ya yugo-zapadnoy Kamchatki [Biology of the Northern shrimp *Pandalus borealis* off the coast of southwestern Kamchatka]. The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2012;(5):113. (In Russ.).
9. Zhang K, Zhang B, Song X, Li X, Cao T, Wu H. Optimization of green dispersant production utilizing shrimp waste for crude oil dispersion. Canadian Society for Civil Engineering Annual Conference 2016: Resilient Infrastructure; 2016; London; Canada. London; Canada: Canadian Society for Civil Engineering; 2016. p. 335–337.
10. Strokova NG, Semikova NV, Rodina TV, Podkorytova AV. Nutritive biological value of shrimp meat: functional food products. Fisheries. 2013;(4):122–128. (In Russ.).
11. Skurikhin IM, Tutel'yan VA. Khimicheskii sostav rossiyskikh pishchevykh produktov: Spravochnik [Chemical composition of Russian food products: Manual]. Moscow: DeLi print; 2002. 236 p. (In Russ.).
12. Davletshina TA, Paulov YuV. Aminokislotnyy sostav myshechnoy tkani dal'nevostochnykh krevetok [Amino acid composition of muscle tissue of the Far Eastern shrimp]. Rybprom: tekhnologii i oborudovanie dlya pererabotki vodnykh bioresursov [Fishery: technologies and equipment for the processing of aquatic biological resources]. 2007;(1):34–36. (In Russ.).
13. Lebskaya TK, Dvinin YuF, Konstantinova LL, Kuz'mina VI, Tolkacheva VF, Mukhin VA, et al. Khimicheskii sostav i biokhimicheskie svoystva gidrobiontov pribrezhnoy zony Barentseva i Belogo morey: monografiya [Chemical composition and biochemical properties of aquatic organisms of the coastal zone of the Barents Sea and the White Sea: monograph]. Murmansk: Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography; 1998. 101–102 p. (In Russ.).
14. Bykov VP. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya kompleksnoy tekhnologii krilya [Current status and development prospects of integrated technology of krill]. Sovershenstvovanie proizvodstva khitina i khitozana: materialy Tret'ey vsesoyuznoy konferentsii [Improving the production of chitin and chitosan: Proceedings of the III All-Union Conference]; 1992; Moscow. Moscow; 1992. p. 3–7. (In Russ.).
15. Levon'kov SV, Kupina NM, Blinov YuG. Method for wasteless complex reprocessing of chitin-containing raw material. Russia patent RU 2123269C1. 1998.

16. Balabaev VS, Izmaylov VN, Glotova IA. The workability of alternative sources of raw materials for the production of dietary chitosan. Modern problems of science and education. 2015;(1–1):235. (In Russ.).
17. Latorres JM, Rios DG, Saggiomo G, Wasielesky WJr, Prentice-Hernandez C. Functional and antioxidant properties of protein hydrolysates obtained from white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Journal of Food Science and Technology. 2018;55(2):721–729. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2983-z>.
18. Amado IR, González MP, Murado MA, Vázquez JA. Shrimp wastewater as a source of astaxanthin and bioactive peptides. Journal of Chemical Technology and Biotechnology. 2016;91(3):793–805. DOI: <https://doi.org/10.1002/jctb.4647>.
19. Kiselyova MV, Tabakaeva OV, Tatarenko GS, Komlev SA. The study of possibility of using wastes of northern shrimp *Pandalus borealis* for food fortification. Food processing Industry. 2017;(1):20–24. (In Russ.).
20. Samsonov MV, Vinokur ML, Andreev MP. Study of the hydrolysis process of crustacean waste of boiled shrimps using protosubtilin. KSTU News. 2017;(46):90–99. (In Russ.).
21. Vigovskaya IM, Bashtovoy AN, Timchishina GN, Zagorodnaya GI, Yarochkin AP. Avtoproteolizaty iz krevetok i ikh ispol'zovanie [Shrimp auto-proteases and their use]. Innovatsii v biotekhnologii akvakul'tury i vodnykh bioresursov Yaponskogo morya: materialy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Innovations in biotechnology of aquaculture and aquatic biological resources of the Sea of Japan: Proceedings of International scientific conference]; 2016; Vladivostok. Vladivostok: Far Eastern Federal University; 2016. p. 67–72. (In Russ.).

#### **Сведения об авторах**

##### **Киселева Марина Владимировна**

старший преподаватель департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 265-24-24, e-mail: zarco@list.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-4489-1186>

##### **Табакаева Оксана Вацлавовна**

д-р. техн. наук, доцент, профессор департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 265-24-24, e-mail: yankovskaya68@mail.ru

##### **Каленик Татьяна Кузьминична**

д-р. био. наук, профессор департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 265-24-24, e-mail: kalenik.tk@dvvfu.ru

##### **Киселев Артем Юрьевич**


канд. мед. наук, магистрант департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 265-24-24, kiselev\_artem@inbox.ru

##### **Татаренко Галина Сергеевна**

магистрант департамента пищевых наук и технологий, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», 690950, Россия, г. Владивосток, ул. Суханова, 8, тел.: +7 (423) 265-24-24, tatarenko.gs@students.dvvfu.ru

#### **Information about the authors**

##### **Marina V. Kiseleva**

Senior Lecturer of the Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 265-24-24, e-mail: zarco@list.ru  
 <https://orcid.org/0000-0003-4489-1186>

##### **Oksana V. Tabakaeva**

Dr.Sci.(Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 265-24-24, e-mail: yankovskaya68@mail.ru

##### **Tatyana K. Kalenik**

Dr.Sci.(Bio.), Professor of the Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 265-24-24, e-mail: kalenik.tk@dvvfu.ru

##### **Artem Yu. Kiselev**

Cand.Sci.(Med.), Undergraduate of the Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 265-24-24, e-mail: kiselev\_artem@inbox.ru

##### **Galina S. Tatarenko**

Undergraduate of the Department of Food Science and Technology, Far Eastern Federal University, 8, Sukhanova Str., Vladivostok, 690950, Russia, phone: +7 (423) 265-24-24, e-mail: tatarenko.gs@students.dvvfu.ru