

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИДИЙ В КОРМЛЕНИИ ЖИВОТНЫХ

**Резюме.** В мире ежегодно выращивается 1,5–2 млн т мидий. После сбора их урожая в марихозяйствах создаются большие объемы некондиционного по размеру сырья, которое может быть использовано для производства кормовой муки. Данные как отечественных, так и зарубежных исследователей показывают эффективность применения муки из мидий в кормлении животных и птицы. Ее добавление даже в небольшом количестве к основному корму (6–8%) обеспечивает высокое качество продукции птицеводства и животноводства. Приведенная технология производства муки из мидий проста в исполнении и позволяет получить муку с высокой биологической ценностью. Сегодня крупные агрохолдинги России с минимальными вложениями могут наладить производство и переработку мидий, а затем использовать их в кормах для животных и птицы, как поступают в странах с развитой аквакультурой: Китае, Норвегии, Чили, Новой Зеландии и др.

**Ключевые слова:** корма, мидия, технология производства кормовой муки.

## MODERN TECHNOLOGIES FOR PROCESSING AND USING MUSSELS IN ANIMAL FEEDING

**Abstract.** 1.5–2 million tons of mussels are grown annually, which creates large volumes of substandard raw materials that can be used to produce feed meal. The presented domestic and foreign studies of indicators for the effective use of mussel flour for poultry and livestock feed allow, in small quantities (6–8%), to ensure high quality poultry and livestock products. The presented technology for the production of mussel flour is simple to implement and allows to obtain highly effective flour. Today, large agro-industrial complexes in Russia, with minimal investments, can set up production for growing mussels and use them in feed for poultry and livestock farming, as countries with developed aquaculture: China, Norway, Chile, New Zealand, etc. do.

**Key words:** feed, mussel, feed meal production technology.

### ВВЕДЕНИЕ

Мидии являются ценными объектами аквакультуры. Ежегодно в мире их выращивается 1,5–2 млн т. При сортировке мидий, предназначенных для пищевых целей, некондиционные (неживые, поврежденные, длиной менее 40 мм) составляют 50–80% [2]. Это делает их перспективным сырьем для производства кормов. Кроме того, при очищении установок мариккультуры от обрастателей

также получают большое количество мидий [15], как и с плантаций при очистке бухт [1].

К тому же в экологической морской цепочке мидии находятся на втором уровне (потребляют в основном продукты жизнедеятельности других видов животных), поэтому их использование имеет большое экологическое преимущество.

УДК 639.3.06

### Научная статья

DOI 10.69539/2413-287X-2024-07-2-224

**ЕКАТЕРИНА МИХАЙЛОВНА ОСИПОВА**<sup>1</sup>,  
кандидат технических наук

ORCID: 0009-0006-5624-6431

E-mail: osipova\_em@primocean.ru

**ЕВГЕНИЙ ВАЛЕРИЕВИЧ ОСИПОВ**<sup>2</sup>,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры «Промышленное рыболовство»

ORCID: 0000-0002-3079-9947

E-mail: oev@mail.ru

<sup>1</sup>«Приморский океанариум» —  
филиал ННЦМБ ДВО РАН

690922, Приморский край, г. Владивосток,  
ул. Академика Касьянова, д. 25

<sup>2</sup>Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет

690087, Приморский край, г. Владивосток,  
ул. Луговая, д. 52 Б

Поступила в редакцию:  
18.06.2024

Одобрена после рецензирования:  
21.06.2024

Принята в публикацию:  
24.06.2024

UDC 639.3.06

### Research article

DOI 10.69539/2413-287X-2024-07-2-224

**EKATERINA M. OSIPOVA**<sup>1</sup>,  
Candidate of Technical Sciences

ORCID: 0009-0006-5624-6431

E-mail: osipova\_em@primocean.ru

**EVGENY V. OSIPOV**<sup>2</sup>,  
Candidate of Technical Sciences, Associate  
Professor of the Department of Industrial Fisheries

ORCID: 0000-0002-3079-9947

E-mail: oev@mail.ru

<sup>1</sup>Primorsky Aquarium Shared Equipment  
Facility of the A. V. Zhirmunsky National  
Scientific Center of Marine Biology,  
Far Eastern Branch, Russian Academy  
of Sciences (NSCMB FEB RAS)  
690922, Primorsky Krai, Vladivostok,  
Academician Kasyanov street, 25

<sup>2</sup>Far Eastern State Technical Fisheries  
University

690087, Primorsky Krai, Vladivostok,  
Lugovaya street, 52 B

Received by editorial office:  
06.18.2024

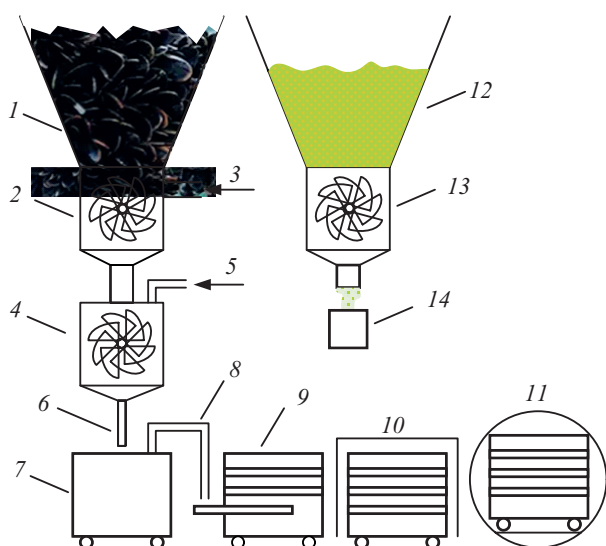
Accepted in revised:  
06.21.2024

Accepted for publication:  
06.24.2024

Разработкой технологии производства кормов из мидий начали заниматься еще в 30-е годы XX века. Позже исследования в этой области продолжались, они базировались на результатах отечественных работ [3] с последующим развитием технологии и получением различных авторских свидетельств. Сегодня наиболее перспективным приемом является измельчение мидий целиком, затем гидролизация массы [7] с последующей сушкой [8]. Такой подход стал широко применяться и в странах с развитой морской аквакультурой: Китае, Норвегии, Чили, Новой Зеландии и др. Технология производства кормовой муки с учетом комплексного использования сырья, снимаемого с установок марикультуры, включая обрастатели, и имеющего высокую биологическую ценность, апробирована и изложена в ряде работ [8, 9].

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Основные задачи при производстве муки из мидий — снижение энергетических затрат и исключение потерь пищевой ценности. Данные задачи позволяет решить представленная на рисунке 1 технологическая схема.



**Рис. 1. Схема производства муки из мидий:**

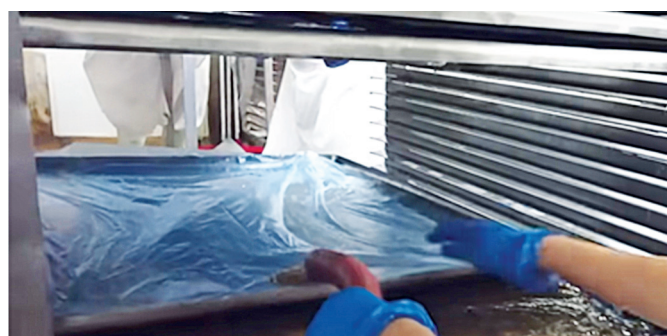
- 1 — бункер с промытой мидией; 2 — измельчитель;
- 3 — устройство для подачи воды; 4 — перемешиватель;
- 5 — устройство для подачи соляной кислоты;
- 6 — система слива гидролизующей массы мидий;
- 7 — контейнер; 8 — система разлива гидролизующей массы мидий;
- 9 — коляска с противнями; 10 — процесс гидролиза; 11 — процесс лиофильной сушки; 12 — бункер для сухой массы мидий; 13 — измельчитель;
- 14 — пакировка муки из мидий

Хорошо промытое сырье из мидий и обрастателей подается в бункер 1, а из него в шаровую мельницу 2, в которой оно измельчается до пастообразной массы с частицами размером не более 0,4 мм с одновременной порционной подачей воды через устройство 3. После этого измельчен-

ное сырье поступает в резервуар с механизмом перемешивания 4 и порционной подачей соляной кислоты через устройство 5. Затем шлангом 6 масса заливается в контейнер 7 (рис. 2), а далее через шланг-дозатор 8 разливается в противни, находящиеся в стойках 9 (рис. 3).



**Рис. 2. Заливка гидролизующей массы из мидий в контейнер**



**Рис. 3. Размещение гидролизующей массы из мидий в противни**



**Рис. 4. Процесс гидролиза белковой массы из мидий**

Стойки перемещаются в зал 10, где нет доступа света и где происходит гидролиз белковой массы (рис. 4). Затем их помещают в сублимационную сушильную камеру 11. Высушенная масса с противней сгружается в бункер 12, откуда направляется в измельчитель 13, после чего дозированно пакуется в емкости 14.

Особенностью предлагаемого способа является розлив хорошо перемешанной массы из мидий в противни толщиной слоя до 1,1 см, что исключает необходимость ее пере-

мешивания во время достаточного длительного процесса гидролиза. При этом на противнях гидролиз происходит без значительного нагревания массы сырья. Применение метода сублимационной сушки позволяет предотвратить денатурацию белка в муке (она приобретает бледно-желтый цвет), при этом степень извлечения белкового изолята может составлять до 89,96%.

Пропорции сырья для производства муки с учетом опубликованных данных [7]: мидия — 100 кг, соляная кислота — 8–12 кг, вода — 10–20 л (в зависимости от наличия жидкости в сырье). Соответственно, производство осуществляется порционно.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования по применению белковой муки из мидий в кормлении животных были начаты в 30-е годы прошлого века. Они продемонстрировали высокую кормовую ценность данного продукта для свиней и птицы. Более объемное и детальное изучение, проведенное в 80-х годах [4, 5], убедительно подтвердило это в опытах на сельскохозяйственных животных и птице. Добавление даже небольшого количества муки из мидий в рацион птицы (6–8%) улучшает ее физиологическое состояние, повышает сохранность поголовья и поедаемость корма. Следует отметить, что при большем количестве муки прирост живой массы не наблюдается, как и поедаемость корма. В мясе цыплят снижается уровень жира и увеличивается содержание различных аминокислот, что отмечается в работах [10]. У кур-несушек повышается яйценоскость на 18,4% (в расчете на среднюю несушку) при уменьшении затрат корма на 0,33 кг из расчета на 10 яиц (содержание 182 дня) [5]. Увеличивается масса желтка, он приобретает насыщенный цвет благодаря наличию в мидии значительного количества каротиноида астаксантина. Содержание полиненасыщенных жирных кислот Омега-3 возрастает с 77 мг из расчета на 100 г стандартных яиц до 162 мг в яйцах кур, потребляющих корм из мидий.

У утят по завершении периода выращивания (49 дней) повышался прирост живой массы на 13,4–14,6% при снижении затрат корма до 3,12–3,13 кг на 1 кг ее прироста (7,8–8,2% муки из мидий от массы основного корма). Выход съедобных частей по отношению к полупотрошенной тушке на 5,0–12,1% превышал таковой у птицы, не потреблявшей муку из мидий, содержание в мясе сухих веществ было больше на 2,2–5,6%, протеина — на 0,6–8,1%. Количество жира в мясе снизилось на 3,3–6,9% при качественном улучшении его аминокислотного и жирнокислотного состава [4]. У утят-бройлеров и цыплят-бройлеров увеличивается живая масса на 4,1–14,1%, содержание аминокислот в мясе — на 1,53–6,44%, повышается его биологическая ценность на 4,4–7,4%.

Применение пасты из мидий в свиноводстве позволяет увеличить среднесуточный прирост живой массы свиней на 15–20%. У свиноматок наблюдалась высокая плодо-

### Литература

1. Осипов, Е. В. Обоснования технологии выращивания мидий в санитарной аквакультуре для их использования в кормопроизводстве / Е. В. Осипов, О. А. Данченко // Комбикорма. — 2024. — № 4. — С. 34–37. — <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2024-04-2-216>. — EDN JDAYHA.
2. Ерохин, В. Е. Пути использования некондиционной по размеру мидии при сборе урожая на марихозьяствах России / В. Е. Ерохин, А. П. Гордиенко // IX Международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы. Взгляд в будущее». — Ростов-на-Дону, 2020. — С. 239 — 244.
3. Бондарев, Ю. Ф. Мидии — на корм скоту / Ю. Ф. Бондарев, В. Г. Чайхорская // Одесса: Маяк, 1968. — 34 с.
4. Григалашвили, Л. Г. Санитарная оценка кормов, изготовляемых из мидии, и влияние их на продуктивность и качество мяса цыплят и утят бройлеров. — Автореферат. — Москва: ВНИИВС, 1990. — 22 с.
5. Пильева, А. П. Влияние муки и пасты из мидий марикультуры на физиологическое состояние и продуктивность сельскохозяйственной птицы. — Автореферат. — Боровск: ВНИИФБиП, 1991. — 24 с.
6. Толоконников, Ю. А. Кормовые гидробионты / Ю. А. Толоконников // М.: Агропромиздат, 1985. — 207 с.
7. Авторское свидетельство СССР № 935062, кл. А 23 К 1/10, 1982.
8. Патент № 2086145 С1 Российская Федерация, МПК А 23 К 1/10. Способ производства кормовой добавки из сырья морского происхождения: № 95106871/13: заявл. 28.04.1995 : опубл. 10.08.1997 / В. М. Дацун, Е. В. Чумаченко; заявитель Дальневосточный государственный институт рыбной промышленности и хозяйства (технический университет). — EDN UWMEYO.
9. Третениченко, Е. М. Кормовые концентраты из организмов обрастания установок марикультуры / Е. М. Третениченко // Известия ТИНРО. — 2006. — Т. 145. — С. 348–362.
10. Jönsson, L. Production and egg quality in layers fed organic diets with mussel meal / L. Jönsson, H. Wall, R. Tauson // Animal. — Vol. 5. — Issue 3. — 2011. — P. 387–393. — <https://doi.org/10.1017/S1751731110001977>.
11. Sicuro, B. Freshwater mussel meal as new alternative ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeds: growth performance and histomorphological analyses / B. Sicuro [et al.] // Aquaculture International. — 2024. — Vol. 32. — P. 431–445.
12. Mongile, F. Dietary inclusion of mussel meal enhances performance and improves feed and protein utilization in common sole (*Solea solea*, Linnaeus, 1758) juveniles / F. Mongile [et al.] // Journal of Applied Ichthyology. — 2015. — Vol. 31. — Issue 6. — P. 1077–1085. — <https://doi.org/10.1111/jai.12895>.
13. Claessens, S. Mussel Meal as a Promotor of Growth Performance for the Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) / S. Claessens [et al.] // Marine Science and Engineering. — 2023. — Vol. 11. — 1670 p. — <https://doi.org/10.3390/jmse11091670>.
14. Weiß, M. Partial replacement of fishmeal in diets for turbot (*Scophthalmus maximus*, Linnaeus, 1758) culture using blue mussel (*Mytilus edulis*, Linnaeus, 1758) meat / M. Weiß, B.H. Buck // Journal of Applied Ichthyology. — 2017. — Vol. 33. — P. 354–360. — <https://doi.org/10.1111/jai.13323>.
15. Платонов, А. Г. Аквакультура в Приморском крае: проблемы и перспективы / А. Г. Платонов, С. И. Масленников, И. С. Арзамасцев // Рыбное хозяйство. — 2009. — № 5. — С. 29–30. — EDN JXDZLB.



### Literature

1. Osipov, E. V. Justification of the technology of growing mussels in sanitary aquaculture for their use in feed production / E. V. Osipov, O. A. Danchenko // Compound feeds. — 2024. — No. 4. — P. 34–37. — <https://doi.org/10.25741/2413-287X-2024-04-2-216>. — EDN JDAYHA.
2. Erokhin, V. E. Ways to use substandard mussels in terms of size during harvesting at mariculture farms in Russia / V. E. Erokhin, A. P. Gordienko // IX International scientific and practical conference “Ecological problems. A look into the future”. — Rostov-on-Don, 2020. — P. 239–244.
3. Bondarev, Yu. F. Mussels — for cattle feed / Yu. F. Bondarev, V. G. Chaikhorskaya // Odessa : Mayak, 1968. — 34 p.
4. Grigalashvili, L. G. Sanitary assessment of feed made from mussels and their influence on the productivity and quality of poultry meat and broiler ducklings. — Abstract. — Moscow : VNIIVS, 1990. — 20 p.
5. Pil'eva, A. P. The effect of flour and paste from mariculture mussels on the physiological state and productivity of poultry. — Abstract. — Borovsk : VNIIFBiP, 1991. — 24 p.
6. Tolokonnikov, Yu. A. Forage hydrobionts / Yu. A. Tolokonnikov // M. : Agropromizdat, 1985. — 207 p.
7. USSR Author's Certificate No. 935062, class A 23 K 1/10, 1982.
8. Patent No. 2086145 C1 Russian Federation, IPC A23K 1/10. Method for the production of feed additive from raw materials of marine origin: No. 95106871/13: declared. 28.04.1995 : published. 10.08.1997/ V. M. Datsun, E. V. Chumachenko; applicant Far Eastern State Institute of Fishery Industry and Economy (Technical University). — EDN UWMEYO.
9. Tretenichenko, E. M. Feed concentrates from fouling organisms of mariculture installations / E. M. Tretenichenko // Izvestiya TINRO. — 2006. — Vol. 145. — P. 348–362.
10. Jönsson, L. Production and egg quality in layers fed organic diets with mussel meal / L. Jönsson, H. Wall, R. Tauson // Animal. — Vol. 5. — Issue 3. — 2011. — P. 387–393. — <https://doi.org/10.1017/S1751731110001977>.
11. Sicuro, B. Freshwater mussel meal as new alternative ingredient for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feeds: growth performance and histomorphological analyses / B. Sicuro [et al.] // Aquaculture International. — 2024. — Vol. 32. — P. 431–445.
12. Mongile, F. Dietary inclusion of mussel meal enhances performance and improves feed and protein utilization in common sole (*Solea solea*, Linnaeus, 1758) juveniles / F. Mongile [et al.] // Journal of Applied Ichthyology. — 2015. — Vol. 31. — Issue 6. — P. 1077–1085. — <https://doi.org/10.1111/jai.12895>.
13. Claessens, S. Mussel Meal as a Promotor of Growth Performance for the Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) / S. Claessens [et al.] // Marine Science and Engineering. — 2023. — Vol. 11. — 1670 p. — <https://doi.org/10.3390/jmse11091670>.
14. Weiß, M. Partial replacement of fishmeal in diets for turbot (*Scophthalmus maximus*, Linnaeus, 1758) culture using blue mussel (*Mytilus edulis*, Linnaeus, 1758) meat / M. Weiß, B.H. Buck // Journal of Applied Ichthyology. — 2017. — Vol. 33. — P. 354–360. — <https://doi.org/10.1111/jai.13323>.
15. Platonov, A. G. Aquaculture in Primorsky Krai: Problems and Prospects / A. G. Platonov, S. I. Maslennikov, I. S. Arzamastsev // Fisheries. — 2009. — No. 5. — P. 29–30. — EDN JXDZLB.

витость, а родившиеся поросята отличались крепким здоровьем, хорошо развивались, не было падежа, что объясняется наличием в мидии биологически активных веществ простагландинов, мощных регуляторов физиологических процессов в организме [6].

При кормлении крупного рогатого скота мукой из мидий отсутствовала выбраковка животных из-за размягчения копытного рога вследствие наличия в створках мидий кальциево-титанового соединения [6].

Использование кормовой продукции из мидий в аквакультуре имеет следующие тенденции: полная замена рыбной муки и других кормов на муку из мидий приостанавливает быстрый рост и увеличение массы рыб [11, 14], но при условии, что содержание муки из мидий не должно превышать 15% массы основного корма, иначе у рыб увеличится печень. Однако для мальков камбалы эффективнее применять большее количество мидий в корме — до 75% [12]. Содержание до 2% мидийной муки в кормах для креветок способствует их росту, выживаемости и, главное, их быстрой адаптации к резкому изменению температурного режима [13]. Применение в питании гидробионтов кормов, содержащих продукты их мидий, в каждом случае требует отдельных исследований.

### ВЫВОД

Несмотря на то что сырье из мидий обладает высокой биологической ценностью, отечественное производство муки из них носило в основном научно-исследовательский и опытно-производственный характер. Однако сегодня, с увеличением производства мидий в аквакультуре, при сборе урожая образуется большое количество некондиционного сырья, которое может быть использовано для производства кормовой муки. Дополнительным источником также могут служить существенные объемы мидий, собираемых с плантаций при очистке бухт, а также с других обрастателей.

Эффективное применение муки из мидий (6–8% массы основного корма) в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы обеспечивает высокие показатели качества продукции животноводства и птицеводства. Предложенная схема производства белковой муки из мидий достаточно проста и эффективна. Сегодня крупные предприятия агропромышленного комплекса России с минимальными вложениями могут наладить производство по выращиванию мидий и использовать их в составе кормов для птицеводства, животноводства и аквакультуры, как поступают в странах с развитой аквакультурой. Необходимо отметить, что полученные еще в 80-х годах нашими учеными результаты исследований по биологической ценности кормов из мидий только совсем недавно (последние пять лет) в Европейском союзе и Новой Зеландии начали широко внедрять в кормопроизводстве, и мидии стали восприниматься как новый ценный источник кормового белкового сырья.

*Выражаем благодарность за содействие ЦКП «Приморский океанариум», НИЦМБ ДВО РАН (Владивосток). ■*