ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

Материалы II Национальной
научно-технической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

(Владивосток, 27–28 ноября 2025 года)

Электронное издание

Владивосток
Дальрыбвтуз
2026

УДК 639.2
ББК 65.35
К63

Организационный комитет конференции:

Председатель – Денисова Елена Викторовна, начальник научного управления ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – Вайнутис Константин Сергеевич, канд. биол. наук, доцент, председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Секретарь – Афанасьев Константин Александрович, студент группы ВБб-412

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
e-mail: dalrybvtuz-conf@mail.ru

К63 **Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли** : материалы II Нац. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (49,9 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2026. – 566 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 978-5-88871-802-5

Представлены материалы, посвященные рациональному использованию водных биологических ресурсов, рыболовству, экологическим проблемам, аквакультуре, технике, технологии и управлению качеством продуктов из гидробионтов, эксплуатации водного транспорта и безопасности мореплавания, гуманитарным и социально-экономическим аспектам развития рыбной отрасли.

Приводятся результаты научных исследований студентов, аспирантов и молодых ученых.

УДК 639.2
ББК 65.35

ISBN 978-5-88871-802-5

© Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, 2026

УДК 593.95:591.16

Мария Савчук
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, гр. ВБм-412, Россия, Владивосток, e-mail: 2002smsvl@mail.ru

Научный руководитель – Елена Александровна Жадько, кандидат биологических наук, доцент

Микро- и макроводоросли в рационе личинок и молоди культивируемых гидробионтов

Аннотация. Рассмотрены основные виды кормовых микроводорослей, используемых при выращивании личинок культивируемых гидробионтов. Представлен биохимический состав микроводорослей и пищевые рационы личинок культивируемых гидробионтов.

Ключевые слова: кормовые микроводоросли, бурые и красные водоросли, химический состав, личинки, молодь, тихоокеанская устрица, дальневосточный трепанг

Maria Savchuk
Far Eastern State Technical Fisheries University, VBm-412, Russia, Vladivostok, e-mail: 2002smsvl@mail.ru

Scientific adviser – Elena A. Zhadko, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

Micro- and macroalgae in the diets of larvaes and juveniles of cultured aquidobionts

Abstract. The main types of feed microalgae used in the cultivation of larvae of cultivated aquatic organisms are considered. The biochemical composition of microalgae and the food rations of the larvae of cultivated aquatic organisms are presented.

Keywords: food microalgae, brown and red algae, chemical composition, larvae, juveniles, Pacific oyster, Far Eastern sea cucumber

Одним из важнейших условий марикультуры промысловых моллюсков и иглокожих является использование при кормлении растущих личинок и молоди этих гидробионтов живых культур микроводорослей. Известно, что различные виды живых микроводорослей содержат высокие концентрации белков, липидов, углеводов, микроэлементов, витаминов, каротиноидов, стимуляторов роста и таким образом существенно влияют на выживаемость и процессы роста личинок и молоди культивируемых гидробионтов. Кроме того, микроводоросли широко применяются в виде биодобавок при обогащении готовых стартовых кормов питательными веществами. Основными видами микроводорослей, используемых при выращивании личинок и молоди гидробионтов, являются зеленые – *Dunaliella salina* и *Tetraselmis suecica;*золотистые – *Isochrysis galbana* и *Monochrysis luthe* и диатомовые микроводоросли – *Chaetoceros calcitrans, Chaetoceros muelleri Phaeodactylum tricornutum* и *Sceletonema costatum* [1, 2, 3]. Кормовые микроводоросли отвечают ряду определенных критериев – содержат высокие концентрации питательных веществ, обладают пластичной биохимической структурой, способной изменяться под воздействием условий культивирования, быстро размножаются и имеют размеры и форму клеток, которые могут поглощать и переваривать личинки и молодь гидробионтов [1, 2]. В настоящей работе нами проведен

анализ литературных источников, содержащих информацию по кормлению личинок и молоди двустворчатых моллюсков и иглокожих

Пищевая ценность микроводорослей определяется их биохимическим составом, причем каждая из фаз роста культуры микроводорослей характеризуется синтезом и накоплением определенных соединений. Например, в фазе логарифмического роста образуются белки, в фазе замедленного роста – в основном углеводы, а в стационарной фазе – липиды. Так, например, установлено, что в экспоненциальной фазе роста микроводоросли *I. galbana* и *C. muelleri* содержат от 40 до 50 % белка. Следует отметить, что биомасса многих видов кормовых микроводорослей содержит более 60–70 % белка, что значительно превышает его концентрацию в соевой муке и сухом молоке, которые используют при изготовлении готовых кормов. Однако на ранних этапах развития морских гидробионтов основным источником энергии являются липиды, именно их количество и качественный состав определяют успешное развитие и быстрый рост личинок и молоди гидробионтов. Установлено, что кормление молоди тихоокеанской устрицы микроводорослями, содержащими высокие концентрации липидов, ускоряют ростовые процессы и увеличивают выживаемость моллюсков

По литературным данным, морские беспозвоночные не способны к синтезу целого ряда незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (ЖК), поэтому содержание ЖК в тканях культивируемых гидробионтов напрямую зависит от их концентрации в кормовых микроводорослях. Наиболее высокой продукцией липидов характеризуются микроводоросли рода *Tetraselmis.* В их составе около 40 % мононенасыщенных ЖК и 16–17 % полиненасыщеных ЖК омега-3, -6 и -9. Принято считать, что именно содержание ЖК в тканях живых устриц определяют их свежий специфический запах [2, 3].

Кроме белков и липидов, микроводоросли могут синтезировать и накапливать витамины. Так, например, зеленая микроводоросль *T.suecica* содержит самое большое количество провитамина А, Е и С, золотистая микроводоросль *I. galbana* – витамины РР и С, а диатомовые микроводоросли *S.costatum* и *Ch. muelleri* – витамин В1. Известно, что *T. Suecica* и *I. galbana* содержат высокую концентрацию аскорбиновой кислоты, а микроводоросль *Ph.tricornutum* – максимальное количество каротиноидов.

В ряде исследований показано, что доступность питательных веществ, содержащихся в микроводорослях, для ранних личинок моллюсков и иглокожих зависит от размеров клеток и структуры клеточной стенки. В этой связи особенную ценность при кормлении ранних личинок представляют одноклеточные микроводоросли *Dunaliella salina и Chaetoceros muelleri*. У этих водорослей клетки очень мелкие, размером от 8 до 20 мкм, у *Dunaliella salina* они лишены целлюлозной оболочки, а у *Chaetoceros muelleri* стенка панциря имеет рыхлую структуру и очень тонкая [3, 4].

При составлении сбалансированного рациона питания личинок и молоди культивируемых гидробионтов особое значение имеет калорийность микроводорослей. Среди диатомовых наиболее калорийными являются представители рода *Chaetoceros,* среди золотистых – представители рода *Isochrysis.* Зеленые водоросли рода *Dunaliella* наименее калорийны, но зато наиболее легкоусвояемы [1, 2]. Поэтому при составлении рациона питания обычно используют смеси микроводорослей в различных соотношениях. На мариферме ООО «Дальстам Марин» в рацион растущих личинок тихоокеанской устрицы включены микроводоросли *Dunaliella salina, Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica* [4]. Кормление личинок устрицы начинается на стадии раннего велигера и происходит 3–4 раза в день, при этом рассчитывают количество корма с учетом пищевой активности личинок, степени наполнения их желудков и поведения личинок. На стадии раннего велигера основными факторами в подборе пищевого рациона личинок является размер клеток микроводорослей и высокое содержание в них белка. Потребление микроводорослей происходит только в том случае, если размер клеток соответствует размеру рта и пищевода личинок. При недостатке в корме белков у личинок увеличивается потребление кислорода и замедляется темп роста. При кормлении личинок-

велигеров использовали микроводоросли *Isochrysis galbana* и *Chaetoceros muelleri* в соотношении 2 : 1 в концентрации 60–100 тыс. кл./мл при плотности посадки личинок 20 тыс. экз./л. На личиночных стадиях великонхи и педивелигера используют смесь микроводорослей *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri*, *Phaeodactylum tricornutum* и *Tetraselmis suecica* в соотношении 2 : 1 : 1 : 1. На стадии великонхи концентрация микроводорослей составляла 100–150 тыс. кл./мл при плотности посадки 10 тыс. экз./л, на стадии педивелигера концентрация клеток составляет 150–250 тыс. кл./мл при плотности посадки личинок 2 тыс. экз./л. В рационе осевшей молоди устрицы концентрацию микроводорослей увеличивают до 250–500 тыс. кл./мл. [1, 2].

Основу питания личинок трепанга составляют одноклеточные микроводоросли: *Dunaliella salina*, *Chaetoceros muelleri* и *Phaeodactylum tricornutum*. Личинок начинают кормить на стадии диплеврулы через 1–2 сут после оплодотворения, концентрация микроводорослей при этом составляет 20 тыс. кл./мл в сутки, на стадии ранней аурикулярии и аурикулярии количество корма увеличивают до 40–60 кл./мл, а на стадиях долиолярии и пентактулы – до 60–80 тыс.кл./мл [1, 2].

В мировой аквакультуре в качестве частичной или полной замены белка в кормах для гидробионтов широко используются культуры синезеленой микроводоросли рода *Limnospira* (коммерческое название спирулина). Спирулина благодаря высокому содержанию белка, фикоцианина, полисахаридов, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), пигментов и аминокислот является одним из самых важных культивируемых видов микроводорослей в мире, с коммерческим производством до 90 тыс. т сырой биомассы. По мнению американских и индийских исследователей, клеточная стенка *Limnospira sp*. не содержит клетчатки и состоит только из мягких мукополисахаридов. Это способствует быстрому и легкому усваиванию спирулины (до 85–95 %). Однако длина этой нитчатой водоросли варьируется от 250 до 500 мкм, что делает ее пригодной к использованию только для крупных личинок и молоди культивируемых гидробионтов [4, 5].

Так, учеными из Китая было проведено исследование по использованию четырех видов микроводорослей, в том числе спирулины, в качестве корма при выращивании личинок дальневосточного трепанга. По результатам исследования было установлено, что у экспериментальных особей, которых кормили *S. platensis*, наблюдалась самая низкая скорость роста и отмечалась высокая доля потребления энергии животными, затрачиваемая на переваривание корма. В данном случае рацион на основе спирулины не был эффективным, так как личинки трепанга достигают размера 500 мкм при переходе в стадию молоди [4].

В 2022 г. на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» Дальрыбвтуза разработана и запатентована технология кормления ранней молоди дальневосточного трепанга, в которой в качестве биодобавки к комбикорму в рацион была включена живая культура спирулины *Arthrospira platensis.* Опыт применения данной технологии показал, что выживаемость трепанга повышается на 3,8 %, среднесуточный прирост массы увеличивается до 14,9 %, а средняя масса – до 3,79 г [4, 5].

Сегодня широкое применение в аквакультуре нашли пасты и концентраты из микроводорослей, но по содержанию белка и полиненасыщенных ЖК концентрированные корма уступают живым культурам микроводорослей и на ранних стадиях развития гидробионтов не способны их заменить.

Кроме паст и концентратов из микроводорослей разработана технология получения гомогенатов из некоторых макроводорослей, используемых в качестве кормовых добавок для культивируемых иглокожих. В Приморье на предприятиях по культивированию трепанга используют корма китайского производства, основу которых составляет фукусовая водоросль Саргассум бледный (*Sargassum pallidum*). В водах залива Петра Великого саргассум не является массовым видом и поэтому не пригоден для промышленного производства трепанговых кормов. Результаты исследования химического состава промысловых видов макроводорослей Цистозиры толстоногой (*Cystoseira crassipes*), Анфельции тобучинской (*Ahnfeltia tobuchiensis*) и Сахарины японской (*Saccharina japonica*) выявили

видовые различия в содержании минеральных веществ, белка, аминокислотном составе и полисахаридов. Оценка эффективности экспериментальных кормов, содержащих эти водоросли, показала, что максимальный прирост массы молоди трепанга дает корм на основе цистозиры, минимальный – на основе сахарины [6, 7, 8].

Таким образом, исследования по применению микро- и макроводорослей в биотехнологии культивирования промысловых гидробионтов являются актуальными и практически значимыми.

Библиографический список

1. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Выращивание мидий и устриц в Черном море / ред. В. Н. Еремеева. Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. Севастополь, 2010. С. 424.

2. Лескова С. Е., Ковалев Н. Н. Микроводоросли как объекты питания для аквакультурантов // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы III Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 61–65.

3. Ковтун Т. С. Особенности питания и подготовка кормовой базы для личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 71–76.

4. Ларикова М. В. Рост и развитие личинок дальневосточного трепанга на различных кормах // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2022. С. 119–123.

5. Политаева А. А. Опыт применения Arthrospira platensis в качестве кормовой добавки при культивировании молоди дальневосточного трепанга Aapostichopus japonicus // Рыбное хозяйство. 2021. № 6. С. 113–116.

6. Кадникова И. А., Мокрецова, Н. Д. К оценке эффективности химического состава рецептур корма для молоди трепанга, выращенной в искусственных условиях: материалы всероссийской научной конференции, посвященной 80-летнему юбилею ФГУП «Камчат-НИРО». 2012. С. 568-572.

7. Кадникова И. А., Аминина Н. М., Мокрецова Н. Д., Рогов А. М. Применение разных видов водорослей в составе кормов для молоди трепанга // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2015. № 4. С. 62–68.

8. Рогов А. М. Сахарина японская ферментированная – перспективный компонент кормов для марикультуры трепанга // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. 2016. Ч. I. 309 с.