

Аквакультура

УДК 639.519

**Современное состояние и перспективы развития
аквакультуры артемии в России**Н.П. Ковачева¹, Л.И. Литвиненко², Е.М. Саенко³, А.В. Жигин¹, Н.В. Кряхова¹, А.М. Сёмик³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

² Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»), г. Тюмень

³ Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), г. Ростов-на-Дону
E-mail: kovatcheva@vniro.ru

Представлен обзор культивирования артемии в ретроспективном и современном аспекте в мире и в России. Проведённый анализ литературных данных показывает, что культивирование артемий развивается по трём основным направлениям: получение науплиусов методом инкубации цист; экстенсивное выращивание бассейновым и прудовым методами; интенсивное выращивание в открытых и замкнутых системах водоснабжения. Показано, что наиболее приемлемый тип ведения аквакультуры в условиях Западной Сибири — вселение науплиусов в природные солёные водоёмы в период снижения биомассы местной популяции артемии и получение дополнительной продукции цист. Интенсивное выращивание артемии в открытых и замкнутых системах водоснабжения предусматривает выращивание рачков с высокой плотностью в специальных ёмкостях (бассейнах) при повышенном водообмене и кормлении искусственными кормами. Представлены основные принципы для производства артемии во временных солевых хозяйствах, а также основные составляющие в организации выращивания. Помимо развития научных биологических и технологических основ аквакультуры артемий, указано, что необходимо совершенствование нормативного правового регулирования этой сферы деятельности. В частности, требуется внесение изменений и дополнений в целый ряд нормативных правовых актов в области аквакультуры. Обращено внимание на необходимость выработки превентивных мер контроля деятельности предприятий по аквакультуре артемии в России.

Ключевые слова: артемия *Artemia*, цисты, аквакультура, гипергалинные водоёмы.

DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-150-171

ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее важных биотехнических проблем при искусственном разведении водных организмов является обеспечение их живыми кормами на ранних стадиях развития. Как известно, самым распространённым, широко используемым

и универсальным видом живого корма при выращивании личинок различных рыб и ракообразных в аквакультуре является жаброногий рачок рода *Artemia* Leach, 1819.

Главные поставщики цист артемии на мировых рынках — производители США, Китая, России и Казахстана. Ежегодные объёмы

добычи в США варьируют в пределах от 4 до 8 тыс. тонн сырья, в Китае — от 0,5 до 3,0 тыс. тонн; объёмы вылова России и Казахстана сопоставимы и составляют от 1 до 2,5 тыс. тонн для каждой из стран. Таким образом, доля стран Таможенного союза ЕАЭС составляет до 30% мирового производства живых стартовых кормов [Иванов, 2018]. Свыше 90% российского экспорта приходится на КНР и Таиланд. При этом внутренний спрос на живые стартовые корма не превышает 3–5% от общего объёма производства [Справка о ННН-промысле ..., 2017].

Приобретение цист из природных популяций не ограничивает возможности искусственного разведения рачка артемии и его позиционирования в качестве объекта аквакультуры. Развитие аквакультуры разных видов артемии в мире обусловлено постоянно растущим спросом на их яйца (цисты) в связи с динамичным ростом производства продукции аквакультуры в целом [Литвиненко и др., 2000]. Известно, что за рубежом более чем 500 компаний выращивают жаброногого рачка рода *Artemia*. Продукция арте-

миеводства — востребованный товар, имеющий хороший и постоянный рынок сбыта.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВИДОВ АРТЕМИИ В МИРЕ

Ареал ракообразных рода *Artemia* невероятно широк. Они обитают по всему миру: от морских водоёмов до континентальных солёных озёр (рис. 1). На сегодняшний день насчитывается более 900 природных источников артемии, в том числе около 110 — в России [Litvinenko et al., 2015]. Ареал рачков приурочен к аридной и полуаридной климатическим зонам. В географическом отношении артемиевые водоёмы расположены между 56° с. ш. и 55° ю. ш. Артемия присутствует в водоёмах Северной и Южной Америки, Африки, Австралии, Азии и Европы. В России она в основном встречается в озёрах Западной Сибири, а также в Крыму, Калмыкии и некоторых других регионах страны.

Ареал видов артемии, представленный на рис. 2, весьма специфичен. *Artemia persimillisi* Piccinelli & Prosdocimi 1968 встречается только в водоёмах Южной Америки, *Artemia*

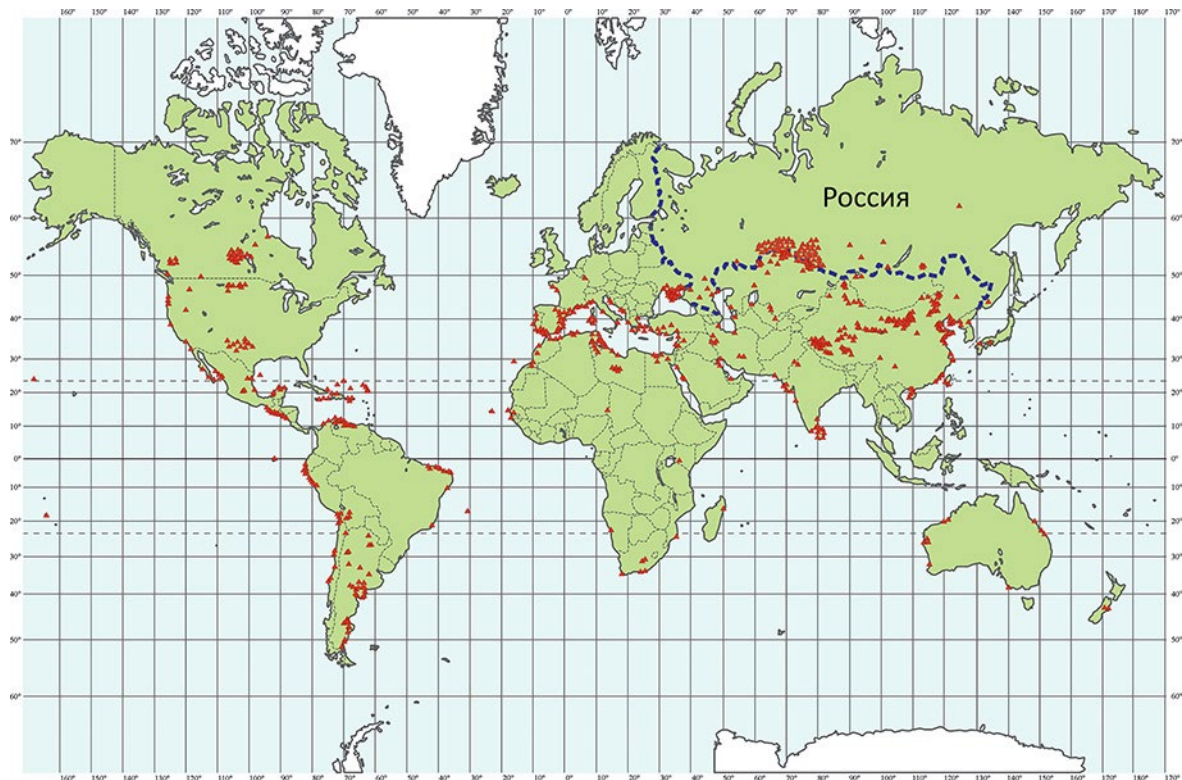


Рис. 1. Распространение артемии в мире [по: Litvinenko et al., 2015]

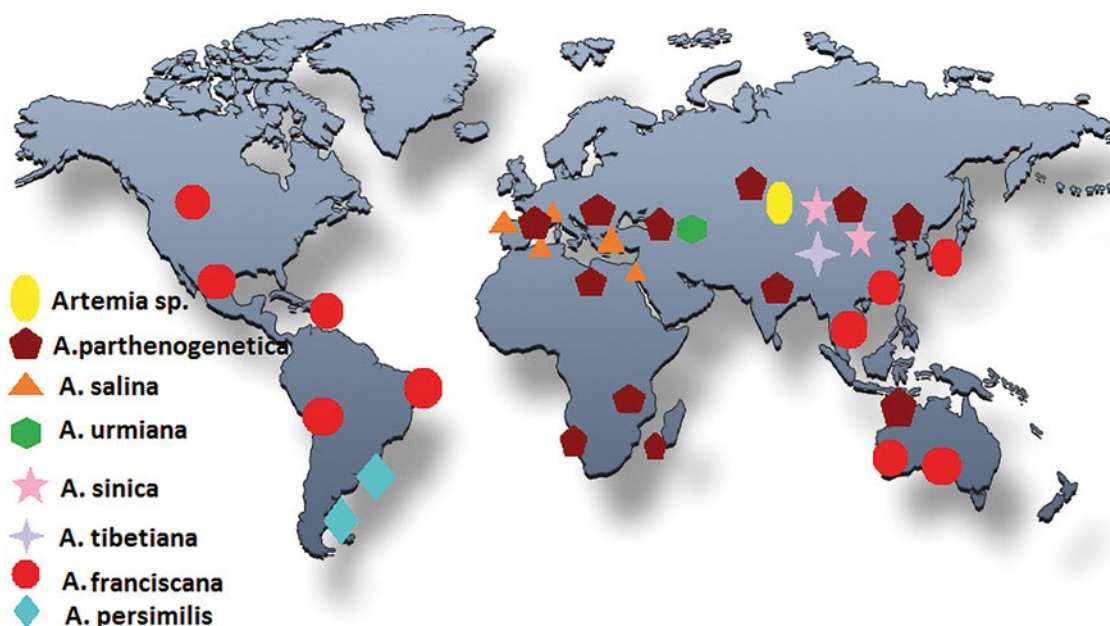


Рис. 2. Распространение видов артемии в мире

franciscana Kelog 1906, помимо своего естественного ареала (Северная и Южная Америка), встречается, благодаря деятельности человека по выращиванию артемии, в прибрежных водоёмах Юго-Восточной Азии и Австралии. Ареал *Artemia salina* Linnaeus, 1758 приурочен к водоёмам Средиземноморья, *Artemia urmiana* Gunther, 1900 — водоёмам Ирана и Крыма, *Artemia sinica* Yaneng, 1989 — Центральной и Восточной Азии, *Artemia tibetiana* Abatzopoulos, Zhang, Sorgeloos 1998 — Тибета, *Artemia* sp. — Казахстана. В восточном полушарии, в частности в России, преобладают партеногенетические, не определённые до вида популяции, условно объединённые под общим названием *Artemia parthenogenetica* Varigozzi, 1974.

КРАТКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Благодаря своей эффективной системе осморегуляции, артемия способна выживать и активно размножаться при очень высоких концентрациях солей — до 250 г/л. Дальнейшее увеличение концентрации солей оказывает на организм артемии токсическое воздействие. Кроме того, организм артемии способен синтезировать респираторные пигменты, позволяющие существовать при низком содержании кислорода

и высокой солёности. Эти особенности являются специфической физиологической адаптацией, позволяющей артемии избегать пресса хищников и пищевой конкуренции и таким образом занимать свою географическую нишу [FAO, 1996].

Артемии раздельнополы (рис. 3). Самцы отличаются наличием пары крючковатых



Рис. 3. Самка и самец артемии при спаривании (фото с Wikipedia.org)

хватателей, расположенных в области головы. Самки легко узнаются по яйцевому мешку (овисаку) [Sorgeloos et al., 1986; Литвиненко и др., 2009].

Артемия — организм, способный размножаться живорождением и образованием яиц двух типов: яйца с тонкой оболочкой, из которых сразу же развиваются науплии; и цисты — яйца, покрытые толстой хитиновой оболочкой (рис. 4). Именно образование цист запускается в организме самок при наступлении неблагоприятных условий, таких как, например, повышение солёности выше 150‰ или изменение температуры воды до критических для выживания рачков значений [Sorgeloos et al., 1986]. Образовавшиеся цисты проходят стадию диапаузы, которая может длиться несколько месяцев и более. Формирование цист является физиологическим приспособлением артемии, позволяющим перенести неблагоприятные условия окружающей среды и в последствии возобновить популяцию.

После завершения диапаузы при попадании сухих цист в воду с солёностью от 5 до 90 г/л происходит их гидратация, запускающая активное развитие эмбриона. Это происходит обычно при понижении уровня солёности в водоёме за счёт талых вод или при

обильном выпадении осадков, например, в сезон дождей. Спустя 20–24 часа лопаются наружная оболочка цисты и появляется зародыш, окружённый внутренней мембраной. В течение последующих нескольких часов внутренняя мембрана разрывается и появляется свободно плавающий науплиус [Abatzopoulos et al., 2002].

В зависимости от солёности среды артемии образуют различные морфологические расы, которые различаются размерами тела, соотношением длины и ширины брюшка, строением пары придатков на конце брюшного сегмента (фурки) [Литвиненко и др., 2009].

За время своего развития артемия проходит несколько стадий: науплиальную, занимающую всего несколько часов, метанауплиальную, ювенильную, начинающуюся после пятой линьки, предвзрослую (после 13-й линьки) и взрослую. Рачки становятся половозрелыми в возрасте 20–35 дней при длине тела 8,5–9,5 мм, после чего их дальнейший рост замедляется [Ивлева, 1969].

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АКВАКУЛЬТУРЕ И МЕТОДЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

При кормлении личинок и молоди различных видов рыб и ракообразных используют покоящиеся (диапаузирующие) яйца

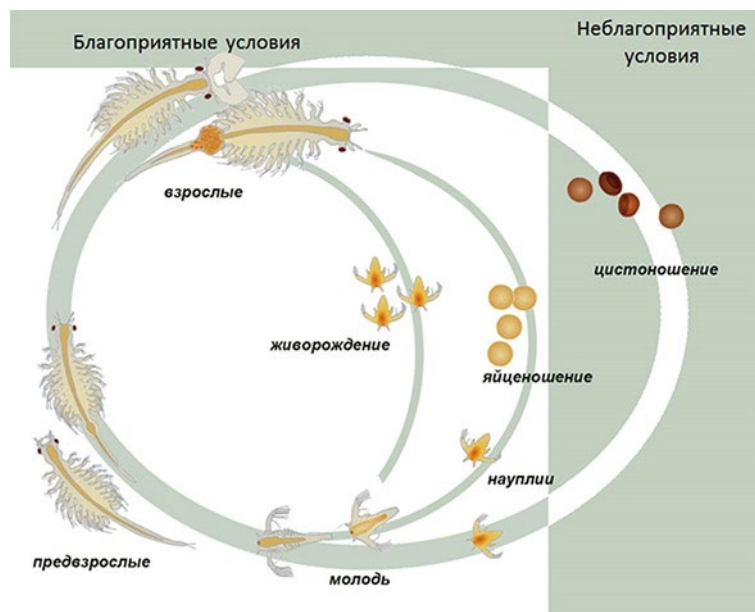


Рис. 4. Жизненный цикл артемии

(цисты), из которых получают суточные науплии артемии. Кроме того, при выращивании личинок осетровых и лососёвых рыб используют не только науплиусов, но и артемию на более поздних стадиях развития [Гуныко, Плескачевская, 1962].

Артемия обладает рядом преимуществ, выгодно отличающих её от других кормовых организмов:

- высокая пищевая ценность;
- маленькие размеры, позволяющие использовать артемию на ранних стадиях культивирования гидробионтов;
- мягкий наружный скелет;
- относительная простота приготовления к скармливанию;
- несложность хранения инкубационного материала (цист).

Кроме того, в качестве продукции могут выступать декапсулированные цисты артемии, замороженные науплии, а также подращенные до определённого возраста (размера) особи. Хотя основные направления использования артемии связаны с применением её в качестве корма в аквакультуре, известно также использование в животноводстве, медицине, парфюмерной промышленности.

Основным мировым рынком цист артемии является Юго-Восточная Азия. Помимо различных видов рыб, здесь выращиваются миллионы тонн креветок, в корм которым идёт большая часть всех живых стартовых кормов.

Хотя артемия была известна человеку на протяжении веков, её использование в качестве пищи для личинок культивируемых рыб началось только в 30–40-х годах прошлого века. Первые опыты заготовки цист артемии проводились на Большом Солёном озере (Great Salt Lake) в штате Юта, США. Объёмы первых заготовок цист составляли около 16 тонн [Van Stappen, 1996]. Постепенно с ростом объёмов аквакультуры возрастала потребность в артемии. При этом иногда спрос на цисты превышал предложение, что вызвало рост цен на этот продукт. Однако, основной источник артемии — Большое Солёное озеро — представляло собой ненадёжного поставщика цист, поскольку объёмы

заготовки сильно варьировали в зависимости от колебаний условий окружающей среды. Так были начаты работы по поиску альтернативных источников цист артемии.

В середине 50-х годов прошлого века начались первые попытки культивирования артемии для производства цист в регионе залива Сан-Франциско. Здесь цисты артемии получали как побочный продукт солеварен, поскольку при заготовке соли существует возможность контроля над процессами испарения воды, а, следовательно, и за уровнем её солёности. С целью экстенсивного получения продукции цист артемии и биомассы рачка специалистами Референтного Центра «Артемия» (г. Гент, Бельгия) был предложен метод заселения (инокуляции) солёных прудов, солеварен и водоёмов-испарителей науплиями артемии в качестве добавочной продукции при производстве соли. Этот метод был успешно апробирован в странах Юго-Восточной Азии [Sorgeloos et al., 1986].

В настоящее время артемия культивируется на пяти континентах. Цисты и биомасса рачков артемии могут быть при этом получены практически естественным (экстенсивным) способом в прибрежных солеварнях с минимальными усилиями со стороны человека или производиться в интенсивных культурах. Наиболее успешно последний вариант культивирования развивался во Вьетнаме. Первые работы в дельте Меконга были начаты в 1980-х годах, а к 2001 году площадь производства составляла более 1000 га соляных полей на берегах Винь-Чау и Бак-Лиу. Производительность водоёмов составляла почти 50 тонн сырых цист [Ноа, 2013]. Этот регион в настоящее время является важным поставщиком высококачественных цист как для внутреннего использования, так и для международного рынка. Производство артемии методами аквакультуры существует также в Австралии, на Багамских островах, Мадагаскаре, Перу, США, Иране, Китае и других странах, однако точные данные об объёмах производства артемии методами аквакультуры в большинстве случаев отсутствуют.

Эксперимент по выращиванию артемии в соляных прудах Тайланда, оставшихся по-

сле разработки подземных соляных месторождений, также показал перспективность такого выращивания. За 45 дней было получено 20 кг цист (10 кг в сухой массе) на площади пруда 0,25 га (размеры 70 x 35 м, глубина — 20–30 см, начальная солёность 70‰). Продуктивность составила 80 кг/га за 1,5 месяца. Авторы рекомендуют выращивание проводить в зимний период, чтобы увеличить продолжительность сухого сезона [Vos, Tunsutapanit, 1979].

Ежегодно в мире заготавливается около 200 млн т соли [Sorgeloos et al., 1986]. Для промысла соли используется технология выпаривания морской воды в прудах. При отсутствии в прудах с высокой солёностью артемии наблюдается «цветение» фитопланктона, что приводит к ухудшению условий осаждения соли и её загрязнению. Интродукция артемии в такие пруды способствует быстрому очищению воды от фитопланктона. В результате фермеры имеют тройную выгоду: чистую соль, продукцию рачков и цист. Различные типы производства соли имеют положительный успех в Азии (Тайланд, Филиппины, Бирма, Вьетнам) и Центральной Америке (Коста-Рика).

Начиная с 70-х годов проводились работы по культивированию артемии в Бразилии, на Филиппинах, в Китае, Таиланде и других странах [Study on ..., 2007; Successful ..., 1980; Tarnchalanukit, Wongrat, 1987; The potential ..., 1995; Quynh, Lam, 1987]. В частности, в Китае путём культивирования было получено около 500 тонн цист за год [Van Stappen, 1996].

В Бразилии в выпариваемый пруд (20 га, глубина 35–40 см) вселяли науплии *A. franciscana* плотностью 3 экз/л. При солёности 100–120‰, температуре 38 °С, удобрении птичьим помётом (500 кг/га), мочевиной (50 кг/га), тройным суперфосфатом (15 кг/га) получали продукцию цист (в сухой массе) 1–5 кг/га в месяц, биомассу рачков (в сырой массе) — 400–500 кг/га [Camara, De Medeiros Rocha, 1987].

Основными принципами для производства артемии во временных солевых хозяйствах являются [Sorgeloos et al., 1986]:

— увеличение глубины до 40–50 см (лучше до 70–100 см), солёность 100–180 г/л;

— отбор подходящих рас, адаптированных к местным условиям или в зависимости от поставленной цели (например, надобность в мелких науплиусах для кормления личинок морских рыб);

— проведение ранней интродукции науплиусов 1-й стадии в количестве 5–20 экз/л;

— повышение солёности для создания стресса, приводящего к вымету цист.

В работах [Sorgeloos et al., 1986; Tackaert, Sorgeloos, 1991] подробно освещаются способы известкования, удобрения, интродукции, сбор продукции, контроль над качеством. Также приводится способ строительства прудов с учётом водоснабжения и состояния почв.

Комплекс органических удобрений позволил получить до 7 т рачков артемии в сырой массе с 1 га пруда при солёности 60–80‰, при более низкой солёности появлялись хищники [Jumalon, Estenor, Ogburn, 1987].

В Таиланде [Tarnchalanukit, Wongrat, 1987] в 5 прудах по производству соли (площадь 0,3–3,2 га) было выращено от 34 до 278 кг/га цист в сырой массе (в среднем — 153 кг/га цист в сырой массе, 76,6 — в сухой массе) в сезон, длящийся 5–9 месяцев. При этом урожай биомассы рачков составил 136–1110 кг/га за сезон в сырой массе (в среднем — 420 кг/га).

Аквакультура в России сегодня находится в стадии интенсивного развития. Так, только в 2018 году объём её продукции увеличился на 8,6% по сравнению с предыдущим годом, составив, по уточнённым данным, 238,6 тыс. тонн. Однако, по экспертной оценке, на данный момент потребность российского рынка в сухих цистах артемии ограничена 40–45 тоннами в год, соответственно, в сырой массе это 80–90 тонн в год, что, как уже отмечалось, не превышает 5% от объёма добычи их в нашей стране. При самом оптимистичном прогнозе развития индустриальной аквакультуры, марикультуры рыб и ракообразных потребление цист артемии в сырой массе к 2030 году не превысит 500 тонн в год.

На сегодняшний день в Российской Федерации природные запасы артемии достаточ-

но велики. Разведанный ресурсный потенциал артемии обеспечивает добычу её цист в объёмах, превышающих имеющиеся и перспективные потребности всех рыбоводных хозяйств России.

В то же время разработка технологий пастбищной аквакультуры артемии в Российской Федерации представляет всё больший интерес, имея в виду перспективы дальнейшего наращивания объёмов производства в аквакультуре.

Следует отметить приуроченность естественных ультрагалинных водоёмов, подходящих для интенсивного культивирования артемии, к умеренно жарким районам с неразвитой инфраструктурой. Как правило, такие районы малопригодны для сельского хозяйства в силу высокой засоленности почв. Поэтому освоение нового, перспективного вида деятельности — аквакультуры артемии позволит включить неиспользуемые ныне водоёмы в производство, что обеспечит дополнительные рабочие места и бюджетные отчисления в засушливых районах, где остро стоит проблема занятости сельского населения.

Проведённый анализ литературных данных [Гусев, 1991; Инструкция по использованию ..., 2000] показал, что культивирование артемии развивается по трём основным направлениям:

- получение науплиусов артемии методом инкубации цист;
- экстенсивное выращивание артемии бассейновым и прудовым методом;
- интенсивное выращивание артемии в открытых и замкнутых системах водоснабжения.

Получение науплиусов артемии методом инкубации цист. Принцип метода заключается в инкубации цист артемии, собранных в естественных солёных водоёмах. В качестве инкубационной среды используют приготовленные солевые растворы.

В зависимости от мощности хозяйств инкубацию цист проводят в ёмкостях конической формы объёмом 20–200 л. При массовой инкубации цист в России в основном используются стеклянные сосуды типа ап-

паратов Вейса ёмкостью 6–8 и 40 л или аппараты «ВНИИПРХ» ёмкостью до 200 л. Указанные аппараты более вместительны, обеспечивают хорошее перемешивание раствора и инкубируемых цист. Аэрация производится при помощи компрессоров, воздуховода и диффузора. В аппаратах «ВНИИПРХ» дополнительно обеспечивается поддержание оптимальной для выклева температуры. После окончания инкубации и выклева науплиусов, обычно через 24–30 часов для аппарата Вейса и 26 часов — в аппаратах «ВНИИПРХ», содержимое сосуда сливают через сачок и переносят в такой же аппарат с пресной водой, где происходит разделение компонентов по разности удельных весов. При хорошем качестве цист отбор науплиусов не представляет больших трудностей.

Для осуществления вышеназванного технологического этапа часто используется свойство положительного фототаксиса живых науплиусов [Гусев, 1981; Пономарёв и др., 2002]. Недостатком метода является низкая производительность, обусловленная невысокой естественной скоростью перемещения науплиусов. Разработанное сотрудниками ВНИРО устройство для инкубации яиц артемии [Ковачева и др., 2004, 2006] позволило избежать этого недостатка.

Целый цикл работ посвящен активации диапаузирующих цист во время их инкубации. Первооснователями этого метода по праву считаются российские учёные, которые ещё в 1980 году предложили использовать в качестве активатора перекись водорода [Богатова, Шмакова, 1980]. Позже в качестве активатора предлагались различные вещества. Так, например, аскорбат натрия в концентрации 0,4–0,9 г/л добавлялся в инкубационный раствор солёностью 25–30 г/л, содержащий не более 2,5 г/л цист [Клепиков, 2009].

Достоинствами метода инкубации цист является получение живых кормов (науплиусов артемии) непосредственно на рыбоводных предприятиях в требуемых количествах и сроки. Асинхронность развития науплиусов несколько ограничивает применение данного метода в аквакультуре.

Наиболее удобным способом получения артемии разных возрастных групп является выращивание артемии экстенсивным или интенсивным методами.

Экстенсивное выращивание артемии в природных водоёмах с местной популяцией и прудах. Аквакультура артемии, независимо от типа получаемой продукции может проводиться как в естественных, так и в искусственных условиях.

В течение многих лет «Госрыбцентр» разрабатывает научные основы определения запаса и управления промыслом артемии в естественных водоёмах Западной Сибири [Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко, 2009; Литвиненко Л.И., 2009; Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boyko, 2016]. Наряду с зарубежным опытом, научные принципы, применяемые для оценки запаса и определения величины рекомендованного вылова артемии, могут быть использованы для определения возможного изъятия этого объекта в пастбищной аквакультуре в разных регионах Российской Федерации. Для этих целей могут быть использованы природные гипергалинные акватории (озёра) с применением различных интенсификационных мероприятий или искусственные водоёмы (пруды). Принцип метода экстенсивной технологии культивирования рачков заключается в пастбищном выращивании артемии в солёных естественных и искусственных водоёмах с концентрацией соли свыше 100 г/л на естественной кормовой базе.

Анализ литературных данных показал, что наиболее приемлемый тип ведения аквакультуры в условиях Западной Сибири — вселение науплиусов в природные солёные водоёмы в период снижения биомассы местной популяции артемии и получение дополнительной продукции цист. Обоснование возможности увеличения продукции цист в природных водоёмах с существующей местной популяцией артемии и результаты первых экспериментов в условиях Западной Сибири впервые были представлены на международных конференциях в Китае в 2015 г. [Litvinenko, et al., 2015] и в России в 2017 г. [Kutsanov, Litvinenko, 2017]. Способ увели-

чения продукции цист [Литвиненко, Куцанов, 2017] основан на внесении науплиусов артемии в период естественного снижения плотности местной популяции, связанной с низким живорождением. Для проведения эксперимента была создана инкубационная установка мощностью 100 кг сырых цист (50 кг сухих) в сутки. Использовались ёмкость (каркасный бассейн на 16 м³) с раствором для инкубации (солёность 30–45 г/л), аэрация и освещение. В первом опыте было проинкубировано 50 кг сухих цист артемии (температура 23 °С, время инкубации — 24 ч), во втором опыте — 30 кг (температура 18 °С, время инкубации 36 ч). Эксперимент показал возможность добиться выхода живых науплиусов до 60% и получить через 40–50 суток увеличение продукции — на 1 кг проинкубированных цист около 12 кг, выращенных в пастбищных условиях цист.

Исследования артемии в крымских водоёмах и водоёмах юга России ведутся с 60-х годов XX века [Воронов, 1971, 1973, 1974, 1975; Олейникова, 1980; Руднева, 1991; Сёмик, Замятина, 2017]. В советский период были обследованы внутренние водные объекты Крыма и залив Сиваш Азовского моря, определены перспективные артемиевые водоёмы, изучена биология артемии, разработаны технологии заготовки, очистки и хранения цист [Воронов, 1973, 1981]. Итогом исследований стала разработанная биотехника выращивания объектов аквакультуры с применением артемии в качестве стартового корма [Воронов, 1977, 1986; Демьянова, 1988; Инструкция по разведению ..., 1986; 1990]. При этом было отмечено, что крымская артемия, в том числе на стадии цист, имела большую ценность для аквакультуры, чем артемия из Западно-Сибирского бассейна: она отличалась более мелкими размерами, высоким качеством и пищевой ценностью.

В Крыму выращивание рачка артемии с целью получения цист проводилось на Сакском и Сивашском солезаводах в 1967 г. в прудах-аккумуляторах в рамках опытных работ. Эффективность выращивания колебалась в широких пределах и зависела от конкретных условий среды [Соловов, Подуровский, Ясученя, 2001]. Водный фонд Республики Крым

включает около 300 солёных водоёмов со специфическим составом воды и донных отложений, что указывает на широкие возможности дальнейшего развития аквакультуры и промысла артемии в данном регионе.

Для осуществления выращивания артемии хозяйствам требуются выростные водоёмы, пруды-испарители, рапоохранилище, системы подачи воды низкой солёности и системы подачи рапы. В условиях Крыма при выращивании артемии в солёных озёрах потребность в водоёмах различного назначения сокращается до выростных водоёмов. Но если хозяйство ориентировано на получение не только рачков, но и цист, то при планировании выростного процесса потребуются также системы подачи воды низкой солёности (от пресной до морской) и системы подачи рапы.

Для увеличения выхода продукции с 1 м² выростных водоёмов проводится внесение органических (птичий помет, навоз, отруби) и/или минеральных удобрений. Это позволяет повысить выход биомассы продукции более чем в 2 раза. Максимальная плотность рачков составляет 100 экз/л. При увеличении солёности до 200 г/л процесс живорождения у артемии можно заменить выметом цист. Это позволит получать до 10 кг цист в месяц [Спекторова, 1984]. Урожайность артемии в удобряемых гипергалинных водоёмах может составлять до 30 т сырой массы на 1 га [Гусев, 1991].

Существуют исследования «КаспНИРХ», отражающие некоторые аспекты использования гипергалинных ильменей в западной части дельты р. Волга и её водотоков для выращивания стартовых кормов (галлофилов и галлобионтов) для культивируемых видов и пород осетровых и карповых рыб и создания управляемых интенсивных артемиевых хозяйств в районах Астраханской области. Разработан комплекс научно-обоснованных мероприятий создания интенсивной гипергалинной аквакультуры в западных подступных ильменях [Абакумов, Мищенко, 2011].

Исследование солёных озёр Волжско-Каспийского рыбохозяйственного бассейна показало, что Астраханская область обладает запасами артемии в хлоридных водоёмах

при разных концентрациях соли в воде. Таким образом, Астраханская область имеет уникальные возможности в плане развития артемиеводства, в том числе и его освоения на рыбноводных заводах, с целью рационального использования биологических ресурсов солёных водоёмов, обеспечения кормами объектов разведения.

Как отмечалось выше, одним из сдерживающих факторов, препятствующих развитию аквакультуры артемии в мире, является приуроченность естественных ультрагалинных водоёмов, подходящих для интенсивного культивирования артемий, к умеренно жарким районам с неразвитой инфраструктурой.

В этом аспекте Ставропольский край обладает преимуществом, так как подходящие по гидрохимическим параметрам водоёмы находятся в достаточно доступных местах, и обеспечение их необходимой инфраструктурой не требует значительных затрат. В крае имеется не менее 14 озёр с солёной водой общей площадью около 55 км² или 55 тыс. га. Ни одно из них в настоящее время не используется в аквакультуре. В этой связи необходимо провести дополнительные исследования гипергалинных водоёмов на предмет их пригодности для выращивания артемии [Пономарёва, Ходусов, 2012].

Экстенсивный метод малозатратен и при наличии большого количества солёных озёр в нашей стране может быть распространён достаточно широко. Лимитирующими факторами получения продукции являются лишь климатические условия (продолжительность периода вегетации) и уровень развития кормовой базы.

Интенсификация процесса выращивания артемии может быть достигнута при создании оптимальных условий среды обитания вида в специализированных прудах с солёной водой, обеспечивающих высокую продукционную способность вида и устойчивое развитие популяции при высокой плотности рачков.

Независимо от вида итоговой продукции, выбранный для культивирования водоём должен отвечать нескольким условиям [Vos, Tunsutapanit, 1979]:

- отсутствие хищников;
- наличие высокой продуктивности пруда;
- желательны средняя мутность или наличие небольшого «цветения» воды;
- водоём не должен иметь просачивания (фильтрации) воды, а его глубина должна составлять до 40 см;
- необходимо иметь возможность регулировать солёность в водоёме путём внесения воды различной солёности; желательно регулировать и температуру.

Строительство новых солевых прудов, особенно для вселения артемии, не является обязательным. Существующие пруды, используемые для производства соли, очень хорошо подходят при условии внесения некоторых незначительных изменений. Можно использовать бетонные, а также земляные и выстланные пластиком пруды, хотя предпочтение следует отдавать земляным, поскольку они обеспечивают полезный обмен питательных веществ ложа с водой.

Источник водозабора в прудовой системе оказывает существенное влияние на успешность вселения. Для поддержания большой популяции артемии в водозаборной воде должны быть предусмотрены взвешенные частицы пищи рачков и/или высокие концентрации питательных веществ.

С заселением артемией солёных прудов и прудов-испарителей солеварен, солёных чеков связан экстенсивный метод получения биомассы рачка. В этом случае пруды с солёностью 10–15‰ могут давать до 10 г сырой биомассы артемии на 1 м² ежедневно. Объём получаемой таким образом продукции может составлять более 30 т [Руднева, 1991].

Заселяемые пруды для массового производства цист должны иметь максимально возможную площадь, поскольку для небольших прудов требуется такое же количество рабочей силы, как и для больших прудов. Однако для первоначального экспериментального заселения следует предпочесть серию небольших прудов (0,2–1,0 га) одному большому пруду с той же площадью поверхности. Заселяемые пруды нуждаются в хорошем водозаборе и дренажных сооружениях,

так как после заселения солёность должна быть полностью контролируемой.

Необходимая глубина прудов зависит от максимальной температуры воды, которая не должна превышать 32–35 °С. Для облегчения сбора цист пруды должны быть ориентированы таким образом, чтобы цисты собирались по направлению основного ветра в одном углу пруда [Vos, Tunsutapanit, 1979].

Известен способ заселения и натурализации артемии в искусственно созданном водоёме с солёной водой. В этом патенте на изобретение «Способ пастбищного культивирования и разведения артемии» [Корляков и др., 2017] содержится краткое описание создания искусственного пруда площадью 0,01–10 га (на солончаках или с питанием от подземных источников) на расстоянии 500 м от природного водоёма с артемией. Предусматривается соединение этих водоёмов каналом или системой трубопроводов, переноса артемии в контейнере, который устанавливается вблизи искусственного пруда. Результаты культивирования не приводятся, так как патент описывает только процедуру натурализации артемии.

В зависимости от местоположения, водного режима, притока пресной воды в виде атмосферных осадков и поверхностных вод, наличия или отсутствия связи с морем уровень солёности и его межгодовая и межсезонная динамика существенно различаются [Пасынков, Соцкова, Чабан, 2014]. Происходящие изменения в окружающей среде влияют на водный режим солёных водоёмов, существенно изменяя абиотические и биотические условия. Для выявления потенциально перспективных водных объектов и использования их в целях аквакультуры требуется проведение исследований динамики общей солёности, ионно-солевого состава, рН, кислородного и температурного режимов для их типизации и выявления наиболее перспективных водоёмов для пастбищного выращивания артемии.

Интенсивное выращивание артемии в открытых и замкнутых системах водоснабжения. Интенсивное выращивание артемии предусматривает выращивание рач-

ков с высокой плотностью в специальных ёмкостях (бассейнах) при повышенном водообмене и кормлении искусственными кормами.

Этот способ культивирования широко освещён в зарубежной литературе [Dhont, Lavens, 1996; Lavens, Sorgeloos, 1987; Lavens, Sorgeloos, 1991; Sorgeloos et al., 1986] и содержит следующие технологии выращивания артемии:

- в конструкциях без обновления воды, с аэрацией, при использовании эрлифтов (максимальная плотность науплиусов 5 тыс. экз/л, а получаемая продукция — 5–7 кг/м³ биомассы рачков за две недели культивирования);

- при проточном культивировании с использованием больших запасов минеральной тёплой воды (максимальная плотность науплиусов 15–20 тыс. экз/л; получаемая продукция — 25 кг/м³ биомассы рачков за две недели культивирования);

- в условиях установок с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) (максимальная плотность науплиусов 15–20 тыс. экз/л; получаемая продукция — 20 кг/м³ биомассы рачков за две недели культивирования).

Отечественные разработки интенсивного культивирования артемии представлены в виде:

- заявки на изобретение «Способ промышленного производства артемии в искусственных резервуарах с использованием разомкнуто-замкнутой технологии» [Борисенко, 2007], в которой предусмотрено круглогодичное выращивание артемии с применением различных искусственных ёмкостей, подготовка и использование среды с близкими к природным характеристиками, внесение в среду цист или науплиусов артемии, дополнительная инсоляция и аэрация среды, внесение кормов, минеральных добавок, витаминов. Способ отличается тем, что обеспечивается возможность использования непригодных производственных помещений с применением больших ёмкостей — от садков (объёмом >0,5 м³) до бассейнов (>1000 м³);

- опыта разведения артемии на рыбободном заводе в цементных дафниевых

бассейнах размером 5 х 20 х 0,7 м. В ходе эксперимента всего собрано 5,6 кг артемии — около 0,5 кг/м³. При использовании минеральных удобрений продукция составляла 0,6–1,1 кг/м³. Максимальная остаточная биомасса артемии — 200 г/м³ [Гунько, Плещачевская, 1962];

- обзора методов культивирования [Ивлева, 1969] с указанием суточных рационов артемии в зависимости от концентрации пищи, среды для культивирования, видов водорослей, температуры выращивания, необходимости разрежения культуры;

- опыта выращивания [Нечаев, 1961], в котором за 1,5 месяца было собрано 235 кг артемии в трёх бассейнах общей площадью 300 м² при глубине 0,3 м; в среднем в сутки собиралось 50 г/м³ рачков;

- обзора методов заготовки, очистки цист, их хранения, активации и инкубации [Богатова, 1980];

- инструкции по заготовке, очистке, активации, инкубации и контролю за жизнеспособностью яиц артемии [Воронов, 1986];

- обзора отечественных и зарубежных методов определения качества цист, их активации, инкубации и культивирования [Спекторова, 1984; Литвиненко и др., 2000];

- опыта культивирования артемии в Южном Приморье [Чага, 1976].

В технологическом отношении при выращивании рачков используется открытое непроточное или проточное культивирование [Богатова, 1980; Литвиненко и др., 2000; Спекторова, 1984].

Принцип метода **непроточного культивирования** заключается в культивировании артемии при высокой плотности посадки, с регулируемым водотоком, поддерживаемым кислородным режимом, кормлением искусственными кормами. Инкубацию проводят в различных ёмкостях конической формы. В качестве инкубационной среды используют приготовленные солевые растворы.

Главной особенностью технологии является аэрация воды за счёт использования эрлифтов [Богатова, 1980; Спекторова, 1984; Литвиненко и др., 2000]. В качестве выростных используют ёмкости прямоугольной

формы (из бетона, пластика и т. д.), с закруглёнными углами, с центральной перегородкой, которая расположена на одинаковом расстоянии от боковых стенок и на 2–5 см выше дна. Отношение высоты ёмкости к ширине должно быть меньше 1. Глубина воды не должна превышать 1 м. Для поддержания оптимальной температуры (25–30 °С) используют обогреватели, термостаты и теплообменники. Так как рачки лучше растут в темноте, ёмкости для культивирования лучше затенять.

Основными требованиями к корму являются: его питательность, оптимальный размер частиц (менее 50 мкм), низкая растворимость в воде.

В качестве корма используют живые и неживые водоросли, дрожжи, рыбную муку, яичный порошок, гомогенизированную печень, рисовую и соевую пудру и отруби, сыворотку. Количество корма нормируют в соответствии с показателями прозрачности воды (используется планка прозрачности, являющаяся, по сути, прототипом диска Секки) и отдельно для разных видов корма.

Системы интенсивного непроточного культивирования рачков при плотности 5–10 тыс. экз/л позволяют получать высокую товарную массу в объёме 5–7 кг/л за двухнедельный срок.

Недостатком метода является скопление при высокой плотности культивирования артемии в выростных ёмкостях продуктов её жизнедеятельности, экзувиев и частиц детрита, которые существенно ухудшают рост и выживаемость рачков. Для предотвращения негативных процессов в выростной ёмкости требуется регулярное удаление взвешенных загрязняющих веществ и растворённых компонентов, особенно при использовании высокобелковых кормов [Гусев, 1991].

Выращивание рачков в **установках проточного типа** предусматривает постоянное удаление взвешенных и растворимых загрязнений, что обеспечивает благоприятную экологическую обстановку в выростной ёмкости и позволяет использовать корма с высокой водорастворимостью. Плотность выращивания рачков может составлять более

20 тыс. экз/л. Производительность установки открытого проточного культивирования при 25 °С достигает 25 кг сырой массы артемии с 1 м³ за две недели при кормлении микроводорослями и 20 кг/м³ — при кормлении микроизмельчёнными рисовыми отрубями. Расход сухих микроизмельчённых водорослей на получение 1 кг сырой массы рачков составляет 0,75 кг. Особо важными в таком типе культивирования являются взаимозаменяемые и самоочищающиеся фильтрующие системы, позволяющие удерживать животных в культуральной среде и одновременно фильтровать воду от взвесей.

Недостатком этой технологии является то, что её применение возможно лишь при наличии больших объёмов достаточно тёплой морской воды или рассолов (термальные сбросы воды от энергетических предприятий, геотермальные источники) [Гусев, 1991].

В условиях лимитируемых объёмов естественной солёной воды целесообразно применять интенсивное выращивание артемии в **замкнутых системах водоиспользования**.

Этот тип культивирования предполагает дополнительную установку биофильтров в комбинации с системой отделителя отходов и дезинфицирующим аппаратом для обработки воды на выходе из ёмкости культивирования [Богатова, 1980]. Процесс очистки, по существу, состоит из разрушения растворимой органики посредством бактериальной минерализации, нитрификации и элиминации органической биомассы. Данный тип культивирования позволяет избавиться от зависимости условий внешней среды, но предполагает более высокую стоимость продукции.

Следует отметить, что цисты артемии, полученные в результате культивирования, будут иметь более высокую себестоимость по сравнению с добытыми из естественной среды. Показатель себестоимости будет возрастать по мере увеличения уровня интенсификации производственного процесса.

Все перечисленные методы культивирования артемии и получения продукции (рачки, цисты) применимы в отечественной аквакультуре. В зависимости от целей и за-

дач могут быть использованы, как малозатратные методы, так и технологии с высокой себестоимостью продукции.

Выбор расы артемии для культивирования. Перед началом осуществления работ по аквакультуре артемии необходимо определиться с выбором вида, расы или популяции, которые предполагается использовать для культивирования. Артемия разных видов и в разных популяциях одного вида различается по ряду показателей. В связи с этим важно определить наиболее перспективные для аквакультуры популяции, расы — источники цист.

Технологически можно использовать любую расу артемии, однако нужно учесть несколько факторов. Предпочтение следует отдавать артемии с малым диаметром цист, высокими вылупляемостью, темпом роста, выживаемостью и плодовитостью.

Кроме того, стоит учесть географическое положение выбранной расы, поскольку лучший результат достигается при максимальной схожести климатических условий местоположения водоёма для культивирования и естественной среды обитания выбранной расы. Внимание должно быть уделено широте, средней, минимальной и максимальной температурам воздуха и воды, продолжительности сухого сезона и т. д. [Vos, Tunsutapanit, 1979]. Помимо указанных факторов, огромное значение имеет тип минерализации водоёма. Следует избегать вселения сульфатной расы в хлоридный водоём, поскольку это может вызвать серьёзные отклонения в ионном балансе, которые повлияют на скорость роста, выживаемость и продуктивность культивируемой артемии.

Интродукция артемии в подходящие биотопы представляет интерес для аквакультуры. При этом необходимо соблюдать меры предосторожности для сохранения генетического разнообразия артемии. Известно, что в природе артемия переносится в виде цист ветром и птицами. Исходя из коммерческих интересов, иногда является оправданным введение новых видов и рас, например, при производстве соли. Для сохранения генетических ресурсов природных популя-

ций артемии созданы генетические банки цист; в аквакультуре рекомендуется использовать лучшие расы для внесения в водоём, свободный от артемии [Sorgeloos et al., 1986].

Эксперименты показали, что при сравнении европейских видов (*A. salina*) с партеногенетическими популяциями — преимущество имеется у вторых. Напротив, *A. franciscana* всегда находится вне конкуренции с любой другой расой артемии [Sorgeloos et al., 1986].

Интродукция *A. franciscana* и партеногенетической популяции (Mariout) в бетонные пруды с водой разной солёности (80 и 120‰) в условиях Египта (район восточной части Александрии) показала, что у штамма *A. franciscana* солёность не оказала влияние на продуктивность цист, в то время как партеногенетическая популяция при высокой солёности дала большую продуктивность. Партеногенетическая популяция (Mariout) имела более высокую выживаемость и продуктивность по сравнению с популяцией *A. franciscana* [El-Bermawi, 2014].

Опыты по направленному уменьшению диаметра цист путём просеивания и культивирования мелких цист *A. franciscana* были проведены в течение двух лет во Вьетнаме. Размер цисты уменьшался примерно на 3% на поколение, в конце процесса отбора уменьшение составило около 6% [Mass selection ..., 2012]. В сводках ФАО [Cultured Aquatic Species Information Programme: *Artemia* spp. ..., 2014] сообщается об успешном выращивании отселектированных популяций *A. franciscana* во Вьетнаме около 50 т цист ежегодно.

Инокуляция артемии. В качестве материала для инокуляции артемии в основном используются науплии, которые впоследствии достигают половозрелости в водоёмах. Взрослые особи вносятся в тех случаях, когда в непосредственной близости находится водоём с достаточной плотностью выросшей артемии. Использование цист для инокуляции не рекомендуется, поскольку для её успешной инкубации необходима вода с невысокой солёностью, а это вызывает появление хищников в водоёме.

Проведение инокуляции рекомендует- ся начинать поздним вечером, так как в это время температура низкая и будет оставаться такой до раннего утра. В этом случае все- ляемые организмы, науплии или взрослые, имеют возможность максимально плавно адаптироваться к более высокой дневной температуре. Науплии, а также взрослые особи, могут переноситься непосредственно из транспортировочных ёмкостей с низкой температурой в заселяемый водоём. На данный момент не разработаны оптималь- ные количества инокулируемой артемии, поскольку это зависит от продуктивности конкретного водоёма. Однако в литературе описаны успешные опыты внесения артемии до начальной плотности [Vos, Tunsutapanit, 1979].

Интродукция артемии *A. franciscana* в вы- париваемые пруды на Филиппинах была на- иболее успешной при плотности вселения науплиусов — 50 экз./л [Jumalon, Robles, 1983].

В работе по вселению артемии в пруды Вьетнама при плотности науплиусов менее 20 экз/л [Quynh, Lam, 1987] показан их бы- стрый рост и созревание, причём китайская партеногенетическая популяция имела са- мые низкие показатели сроков созревания и продуктивности, а из двух бисексуальных популяций *A. franciscana* (оз. Макау, Бра- зилия и Большого соленого озера, США) наибольшая плодовитость отмечена для последней популяции. Продукция цист на- блюдалась уже через 2 недели после ино- куляции. В среднем получали 1,4–6,8 кг/га цист в сухой массе в месяц, в отдельные ме- сяцы — до 8,6 кг/га. В работе делаются выво- ды: о причинах цистообразования (низкий уровень и частые колебания растворённого кислорода), лучшая с экономической точ- ки зрения плотность инокуляции науплиу- сов — 10–20 экз/л, максимальная продукция цист без удобрения — 2 кг/га в месяц.

Внесение очень большого количества посадочного материала подразумевает бо- лее высокие материальные расходы. Кроме того, в этом случае может произойти под- рыв кормовой базы водоёма. Рекомендует- ся начинать с небольшого количества, при

этом численность популяции самостоятель- но увеличится до устойчивого уровня. Не следует также забывать об экономической составляющей и выбрать оптимальное соот- ношение затрат на инокуляцию и прибыли с полученной продукцией.

Организация хозяйств по выращиванию артемии зависит от источника водоснаб- жения. Им может быть как рапа солёно- го водоёма, подземные минеральные воды, солёные грунты, так и морская вода. Вы- ращивание ведётся как в природных, так и искусственных водоёмах (прудах, лагунах и лиманах). При этом в водоёмах создаются оптимальные условия для обитания рачка и наращивания его биомассы и цист.

В работе В.П. Соловова, М.А. Подуров- ского, Т.Л. Ясучени [2001] были представле- ны основные принципы организации выра- щивания:

- выделение подходящих для выращи- вания озёр;
- организация полно- и неполносистем- ных артемиевых хозяйств с набором озёр различных категорий: маточные, питомные и нагульные;
- использование биомассы рачков в ка- честве живого и сухого корма;
- интенсификация выращивания (удо- брение; регулирование солёности, аэрация и боронование донных отложений).

Принципы и некоторые результаты вы- ращивания артемии с использованием мор- ской воды освещены в работах Е.Е. Гусева [1990; 1991] и И.И. Рудневой [1987; 1991].

Регуляция процессов размножения арте- мии, а, следовательно, и получения необхо- димой продукции, осуществляется за счёт контролируемого изменения солёности воды в водоёме. Повышая или понижая уровень солёности, можно достичь максимального объёма биомассы артемии, её продуктивно- сти, получения большего количества цист.

В табл. 1 представлены оптимальные значения температуры и солёности воды для разных типов размножения артемии [Sorgeloos et al., 1986; Литвиненко и др., 2009; Litvinenko et al., 2016].

Ниже представлен пример алгоритма получения продукции артемии в искус-

Таблица 1. Оптимальные показатели воды для разных периодов роста и размножения артемии

Показатель	Рост науплиев	Живорождение	Цистоношение
Температура, °С	25–30	25–30	25–30
Солёность, ‰	10–90	90–120	150–200
Содержание кислорода, мг/л	>2	>2	>2

ственном водоёме при солеварне [Vos, Tunsutapanit, 1979]:

а) заполнение водоёма водой солёностью 35‰ до уровня 10 см;

б) добавление воды до уровня 30–40 см солёности 100–110‰ из испарительных прудов;

в) контроль отсутствия хищников;

г) инокуляция науплиев артемии, поддержание уровня воды около 30–40 см, солёности воды — 100‰. При этой солёности происходит рост науплиев и достижение половозрелости;

д) увеличение солёности воды до 150‰. Уровень воды должен поддерживаться около 30–40 см за счёт регулярного притока;

е) резкое понижение солёности до 110‰ за счёт спуска воды и добавления воды солёностью 35‰. Повышение уровня воды до 45 см;

ж) увеличение солёности до 150‰. Уровень воды должен быть не ниже 30–40 см;

з) поочерёдный повтор несколько раз процедур по пунктам е) и ж);

и) повышение солёности до 180–200‰, поддержание уровня воды 40 см.

Колебания солёности (д, е, ж и з) стимулируют живорождение и яйценошение у взрослых особей артемии, тем самым значительно увеличивая популяцию рачка. Увеличение же солёности до уровня 180–200‰ является для артемии неблагоприятными условиями существования и стимулирует образование цист. В конце цикла заселённый пруд сливается, взрослая артемия может быть извлечена с использованием воронкообразной сетки на выходе.

В России также начаты работы по поиску источника цист (природного водоёма) с наиболее перспективной популяцией артемии для последующего использования в пастбищной аквакультуре в естественных

водоёмах [Разова, Литвиненко, Цепилова, 2017; Разова, Литвиненко, 2018]. Кроме того, планируется провести мониторинг состояния биоты гипергалинных водоёмов для их типизации с целью пастбищного выращивания артемии в условиях Западной Сибири, Республики Крым, юга России.

НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Помимо развития научных биологических и технологических основ аквакультуры артемии, важным моментом является необходимость совершенствования нормативного правового регулирования этой сферы деятельности. В частности требуется внесение изменений и дополнений в целый ряд нормативных правовых актов в области аквакультуры:

— приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 15 марта 2017 г. № 124 «Об утверждении Методики определения минимального объёма объектов аквакультуры, подлежащих разведению и (или) содержанию, выращиванию, а также выпуску в водный объект и изъятию из водного объекта в границах рыбоводного участка»;

— приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 15 июня 2015 г. № 247 «Об утверждении справочника в области аквакультуры (рыбоводства)»;

— приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 30 января 2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчёта объёма добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыболовных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)»;

— приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. № 534 «Об утверждении методики расчёта объёма подлежащих изъятию объектов аквакультуры при осуществлении пастбищной аквакультуры»;

— приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 18 ноября 2014 г. № 452 «Об утверждении Классификатора в области аквакультуры (рыбоводства)».

Кроме того, целесообразно проведение дополнительных мониторинговых исследований в Западно-Сибирском, Волжско-Каспийском и Азово-Черноморском рыбохозяйственных бассейнах для определения перечня гипергалинных водоёмов, пригодных для организации пастбищной аквакультуры артемии.

Критериями пригодности водных объектов при этом являются подходящие гидрологические условия, в частности, высокая и относительно стабильная солёность в течение вегетационного сезона; отсутствие промысла артемии, а также отсутствие её хозяйственно значимых запасов в данном водном объекте; доступность водного объекта для организации контроля его заселения и изъятия цист.

К сожалению, сегодня существует потенциальная опасность легализации цист артемии, незаконно добытых в естественных водоёмах, под видом продукции хозяйств аквакультуры. Фиктивное выращивание является одной из распространённых схем легализации продукции ННН-промысла, в том числе наряду с фиктивным освоением объёмов.

В этой связи необходима выработка действенных превентивных мер контроля деятельности предприятий по аквакультуре артемии. Так как до настоящего времени отечественной наукой объективно не подтверждено ни одного случая успешного культивирования артемии в пастбищной аквакультуре России, относить к продукции аквакультуры артемию и артемию (на стадии цист) не следует до тех пор, пока в результате выполнения научно-исследовательских работ не будет разработана эко-

номически эффективная технология её выращивания и получения продукции цист.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день вопросы использования низкопродуктивных высокоминерализованных водоёмов под цели ведения артемиеводства и повышения их продуктивности, создания специализированных предприятий по выращиванию артемии в искусственных условиях, разработки методик по созданию специальных производственных комплексов должны решаться путём тесного взаимодействия научных организаций с заинтересованными хозяйствующими субъектами с использованием накопленных данных о популяциях артеми, обладающих высоким продукционным потенциалом.

Имеющиеся природные водные ресурсы с минерализацией воды от солоноватоводной до гиперсолёной позволяют развивать аквакультуру артемии для целей рыбоводства, фармацевтической, пищевой, косметологической и других отраслей хозяйственной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов В.П., Мищенко А.В. 2011. Перспективы развития гипергалинной аквакультуры в западных подтепных ильменях Астраханской области // Рыбное хозяйство. № 6. С. 76–77.
- Аронович Т.М., Маслова О.Н., Лапина Н.М., Куликова Н.И., Гнатченко Л.Г., Демьянова Н.И., Курьянов В.С., Шершов С.В. 1986. Инструкция по разведению кефали лобана. М.: ВНИРО. 54 с.
- Богатова И.Б. 1980. Рыбоводная гидробиология. М.: Пищевая промышленность. 168 с.
- Богатова И.Б., Шмакова З.И. 1980. Способ активации яиц ракообразных. А.с. 712065(СССР). Бюлл. изобретений № 4.
- Борисенко Н.П. 2007. Способ промышленного производства артемии в искусственных резервуарах с использованием разомкнуто-замкнутой технологии. Патент РФ № 2312494 (Россия). Бюлл. изобретений № 35.
- Воронов П.М. 1974. Влияние температуры на жизнеспособность яиц *Artemia salina* // Зоологический журнал. Т. 53. Вып. 4. С. 546–549.
- Воронов П.М. 1986. Инструкция по заготовке, очистке, активации, инкубации и контролю за жизнеспособностью яиц артемии. Краснодар: Краснодарский филиал ВНИИПРХ. 18 с.

- Воронов П. М. 1981. Консервация яиц *Artemia salina* L. // Гидробиологический журнал. Т. 17. Вып. 6. С. 52–56.
- Воронов П. М. 1971. О некоторых особенностях размножения *Artemia salina* // Зоологический журнал. Т. 50. Вып. 6. С. 937–938.
- Воронов П. М. 1977. Перспективы и биотехника использования артемии в морском рыбоводстве. Киев: Наукова думка. 70 с.
- Воронов П. М. 1975. Рост и созревание артемии (*Artemia salina* L.) в солёных озёрах Крыма // Труды ВНИРО. Т. 109. С. 152–158.
- Воронов П. М. 1973. Сезонная численность и биомасса артемии и её яиц в солёных озёрах Крыма // Труды ВНИРО. Т. 94. С. 170–178.
- Гулько А. Ф., Плескачевская Т. Г. 1962. Результаты применения артемии для питания молоди осетровых // Вопросы ихтиологии. Т. 2. Вып. 2. С. 220–228.
- Гусев Е. Е. 1990. Гипергалинная аквакультура. М.: Агропромиздат. 159 с.
- Гусев Е. Е. 1991. Живой корм — артемия салина. Краткий биологический очерк // Информационные материалы. Сер.: Аквакультура. М.: ВНИЭРХ. Вып. 3. 58 с.
- Гусев Е. Е. 1981. Получение стартового корма для рыб из яиц артемии. Проспект МСХ СССР. М.: Колос. 6 с.
- Демьянова Н. И. 1988. Питание личинок сингиля при выращивании в замкнутой системе // II Всерос. конф. Экология. Биологическая продуктивность и проблемы марикультуры Баренцева моря. Тез. док. Мурманск: КМ. С. 170–172.
- Иванов А. 2018. Артемия по бросовой цене. Доступно через: <https://fishnews.ru/rubric/kрупnyim-planom/11215>. (22.11.2018).
- Ивлева И. В. 1969. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных. М.: Наука. 171 с.
- Ковачева Н. П., Жигин А. В., Калинин А. В., Лебедев Р. О. 2006. Способ и устройство для отделения выключившихся науплиусов артемии // Аналит. и реферативн. информ. ВНИЭРХ. Прибрежное рыболовство и аквакультура. Вып. 1. С. 26–27.
- Ковачева Н. П., Жигин А. В., Калинин А. В., Лебедев Р. О. 2004. Устройство для инкубации яиц артемии салина. Патент РФ № 40841 (Россия). Бюлл. изобретений № 28.
- Корляков К. А., Шапошников В. В., Лопатин Л. Л., Лопатин И. Л., 2017. Способ пастбищного культивирования и разведения артемии. Патент РФ № 2629669 (Россия). Бюлл. изобретений № 25.
- Куликова Н. И., Демьянова Н. И., Хомутов С. М., Гнатченко Л. Г., Федуллина В. Н., Сёмик А. М., Куприянов В. С., Макухина Л. И., Писаревская И. И., Копейкина Н. В., Фитингов Е. М. 1990. Инструкция по разведению кефали-сингиля. М.: ВНИРО. 69 с.
- Литвиненко Л. И. 2009. Жаброногие рачки рода *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных водоемах Западной Сибири (география, биоразнообразие, экология, биология и практическое использование). Автореф. дис. ... док. биол. наук. Пермь: ПГУ. 48 с.
- Литвиненко Л. И., Литвиненко А. И., Бойко Е. Г. 2009. Артемия в водоёмах Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 304 с.
- Литвиненко Л. И., Мамонтов Ю. Г., Иванова О. В., Литвиненко А. И., Чебанов М. С. 2000. Инструкция по использованию артемий в аквакультуре. Тюмень: СибрыбНИИпроект. 58 с.
- Литвиненко Л. И., Куцанов К. В. 2017. Способ увеличения продукции цист артемии в гипергалинных озёрах. Патент РФ № 20151265 (Россия). Бюлл. изобретений № 15.
- Нечаев П. И. 1961. Ценный корм для молоди осетровых // Рыбное хозяйство. № 6. С. 34–45.
- Олейникова Ф. А. 1980. *Artemia salina* L. Азово-Черноморского бассейна (морфология, размножение, экология, практическое использование): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев: СМК. 17 с.
- Пасынков А. А., Соцкова Л. М., Чабан В. И. 2014. Экологические проблемы сохранения и использования бальнеологических ресурсов солёных озёр Крыма // Учёные записки Таврического национального университета им. Вернадского. Сер. География. Т. 27. № 2. С. 97–117.
- Пономарев С. В., Гамыгин Е. А., Никоноров С. И., Пономарева Е. Н., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. 2002. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России (справочное пособие). Астрахань: «Нова плюс». С. 82–87.
- Пономарева М. Е., Ходусов А. А. 2012. Перспективы использования солёноводных озёр Ставропольского края в аквакультуре // Междунар. науч.-практ. конф., посв. 75-летию Героя Соц. Труда, академика РАСХН, д. с.-х. н., проф. В. А. Мороза. Сб. науч. тр. по материалам конф. Ставрополь, 10–12 октября 2012 г. Ставрополь: АГРУС. С. 55–59.
- Разова Л. Ф., Литвиненко Л. И. 2018. Репродукционные особенности артемии сибирских популяций // II Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Современные научно-практические решения в АПК / ГВУ Северного Зауралья. Сб. статей. Тюмень: Око. С. 249–258.
- Разова Л. Ф., Литвиненко Л. И., Цепилова О. А. 2017. Некоторые биологические особенности артемии сибирских популяций // Всерос. науч.-практ. конф. Современные научно-практические решения в АПК / ГВУ Северного Зауралья. Тезисы. Тюмень: Око. С. 45–51.
- Руднева И. И. 1991. Артемия. Перспективы использования в народном хозяйстве. Киев: Наукова думка. 144 с.
- Руднева И. И. 1987. Оценка качества цист озера Сиваш // Рыбное хозяйство. № 3. С. 30–31.
- Сёмик А. М., Замятина Е. А. 2017. Исследование объёмов водных биологических ресурсов (артемия, хирономида) в заливе Сиваш // Труды ЮгНИРО. Т. 54. С. 131–136.

- Соловов В.П., Подуровский М.А., Ясученя Т.Л. 2001. Жаброног артемии: история и перспективы использования ресурсов. Барнаул: ГНП. 144 с.
- Спекторова Л.В. 1984. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования её в аквакультуре. М.: ЦНИИТЭИРХ, ВНИРО. 63 с.
- Справка о ННН-промысле артемии и предложении по его пресечению. 2017. Доступно через: <http://varpe.org/analytics/spravka-o-nnn-promysle-artemii-i-predlozheniya-po-ego-presecheniyu>. 16.10.2017.
- Чага И.Л. 1976. О возможности культивирования *Artemia salina* L. в Южном Приморье // Известия ТИНРО. Т. 100. С. 125–129.
- Abatzopoulos T.J., Beardmore J.A., Clegg J.S., Sorgeloos P. 2002. *Artemia*: Basic and Applied Biology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 286 pp.
- Brands J.T., Quynh V.D., Bosteels T., Baert P. 1995. The potential of *Artemia* biomass in the salinas of Southern Vietnam and its valorization in aquaculture // Final scientific report, DG KII STD3 contract ERBTS3*CT 19006. 71 pp.
- Camara M.R., De Medeiros Rocha R. 1987. *Artemia* culture in Brazil: an overview // *Artemia* Research and its Applications. V. 1. 3. P. 195–199.
- Cultured Aquatic Species Information Programme: *Artemia* spp. (Leach, 1819). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. 2014. Accessible via: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Artemia_spp/en. 04.03.2019.
- De Los Santos C.S., Sorgeloos P., Lavina E., Bernardino A. 1979. Successful inoculation of *Artemia* and production of cysts in Manmade salterns in the Philippines // International Symposium on the Brine Shrimp *Artemia salina*. Abstracts. Belgium: *Artemia* Reference Center, State University of Ghent. P. 47.
- Dhont J., Lavens P. 1996. Tank production and use of on grown *Artemia* // Manual on the production and use of live food for aquaculture / Lavens P., Sorgeloos P. (Eds.). FAO Fisheries Technical Paper. V. 361. P. 164–195.
- El-Bermawi N. 2014. Responses of *Artemia franciscana* and Egyptian parthenogenetic *Artemia* from Wadi Mariout lake to West Alexandria conditions Egyptian // J. Nutrition and Feeds. V. 17 (3). P. 501–510.
- Jumalon N.A., Estenor D.G., Ogburn D.M. 1987. Commercial production of *Artemia* in the Philippines // *Artemia* Research and Applications. V. 3. P. 231–238.
- Jumalon N.A., Robles R.E. 1983. Sampling and stocking density studies for *Artemia* production in ponds // 1st Int. Warm Water Aquacult. Conf. (Crustaceans). Abstracts. Hawaii Campus: Bingham Young Univ. P. 188–201.
- Hoа N.V. 2013. Farming of the brine-shrimp *Artemia franciscana* in Vietnam salt ponds. Scholars' Press. 200 pp.
- Hoа N.V., Van N.T.H., Anh N.T.N., Ngan P.T.T., Тоi H.T., Le T.H. 2007. Study on *Artemia* culture and its application in aquaculture // Can Tho University, Agriculture publishing house. V. 639. P. 7–100.
- Kutsanov K., Litvinenko L.I. 2017. Experimental study of increasing the bioproductivity of salt lakes by introduction of *Artemia* nauplii // 13-th Intern. Conf. on Salt Lake research (ICSLR2017). Abstracts. Улан-Удэ: Бурятский ГУ. P. 120.
- Lavens P., Sorgeloos P. 1987. Design, operation, and potential of a culture system for the continuous production of *Artemia* nauplii // *Artemia* Research and Applications. V. 3. P. 339–345.
- Lavens P., Sorgeloos P. 1991. Production of *Artemia* in culture tanks // *Artemia* biology. / Browne R.A., Sorgeloos P., Trotman C.N.A. (Eds). London: CRC Press. P. 317–350.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boiko E.G., Kutsanov K.V. 2015. *Artemia* cyst production in Russia // Chinese J. of Oceanology and Limnology. Vol. 33 No. 6, P. 1436–1450.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boyko E.G. 2016. Brine shrimp *Artemia* in Western Siberia Lakes: translated from Russian. Novosibirsk: Nauka. 295 p.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Kutsanov K.V. 2015. *Artemia* cysts stocks in Russian Salt Lakes and the ways of their increasing // BIT's 4th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries-2015. Qingdao: China. P. 36–43.
- Nguyen T.H.V., Nguyen V.H., Bossier P., Sorgeloos P., Van Stappen G. 2012. Mass selection for small-sized cysts in *Artemia franciscana* produced in Vinh Chau salt ponds, Vietnam // *Aquaculture Research*. P. 1–9.
- Quynh V.D., Lam N.N. 1987. Inoculation of *Artemia* in experimental ponds in central Vietnam: an ecological approach and a comparison of three geographical strains // *Artemia* Research and its Applications. V. 3. P. 253–269.
- Tackaert W., Sorgeloos P. 1991. Semi-intensive culturing in fertilized ponds // *Artemia* biology. / Browne R.A., Sorgeloos P., Trotman C.N.A. (Eds). London: CRC Press. P. 287–315.
- Tarnchalanukit W., Wongrat L. 1987. *Artemia* culture in Thailand // *Artemia* research and applications. V. 3. P. 201–213.
- Sorgeloos P., Lavens P., Leger P., Tackaert W., Versichele D. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture. Belgium: Chent universiteit. 319 p.
- Van Stappen G. 1996. *Artemia*. Inroduction, biology and ecology of *Artemia* // Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO: Rome. 306 pp.
- Vos J., Tunsutapanit A. 1979. Detailed report on *Artemia* cysts inoculation in Bangpakong, Chachoengsao Province // FAO/UNDP Field Document THA/75/008. 43 pp.

Поступила в редакцию 13.06.2019 г.
Принята после рецензии 30.06.2019 г.

Aquaculture

Current state and prospects of aquaculture artemia in Russia

N.P. Kovacheva¹, L.I. Litvinenko², E.M. Saenko³, A.V. Zhigin¹, N.V. Kryahova¹, A.M. Semik³¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»), Moscow, Russia² Tyumen' branch of FSBSI «VNIRO» («Gosrybtsentr»), Tyumen', Russia³ Azov Sea branch of FSBSI «VNIRO» («AzNIIRKH»), Rostov-on-Don, Russia

It provides an overview of the cultivation of artemia in the retrospective and the current aspect in the world and in Russia. The analysis of literature data shows that the artemia cultivation develops in three main directions: obtaining nauplius by the method of incubation of cysts; extensive cultivation of basin and pond methods; intensive cultivation in open and closed water systems. It is shown that the most acceptable type of aquaculture in the conditions of Western Siberia is the introduction of nauplius into natural salt water bodies during the period of biomass decline in the local artemia population and the production of additional cysts. Intensive cultivation of artemia in open and closed water supply systems involves the cultivation of crustaceans with high density in special tanks (basins) with increased water exchange and feeding artificial feed. The basic principles for the production of artemia in temporary salt farms, as well as the main components in the organization of cultivation are presented. In addition to the development of scientific biological and technological foundations of artemia aquaculture, it is indicated that improvement of the regulatory legal regulation of this field of activity is necessary. In particular it required changes and additions to a number of regulatory legal acts in the field of aquaculture. Attention is drawn to the need to develop preventive measures to control the activities of enterprises in the aquaculture of artemia in Russia.

Keywords: artemia, cysts, aquaculture, hypergalin reservoirs.

DOI: 10.36038/2307-3497-2019-178-150-171

REFERENCES

- Abakumov V.P., Mishchenko A.V.* 2011. Perspektivy razvitiya giperhalinnoj akvakul'tury v zapadnykh podstepnykh il'menyakh Astrakhanskoj oblasti [Prospects for development of hyperhalinous aquaculture in western steppe ilmens of Astrakhan Region] // *Rybnoe khozjajstvo*. № 6. S. 76–77.
- Aronovich T.M., Maslova O.N., Lapina N.M., Kulikova N.I., Gnatchenko L.G., Dem'yanova N.I., Kupriyanov V.S., Shershov S.V.* 1986. Instruktsiya po razvedeniyu kefali lobana [Black mullet cultivation instruction]. M.: VNIRO. 54 s.
- Bogatova I.B.* 1980. Rybovodnaya gidrobiologiya [Fish-culturing hydrobiology]. M.: Pishchevaya promyshlennost'. 168 s.
- Bogatova I.B., Shmakova Z.I.* 1980. Sposob aktivatsii yaits rakoobraznykh [Approach of Crustacean egg's activation]. A.s. 712065(SSSR). Byull. izobretenij № 4.
- Borisenko N.P.* 2007. Sposob promyshlennogo proizvodstva artemii v iskusstvennykh rezervuarakh s ispol'zovaniem razomknutozamknutoj tekhnologii [Method for the industrial production of brine shrimp in artificial tanks using open-closed technology]. Patent RF № 2312494 (Rossiya). Byull. izobretenij № 35.
- Voronov P.M.* 1974. Vliyanie temperatury na zhiznesposobnost' yaits *Artemia salina* [Influence of temperature upon viability of *Artemia salina* eggs] // *Zoologicheskij zhurnal*. T. 53. Vyp. 4. S. 546–549.
- Voronov P.M.* 1986. Instruktsiya po zagotovke, ochistke, aktivatsii, inkubatsii i kontrolyu za zhiznesposobnost'yu yaits artemii. [Instructions on harvesting, cleaning, activating, incubating

- and monitoring the viability of *Artemia* eggs] // Krasnodar: Krasnodarskij filial VNIIPRKH. 18 s.
- Voronov P.M. 1981. Konservatsiya yaits *Artemia salina* L. [Conservation of *Artemia salina* L. eggs.] // *Gidrobiologicheskij zhurnal*. T. 17. Vyp. 6. S. 52–56.
- Voronov P.M. 1971. O nekotorykh osobennostyakh razmnzheniya *Artemia salina* [About some features of reproduction of *Artemia salina*] // *Zoologicheskij zhurnal*. T. 50. Vyp. 6. S. 937–938.
- Voronov P.M. 1977. Perspektivy i biotekhnika ispol'zovaniya artemii v morskome rybovodstve. [Prospects and Biotechnics of using *Artemia* in marine fish farming] // Kiev: Naukova dumka. 70 s.
- Voronov P.M. 1975. Rost i sozrevanie artemii (*Artemia salina* L.) v solenykh ozerakh Kryma [Growth and maturation of *Artemia salina* L. in the salt lakes of the Crimea] // *Trudy VNIRO*. T. 109. S. 152–158.
- Voronov P.M. 1973. Sezonnaya chislennost' i biomassa artemii i ee yaits v solenykh ozerakh Kryma [Seasonal abundance and biomass of *Artemia salina* and its eggs in saline lakes of the Crimea] // *Trudy VNIRO*. T. 94. S. 170–178.
- Gun'ko A.F., Pleskachevskaya T.G. 1962. Rezul'taty primeneniya artemii dlya pitaniya molodi osetrovyykh [Results of using *Artemia* for feeding sturgeon juveniles] // *Voprosy ikhtiologii*. T. 2. Vyp. 2. S. 220–228.
- Gusev E.E. 1990. Gipergalinnaya akvakul'tura. [Hypersaline aquaculture] // M.: Agropromizdat. 159 s.
- Gusev E.E. 1991. ZHivoj korm — artemiya salina. Kratkij biologicheskij ocherk [Live food — *Artemia salina*. A brief biological sketch] // *Informatsionnye materialy*. Ser.: Akvakul'tura. M.: VNIIEHRKH. Vyp. 3. 58 s.
- Gusev E.E. 1981. Poluchenie startovogo korma dlya ryb iz yaits artemii. Prospekt MSKH SSSR [Getting the starter feed for fish from the *Artemia* eggs] // M.: Kolos. 6 s.
- Dem'yanova N.I. 1988. Pitanie lichinok singilya pri vyrashchivani v zamknutoj sisteme [Feeding of long-finned mullet larvae by cultivation in recirculation system] // II Vseros. konf. EHkologiya. Biologicheskaya produktivnost' i problemy marikul'tury Barentseva morya. Tez. dok. Murmansk: KM. S. 170–172.
- Ivanov A. 2018. Artemiya po brosovoj tsene. [*Artemia* at a bargain price] // Dostupno cherez: <https://fishnews.ru/rubric/krupnyim-planom/11215>. (22.11.2018).
- Ivleva I.V. 1969. Biologicheskie osnovy i metody massovogo kul'tivirovaniya kormovykh bespozvonochnykh [Biological bases and methods of mass forage invertebrates cultivation] // M.: Nauka. 171 s.
- Kovacheva N.P., Zhigin A.V., Kalinin A.V., Lebedev R.O. 2006. Sposob i ustrojstvo dlya otdeleniya vyklyunuvshikhsya naupliusov artemii [Method and device for separating hatching *Artemia* nauplii] // *Analit. i referativn. inform. VNIIEHRKH. Pribrezhnoe rybolovstvo i akvakul'tura*. Vyp. 1. S. 26–27.
- Kovacheva N.P., Zhigin A.V., Kalinin A.V., Lebedev R.O. 2004. Ustrojstvo dlya inkubatsii yaits artemii salina [Device for incubation of *Artemia salina* eggs] // Patent RF № 40841 (Rossiya). Byull. izobretenij № 28.
- Korlyakov K.A., Shaposhnikov V.V., Lopatin L.L., Lopatin I.L., 2017. Sposob pastbishchnogo kul'tivirovaniya i razvedeniya artemii [Method of pasturing cultivation and culturing of brine shrimp] // Patent RF № 2629669 (Rossiya). Byull. izobretenij № 25.
- Kulikova N.I., Dem'yanova N.I., KHomutov S.M., Gnatchenko L.G., Fedulina V.N., Semik A.M., Kupriyanov V.S., Makukhina L.I., Pisarevskaya I.I., Kopejkina N.V., Fitingov E.M. 1990. Instruksiya po razvedeniyu kefali-singilya [Instructions for long-finned mullet breeding] // M.: VNIRO. 69 s.
- Litvinenko L.I. 2009. ZHabronogie rachki roda *Artemia* Leach, 1819 v gipergalinnyykh vodoemakh Zapadnoj Sibiri (geografiya, bioraznoobrazie, ehkologiya, biologiya i prakticheskoe ispol'zovanie) [Branchiopods of the genus *Artemia* Leach, 1819 in hypersaline reservoirs of Western Siberia (geography, biodiversity, ecology, biology and practical use)] // *Avtoref. dis. ... dok. biol. nauk. Perm': PGU*. 48 s.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Bojko E.G. 2009. Artemiya v vodoemakh Zapadnoj Sibiri [Brine shrimp *Artemia* in Western Siberia lakes] // *Novosibirsk: Nauka*. 304 s.
- Litvinenko L.I., Mamontov YU.G., Ivanova O.V., Litvinenko A.I., Chebanov M.S. 2000. Instruksiya po ispol'zovaniyu artemij v akvakul'ture [Instructions for the use of *Artemia* in aquaculture] // Tyumen': SibrybNIIproekt. 58 s.
- Litvinenko L.I., Kutsanov K.V. 2017. Sposob uvelicheniya produktsii tsist artemii v gipergalinnyykh ozerakh [Method of increasing the *Artemia* cysts production in hypersaline lakes] // Patent RF № 20151265 (Rossiya). Byull. izobretenij № 15.
- Nechaev P.I. 1961. TSennyj korm dlya molodi osetrovyykh [Valuable food for sturgeon juveniles] // *Rybnoe khozyajstvo*. № 6. S. 34–45.
- Olejnikova F.A. 1980. *Artemia salina* L. Azovo-CHernomorskogo bassejna (morfologiya, razmnzhenie, ehkologiya, prakticheskoe ispol'zovanie) [*Artemia salina* L. of the Azov-black sea basin (morphology, reproduction, ecology, practical use)] // *Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Kiev: SMK*. 17 s.
- Pasynkov A.A., Sotskova L.M., Chaban V.I. 2014. EHkologicheskie problemy sokhraneniya i ispol'zovaniya bal'neologicheskikh resursov solenykh ozer Kryma [Environmental problems of conservation and sustainable use balneological resources of salt lakes of the Crimea] // *Uchenye*

- zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. Vernadskogo. Ser. Geografiya. T. 27. № 2. S. 97–117.
- Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Nikonorov S. I., Ponomareva E. N., Grozesku YU. N., Bakhareva A. A. 2002. Tekhnologii vyrashchivaniya i kormleniya ob'ektov akvakul'tury yuga Rossii (spravochnoe posobie) [Technologies for growing and feeding aquaculture objects in the South of Russia (reference manual)] // Astrakhan': «Nova plyus». S. 82–87.
- Ponomareva M. E., KHodusov A. A. 2012. Perspektivy ispol'zovaniya solenovodnykh ozer Stavropol'skogo kraya v akvakul'ture [Prospects for the use of saltwater lakes in the Stavropol territory in aquaculture] // Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posv. 75-letiyu Geroya Sots. Truda, akademika RASKHN, d. s.-kh. n., prof. V. A. Moroza. Sb. nauch. tr. po materialam konf. Stavropol', 10–12 oktyabrya 2012 g. Stavropol': AGRUS. S. 55–59.
- Razova L. F., Litvinenko L. I. 2018. Reproduktsionnye osobennosti artemii sibirskikh populyatsij [Reproduction characteristics of *Artemia* populations in Siberian] // II Vseros. (nats.) nauch.-prakt. konf. Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya v APK / GVU Severnogo Zaural'ya. Sb. statej. Tyumen': Oko. S. 249–258.
- Razova L. F., Litvinenko L. I., Tsepilova O. A. 2017. Nekotorye biologicheskie osobennosti artemii sibirskikh populyatsij [Some biological characteristics of *Artemia* in siberian populations] // Vseros. nauch.-prakt. konf. Sovremennye nauchno-prakticheskie resheniya v APK / GVU Severnogo Zaural'ya. Tezisy. Tyumen': Oko. C. 45–51.
- Rudneva I. I. 1991. Artemiya. Perspektivy ispol'zovaniya v narodnom khozyajstve [*Artemia*. Prospects for use in the national economy] // Kiev: Naukova dumka. 144 s.
- Rudneva I. I. 1987. Otsenka kachestva tsist ozera Sivash [Assessment of the cysts of lake Sivash quality] // Rybnoe khozyajstvo. № 3. S. 30–31.
- Semik A. M., Zamyatina E. A. 2017. Issledovanie ob'emov vodnykh biologicheskikh resursov (artemiya, khironomidy) v zalive Sivash [Study of the volumes of aquatic biological resources (*Artemia*, Chironomids) in the Sivash Bay] // Trudy YUGNIRO. T. 54. S. 131–136.
- Solovov V. P., Podurovskij M. A., YAsyuchenya T. L. 2001. ZHabrionog artemiya: istoriya i perspektivy ispol'zovaniya resursov [Branchipod *Artemia*: history and prospects of use of resources] // Barnaul: GNP. 144 s.
- Spektorova L. V. 1984. Obzor zarubezhnogo opyta razvedeniya artemii dlya ispol'zovaniya ee v akvakul'ture [Review of foreign experience in breeding *Artemia* for use in aquaculture] // M.: TSNIITEHIRKH, VNIRO. 63 s.
- Spravka o NNN-promysle artemii i predlozheniya po ego presecheniyu [Information about the *Artemia* IUU-fishing and suggestions for its suppression] // 2017. Accessible via: <http://varpe.org/analytics/spravka-o-nnn-promysle-artemii-i-predlozheniya-po-ego-presecheniyu>. 16.10.2017.
- CHaga I. L. 1976. O vozmozhnosti kul'tivirovaniya *Artemia salina* L. v YUzhnom Primor'e [On the possibility of cultivation of *Artemia salina* L. in southern Primorye] // Izvestiya TINRO. T. 100. S. 125–129.
- Abatzopoulos T. J., Beardmore J. A., Clegg J. S., Sorgeloos P. 2002. *Artemia*: Basic and Applied Biology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 286 pp.
- Brands J. T., Quynh V. D., Bosteels T., Baert P. 1995. The potential of *Artemia* biomass in the salinas of Southern Vietnam and its valorization in aquaculture // Final scientific report, DG KII STD3 contract ERBTS3*CT 19006. 71 pp.
- Camara M. R., De Medeiros Rocha R. 1987. *Artemia* culture in Brazil: an overview // *Artemia* Research and its Applications. V. 1. 3. P. 195–199.
- Cultured Aquatic Species Information Programme: *Artemia* spp. (Leach, 1819). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. 2014. Accessible via: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Artemia_spp/en. 04.03.2019.
- De Los Santos C. S., Sorgeloos P., Lavina E., Bernardino A. 1979. Successful inoculation of *Artemia* and production of cysts in Manmade salterns in the Philippines // International Symposium on the Brine Shrimp *Artemia salina*. Abstracts. Belgium: *Artemia* Reference Center, State University of Ghent. P. 47.
- Dhont J., Lavens P. 1996. Tank production and use of on grown *Artemia* // Manual on the production and use of live food for aquaculture / Lavens P., Sorgeloos P. (Eds.). FAO Fisheries Technical Paper. V. 361. P. 164–195.
- El-Bermawi N. 2014. Responses of *Artemia franciscana* and Egyptian parthenogenetic *Artemia* from Wadi Mariout lake to West Alexandria conditions Egyptian // J. Nutrition and Feeds. V. 17 (3). P. 501–510.
- Jumalon N. A., Estenor D. G., Ogburn D. M. 1987. Commercial production of *Artemia* in the Philippines // *Artemia* Research and Applications. V. 3. P. 231–238.
- Jumalon N. A., Robles R. E. 1983. Sampling and stocking density studies for *Artemia* production in ponds // 1st Int. Warm Water Aquacult. Conf. (Crustaceans). Abstracts. Hawaii Campus: Bingham Young Univ. P. 188–201.
- Hoa N. V. 2013. Farming of the brine-shrimp *Artemia franciscana* in Vietnam salt ponds. Scholars' Press. 200 pp.
- Hoa N. V., Van N. T. H., Anh N. T. N., Ngan P. T. T., Toi H. T., Le T. H. 2007. Study on *Artemia* culture and its application in aquaculture // Can Tho University, Agriculture publishing house. V. 639. P. 7–100.

- Kutsanov K., Litvinenko L.I.* 2017. Experimental study of increasing the bioproductivity of salt lakes by introduction of *Artemia* nauplii // 13th Intern. Conf. on Salt Lake research (ICSLR2017). Abstracts. Улан-Удэ: Бурятский ГУ. P. 120.
- Lavens P., Sorgeloos P.* 1987. Design, operation, and potential of a culture system for the continuous production of *Artemia* nauplii // *Artemia* Research and Applications. V. 3. P. 339–345.
- Lavens P., Sorgeloos P.* 1991. Production of *Artemia* in culture tanks // *Artemia* biology. / Browne R.A., Sorgeloos P., Trotman C.N.A. (Eds). London: CRC Press. P. 317–350.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boiko E.G., Kutsanov K.V.* 2015. *Artemia* cyst production in Russia // Chinese J. of Oceanology and Limnology. Vol. 33 No. 6, P. 1436–1450.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boyko E.G.* 2016. Brine shrimp *Artemia* in Western Siberia Lakes: translated from Russian. Novosibirsk: Nauka. 295 p.
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Kutsanov K.V.* 2015. *Artemia* cysts stocks in Russian Salt Lakes and the ways of their increasing // BIT's 4th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries-2015. Qingdao: China. P. 36–43.
- Nguyen T.H.V., Nguyen V.H., Bossier P., Sorgeloos P., Van Stappen G.* 2012. Mass selection for small-sized cysts in *Artemia franciscana* produced in Vinh Chau salt ponds, Vietnam // *Aquaculture Research*. P. 1–9.
- Quynh V.D., Lam N.N.* 1987. Inoculation of *Artemia* in experimental ponds in central Vietnam: an ecological approach and a comparison of three geographical strains // *Artemia* Research and its Applications. V. 3. P. 253–269.
- Tackaert W., Sorgeloos P.* 1991. Semi-intensive culturing in fertilized ponds // *Artemia* biology. / Browne R.A., Sorgeloos P., Trotman C.N.A. (Eds). London: CRC Press. P. 287–315.
- Tarnchalanukit W., Wongrat L.* 1987. *Artemia* culture in Thailand // *Artemia* research and applications. V. 3. P. 201–213.
- Sorgeloos P., Lavens P., Leger P., Tackaert W., Versichele D.* 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture. Belgium: Chent universiteit. 319 p.
- Van Stappen G.* 1996. *Artemia*. Introduction, biology and ecology of *Artemia* // Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO: Rome. 306 pp.
- Vos J., Tunsutapanit A.* 1979. Detailed report on *Artemia* cysts inoculation in Bangpakong, Chachoengsao Province // FAO/UNDP Field Document THA/75/008. 43 pp.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Optimal parameters of water for different periods of growth and reproduction of artemia

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Distribution of artemia in the world [Litvinenko et al., 2015]

Fig. 2. Distribution of artemia species in the world

Fig. 3. Female and male artemia during mating

Fig. 4. The life cycle of artemia