

УДК 639.6

[https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2026\\_2\\_4](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2026_2_4)

<https://elibrary.ru/xjgydp>

## Выращивание живых кормов в условиях Приморского океанариума

Ольга Борисовна Гостюхина

Приморский океанариум, филиал Национального научного центра морской биологии  
им. А. В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, 690017, Российская Федерация

E-mail: [gostiukhina\\_ob@primocean.ru](mailto:gostiukhina_ob@primocean.ru)

Получена 27 апреля 2026 г.; принята к публикации 1 июня 2026 г.

**Аннотация.** Представлены данные по культивированию живых кормов в Приморском океанариуме. Объект исследования – девять видов морских микроводорослей (*Nannochloropsis* sp., *Dunaliella salina*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis* sp., *Chaetoceros muelleri*, *Rhodomonas salina*, *Porphyridium purpureum*), пресноводная цианобактерия *Arthrospira platensis*, два вида дафний (*Daphnia magna* и *Daphnia pulex*), солоноводная коловратка *Brachionus plicatilis* и жаброногий рачок *Artemia salina*. Обобщены и внедрены методики культивирования и повышения биологической ценности живых кормов. Для микроводорослей применяют накопительный и полунепрерывный режимы культивирования. Дафний выращивают в пресной воде, коловраток и артемий – в морской, соленостью 32–34‰. Для повышения питательной ценности кормов проводится их обогащение путем смешивания различных организмов. Используемые методы позволяют круглогодично обеспечивать личинок и молодь гидробионтов Приморского океанариума достаточным количеством качественных кормовых объектов.

**Ключевые слова:** живые корма, микроводоросли, выращивание, температурный режим, питательная среда, коловратка, дафния, артемия, спирулина.

## Cultivation of live feed at the Primorsky Aquarium

Olga B. Gostiukhina

Primorsky Aquarium, branch of the A. V. Zhirmunsky National Scientific Center  
for Marine Biology, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,

Vladivostok, 690017, Russian Federation

E-mail: [gostiukhina\\_ob@primocean.ru](mailto:gostiukhina_ob@primocean.ru)

Received April 27, 2026; accepted June 1, 2026

**Abstract.** The data on the cultivation of live feeds in the Primorsky Aquarium are presented. The object of the study are: nine species of marine microalgae (*Nannochloropsis* sp., *Dunaliella salina*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Chlorella vulgaris*, *Tetraselmis* sp., *Chaetoceros muelleri*, *Rhodomonas salina*, *Porphyridium purpureum*), the freshwater cyanobacterium *Arthrospira platensis*, two species of daphnia (*Daphnia magna* and *Daphnia pulex*), the brackish-water rotifer *Brachionus plicatilis*, and the brine shrimp *Artemia salina*. The methods of cultivation and increasing the biological value of live feed were synthesized and implemented. Microalgae were produced using batch and semi-continuous modes. *Daphnia* were reared in fresh water, while rotifers and brine shrimps were maintained in seawater at a salinity of 32–34‰. To increase the nutritional value of the feeds, they were enriched by combining different organisms. The applied methods ensure the year-round supply of a sufficient amount of high-quality live feed to the larvae and juvenile aquatic organisms kept at the Primorsky Aquarium.

**Keywords:** live feeds, microalgae, cultivation, temperature regime, nutrient medium, rotifer, *Daphnia*, *Artemia*, *Spirulina*.

## Введение

Использование живых кормов выступает определяющим фактором успеха при выращивании гидробионтов, особенно на стадиях раннего онтогенеза (Моисеев 2007). В этот период личинки и молодь крайне чувствительны к качеству питания: корм должен быть не только максимально питательным, но и легкодоступным. Живые

корма, богатые белками, полиненасыщенными жирными кислотами, витаминами и микроэлементами, обеспечивают ускоренный рост и высокую сопротивляемость организмов заболеваниям (Басонов и др. 2024). Некоторые виды зоопланктона содержат высокий уровень пищеварительных ферментов, которые активируют ферментативную систему самих личинок, стимулируя их пищевую активность (Hamidreza et al. 2017).

Помимо питательной ценности, живые корма необходимы для имитации естественных экосистем. Движение кормовых объектов стимулирует охотничий инстинкт молоди рыб, что значительно улучшает поедаемость по сравнению с искусственными кормами (Тарасенко 2016; Басонов и др. 2024; Мамонова, Бригида 2024). Важным преимуществом применения живых кормов является их положительное влияние на качество воды: живые организмы длительное время не оседают, не склонны к быстрому разложению и гниению, что снижает вероятность загрязнения воды остатками пищи, а некоторые виды дополнительно способствуют биологической фильтрации (Басонов и др. 2024).

Целью данной работы является обобщение методов культивирования кормовых объектов и их адаптации к технологическим условиям Приморского океанариума. Внедрение данных методик направлено на обеспечение гидробионтов полноценным питанием и повышение их выживаемости в периоды роста и адаптации.

### **Материалы и методы**

Работа выполнялась на базе научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» – филиала ННЦМБ им. А. В. Жирмунского ДВО РАН (далее – Приморский океанариум или Океанариум). Технологические мощности комплекса включают 135 аквариумных систем, обеспечивающих содержание многочисленных гидробионтов различных климатических зон (Приморский океанариум 2026).

Для обеспечения биологических потребностей животных разных трофических групп (фильтраторов, планктофагов, молоди рыб на ранних этапах развития, взрослых рыб со специфическим рационом) была сформирована база живых кормов, имитирующая естественные пищевые цепи. В качестве объектов культивирования были выбраны универсальные представители фито- и зоопланктона. Фитопланктон представлен морскими микроводорослями и пресноводной цианобактерией спирулиной, зоопланктон – коловратками и рачками дафнией и артемией.

На основе анализа научной литературы были определены и адаптированы к условиям Океанариума оптимальные параметры выращивания кормовых организмов. Основным критерием подбора методик стала возможность объединения нескольких объектов выращивания в одном помещении со сходным режимом содержания.

Для каждой группы организмов были установлены индивидуальные режимы выращивания (типы выростных ёмкостей, температура, солёность, освещение, аэрация и тип кормления). Применяемый подход позволил рационально использовать производственные площади Океанариума и обеспечить максимальную эффективность воспроизводства биомассы живых кормов.

### **Результаты и обсуждение**

В процессе разведения рыб и беспозвоночных в искусственной среде обязательным требованием является применение живых кормов, особенно на ранних стадиях развития (Новоселова, Каниева 2024). По ряду причин физиологического характера личинки и мальки рыб не могут употреблять искусственные инертные

корма (Басонов и др. 2024). Согласно исследованиям некоторых авторов (Arvind et al. 2021; Lee et al. 2022; Li et al. 2018), живые корма влияют на микробиом кишечника личинок рыб. Так, кормление живыми кормами в сравнении с искусственным комбикормом повышало выживаемость личинок за счёт укрепления иммунитета и защиты от болезней (Arvind et al. 2021). В условиях Приморского океанариума содержится большое количество животных, таких как медузы, актинии, асцидии, многие виды кораллов, моллюски, иглокожие и т. д., для которых живой корм считается обязательным условием жизнедеятельности.

Для удовлетворения потребностей разных животных в живых кормах в Приморском океанариуме выращивают девять видов морских микроводорослей: *Nannochloropsis* sp., *Dunaliella salina* Teod., 1905, *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, 1897, *Isochrysis galbana* Parke, 1949, *Chlorella vulgaris* M. Beijerinck, 1890, *Tetraselmis suecica* (Kylin) Butcher, 1959, *Chaetoceros muelleri* Lemmermann 1898, *Rhodomonas salina* (Wislouch) D. R. A. Hill & R. Wetherbee, 1989, *Porphyridium purpureum* (Bory) K. M. Drew & R. Ross 1965, один вид пресноводной цианобактерии *Arthrospira platensis* (Nordstedt) Gomont, 1892 (спирулина), солоноводную коловратку *Brachionus plicatilis* O. F. Müller, 1786, рачков *Daphnia magna* Straus, 1820, *D. pulex* Leydig, 1860 (дафния) и *Artemia salina* Linnaeus, 1758 (артемия).

### Микроводоросли

Микроводоросли представляют собой важную часть рациона многих водных организмов. Они являются первым звеном в пищевой цепи и служат основным источником питания для различных видов фильтраторов, таких как моллюски, кораллы, актинии (Басонов и др. 2024). В аквакультуре их используют для кормления личинок и молоди промысловых моллюсков и иглокожих, ракообразных и рыб. В условиях Океанариума микроводоросли микроводоросли? *Nannochloropsis* sp., *I. galbana*, *C. muelleri*, *C. vulgaris* используются в разведении солоноводной коловратки; *A. platensis* и *C. vulgaris* – для питания артемии на разных стадиях развития. Микроводорослями также кормят медуз, актиний, кораллов, креветок и молодь рыб.

Для некоторых гидробионтов, выращиваемых в Океанариуме, микроводоросли являются основным кормом и должны удовлетворять ряду требований: иметь соответствующий размер, удобный для заглатывания, хорошо перевариваться; иметь определённый химический состав и соответствовать пищевым потребностям гидробионтов. Биохимический состав кормовых микроводорослей может изменяться как от условий культивирования (температура, освещённость, минеральное питание), так и от фазы роста. Каждая стадия развития характеризуется наличием в клетке водоросли определённого набора питательных веществ. Так, на стадии активного роста в клетках имеется большое количество белка, а на стадии, близкой к стационарной, водоросли содержат в основном углеводы. В стадии замедления роста и отмирания водорослей количество питательных веществ снижается и возрастает количество продуктов обмена (Каргару 2018; Гостюхина, Сухин 2022). Такие водоросли в пищу не пригодны.

Виды микроводорослей значительно отличаются друг от друга по своим пищевым качествам, но правильно подобранная смесь оказывает значительный положительный эффект на рост и развитие гидробионтов. Культивируемые виды микроводорослей по своим качествам дополняют друг друга и успешно применяются для кормления гидробионтов Приморского океанариума. Морские микроводоросли используют для кормления мальков мелких видов рыб, таких как зебровидный

дасцилл (*Dasyllus aruanus* Linnaeus, 1758), единорог-акреихт (*Acreichthys tomentosus* Linnaeus, 1758), тернеция (*Gymnocorymbus ternetzi* Boulenger, 1895) и др., а также молоди медуз и кораллов. При выращивании коловратки микроводоросли используют в качестве основного корма.

Существует множество способов выращивания микроводорослей. Способ культивирования и тип конструкций выбирается в зависимости от целей выращивания. Это могут быть как бассейны, расположенные под открытым небом, так и высокотехнологические установки закрытого типа (Микроводоросли... 2008). Чаще всего для выращивания микроводорослей применяется накопительный режим культивирования. Он не требует дорогостоящего оборудования, при его применении легко контролировать рост микроводорослей. Цель этого метода заключается в получении альгологически чистой, жизнеспособной, плотной культуры, для использования её на корм гидробионтам (Патент № 2793471 С1 2023).

В Океанариуме микроводоросли выращивают в накопительном режиме в стеклянных колбах от 2 до 5 л и в полунепрерывном режиме в конусовидных ёмкостях объёмом 150 л. Культивирование микроводорослей в колбах проводят в специальном боксе, где соблюдаются стабильный уровень освещённости и постоянная температура воздуха (рис. 1).

Культуры микроводорослей должны быть альгологически чистыми, т. е. содержать только один вид. На протяжении всего периода выращивания поддерживается высокая чистота культуральной среды, любое заражение бактериями, простейшими или другими видами водорослей грозит гибелью культуры. Среды для культивирования готовят на основе морской воды с предварительным обеззараживанием. Для небольших объёмов применяют автоклавирование, для объёмов 150 л и более – ультрафильтрацию (0.1 мкм) с последующей УФ-обработкой. При культивировании морских микроводорослей используют среды Гольдберга и F/2 (Кабанова 1961). Среда Гольдберга применяется для зелёных микроводорослей, а F/2 – для диатомовых. Предварительно готовят концентрированные растворы макро- и микроэлементов

на дистилляте, затем добавляют определённое количество каждого раствора в стерилизованную морскую воду.

Культивирование микроводорослей осуществляется путём периодического пересевания на свежую питательную среду. Периодическим пересевом культуры микроводоросли поддерживают длительное время и, при необходимости, наращивают в больших объёмах. В процессе культивирования микроводорослей ежедневно визуальную оценивают состояние культуры, её цвет, распределение клеток в суспензии. По необходимости проводят подсчёт клеток под микроскопом. При выращивании микроводорослей в стеклянных колбах толщина слоя суспензии небольшая, поэтому на этом этапе интенсивность освещения поддерживается на уровне от 2 до 6 клк, световой режим 12 часов свет: 12 часов темнота. В больших объёмах толщина



**Рис. 1.** Маточная культура микроводорослей.

**Fig. 1.** Microalgae stock culture.

слоя суспензии выше, и, чтобы света хватало всем клеткам водорослей, необходимо постоянное освещение мощностью не менее 10–12 кЛк (таблица).

Такой способ выращивания позволяет непрерывно обеспечивать живыми микроводорослями обитателей Океанариума. Ежедневно выдаётся от 6 до 15 л микроводорослей с численностью клеток от 2.5 до 10 тыс. клеток/мл.

**Таблица.** Общие показатели выращивания живых кормов в условиях Приморского океанариума.

**Table.** General indicators of live feed cultivation in the Primorsky Aquarium's facilities.

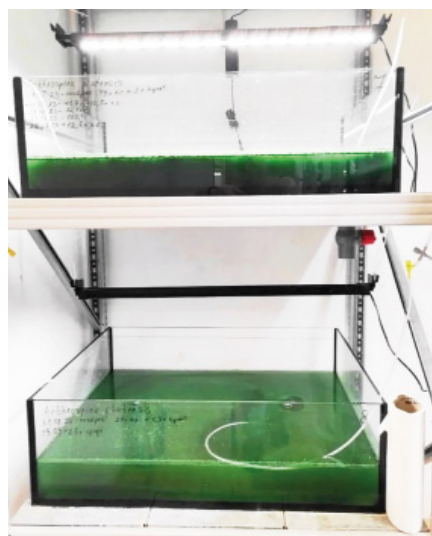
Тип корма	Температура, °С	Солёность, ‰	Содержание кислорода, мг/л	pH	Освещение, кЛк	Питание
Морские микроводоросли	21–23	33–34	5–7	7.0–8.5	2–6/10–12*	Питательные среды Гольдберга и F/2
Спирулина	23–26	0	4–7	8.5–10.0	2.0–4.5	Среда Зарукка
Коловратка	22–26	33–34	5–7	7.0–7.5	2–4	Микроводоросли, дрожжи
Артемия	24–28	33–36	4–7	7–8	2.5–4.0	Спирулина, хлорелла, дрожжи
Дафнии	22–26	0	4–7	7.5–8.0	2–4	Дрожжи

\* 2–6 кЛк для маточной культуры, выращиваемой в колбах, 10–12 кЛк для культуры в больших объёмах (2–6 cLx for the stock cultures grown in flasks, 10–12 cLx for the cultures produced in large volumes).

### Спирулина

Спирулина известна высокой продуктивностью и сравнительно доступными формами её культивирования в полупромышленных условиях. Она относится к видам с типично белковой направленностью биосинтеза, содержит до 75% белка, имеет большие размеры клеток (до 500 мкм) (Гнатченко и др. 1994). Высокое содержание в спирулине бета-каротина и аминокислот положительно влияет на иммунную систему и общую физиологию водных животных (Басонов и др. 2024). Существуют способы выращивания спирулины под открытым небом при солнечном освещении и в закрытых фотобиореакторах при постоянных параметрах среды (Гнатченко и др. 1994; Soni et al. 2019). В нашем случае выращивание спирулины производится в широких открытых аквариумах-культиваторах при постоянном искусственном освещении. Технологический процесс выращивания спирулины включает в себя несколько этапов: содержание маточных культур, приготовление питательной среды, выращивание водорослей в культиваторах, сбор культуры. При выращивании спирулины необходимо поддерживать в культиваторах высокий уровень pH, что достигается использованием среды Зарукка, основу которой составляет бикарбонат натрия (Пиневич и др. 1970).

При выращивании маточной культуры поддерживают стабильные показатели среды – температура воздуха в пределах 22–25 °С, освещение лампами дневного света интенсивностью от 4 до 6 кЛк. Маточную культуру спирулины выращивают со светопериодом 12 часов день: 12 часов ночь. При выращивании в культиваторах объёмом 120 л, объём среды со спирулиной составляет 50–75 л, толщина слоя 7–10 см, площадь водного зеркала 0.5 м<sup>2</sup> (рис. 2). Культивирование происходит при



**Рис. 2.** Выращивание спирулины в культиваторах.

**Fig. 2.** Spirulina culture in cultivation tanks.

постоянном освещении и температуре 22–25 °С. Сбор биомассы осуществляется раз в неделю с поверхности культиваторов. После сбора в культиватор добавляют свежую питательную среду.

Полученная паста из спирулины используется как витаминная добавка для веслоносов (*Polyodon spathula* Walbaum, 1792), толстолобиков (*Hypophthalmichthys* spp.) и других планктоноядных рыб, а также рыб и кораллов экспозиции Большого рифа.

### Коловратка

*Brachionus plicatilis* – небольшие коловратки 0.1–0.3 мм в длину, обитают в солоноватых водоёмах. Самки живут до двух недель, самцы 2–3 суток. Половой зрелости достигают за одиное суток (Спекторова и др. 1986). Коловраток используют в качестве источника питания многих гидробионтов на разных стадиях развития из-за высокого содержания белков, липидов и других питательных веществ. Эти корма обеспечивают быструю и полноценную ассимиляцию питательных веществ, что способствует ускоренному росту и повышенной выживаемости гидробионтов. Исследования показывают, что рыбы, выращенные на живых кормах, демонстрируют лучший иммунитет и устойчивость к болезням (Hamre et al. 2013; Li et al. 2018).

В Приморском океанариуме коловраткой кормят медуз, актиний, моллюсков, кораллы, креветок, а также молодь многих морских рыб. При кормлении малька пресноводных рыб коловратку дают небольшими порциями, т. к. она выдерживает в пресной воде не более 5–6 часов, после чего погибает. Коловратку также задействуют в качестве стартового корма для личинок и мальков рыб. В процессе дальнейшего развития молодь рыб переводят на более крупный кормовой объект – науплий артемии. Для кормления гидробионтов ежедневно используется 10–15 л культуры коловратки плотностью 250–370 экз./мл.

Культивирование коловраток проводят в ёмкостях различного типа, объём которых определяется потребностью в корме для конкретного количества гидробионтов. Для разведения коловратки применяют конусовидные ёмкости из ПЭТ (полиэтилен-терефталат), объемом от 20 до 70 л. Солоноводная коловратка выдерживает большой диапазон солёности (Спекторова и др. 1986; Рожнова 2025). Для культивирования коловратки в Океанариуме используют морскую воду, прошедшую предварительную очистку через микрофильтр (0.1 мкм), солёностью 32–34‰ и температурой 22–26 °С; аэрация отсутствует. Освещение лампами дневного света, не менее 1–2 кЛк в режиме: 8 часов свет: 16 часов темнота. Воду не меняют, только добавляют по мере использования. При обрастании стенок, перезапуск культуры, меняя ёмкости меняют на чистые.

В исследованиях некоторых авторов (Портная, Другакова 2018; Мамонова, Бригида 2024) указано, что качественный состав белка у живых кормовых объектов напрямую зависит от места их обитания и питания, что в полной мере относится

и к коловратке (Патент № 2824043 С1 2024). Смешанное кормление микроводорослями и дрожжами повышает питательность культуры коловраток и обогащают её аскорбиновой кислотой (Карарапу 2018). Учитывая эти факторы, в Океанариуме при выращивании коловраток к микроводорослям (не менее 1 млн клеток/мл) *Nannochloropsis* sp., *D. salina*, *C. vulgaris*, *T. suecica* и *I. galbana* добавляют активированные пекарские дрожжи из расчёта 10 мл/л микроводорослей и 0.1 г/л (кормление производится два в сутки).

### Артемия

Жаброногий рачок *Artemia salina* относится к одному из самых распространённых, универсальных и широко используемых видов живого корма при выращивании личинок различных рыб, ракообразных, и других гидробионтов (Bengtson et al. 2018; Ковачева и др. 2019; Ковалевский, Василенко 2022). Артемия обладает рядом преимуществ, выгодно отличающих её от других кормовых организмов: маленькие размеры, позволяющие применять артемию на ранних стадиях культивирования гидробионтов, высокая пищевая ценность, мягкий наружный скелет, несложность хранения инкубационного материала (цист), относительная простота приготовления к скармливанию (Ковачева и др. 2019).

Науплии артемии, представляющие собой личиночную стадию сразу после выклева, их характерная оранжевая окраска обусловлена высокой концентрацией каротиноидов в их тканях (Ивлева 1969; Гусев 1991). Артемии способны размножаться живорождением и откладыванием яиц с тонкой оболочкой, из которых сразу же развиваются науплии, и цисты, покрытые толстой хитиновой оболочкой. Формирование цист является физиологическим приспособлением артемии, позволяющим перенести неблагоприятные условия окружающей среды и в последствии возобновить популяцию (Литвиненко и др. 2009). При кормлении личинок рыб и других гидробионтов используются суточные науплии, полученные из цист артемии. Науплии содержат высокое количество белка и липидов, включая незаменимые жирные кислоты, что полностью обеспечивает потребность рыб и ракообразных на начальных стадиях развития (Ивлева 1969; Гусев 1991). Артемию на более поздних стадиях развития задействуют при выращивании личинок карповых, осетровых, лососевых и других видов рыб, а также некоторых ракообразных.

Выращивание артемии осуществляют экстенсивными и интенсивными методами. Экстенсивные методы предполагают внесение культуры артемии в солёные озера и их дальнейшее выращивание в естественных условиях. Из интенсивных методов выращивания самым распространённым является получение науплий методом инкубации цист. Для этого метода используются сухие цисты, собранные в естественных водоёмах. При попадании сухих цист в воду с солёностью от 5 до 90%, происходит их гидратация, которая запускает активное развитие эмбриона. Спустя сутки лопается жёсткая оболочка цисты, и появляется зародыш, окружённый внутренней мембраной. Затем наступает стадия выклева, когда лопается внутренняя мембрана, и появляются первые свободно плавающие науплии. Личинки I науплиальной стадии не могут потреблять корм, потому что их пищеварительная система еще не функционирует, и они в этот период расходуют запасы желточного мешка (Воскресенский, Хайдаров 1967).

В зависимости от мощности предприятий по выращиванию артемии, инкубацию цист проводят в ёмкостях объёмом от 20 до 200 л и более (Воронов 1986; Портная, Салтанов 2015; Ковачева и др. 2019). В условиях Океанариума цисты инкубируют



**Рис. 3.** Установка для инкубации цист *Artemia salina*.

**Fig. 3.** *Artemia salina* hatching system.

в ёмкостях с конусовидным дном объёмом 150 л при постоянном освещении лампами дневного света мощностью 2.5–4 кЛк (рис. 3).

*Культивирование* артемии в Океанариуме проходит полный цикл и включает следующие этапы: 1) инкубация замороженных цист артемии; 2) получение науплий; 3) подращивание до половозрелой стадии. Для инкубации замороженных цист необходимо высокое содержание кислорода в воде, которое обеспечивается активной подачей воздуха через распылители в среду с цистами. Оптимальная скорость аэрации зависит от размера резервуара и плотности цист. Инкубатор состоит из шести сосудов в форме перевернутого конуса (рис. 3). На дно помещают аэрационный шланг, подключенный к компрессору. Сосуды заполняют морской водой солёностью 33–35‰ и температурой 24–27 °С. В каждую 150-литровую ёмкость

засыпают 170–200 г цист. Компрессор насыщает воду мелкими пузырьками, которые помимо аэрации поддерживают цисты во взвешенном состоянии и не позволяют им опуститься на дно сосуда.

В разных хозяйствах используют различные химические вещества для активации цист. Это могут быть перекись водорода или аскорбат натрия (Богатова, Шмакова 1980; Патент № 2352108 С2 2009). Для активации цист и лучшего выклева в Приморском океанариуме применяют 3% раствор перекиси водорода по 200 мл на каждый сосуд с цистами. После 48 часов инкубации и выключения компрессора скорлупа цист всплывает на поверхность, не проклюнувшиеся цисты опускаются на дно, выплывшиеся науплии парят в тоще воды. Через 15–20 минут необходимо начинать сбор науплий, так как более поздний срок сбора может привести к их гибели из-за высокой концентрации при отсутствии кислорода.

При использовании высококачественного сырья выход биомассы науплий по отношению к массе исходных цист составляет 1: 3. Часть науплий выдают в качестве корма для молоди мелких видов рыб, ракообразных, медуз, кораллов и других гидробионтов, а часть расселяют в ёмкости для дальнейшего выращивания. Для подращивания артемии практикуют круглые ёмкости с конусовидным дном объёмом от 300 л, в которых обеспечивается подача воздуха при помощи аэрации (рис. 4). Культивирование рачков проводят при температуре 25–29 °С и фотопериоде 12: 12 (свет: темнота). Содержание растворённого в воде кислорода поддерживают на уровне 4–7 мг/л. Для культивирования рачка артемии используют морскую воду, прошедшую предварительную очистку, солёностью 33–35‰; плотность посадки науплий в ёмкости должна быть не менее 5–10 тыс./л.

На начальном этапе развития науплии быстро растут за счет резервов желтка, поэтому в первые сутки после пересаживания рачков в ёмкости для подращивания их не кормят. В природе главная пища рачков – микроводоросли и бактерии грунта. В условиях Океанариума для кормления артемии применяют сухой порошок микроводорослей спирулины и хлореллы, предварительно разведённый водой до однородной суспензии. Эти микроводоросли содержат до 70% белка в сухом виде, а также



**Рис. 4.** Система емкостей для выращивания рачка *Artemia salina*.

**Fig. 4.** *Artemia salina* culture tank system.

витамины, ненасыщенные жирные кислоты и целый ряд микро- и макроэлементов (Гнатченко и др. 1994; Басонов и др. 2024).

Кроме водорослей в качестве добавки используют пекарские дрожжи. Кормление производится один раз в сутки. При такой диете рачки артемии очень быстро растут и уже через несколько дней пригодны для кормления взрослых рыб (в условиях соблюдения температурного режима). При температуре ниже 25 °С рост артемии замедляется.

Науплии и взрослые особи артемии составляют основу рациона гидробионтов на разных этапах жизненного цикла: от личинок и мальков до половозрелых особей. Кроме того, артемия служит незаменимым стартовым кормом при адаптации вновь поступивших гидробионтов. Ежесуточный расход биомассы составляет 2000–2700 г науплий и 40–70 г взрослого рачка (в сыром весе).

### Дафния

Ветвистоусых рачков дафний применяют в качестве корма для многих пресноводных аквариумных рыб и других беспозвоночных. Для видов рыб с крупным новорождённым мальком эти ракообразные являются стартовым кормом, а для мелких мальков могут быть основным кормом при выращивании молоди (Койшибаева и др. 2011). Дафнии содержат большое количество белка, незаменимых аминокислот, витаминов, ферментов и других компонентов, особенно важных для молоди рыб, что сводит к минимуму заболеваемость и облегчает адаптацию к новым условиям (Симонов и др. 2022).

В Приморском океанариуме выращивают два вида дафний – *D. magna* и *D. pulex*, различающихся размерами. Максимальный размер взрослой *D. magna* – 6 мм, *D. pulex* до 3–4 мм; в момент вылупления 0.7–0.8 и 0.5 мм, соответственно. Эти рачки характеризуются высокой плодовитостью, быстрым темпом роста, приспособленностью к широкому спектру факторов среды. Дафнии выдерживают диапазон температур от 5 до 34 °С. Чем выше температура воды, тем короче жизнь рачка, при этом оптимальная температура для выращивания обоих видов составляет 22–26°С (таблица). Дафния может жить при очень низком содержании кислорода в воде (до 1 мг/л), оптимальная концентрация составляет 6–7 мг/л. При понижении содержания кислорода образуется гемоглобин, и рачки приобретают красноватый цвет.

Существуют различные способы культивирования дафний – от прудов до закрытых систем (Микулин 1994; Cheban et al. 2018). Выращивание в открытых прудах предполагает зависимость от погодных условий, а высокотехнологичные способы выращивания требуют больших материальных затрат. Предпочтительно культивировать дафний в небольшом объёме воды, где удобнее следить за факторами среды и проще осуществлять водообмен, т. к. выращивание зоопланктона в стоячей воде влечет за собой загрязнение воды кормом, изменение рН и т. д. (Пронина и др. 2024). В Приморском океанариуме дафний выращивают в ёмкостях с конусовидным дном объёмом от 70 до 300 л. В процессе культивирования наблюдается значительный рост уровня рН. Резкое снижение этого показателя при замене воды вызывает у рачков осмотический стресс: они оседают на дно, прекращают питание и погибают. Для минимизации резких колебаний гидрохимического режима свежую воду следует вносить порциями, не превышающими 1/4 от общего объёма.

Все дафнии – хорошие фильтраторы, их естественную пищу составляют микроводоросли, бактерии, мелкие частички детрита. При выращивании в искусственных условиях кормом для дафний служат одноклеточные водоросли, инфузории, пекарские дрожжи. Из приведённых в литературных источниках сведений о кормлении дафний водорослями, бактериями и инфузориями ясно, что этот способ требует частого перезапуска ёмкостей, т. к. рост кормовых организмов не контролируется (Шохалова и др. 2023; Пронина и др. 2024). Стабильность культуры дафний в условиях Океанариума достигается путем дробного кормления. Применение дрожжевой взвеси требует строгого контроля: полное осветление воды через 12 часов после кормления свидетельствует об оптимальном балансе между объемом рациона и численностью рачков. Такой подход минимизирует риск стресса и стабилизирует микробиологический режим в системе. Для отслеживания изменений проводят ежедневный мониторинг параметров среды (температура, рН, соленость). При соблюдении всех описанных условий культивирования удается получать стабильное количество дафний, необходимое для кормления рыб и других гидробионтов Океанариума. В качестве кормовых объектов ежедневно используется от 5 до 15 г *D. pulex* и от 25 до 40 г *D. magna*.

### Заключение

Использование живых кормов является ключевым фактором в выращивании гидробионтов, особенно в период раннего онтогенеза. Высокая пищевая ценность и привлекательность таких кормов делают их незаменимыми, а для ряда узкоспециализированных видов Приморского океанариума – единственно возможным рационом.

В Приморском океанариуме используются обобщённые, критически рассмотренные, апробированные и адаптированные к технологическим особенностям конкретные методы поточного культивирования приоритетных групп фито- и зоопланктона. Поскольку качество белка кормовых объектов напрямую зависит от их питания, внедрены методы обогащения (селективное использование микроводорослей, дрожжевых компонентов, спироулины и хлореллы), что позволило значительно повысить биологическую ценность коловраток и артемии.

Применяемые методы обеспечивают стабильное получение качественных кормов в объёмах, достаточных для эффективного выращивания гидробионтов на всех этапах развития: от личинок до половозрелых особей. Внедренный системный подход к формированию кормовой базы позволил не только поддерживать

жизнедеятельность экспозиционных объектов, но и успешно реализовать программы по их адаптации и воспроизводству, создавая фундамент для дальнейшей научно-исследовательской деятельности.

### Благодарности

Выражаю благодарность коллегам из сектора культивирования за помощь в работе и подготовке материала. При работе над оформлением материала использованы рекомендации В. С. Жердева (Вестник ДВО РАН), а при редактировании текста учтены ценные советы акад. РАН В. В. Богатова.

Работа выполнена в Центре коллективного пользования Приморский океанариум ННЦМБ ДВО РАН.

### Литература (References)

- Басонов О. А., Судакова А. В., Шилова В. С.** 2024. Использование живых кормов в аквакультуре ценных видов рыб // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: IX Национальная научно-практическая конференция с международным участием. Саратов. С. 21–27. (**Basonov O. A., Sudakova A. V., Shilova V. S.** 2024. Use of live feeds in aquaculture of valuable fish species. In: State and prospects of aquaculture development in the Russian Federation: IX National Scientific and Practical Conference with International Participation. Saratov, pp. 21–27. [In Russian].)
- Богатова И. Б., Шмакова З. И.** 1980. Способ активации яиц ракообразных. Авторское свидетельство СССР № 712065. Бюллетень изобретений № 4. (**Bogatova I. B., Shmakova Z. I.** 1980. Method for activation of crustacean eggs. USSR Author's Certificate No. 712065. Bulletin of Inventions No. 4. [In Russian].)
- Воронов П. М.** 1986. Инструкция по заготовке, очистке, активации, инкубации и контролю за жизнеспособностью яиц артемии. – Краснодар: Краснодарский филиал ВНИИПРХ. 18 с. (**Voronov P. M.** 1986. Guidelines for harvesting, cleaning, activation, incubation and viability control of *Artemia* eggs. Krasnodar: Krasnodar Branch of VNIIPRKh, 18 pp. [In Russian].)
- Воскресенский К. А., Хайдаров И. Ш.** 1967. Стимуляция выклева науплиусов из яиц артемии // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология, почвоведение 1: 3–11. (**Voskresensky K. A., Khaidarov I. Sh.** 1967. Stimulation of nauplii hatching from *Artemia* eggs. *Moscow University Bulletin. Series 16. Biology, Soil Science* 1: 3–11. [In Russian].)
- Гнатченко Л. Г., Писаревская И. И., Иванюта А. П.** 1994. Опыт интенсивного выращивания микроводоросли *Spirulina platensis* // Труды ЮзНИРО. Т. 40. С. 106–110. (**Gnatchenko L. G., Pisarevskaya I. I., Ivanyuta A. P.** 1994. Experience of intensive cultivation of the microalga *Spirulina platensis*. *Proceedings of YugNIRO* 40: 106–110. [In Russian].)
- Гостюхина О. Б., Сухин И. Ю.** 2022. Применение концентрированной суспензии микроводорослей для кормления личинок дальневосточного трепанга в контролируемых условиях // Морская биология в XXI веке: систематика, генетика, экология морских организмов: Тезисы докладов Всероссийской конференции, Владивосток, 20–23 сентября 2022 года. – Владивосток: Национальный научный центр морской биологии им. А. В. Жирмунского ДВО РАН. С. 87–88. (**Gostyukhina O. B., Sukhin I. Yu.** 2022. Use of concentrated microalgae suspension for feeding larvae of the Far Eastern sea cucumber under controlled conditions. In: Marine Biology in the 21st Century: Systematics, Genetics and Ecology of Marine Organisms. Abstracts of the All-Russian Conference. Vladivostok: Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, FEB RAS, pp. 87–88. [In Russian].) <https://elibrary.ru/kbsmby>
- Гусев Е. Е.** 1991. Живой корм – *Artemia salina*. Краткий биологический очерк // Информационные материалы. Серия «Аквакультура». – М.: ВНИЭРХ. Вып. 3. 58 с. (**Gusev E. E.** 1991. Live feed – *Artemia salina*. A brief biological review. Information Materials. Aquaculture Series. Issue 3. Moscow: VNIERN, 58 pp. [In Russian].)
- Ивлева И. В.** 1969. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. – М.: Наука. 171 с. (**Ivleva I. V.** 1969. Biological principles and methods of mass cultivation of forage invertebrates. Moscow: Nauka, 171 pp. [In Russian].)
- Кабанова Ю. Г.** 1961. О культивировании в лабораторных условиях морских планктонных диатомовых и перидиниевых водорослей // Труды Института океанологии АН СССР Т. 47. С. 203–216. (**Kabanova Yu. G.** 1961. Cultivation of marine planktonic diatom and peridinin algae

- under laboratory conditions. *Proceedings of the Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences* 47: 203–216. [In Russian].)
- Ковалевский В. Н., Василенко И. Н.** 2022. Перспективы развития аквакультуры артемии в России // Импортозамещение в новых условиях 2022: перспективы направления развития пищевой и перерабатывающей промышленности в экономике региона: Международная научная конференция, Ростов-на-Дону, 02 июня 2022 года. – Ростов-на-Дону. С. 138–144. (Kovalevsky V. N., Vasilenko I. N. 2022. Prospects for the development of *Artemia* aquaculture in Russia. In: Import Substitution in New Conditions 2022: Prospects for the Development of the Food and Processing Industry in the Regional Economy. International Scientific Conference. Rostov-on-Don, pp. 138–144. [In Russian].) <https://elibrary.ru/erqdyd>
- Ковачева Н. П., Литвиненко Л. И., Саенко Е. М., Жигин А. В., Кряхова Н. В., Сёмик А. М.** 2019. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры артемии в России // *Труды ВНИРО*. Т. 178. С. 3–10. (Kovacheva N. P., Litvinenko L. I., Saenko E. M., Zhigin A. V., Kryakhova N. V., Semik A. M. 2019. Current status and prospects of *Artemia* aquaculture development in Russia. *Trudy VNIRO* 178: 3–10. [In Russian].)
- Койшибаева С. К., Бадрызлова Н. С., Федоров Е. В., Мухрамова А. А., Булавина Н. Б.** 2011. Рекомендации по кормлению осетровых рыб в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана. – Алматы. 36 с. (Koishibayeva S. K., Badryzlova N. S., Fedorov E. V., Mukhramova A. A., Bulavina N. B. 2011. Recommendations on feeding sturgeon fish under aquaculture conditions in Kazakhstan. *Almaty*, 36 pp. [In Russian].)
- Литвиненко Л. И., Литвиненко А. И., Бойко Е. Г.** 2009. Артемия в водоёмах Западной Сибири. – Новосибирск: Наука. 304 с. (Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Boyko E. G. 2009. *Artemia* in water bodies of Western Siberia. *Novosibirsk: Nauka*, 304 pp. [In Russian].)
- Мамонова А. С., Бригида А. В.** 2024. Живые корма: важность использования в аквакультуре для кормления личинок рыб // *Ветеринария и кормление* 3: 80–83. (Mamonova A. S., Brigida A. V. 2024. Live feeds: importance of their use in aquaculture for feeding fish larvae. *Veterinary Science and Feeding* 3: 80–83. [In Russian].)
- Микроводоросли Черного моря: проблемы сохранения биоразнообразия и биотехнологического использования.* 2008. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 454 с. ([*Microalgae of the Black Sea: problems of biodiversity conservation and biotechnological use*]. 2008. Sevastopol: ECOSI-Hydrophysics, 454 pp. [In Russian])
- Микулин А. Е.** 1994. Живые корма. Москва: Дельфин. 104 с. (Mikulin A. E. 1994. Live feeds. *Moscow: Delfin*, 104 pp. [In Russian].) <https://elibrary.ru/ywhybt>
- Моисеев Н. Н.** 2007. Выращивание живых кормов // *Рыбоводство и рыбное хозяйство* 12: 43–51. (Moiseev N. N. 2007. Cultivation of live feeds. *Fish Farming and Fisheries* 12: 43–51. [In Russian].) <https://elibrary.ru/yuaycj>
- Новоселова Н. В., Каниева Н. А.** 2024. Биологические основы культивирования живых кормов для питания молоди морских рыб (Кефалевые (*Mugilidae*) и Камбаловые (*Bothidae*)). – Астрахань: Издательство АГТУ. 116 с. (Novoselova N. V., Kanieva N. A. 2024. Biological bases of live feed cultivation for feeding juveniles of marine fish (*Mugilidae* and *Bothidae*). *Astrakhan: Astrakhan State Technical University Publishing House*, 116 pp. [In Russian].)
- Патент № 2352108 С2.** Российская Федерация, МПК А01К 61/00. Способ получения науплий артемии и композиция для осуществления способа. Оpubл. 20.04.2009 / Р. А. Клепиков; заявитель ОАО «Кучукульфат». (Patent No. 2352108 С2. Russian Federation. Method for obtaining *Artemia* nauplii and composition for implementation of the method. Published 20.04.2009. Klepikov R. A.; applicant JSC “Kuchuksulfat”. [In Russian].) <https://elibrary.ru/lgewrr>
- Патент № 2793471 С1.** Российская Федерация, МПК А23К 10/00. Способ культивирования одноклеточных микроводорослей *Chaetoceros muelleri* и *Isochrysis galbana* – живого корма для личинок морских беспозвоночных. Оpubл. 04.04.2023 / В. Д. Дзизюров, И. Ю. Сухин, О. Б. Гостюхина и др.; заявитель ВНИРО. (Patent No. 2793471 С1. Russian Federation. Method for cultivation of unicellular microalgae *Chaetoceros muelleri* and *Isochrysis galbana* as live feed for larvae of marine invertebrates. Published 04.04.2023. Dzizyurov V. D., Sukhin I. Yu., Gostyukhina O. B. et al.; applicant VNIRO. [In Russian].) <https://elibrary.ru/wnrnan>
- Патент № 2824043 С1.** Российская Федерация, МПК А01К 61/00. Способ интенсивного выращивания солоноватоводной коловратки с применением культур морских микроводорослей. Оpubл. 01.08.2024 / Л. А. Боцун, С. И. Масленников, Т. А. Геворгян и др.; заявитель ННЦМБ ДВО РАН. (Patent No. 2824043 С1. Russian Federation. Method for intensive cultivation of brackish-water rotifers using cultures of marine microalgae. Published 01.08.2024. Botsun L. A.,

- Maslennikov S. I., Gevorgyan T. A. et al.; applicant Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology, FEB RAS. [In Russian.] <https://elibrary.ru/hwtiey>
- Пиневи́ч В. В., Верзи́лин Н. Н., Миха́йлов А. А.** 1970. Изучение *Spirulina platensis* – нового объекта для высокоинтенсивного культивирования // *Физиология растений*. Т. 17, № 5. С. 1037–1046. (**Pinevich V. V., Verzilin N. N., Mikhailov A. A.** 1970. Study of *Spirulina platensis* as a new object for high-intensity cultivation. *Plant Physiology* 17(5): 1037–1046. [In Russian].)
- Портная Т. В., Другакова А. Д.** 2018. Живые корма в стартовом кормлении молоди осетровых // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. Т. 21, № 1. С. 180–186. (**Portnaya T. V., Drugakova A. D.** 2018. Live feeds in starter feeding of sturgeon juveniles. *Actual Problems of Intensive Livestock Development* 21 (1): 180–186. [In Russian].)
- Портная Т. В., Салтанов Ю. М.** 2015. Биотехнология в рыбоводстве. Выращивание живых кормов: методические указания к лабораторным занятиям. – Горки: БГСХА. 36 с. (**Portnaya T. V., Saltanov Yu. M.** 2015. Biotechnology in fish farming. Cultivation of live feeds: guidelines for laboratory classes. Gorki: Belarusian State Agricultural Academy, 36 pp. [In Russian].)
- Пронина Г. И., Жигин А. В., Жогин И. М., Короченский И. А.** 2024. Опыт выращивания дафнии magna на основе хлореллы в емкостях с малым объемом стоячей воды // *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. Вып. 6. С. 162–170. (**Pronina G. I., Zhigin A. V., Zhogin I. M., Korochen-sky I. A.** 2024. Experience of cultivating *Daphnia magna* using *Chlorella* in small-volume static water tanks. *Proceedings of the Timiryazev Agricultural Academy* 6: 162–170. [In Russian].) <https://doi.org/10.26897/0021-342X-2024-6-162-170>, <https://elibrary.ru/rjpfva>
- Приморский океанариум:** [официальный сайт]. – Владивосток. URL: <https://primosean.ru> (дата обращения: 20.04.2026). (**Primorsky Aquarium:** [official website]. Vladivostok. URL: <https://primosean.ru> (accessed: 20.04.2026).)
- Рожнова В. О.** 2025. Коловратка *Brachionus plicatilis* как стартовый корм для перспективных объектов аквакультуры // Морские технологии: проблемы и решения – 2025: сборник статей по материалам научно-практической конференции. – Керчь. С. 392–396. (**Rozhnova V. O.** 2025. *Brachionus plicatilis* rotifer as a starter feed for promising aquaculture species. In: Marine Technologies: Problems and Solutions – 2025. Kerch, pp. 392–396. [In Russian].)
- Симонов А. А., Онищенко А. Г., Камардин А. И., Фадеев А. Е., Овчаренко А. Г.** 2022. Усовершенствование биотехнологических процессов выращивания хлореллы и дафний в качестве корма для рыб // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности: Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Бийск, 18–20 мая 2022 года. – Бийск: Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова. С. 293–297. (**Simonov A. A., Onishchenko A. G., Kamardin A. I., Fadeev A. E., Ovcharenko A. G.** 2022. Improvement of biotechnological processes for cultivation of *Chlorella* and *Daphnia* as fish feed. In: Technologies and Equipment of Chemical, Biotechnological and Food Industry. Proceedings of the XV All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists with International Participation. Bysk: Polzunov Altai State Technical University, pp. 293–297. [In Russian].) <https://elibrary.ru/swmshq>
- Спекторова Л. В., Паньков С. Л., Проскурина Е. С., Шершов С. В., Семик А. М.** 1986. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток. – М.: ОНТИ ВНИРО. 64 с. (**Spektorova L. V., Pankov S. L., Proskurina E. S., Shershov S. V., Semik A. M.** 1986. Guidelines for mass cultivation of marine unicellular algae and rotifers. Moscow: ONTI VNIRO, 64 pp. [In Russian].)
- Тарасенко А. А.** 2016. Сравнительный анализ эффективности выращивания веслоноса на разных кормах в условиях ЧП «Жаров» Чугуевского района Харьковской области // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. № 1. С. 11–19. (**Tarassenko A. A.** 2016. Comparative analysis of paddlefish rearing efficiency using different feeds under conditions of the “Zharov” private enterprise, Chuguev district, Kharkiv region. *Actual Problems of Intensive Livestock Development* 1: 11–19. [In Russian].)
- Шохалова В. С., Калугина Е. В., Кравец П. П.** 2023. Выращивание дафний (*Moina macroscopa*) как кормового объекта аквариумистики // Проблемы Арктического региона: Труды XX Международной научной конференции студентов и аспирантов, Мурманск, 17–18 мая 2023 года. – Апатиты: Кольский научный центр РАН. С. 32–37. (**Shokhalova V. S., Kalugina E. V., Kravets P. P.** 2023. Cultivation of *Moina macroscopa* as a live feed object in aquaristics. In: Problems of the Arctic Region. Proceedings of the XX International Scientific Conference of Students and

- Postgraduates. Apatity: Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, pp. 32–37. [In Russian.] <https://doi.org/10.37614/978.5.91137.510.2.004>, <https://elibrary.ru/prorwn>
- Arvind D., Sanjay H., Gopalkrishna, Archana P.** 2021. Aquaculture industry prospective from gut microbiome of fish and shellfish: An overview. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 106. <https://doi.org/10.1111/jpn.13619>
- Bengtson D. A., Léger P., Sorgeloos P.** 2018. Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. In: *Artemia Biology*. CRC Press, pp. 255–286.
- Cheban L., Grynko O., Dorosh I.** 2018. Co-cultivation of *Daphnia magna* (Straus) and *Desmodesmus armatus* (Chodat) Hegewald in recirculating aquaculture system wastewater. *Fish and Aquatic Life* 26: 57–64. <https://doi.org/10.2478/aopf-2018-0007>
- Hamidreza A. M., Omid S., Mahsayeh L. B.** 2017. Evolution of digestive enzymes and bacterial changes of the gastrointestinal tract of *Artemia urmiana* during the growth period. *Invertebrate Survival Journal* 14 (1): 312–323.
- Hamre K., Yufera M., Rønnestad I.** 2013. Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture* 5: 26–58.
- Kaprapu J.** 2018. Application of microalgae in aquaculture. *Phykos* 48 (1): 21–26.
- Lee S., Zhai S., Deng D. F.** 2022. Feeding strategies for adapting lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) larvae to formulated diets at early life stages. *Animals* 12: 3128. <https://doi.org/10.3390/ani12223128>
- Li X., Zhu Y., Ringo E.** 2018. Intestinal microbiome and its potential functions in bighead carp (*Aristichthys mobilis*) under different feeding strategies. *PeerJ* 6: e6000. <https://doi.org/10.7717/peerj.6000>
- Soni R. A., Sudhakar K., Rana R. S.** 2019. Comparative study on the growth performance of *Spirulina platensis* on modifying culture media. *Energy Reports* 5: 327–336. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.02.009>