

ФОРМЫ АРТЕМИИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АКВАКУЛЬТУРЕ И ФАКТОРЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА ЕЁ ЭФФЕКТИВНОСТЬ В КАЧЕСТВЕ КОРМА

Липпо Ирина Евгеньевна, м.н.с. лаборатории фундаментальных основ питания сельскохозяйственных животных и рыб Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, lippo@bk.ru; *Тюлин Дмитрий Юрьевич*, с.н.с. лаборатории фундаментальных основ питания сельскохозяйственных животных и рыб Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, dmitryul@mail.ru; *Елизарова Анастасия Сергеевна*, н.с. лаборатории фундаментальных основ питания сельскохозяйственных животных и рыб Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, tamonova84@gmail.com; *Шишанов Григорий Андреевич*, н.с. лаборатории фундаментальных основ питания сельскохозяйственных животных и рыб Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, grigoriy.rock@mail.ru; *Бригида Артём Владимирович* – к.в.н., директор Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, brigida_86@mail.ru

Аннотация. В статье описаны и проанализированы формы артемии, используемые в аквакультуре, особенности каждой стадии развития и факторы влияющие на её эффективность в качестве кормового средства.

Ключевые слова: артемия, цисты, декапсуляция, науплии.

Введение. Артемия (*Artemia*) – один из древнейших видов, населяющий гипергалинные водоемы и широко распространенный на всех континентах кроме Антарктиды. [1]. Несмотря на то, что артемия известна человеку на протяжении веков, использовать ее в качестве корма начали относительно недавно. По мере развития аквакультуры в 1960-х и 70-х годах использование артемии получило более широкое распространение, как из соображений ее удобства, так и из-за ее питательной ценности. Тот факт, что цисты артемии можно хранить длительное время, а затем использовать в качестве готового продукта, требующего всего 24 часа инкубации, делает их использование удобным и не трудоемким [2].

Целью нашей работы было проведение ретроспективного анализа отечественной и зарубежной литературы для выявления форм артемии, наиболее пригодных для использования в аквакультуре, а также факторов, влияющих на её эффективность в качестве кормового объекта.

Материалы и методы: Анализ публикаций по областям знаний, касающихся рачка артемии и его применения в аквакультуре, базировался на изучении публикаций на русском и английском языках, размещённых в российских и зарубежных базах цитирования.

Результаты и обсуждения. 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) [3]. Одной из форм артемии, довольно часто используемой в аквакультуре, являются *декапсулированные яйца*. Процесс декапсуляции представляет собой химический процесс удаления твердой оболочки (хориона), которая окружает эмбрион артемии. Эта процедура предполагает гидратацию, в процессе которой происходит удаление хориона раствором гипохлорита натрия. В результате декапсуляции освобождается жизнеспособный эмбрион. Полученные декапсулированные цисты можно использовать либо сразу, либо высушить для дальнейшего хранения. [4]. Преимуществ декапсуляции несколько. Во-первых, во время этой процедуры эмбрионы дезинфицируются, поэтому никакие бактерии из оболочки цисты, не попадают в емкости для культивирования [5]. Во-вторых, декапсулированные цисты содержат большее количество энергии при скармливании, чем науплии, поскольку им не приходится расходовать энергию на вылупление из панциря [6]. В-третьих, декапсулированные цисты представляют собой частицы меньшего размера, чем науплии (от 420 до 520 мкм) [7]. Основным недостатком декапсулированной артемии является то, что они представляют собой неподвижные, не плавучие частицы [8]. Поэтому, некоторые объекты аквакультуры, такие как личинки морских рыб, которые могли бы извлечь наибольшую выгоду из их небольшого размера, могут испытывать трудности с их проглатыванием, если достаточное количество декапсулированных цист не удерживается во взвешенном состоянии путем дополнительной аэрации или циркуляции воды в резервуарах [9]. Декапсулированные цисты могут быть выведены в ортонауплии. *Ортонауплии* – это только что вылупившиеся науплии. Данная форма артемии является наиболее широко используемой в аквакультуре. Известно, что время до первого вылупления варьируется примерно от 13 до 20 часов, а срок вылупления из 90% яиц составляет примерно с 20 до 32 часов [10]. Литературные данные о приблизительном составе ортонауплий сильно различаются, варьируясь от 37 до 71% белка, от 12 до 30% липидов, от 11 до 23% углеводов и от 4 до 21% золы. Значения для взрослых составляют от 50 до 69% белка, от 2 до 19% липидов, от 9 до 17% углеводов, и от 9 до 29% золы [11, 12].

Только что вылупившихся науплий сразу скармливают культивируемым организмам, их можно вводить в культуральный резервуар все сразу или дозировать. Второму случаю присущ недостаток - науплии теряют питательную ценность и растут во время хранения. Одним из решений является хранение науплий в холодильнике. Если науплии хранятся при температуре около 4 °С их

метаболизм замедляется, и они до 48 часов сохраняют свою питательную ценность [13].

Также стоит отметить, что нет никакой корреляции между характеристиками инкубации (например, >80% вылупления) и высокой питательной ценностью [14]. Термин «метанауплии» применяется к артемии II-V возрастных стадий, или в возрасте от 2 до 5 дней после вылупления. Большинство науплий израсходуют свой запас желтка и умрут от голода в течение 3-4 дней после вылупления, поэтому успешное использование метанауплий в качестве пищи требует кормления их до того, как они будут скормлены объектам аквакультуры [15]. Основным недостатком использования метанауплий является их размер (примерно от 500 до 800 мкм). Многие личинки рыб и ракообразных способны проглатывать такие крупные частицы только через несколько дней или недель с начала перехода на активное питание [16].

Ювенальная и взрослая артемия - это формы, полученные путем интенсивного культивирования артемии в лаборатории или экстенсивного культивирования в прудах. Артемия с такой биомассой, является хорошим кормом для многих выращиваемых объектов аквакультуры [17].

Основными факторами, влияющими на эффективность артемии в качестве кормового объекта для использования в аквакультуре, являются сбор и обработка цист, а также их хранение.

Сбор и обработка цист обычно осуществляется коммерческим поставщиком и, следовательно, находится вне контроля дальнейшего потребителя. Вариабельность этих процедур, в большей степени влияет на выводимость, чем на питательную ценность артемии. Процент вылупляемости яиц снижается, если они долго остаются на берегу пруда, который подвергается поочерёдным осушениям и заливам [13]. Цисты собирают непосредственно из гиперсоленой воды пруда, например, с помощью барьеров для сбора, ориентированных перпендикулярно преобладающему направлению ветра [11]. Затем собранные цисты отделяют от мусора, песка, и т.д.

Перед хранением цисты следует обезвоживать (содержание влаги должно быть не более 5%), поскольку содержание влаги более 10% снижает выводимость [11]. Оптимальные результаты выведения достигаются, когда цисты высушиваются и упаковываются в вакууме, либо в азоте [12]. Это важно, поскольку присутствие кислорода может вызвать образование свободных радикалов, которые снижают выводимость. Правильно заготовленную упаковку с цистами артемии можно хранить при комнатной температуре или заморозить. Однако, если цисты заморожены, их следует подержать в течение 1 недели при комнатной температуре, прежде чем они будут инкубированы в морской воде [2].

Следует также отметить, что хранение замороженных науплий или взрослых особей в соленом растворе в течение длительного времени с присутствием кислорода, может привести к окислению длинноцепочечных высоконасыщенных жирных кислот и истощению запасов витамина E в них [4].

Заключение. Артемия является важной частью аквакультуры, при использовании её в качестве кормового средства важно знать особенности каждой стадии развития рачка, такие как размер, подвижность и количество питательных веществ. Основными факторами, влияющими на качество артемии считаются сбор, обработка цист, а также их хранение.

Библиографический список

1. Zhang Z.-Q. Phylum Athropoda // *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness* (Addenda 2013). – Auckland, New Zealand: Magnolia Press. – 2013. – Vol. 3703. – №. 1. – P. 17-26.
2. Litvinenko, L.I. Increase production of Artemia cysts in hypersaline lakes of the temperate climate zone by inoculation of nauplii / L.I. Litvinenko, A.I. Litvinenko, E.G. Boyko, M.A. Korentovich // *International Journal of Advanced Science and Technology*. – 2020. – Vol. 29, No. 4s. – P. 2532–2542.
3. Ковачева, Н.П. 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.
4. Разова, Л.Ф. Некоторые биологические особенности артемии сибирской популяций / Л.Ф. Разова, Л.И. Литвиненко, О.А. Ципилова // *Современные научно-практические решения в АПК, Тюмень*. – 2017. – С. 344–351.
5. Van Stappen, G. Review on integrated production of the brine shrimp Artemia in solar salt ponds / G. Van Stappen, L. Sui, H. Van Nguyen, M. Tamtin, B. Nyonje, R. Renato de Medeiros, P. Sorgeloos, G. Gajardo // *Reviews in aquaculture*. – 2019. – P. 1054–1071
6. Litvinenko, L.I. Experimental studies to increase the natural resources of brine shrimp Artemia in hyperhaline reservoirs / L.I. Litvinenko, A.I. Litvinenko, E.G. Boiko, M.A. Korentovich, P.A. Zenkovich // *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science*. – 2021. –№ 937. – P. 1–14.
7. Castro, M.J. Salinity effects on the reproductive patterns of five coastal Pacific Artemia franciscana strains from Mexico / M.J. Castro, M.G. Castro, R. Bridi, C.D. De Oliveira // *International Journal of Science and Knowledge*. – 2013. – 2:(1). – P. 26–33.
8. Cohen, R. G. Review of the biogeography of Artemia Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Argentina / R.G. Cohen // *Int. J. Artemia Biol.*, 2. – 2012. – P. 9–23.
9. Rollefsen G. Artificial rearing of fry of seawater fish. Preliminary communication // *Rapp. P.-v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer.* 1939. - P. 109-133.
10. Shadrin, N. Review of the biogeography of Artemia Leach, 1819 (Crustacea: Anostraca) in Russia / N. Shadrin, E. Anufriieva // *International Journal of Artemia Biology*. – 2012. – 2(1). – P. 51–61.
11. Веснина, Л.В. Условия формирования популяций артемии и их продукционные показатели в разнотипных гипергалинных озерах Алтайского

края / Л.В. Веснина // «Инновации и продовольственная безопасность». – 2020 (а). – № 4 (30). – С. 87–100.

12. Litvinenko, L.I. Artemia cyst production in Russia / L.I. Litvinenko, A.I. Litvinenko, E.G. Boiko, K.V. Kutsanov // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. – 2015. – Vol. 33. No. 6. – P. 1436–1450.

13. Остроумова, И.Н. Особенности биохимического состава и размеров науплиусов артемии как стартового корма для личинок рыб / И.Н. Остроумова // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2014. – С. 55–61.

14. Разова, Л.Ф. Изменение выживаемости и диаметра гидратированных цист артемии под действием высоких температур и электромагнитных излучений / Л.Ф. Разова, Л.И. Литвиненко, К.В. Куцанов, А.Г. Герасимов // XII съезд гидробиологического общества при Российской академии наук. – 2019. – С. 396–398.

15. Velasco, S.J. Effect of different salinities on the survival and reproductive characteristics of populations of *Artemia franciscana* Kellogg, 1906 from coastal and Inland waters / S.J. Velasco, O.D. Retana, M.J. Castro, M.G. Castro, C.A.E. Castro // Journal of Entomology and Zoology Studies. – 2018. 6(2). – P. 1090–1096.

16. Бойко, Е.Г. Сравнительная морфометрическая характеристика рачков рода *Artemia* уральских и западносибирских популяций в годы с разной водностью / Е.Г. Бойко, Л.И. Литвиненко, А.И. Литвиненко // Агропродовольственная политика России. – 2016. – № 12 (60). – С. 63–70.

17. Веснина, Л.В. Состояние популяции галофильного рачка артемии как основа формирования сырьевой базы гипергалинных озер Алтая / Л.В. Веснина // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. – 2020 (б). – № 4. – С. 88–96.