

ФАКТОРЫ, РЕГУЛИРУЮЩИЕ ОНТОГЕНЕЗ *A. SALINA* И ЕЕ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ *IN VITRO*

Романова Елена Михайловна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика»

Любомирова Васелина Николаевна, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

Фазиллов Элёр Бекнур Оглы, аспирант кафедры «Биология, экология, паразитология водные биоресурсы и аквакультура»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: 8(8422) 55-95-38, e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, культивирование *A. Salina*, яйца, науплии, абиотические и биотические факторы среды, продуктивность.

Статья посвящена развитию аквакультуры артемии (*A. Salina*). Декапсулированные яйца и живые науплии артемии, обладающие высокой пищевой ценностью и необходимым набором биологически-активных веществ, широко используются при выращивании личинок рыб. Биологические особенности артемии, такие как быстрый рост, высокая плодовитость, наличие цист, которые заготавливают и хранят, способствовали ее коммерциализации. На мировом рынке спрос на яйца артемий растет из года в год, но объем их добычи в естественных водоемах обеспечивает спрос лишь на 40%. Недостающие объемы артемии способно удовлетворить ее искусственное воспроизводство в аквакультуре. Цель наших исследований заключалась в оценке факторов, регламентирующих онтогенез и продуктивность *A. Salina* в аквакультуре. Результаты исследований показали, что созданные нами условия культивирования: температура 27°C, интенсивность освещения 1500 люкс, насыщенность среды кислородом (SO₂) - 90%, pH 8,2 в течение первых суток обеспечили 82% выклев науплий, а за вторые сутки выклев возрос и достиг 96-97%. Экспериментально подобранные абиотические и биотические факторы, определяющие результативность культивирования артемии, продемонстрировали достаточно хорошие результаты. Анализ литературных источников и собственные данные показали, что для получения высокой продуктивности артемии недостаточно оптимизировать абиотические и биотические факторы при культивировании *in vitro*, в первую очередь необходимо иметь высококачественный посадочный материал – цисты или яйца артемии, которые лучше производить на месте, культивируя артемию по замкнутому циклу. Разработка эффективной биотехнологии искусственного воспроизводства артемии *in vitro* имеет важное практическое значение.

Исследование выполнено при поддержке Программы развития Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова (Приоритет-2030).

Введение

Интенсивное развитие аквакультуры напрямую зависит от выбора качественных и эффективных стартовых кормов [1]. Основным стартовым кормом в практике мировой аквакультуры считаются живые корма - декапсулированные яйца и науплии артемии [1].

Артемия - жаброногое ракообразное, широко распространенное в соленых водных экосистемах [2]. На мировом рынке спрос на яйца артемий растет из года в год, однако объем их добычи в естественных водоемах обеспечивает мировой спрос лишь на 40% [1, 2]. Обеспечить недостающие объемы артемии способно ее искусственное разведение в производственных условиях [1].

Высокую востребованность артемии в

аквакультуре обеспечили ее высокая пищевая ценность и ее биологические особенности: быстрый рост, высокая плодовитость, способность продуцировать цисты [1-3]. Особенно привлекает то, что цисты можно заготавливать, хранить, а затем, активируя развитие, далее использовать для получения живых стартовых кормов – науплий [4, 5].

Науплии артемий благодаря их высокой пищевой ценности по праву считаются лучшим стартовым живым кормом для личинок и мальков рыб и обладают мягким и тонким наружным покровом, малыми размерами [7]. Эти живые стартовые корма на длительную перспективу определяют интенсивность роста, показатели здоровья и выживаемости рыб, поэтому за рубежом внимание к этому объекту не ослабевает

[8]. Современные направления исследований в области аквакультуры артемии ориентированы на поиск путей ее обогащения витаминами, жирными кислотами, аминокислотами и др.

Применение обогащенной артемии намного повышает темпы роста и выживаемость рыб на ранних этапах постэмбрионального развития, укрепляя иммунитет и задавая энергию роста на перспективу [9].

Помимо рыбоводства артемия широко используется в птицеводстве для повышения продуктивности, в пушном звероводстве, в растениеводстве как ценный компонент удобрений или же в комплексе с удобрениями; препараты хитозана артемии широко используются в фармацевтической промышленности при изготовлении БАДов и сорбентов [10-13].

Поэтому развитие биотехнологий, позволяющих производить высококачественные цисты артемии, декапсулированные яйца и живые стартовые корма, основанные на использовании *A. Salina*, является актуальной проблемой современной аквакультуры [1, 2, 7].

Цель исследований: оценить факторы, регулирующие онтогенез и определяющие продуктивность *A. Salina*, при культивировании *in vitro*.

Материалы и методы исследований

Объектом исследования являлась *A. salina* и ее метаморфоз на разных этапах онтогенеза (от цисты до половозрелой стадии). В частности, в зоне особого внимания были науплии, ювенильная артемия, половозрелые особи.

Процессу культивирования артемии предшествовала подготовительная стадия [2, 3]. На подготовительном этапе сухие яйца артемии вымораживали в морозильной камере в течение месяца [1]. Процесс вымораживания осуществлялся при -20°C . Этот предварительный подготовительный этап был необходим для активации яиц артемии [14].

Активированные яйца 1-2 суток выдерживали при плюсовой (комнатной) температуре и проводили микроскопирование для оценки их качества, используя световой микроскоп [1]. При оценке качества за основу брались такие критерии, как целостность покровов яиц, отсутствие деформации, сдавленности, вмятин и др. дефектов. Отсутствие повреждений являлось основанием для заключения о хорошем или удовлетворительном качестве яиц [1, 15].

Но микроскопия была не единственным методом оценки качества яиц артемии. На практике для оценки качества яиц их рекомендуют

раздавливать между предметными стеклами. Мы также использовали эту методику, а полученный результат рассматривали при увеличении $\times 10$. Наличие жирных пятен свидетельствовало о хорошем качестве яиц. Также в ходе исследований использовался еще один дополнительный тест, рекомендуемый для оценки качества яиц. Суть его в следующем: яйца артемии растирали между пальцами, а затем микроскопировали при увеличении $\times 10$. Если в результате обнаруживали деформации, то это являлось свидетельством плохого качества яиц [1, 15].

Культивирование яиц проводили в аппарате Вейса. Культуральную среду готовили, используя хлорид натрия марки ХЧ, а конкретно его 5% раствор. В каждую из колб заливали 5 л среды для культивирования артемии, для достижения необходимого уровня кислотности на каждый литр среды добавляли 2 г NaHCO_3 , чтобы получить $\text{pH}-8,2$. Заселяли среду из расчета 400 мг яиц/л среды. Рассчитывали число яиц. Плотность популяции в наших исследованиях составляла около 8000 экз/л, такую концентрацию особей нельзя назвать высокой.

Культивирование артемии осуществляли при температуре 27°C , интенсивной освещенности 1500 люкс, насыщенность среды кислородом (SO_2) достигала 90%. В колбе Вейса, добивались постоянного перемешивания яиц, используя распылитель, обеспечивавший сильный поток воздуха. В этих условиях яйца постоянно аэрировались и у них не было возможности осесть на дно или стенки колбы аппарата Вейса [1]. Поток воздуха убирали только на период кормления артемии. За ходом культивирования и прохождением всех стадий метаморфоза осуществлялся непрерывный контроль.

Артемию кормили высушенной спирулиной, выращенной в собственной лаборатории. Для кормления отключали аэрацию и рассыпали мелкодисперсную спирулину на культуральную среду в аппарате Вейса [1]. Вылупившиеся науплии артемии, у которых уже сформировалась пищеварительная система, кормили 3-4 раза в сутки. Для промеров тела артемии и его частей на разных этапах онтогенеза использовался окуляр-микрометр [1].

Результаты исследований

Артемии относятся к типу *Arthropoda* (членистоногие), подтипу *Branchiata* (жабродышащие), классу *Crustacea* (ракообразных), подклассу *Branchiopoda* (жаброногих), отделу *Anostraca* (жаброногов), семейству *Artemiidae* (артемий) и роду *Artemia* (артемий) [16]. Этот род состоит из

семи идентифицированных видов:

1. *Artemia franciscana*, (Kellogg, 1906), обитает в Южной и Северной Америке и Европе;

2. *Artemia monica* (Verrill, 1869) – обитает в Южной и Северной

Америке, Европе, Азии;

3. *Artemia parthenogenetica* (Barigozzi, 1974), обитает в Европе, Африке, Азии и Австралии;

4. *Artemia persimilis* (Piccinelli et Prosdoci, 1968), обитает в Аргентине;

5. *Artemia sinica* (Yaneng, 1989), обитает в Центральной Азии и Китае;

6. *Artemia tunisiana* – обитает в Европе и Северной Африке;

7. *Artemia urmiana* (Gunther, 1900), обитает в Иране.

В этом списке видов отсутствует *Artemia salina*. Существует точка зрения, что в настоящее время *Artemia salina* является вымершим видом, а экоморфа, которую за нее принимают, на самом деле относится к виду *Artemia tunisiana* [13]. Но вопрос этот спорный. Полной ясности пока нет, поэтому мы традиционно используем терминологию *Artemia salina*.

Следует отметить, что в зависимости от солености артемии способна образовывать различные расы (экоморфы), отличающиеся параметрами тела и его частей, морфологическими особенностями фурки [18].

Известно, что артемии разных экоморф отличаются между собой эффективностью и скоростью выклев, размерами, массой, химическим составом, пищевой ценностью, жирнокислотным и аминокислотным составами [1, 18], поэтому важно было определить биологические характеристики экоморфы артемии, с которой мы работаем. На стадии яйца идентификация невозможна, т.к. яйца всех видов артемии похожи друг на друга. Различия можно выявить, только исследуя метаморфоз артемии. Результаты наших исследований показали, что особенности и отличия проявляются в ходе онтогенеза, на разных его стадиях.

В ходе работы было установлено, что длина тела исследуемого нами штамма в ювенильной фазе в среднем составляла $32 \pm 1,8$ мм. На фурке имеющегося у нас штамма располагались длинные щетинки в большом количестве. Сама фурка была отделена от последнего сегмента брюшка и характеризовалась хорошим развитием [1].

Полученные результаты в своей совокупности позволили нам предположить, что выяв-

ленные морфологические особенности свидетельствуют о том, что мы исследуем экоморфу *var. Principalis*.

Все виды артемии являются эвригалинными [16, 18]. Им также свойственна раздельнополость. Несмотря на наличие мужских и женских особей, у артемий распространен партеногенез [1, 18].

Экоморфа *var. Principalis* обитает в водоемах с невысоким уровнем солености воды. Представителям этой экоморфы достаточно наличия в воде 3-5% содержания хлористого натрия.

При заселении культуральной среды артемией производился подсчет количества яиц, которое должно приходиться на 1 литр объема. С этой целью мы отвешивали три пробы по 10 мг биомассы активированных яиц артемии и производили их подсчет в каждой навеске.

Затем исходя из того, что мы использовали для заселения культуральной среды навеску 400 мг яиц на каждый литр среды, производили перерасчет. В ходе перерасчета было установлено, что в среднем в каждом литре культивируются свыше 8 тыс. яиц (8124 ± 196).

Наблюдения за культурой артемии показали, что через 24 часа доля выклюнувшихся науплий была на уровне 82% (табл. 1). Промеры показали, что популяция выклюнувшихся науплий по длине была неоднородной. Размеры особей имеющегося у нас штамма колебались от 0,25 до 0,49 мм с преобладанием более крупных форм. Выклюнувшиеся науплии интенсивно росли, используя для этого вещества желтка. По истечении двух суток культивирования доля выклюнувшихся науплий достигла 97-98% (табл.).

Для использования в кормлении рыб науплии артемии извлекали из культуральной среды и пропускали через соответствующее сито. Далее, чтобы удалить соль, артемии промывали водой. Эту процедуру необходимо было повторить несколько раз. Отмытые от солевой среды науплии можно было использовать для кормления личинок. Следует отметить, что отмытые науплии еще некоторое время обладали способностью к движению, однако продолжительность этого подвижного периода едва ли превышала 1 – 2 часа.

Оценивая полученные результаты, мы ориентировались на то, что при хорошем качестве яиц за 8-10 часов культивирования можно получить 100% выклев науплий, однако нам удалось получить только 82%. Исходя из этого качество культивируемых яиц, судя по результатам

наших исследований, стоит признать только как удовлетворительное (табл.).

После выклева науплиусов культуральная среда была загрязнена оболочками цист артемии. Их необходимо было удалять для того, чтобы не допустить развития на них условно патогенной и патогенной микробиоты, опасной как для самой артемии, так и для личинок и мальков рыб, которых предполагалось кормить этой артемией. Чтобы удалить оболочки цист, останавливали воздушный поток и собирали сачком всплывающие оболочки.

Таблица

Длина и сырая масса артемии на разных этапах онтогенеза

Исследуемые промеры Стадии развития	Длина (мм)	Сырая масса (мг)	Процент выклева (%)
Диапаузные яйца	0,191-0,243	0,005-0,013	-
Декапсулированные яйца	0,182-0,218	0,004-0,011	-
Науплии 1 стадия	0,207-,250	0,010-0,029	-
Суточные науплии	0,25-0,490	0,013-0,057	82
Двухсуточные науплии	0,600-0,791	0,32-0,470	97
Ювенильные особи	3,020–3,067	1,6-1,9	-

Данные литературных источников свидетельствуют, что для личинок рыб самым лучшим кормом служат только что выклюнувшиеся науплии артемии.

Первые 8 часов после выклева – это период, когда науплии не питаются, т.к. у них еще только идет процесс формирования пищеварительной системы. Первые двое суток после вылупления науплий завершается первая линька артемии, что трансформирует их в метанауплии, имеющие более плотные покровы тела.

На практике при кормлении личинок метанауплии не используются, поскольку при попадании в желудочно-кишечный тракт личинок они не перевариваются, забивая его. Кормление личинок рыб метанауплиями может привести к массовой гибели рыб на начальных стадиях постэмбрионального онтогенеза.

На более поздних этапах онтогенеза рыб, следующих за личиночной стадией, кормление метанауплиями, ювенильной и половозрелой артемией – высокоэффективно и позитивно влияет на скорость наращивания биомассы.

Дальнейшие наблюдения за процессом культивирования артемии показали, что основная масса популяции, в частности ее 82%, продолжала развиваться синхронно. Остальные 18% запаздывали. Это проявлялось как на II стадии метанауплиев, так и в ходе последующего метаморфоза.

За первой линькой следовали III и IV стадии метаморфоза, которые характеризовались изменением сегментации тела, преобразованием второй пары антенн и образованием грудных ножек. Продолжительность процесса укладывалась во временной интервал от 7 до 10 суток. Результаты показали, что 100% синхронизации метаморфоза нам добиться не удалось, отсюда и растянутость процесса во времени.

Обсуждение

Развитие артемии делится на два этапа – эмбриональный и постэмбриональный. Постэмбриональное развитие включает несколько периодов, продолжается 20-35 суток и считается завершенным при созревании половой системы и появлении вторичных половых признаков.

Первый - науплиальный период заканчивается первой линькой, характеризуется недоразвитием системы пищеварения и закрытыми ротовыми и анальными отверстиями.

Второй - метанауплиальный период подразделяется на четыре стадии и продолжается 8-10 дней. Первая стадия – начало полноценного пищеварения, когда метанауплии начинают поглощать корм размером 1–140 мкм. Последующие три стадии отличаются разной степенью дифференцировки туловища.

Ювенильный период – включает 7 стадий развития с 5 по 13 линьку.

Постличиночный период охватывает 5 стадий развития, в течение которых происходит развитие и созревание половой системы.

Воспроизводство артемии по полному циклу, не ограничивающееся только получением науплий артемии из активированных яиц, способно обеспечить любое рыбоводное хозяйство собственными цистами или яйцами артемии. Посадочный материал в виде яиц артемии, произведенный непосредственно на месте, способен обеспечить высокую синхронность развития при культивировании науплий, а значит и высокое качество живых стартовых кормов, в которых остро нуждается практическое рыбоводство.

Заключение

При выполнении исследований произведена оценка биологических характеристик кон-

кретного имеющегося у нас штамма *A. salina* и подбор условий, обеспечивающих наибольшую эффективность процесса культивирования. Произведена оптимизация плотности популяции, чтобы обеспечить высокий уровень синхронности развития, повышения процента выклева, его эффективности и скорости при культивировании в аппарате Вейса.

Проведена оптимизация комплекса абиотических факторов, что сказалось на количественных и качественных характеристиках культивируемого штамма. Подобраны такие параметры культивирования, как температура, уровень кислорода (SO₂), соленость, кислотность среды (рН), интенсивность светового потока, управляющие скоростью онтогенеза и влияющие на качественные характеристики культивируемой артемии.

Результаты исследований показали, что созданные нами условия культивирования: температура 27°C, интенсивность освещенности 1500 люкс, насыщенность среды кислородом (SO₂) - 90%, рН 8,2 в течение первых суток культивирования обеспечили 82% выклев науплий, а за вторые сутки выклев возрос и достиг 97%.

Обобщая полученные результаты необходимо отметить, что экспериментально подобранные нами абиотические и биотические факторы, определяющие результативность культивирования артемии, продемонстрировали достаточно хорошие результаты.

Анализ литературных, интернет источников, собственных данных показывает, что для получения высокой продуктивности артемии явно недостаточно оптимизировать абиотические факторы среды, которые мы обсуждали выше, а также биотические, такие как плотность популяции в культуральной среде, - в первую очередь необходимо иметь высококачественный посадочный материал – цисты или яйца артемии.

Приобретение посадочного материала со стороны никогда не гарантирует его качества, поскольку неизвестны сроки и условия его хранения. Напрашивается вывод, что посадочный материал для культивирования необходимо производить самостоятельно, используя технологию культивирования артемии по замкнутому циклу.

Разработка высокоэффективной биотехнологии искусственного воспроизводства артемии, которую можно было бы использовать не только в натуральном виде, но и обогащать ее биологически активными веществами, в кото-

рых остро нуждается организм рыб на ранних этапах постэмбрионального развития, имеет важное практическое значение.

Библиографический список

1. Проблемы культивирования стартовых живых кормов для аквакультуры / М.Э. Мухитова Е.М. Романова, В.Н. Любомирова, В.В. Романов, Т.М. Шленкина, Л.А. Шадыева / Международный научно-исследовательский журнал, №1-2 (55), 2017, С.13-15
2. Соловов, В.П. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов / В. П. Соловов, М. А. Подуровский, Т. Л. Ясученок - М.: Барнаул: Алтайский полиграфический комбинат, 2001. - 144 с.
3. Богерук, А.К. Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика / Богерук А. К. - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2006. — 232 с.
4. Руднева, И.И. Артемия: Перспективы использования в народном хозяйстве. - Киев: Наукова Думка, 1991. - 139 с.
5. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры артемии в России/ Н.П. Ковачева, Л.И. Литвиненко, Е.М. Саенко, А.В. Жигин, Н.В. Кряхова, А.М. Сёмик //Труды ВНИРО. 2019. - Т. 178. - С. 150-171.
6. Визер, Л.С. Мониторинг *artemia* sp. В гипергалинном озере Карачи /Л.С. Визер, А.А. Ростовцев // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). - 2016. - № 2 (39). - С. 65-70.
7. Akhmetov K. Special aspects of biology and reproductive potential of *artemia* sp. /K. Akhmetov, M Khanturin M.// Global Science and Innovations. Proceedings. - 2020.- С. 217-221.
8. Pype S. Kinetic analysis of a cytoplasmic casein kinase ii from *artemia* sp/ S. Pype, H. Slegers// Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Comparative Biochemistry. - 1992. - V. 103. - № 1. P. 239-246.
9. Juhász, P. Optimised selenium enrichment of *artemia* sp. Feed to improve red drum (*sciaenops ocellatus*) larvae rearing / P. Juhász, L. Stündl, S. Lengyel, Z. Udvari, A.N. Sándor// Acta Biologica Hungarica. 2017. - v. 68. - № 3. P. 255-266.
10. Применение препаратов на основе цист *artemia* sp. На развитие и урожайность ряда сельскохозяйственных культур / А.Л. Верещагин А.Л., Ю.Е. Прищенко, И.А. Кузьменко, С.И. Кузьменко//В книге: Материалы III съезда общества биотехнологов России им. Ю. А. Овчинникова. 2005. С. 37-43.
11. Орипова, М.Ж. Получение хитозана из

цист артемии и изучение его сорбционных свойств /М.Ж. Орипова, З.Н. Кузиева, Ю.И. Ощепкова, Ш.И. Салихов // Химико-фармацевтический журнал. - 2021. - Т. 55. - № 11. - С. 45-50.

12. Творогова, А.А. Липидно-аминокислотный комплекс «артемия голд» для обогащения молочного мороженого /А.А. Творогова, Т.В. Шобанова, Н.А. Добрынина // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2021. - Т. 98. № 3-2. С. 188-189.

13. Хаустов, В. Яйца артемии в комбикормах для кур / В.Хаустов, А. Покутнев // Животноводство России. - 2020. - № 6. - С. 15-16.

14. Domingues, P.M. The use of artemia sp. or mysids as food source for hatchlings of the cuttlefish (*sepia officinalis* L.); effects on growth and survival

throughout the life cycle / P.M. Domingues, A. Sykes, J.P. Andrade//Aquaculture International. - 2001. - Т. 9. - № 4.- С. 319-331.

15. Яковлева, Е.П. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования её в аквакультуре / ред. Е. П. Яковлева, Л. В. Спекторова - М.: ВНИРО; ЦНИИТЭИРХ, 1984. — 64 с.

16. Abatzopolulos T. Artemia. Basic and applied biology / Abatzopolulos T., Beardmore J., Clegg J., Sorgeloos P. — Kluwer Academic Publishers, 2010.

17. Результаты экспериментальных работ по выращиванию артемии в условиях природных гипергалинных водоемов /Л.И. Литвиненко, Н.П. Ковачева, К.В. Куцанов, И.М. Глухих, А.Г. Герасимов, Л.Ф. Разова, Н.В. Кряхова// Вестник рыбохозяйственной науки. - 2019. - Т. 6. № 4 (24). - С. 87-102.

FACTORS REGULATING ONTOGENESIS OF A. SALINA AND ITS PRODUCTIVITY IN CASE OF IN VITRO CULTIVATION

Romanova E.M., Romanov V.V., Lyubomirova V.N., Fazilov E.B.

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, phone: 8(8422) 55-95-38, e-mail: vvr-emr@yandex.ru**

Key words: aquaculture, cultivation of *A. Salina*, eggs, nauplii, abiotic and biotic environmental factors, productivity.

The article is devoted to development of aquaculture of Artemia (*A. Salina*). Decapsulated eggs and live Artemianauplii, which have a high nutritional value and a necessary set of biologically active substances, are widely used in cultivation of fish larvae. Biological characteristics of Artemia, such as rapid growth, high fecundity, the amount of cysts that are preserved and stored, contributed to its commercialization. The demand for Artemia eggs is growing from year to year in the world market, but the volume of their production in natural reservoirs supplies only 40% of the demand. The missing volumes of Artemia can be satisfied by artificial reproduction in aquaculture. The purpose of our research was to assess the factors that regulate the ontogeny and productivity of *A. Salina* in aquaculture. The results of the research showed that the cultivation conditions we created, such as 27°C temperature, illumination intensity of 1500 lux, saturation of the environment with oxygen (SO₂) - 90%, pH 8.2, provided 82% hatching of nauplii within the first day, and the hatching increased and reached 96-97% on the second day. Experimentally selected abiotic and biotic factors that determine the effectiveness of Artemiacultivation have shown fairly good results. Analysis of literature sources and our own data showed that it is not enough to improve abiotic and biotic factors in case of in vitro cultivation in order to obtain high productivity of Artemia, first of all, it is necessary to have high-quality material - Artemia cysts or eggs, which should be locally produced, cultivating Artemia in a closed cycle. Development of effective biotechnology for artificial reproduction of Artemia in vitro is of great practical importance.

Bibliography:

1. Problems of cultivation of starter live feeds for aquaculture / M. E. Mukhitova, E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, T. M. Shlenkina, L. A. Shadiyeva// International scientific- research journal. - 2017. - № 1-2 (55). - P. 13-15.
2. Solovov, V. P. Artemia brine shrimp: History and prospects for usage of resources / V. P. Solovov, M. A. Podurovsky, T. L. Yasyuchenok. - Barnaul: Altai Printing Plant, 2001. - 144 p.
3. Bogeruk, A. K. Biotechnologies in aquaculture: theory and practice / A. K. Bogeruk. - Moscow: FSSIRosinformagrotekh, 2006. - 232 p.
4. Rudneva, I. I. Artemia: Prospects for usage in the national economy / I. I. Rudneva. - Kiev: Naukova Dumka, 1991. - 139 p.
5. Current state and prospects for development of Artemia aquaculture in Russia / N. P. Kovacheva, L. I. Litvinenko, E. M. Saenko, A. V. Zhigin, N. V. Kryakhova, A. M. Semik // Scientific works of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography. - 2019. - V. 178. - P. 150-171.
6. Vizer, L. S. Monitoring of artemia sp. in hypersaline Lake Karachi / L. S. Vizer, A. A. Rostovtsev // Vestnik of Novosibirsk State Agrarian University. - 2016. - № 2(39). - P. 65-70.
7. Akhmetov, K. Special aspects of biology and reproductive potential of artemiasp / K. Akhmetov, M. Khanturin // Global Science and Innovations. Proceedings. - 2020. - P. 217-221.
8. Pype, S. Kinetic analysis of a cytoplasmic casein kinase ii from artemiasp / S. Pype, H. Slegers // Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Comparative Biochemistry. - 1992. - Vol. 103, № 1. - P. 239-246.
9. Optimized selenium enrichment of artemia sp. Feed to improve red drum (*sciaenopsocellatus*) larvae rearing / P. Juhász, L. Stündl, S. Lengyel, Z. Udvari, A. N. Sándor // ActaBiologicaHungarica. - 2017. - Vol. 68, № 3. - P. 255-266.
10. Application of preparations based on Artemia sp. cysts and their influence on development and productivity of a number of agricultural crops / A.L. Vereshchagin, Yu.E. Prishchenko, I.A. Kuzmenko, S.I. Kuzmenko // Materials of the III Congress of the Society of Biotechnologists of Russia named after Yu. A. Ovchinnikov. - 2005. - P. 37-43.
11. Chitosan obtaining from Artemia cysts and study of its sorption properties / M. Zh. Oriпова, Z. N. Kuzieva, Yu. I. Oshchepkova, Sh. I. Salikhov // Chemical Pharmaceutical Journal. - 2021. - V. 55, № 11. - P. 45-50.
12. Tvorogova, A. A. Lipid-amino acid complex "artemia gold" for enrichment of milk ice cream / A. A. Tvorogova, T. V. Shobanova, N. A. Dobryrina // Questions of Resort Medicine, physiotherapy and exercise therapy. - 2021. - V. 98, № 3-2. - P. 188-189.
13. Khaustov, V. Artemia eggs in combined feeds for chickens / V. Khaustov, A. Pokutnev // Animal husbandry of Russia. - 2020. - № 6. - P. 15-16.
14. Domingues, P. M. The use of artemia sp. or mysids as food source for hatchlings of the cuttlefish (*sepia officinalis* L.); effects on growth and survival throughout the life cycle / P. M. Domingues, A. Sykes, J. P. Andrade // Aquaculture International. - 2001. - V. 9, № 4. - P. 319-331.
15. Review of foreign experience in Artemiabreeding for usage in aquaculture / ARSRI of fisheries and oceanography; Central Research Institute of Information and Technical and Economic Research of Fisheries; compiled by L. V. Spektorova. - Moscow: All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography; 1984. 64 p.
16. Artemia. Basic and applied biology / T. Abatzopolulos, J. Beardmore, J. Clegg, P. Sorgeloos. — Kluwer Academic Publishers, 2010.
17. Litvinenko L. I. Results of experimental work on breeding Artemia in natural hypersaline reservoirs / L. I. Litvinenko, N. P. Kovacheva, K. V. Kutsanov, I. M. Glukhikh, A. G. Gerasimov, L. F. Razova, N. V. Kryakhova // Vestnik of fishery science. - 2019. - V. 6, № 4(24). - P. 87-102.