

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**



Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет

**ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ РЫБНОЙ  
ОТРАСЛИ В КОНТЕКСТЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Материалы VI Национальной  
научно-технической конференции

(Владивосток, 22 декабря 2022 года)

Электронное издание

Владивосток  
Дальрыбвтуз  
2023

УДК 639.2+338.439  
ББК 65.35+65.5  
И66

### **Организационный комитет конференции:**

**Председатель** – Щека Олег Леонидович, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Зам. председателя** – Шестак Ольга Игоревна, канд. ист. наук, доцент, начальник научного управления ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

**Секретарь** – Образцова Елизавета Юрьевна, главный специалист научного управления

### **Адрес оргкомитета конференции:**

690087, г. Владивосток  
ул. Луговая, 52б  
Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет  
Тел./факс: 8 (423) 2-44-11-76  
[http:// www.conf.dalrybvtuz.ru](http://www.conf.dalrybvtuz.ru)  
e-mail: dalrybvtuz-conf@mail.ru

**И66      Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации** : материалы VI Нац. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. 38,0 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2023. – 428 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-767-7

Приведенные материалы охватывают широкий спектр инновационного развития рыбной отрасли, рациональной эксплуатации биоресурсов Мирового океана, производства продуктов из водных биологических ресурсов, совершенствования техники, технологии продуктов питания и управления качеством, а также эксплуатацию водного транспорта и безопасность мореплавания, гуманитарные и социально-экономические аспекты развития рыбной отрасли.

Представлены результаты научных исследований ученых Дальрыбвтуза и других вузов России.

УДК 639.2+338.439  
ББК 65.35+65.5

ISBN 978-5-88871-767-7

© Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет, 2023

**Ангелина Романовна Волкова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, ВБм-212, Россия, Владивосток, e-mail: an9elina.volkova@yandex.ru

**Живые и альтернативные корма в технологии выращивания дальневосточного трепанга**

*Аннотация.* В связи с отсутствием на рынке эффективных кормов для культивируемого дальневосточного трепанга проведен сравнительный анализ литературных источников по данной проблеме. Изучен состав различных кормов для выращивания личинок, молоди трепанга.

*Ключевые слова:* аквакультура, дальневосточный трепанг, *Apostichopus japonicus*, корма, комбикорма, стартовые корма, репродукционные корма, аквакультура, культивирование, микроводоросли, пасты

**Angelina R. Volkova**

Far Eastern State Technical Fisheries University, VBm-212, Russia, Vladivostok, e-mail: an9elina.volkova@yandex.ru

**Live and alternative food in the technology of cultivation of the Far Eastern trepang**

*Abstract.* Due to the lack of effective feed on the market for cultivated Far Eastern trepang, a comparative analysis of literary sources on this problem has been carried out. The composition of various feeds for growing larvae, young trepang has been studied.

*Keywords:* Far Eastern trepang, *Apostichopus japonicus*, feed, compound feed, starter feed, reproductive feed, aquaculture, cultivation, microalgae, pastes

**Введение**

Дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*) сегодня считается самым дорогим морепродуктом. Его товарное выращивание широко развито, но применяется в основном в азиатских странах. В России на сегодняшний день отсутствуют корма для трепанга. При выращивании гидробионтов зачастую используют, два вида корма: стартовые и продукционные. На разных стадиях жизненного цикла требуются разные виды кормов. Для личиночных это прежде всего одноклеточные водоросли (*Dunaliellasp.*, *Dicrateteriasp.* и т.п.) или дрожжи (*Rhodotorula benthica*, *Saccharomycetales cerevisiae*). Для молоди – водоросли: анфельция, цистозира, сахарина. Лучше всех зарекомендовал себя саргассум, содержащий большое количество минеральных веществ и азота [1]. Хозяйствам зачастую приходится самостоятельно выращивать водоросли или собирать их в море. Еще один, самый простой и наименее затратный вариант, – приобрести готовый корм у стран-производителей. Одним из крупнейших производителей готового корма для гидробионтов является Китай. Однако состав таких кормов зачастую не проверяется, что вызывает определенные опасения и предполагает риски для урожайности.

В технологической схеме культивирования иглокожих качество кормления является важным фактором, влияющим не только на выживаемость личинок, но и на темп роста. Именно поэтому проблема создания отечественного корма для трепанга стоит достаточно остро. Они должны быть качественными, сбалансированными, доступными и экономически выгодными [1–2].

Цель данной работы – изучить литературные сведения по кормам, используемым в настоящее время для выращивания дальневосточного трепанга на различных стадиях развития, рассмотреть их состав и определить влияние на организм.

## Результаты исследования и их обсуждение

Корм для трепанга – до сих пор нерешенный вопрос в аквакультуре. Для восполнения запасов данного гидробионта необходимо решить все проблемы, в том числе кормовые. Как правило, корм готовится из водорослей и микроводорослей, которыми в природе питается трепанг. Их предварительно сушат в обыкновенном сушильном шкафу в течение 2–2,5 часа, а затем полученную смесь измельчают и перемешивают. Готовый корм фасуют в мешки и упаковывают [3]. Но, исходя из проведенных исследований, необходимо, чтобы в кормах присутствовали дополнительные питательные составляющие.

Н.Н. Ковалев экспериментальным путем выяснил, как себя чувствует молодь трепанга при добавлении в корм биостимулирующих компонентов. Исследования по выращиванию молоди трепанга проводились на базе НПДМ в бухте Северной. Эксперимент проводился на животных, состоящих из 6 групп. Эффективность оценивали по массе животного. В состав корма входили компоненты: сушеная ламинария, рыбная мука, соевый шрот, измельченные раковины двустворчатых моллюсков и сублимированные внутренности трепанга в соотношении 4 : 2 : 1 : 3 : 0,05. В качестве биологически активных добавок были внесены: холестерин в количестве 20 г (в корм №1), 30 г (в корма № 5 и № 6) и 40 г (в корм № 2) и ДНК из молок лососевых в количестве 1 г (в корма № 3 и № 5) и 5 г (в корма № 4 и № 6) на 1 кг корма. Наибольший привес массы показал трепанг, при выращивании которого использовался корм с рецептурами № 3 и № 5. Наименьший привес показали особи, питающиеся кормом № 6 [4].

Наиболее эффективно зарекомендовали себя ДНК и холестерин. Но следует учитывать, что чрезмерное использование данных компонентов может привести к перенасыщению организма белком и вызвать гибель всего стада. Стоит также отметить, что раковины моллюсков не подходят в качестве кормовой добавки. Молодь трепанга еще не способна усваивать большое количество кальция, а острые куски раковины могут навредить гидробионту.

Как уже отмечалось, водоросли – основной компонент питания трепанга. В странах Азии, где интенсивно развивается марикультура, основу корма составляет саргассум. Однако в Приморском крае данная водоросль не имеет массового распространения [5–6]. В этом случае можно использовать *Saccharina japonica*. Но сахарина в качестве корма для трепанга проигрывает саргассуму по усвояемости. В составе сахарины высокое содержание высокомолекулярных полисахаридов, а такие компоненты молодые организмы не могут усваивать из-за отсутствия в пищеварительной системе ферментов. Саргассум же содержит максимальное количество минеральных веществ (31,7%), небелкового азота (0,58%) и белка (11,8%) [6].

Водоросли – необходимый ингредиент для корма, но дорогостоящий. Для того, чтобы достать 500 кг саргассума, требуется судно и несколько водолазов. Выращивание водорослей – трудоемкий процесс, требующий больших капиталовложений.

В аквакультуре используются физико-химические способы обработки водорослей для получения качественной пищевой продукции. Самый простой и оптимальный вариант в этом случае – возможность подбора готовых ферментных комплексов, используемых при производстве кормовой продукции. Таким способом исследован гидролиз сахарины японской препаратами: целлюлюкс F, оллизайм BG, оллизайм PT, оллизайм Вегпро при температуре 55 С<sup>0</sup> и рН 6 и вискофло MG при 60 С<sup>0</sup>. Под действием ферментов в ней снижается содержание полисахаридов, а увеличиваются легкоусвояемые углеводы. Такие соединения молодь трепанга способна переварить. Обработанная ферментами сахарина в составе комбикормов увеличивает массу трепанга по сравнению с обычной водорослью [7].

В настоящее время ТИПРО-Центр разрабатывает новые компоненты растительного происхождения для корма иглокожих. В качестве объектов исследований использовали водоросль анфельцию, морскую траву и образцы кормов на их смеси. Анализ показал, что наибольший прирост массы тела трепанга обеспечивается при кормлении смесью на основе анфельции и зостеры, а минимальный прирост наблюдается при использовании корма на основе крапивы. Таким образом, предпочтительнее в качестве кормовой смеси использовать компоненты из трав анфельции и зостеры [8].

Хорошо зарекомендовали себя красные дрожжи. Введение их в рацион приводит к хорошей переваримости и усваиванию. Пищевая ценность дрожжевых культур складывается из количественных и качественных показателей нутриентов и сухих веществ. Исследования показали, что пищевая ценность корма на основе дрожжей рода *Rhodotorula* калорийнее на 283,57 ккал, чем у других видов дрожжей [9]. Единственным недостатком является то, что красные дрожжи можно купить только в Китае. А другие виды дрожжей на деле оказались не такими эффективными.

Целесообразно использовать в качестве корма такую водоросль, как спирулина (*Spirulina Arthrospira*) – сине-зеленые водоросли, обитающие в теплой воде. Спирулина полностью отличается от других видов, так как по своим биологическим параметрам она более близка к бактериям, нежели к растениям. Её преимущество в том, что она богата витаминами: А1, В1, В2, В6, В12, С и Е. Кроме того, она – источник бета-каротина и целого ряда минералов. В отличие от других микроводорослей, как, например, хлореллы, клетки которой состоят из жесткой целлюлозы, спирулина состоит из мягких клеток, содержащих сахар. Такой состав корма благоприятен как для рыб, так и для беспозвоночных. Еще одно важное свойство спирулины заключается в том, что она оказывает стимулирующее воздействие на иммунную систему. Она не вызывает болезни и хорошо поедается трепангами [10].

Китайские специалисты экспериментальным путем выяснили, что для увеличения темпа роста трепанга в корм следует добавлять холестерин с красными дрожжами. При добавлении холестерина в корм снизилось содержание белка в 1,0–1,2 раза. В то же время использование в качестве добавки дрожжей не оказывало влияния на его количество. Обнаружение гексозаминов в мускульном мешке трепанга показало положительный эффект только с использованием дрожжей. Внесение в корм красных дрожжей и холестерина способствуют накоплению в тканях триацилглицеридов. В то же время использование других рецептов снижало содержание свободных жирных кислот в 2 раза. Введение в рацион молоди трепанга дрожжей и холестерина улучшает показатели скорости поглощения корма и его пищевой конверсии, что нужно учитывать при разработке рецептов промышленных кормов [11].

Таким образом, сравнивая данные, стоит отметить, что эксперимент Ковалева показал наилучший результат. К основному корму были добавлены молоки лососевых рыб, и масса трепанга всего за месяц возросла с 0,35 на 1,43, при этом выживаемость составила 70%. Стоит отметить, что вносить данные компоненты стоит с особой осторожностью, учитывая жизненный цикл животного. При добавлении же холестерина и красных дрожжей как кормовой добавки, что практикуется китайскими специалистами, масса трепанга выросла в 1,5 раза. При этом рецептура кормов остается неизвестной. Воздействие физико-химических методов на водную растительность показало неплохие результаты. Использование вместо саргассума сахарины помогло бы марикультурным хозяйствам решить вопрос о добавлении в корм обработанных водорослей. Вероятно, в скором времени будут разработаны кормовые добавки, которые будут отвечать необходимым требованиям и обеспечивать высокий прирост массы гидробионтов.

### Библиографический список

1. Ким Г.Н., Журба Е.К., Калинина Г.Г., Советкина А.С., Азьмука Т.М. Способ подготовки кормов из микроводорослей для личинок дальневосточного трепанга, 2015.
2. Ковалев Н.Н., Позднякова Ю.М., Суховеркова Г.Ю. Обоснование состава кормов для молоди дальневосточного трепанга // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2017.
3. Ким Г.Н., Ковалев Н.Н., Позднякова Ю.М., Гаркавец М.Е. Способ приготовления комбинированного корма для молоди трепанга // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2016.
4. Ковалев Н.Н., Позднякова Ю.М., Лескова С.Е. Обоснование применения биологически активных компонентов в рецептуре кормов для дальневосточного трепанга в условиях искусственного разведения на предприятиях марикультуры. Астраханский государственный технический университет, 2018.

5. Мокрецова Н.Д., Викторовская Г.И., Дзизюров В.Д., Шульгина Л.В. Способ получения стартового комбинированного корма для молоди трепанга и его применение, 2014.
6. Кадникова Н.М., Аминина Н.Д., Мокрецова А.М. Применение различных видов водорослей в составе кормов для трепанга. Астраханский институт, 2015.
7. Рогов А.М. Исследование влияния ферментации сахарины японской на химический состав комбикормов для молоди трепанга. Научно-исследовательский рыбохозяйственный центр, 2017.
8. Кадникова И.А., Мокрецова Н.Д. Показатели биологических испытаний кормов на основе анфельции и зостеры для молоди трепанга. Владивосток: ТИПРО-Центр, 2017.
9. Матросова И.В, Политаева А.А. Красные дрожжи как кормовая основа иглокожих. М. : Российский университет дружбы народов, 2020.
10. Ван Ребно, Чень Юань. Разведение и культура морского огурца *Apostichopus japonicus*, 2018.
11. Фудзивара Атуши, Яmano Кейсуке, Оно Каору, Йошикуни Митиясу. Кормление трепанга в заводских условиях, 2018.