

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ СОЛЕННОСТИ НА СКОРОСТЬ ВЫКЛЕВА И ДИНАМИКУ МЕТАМОРФОЗА ЭКОМОРФЫ *A. VAR. PRINCIPALIS* В АКВАКУЛЬТУРЕ

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

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

Романов Василий Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика»

Фазилев Элер Бекнур-угли, аспирант кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1, тел.: 8(8422) 55-95-38

e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Ключевые слова: аквакультура, абиотические факторы, соленость, артемии, личинки, морфометрия, выживаемость, стартовые живые корма.

Работа посвящена изучению влияния уровня солености на скорость выклева и морфометрические параметры артемии в аквакультуре. Проблема актуальна, поскольку в аквакультуре проблема живых стартовых кормов стоит очень остро. Технология культивирования *Artemia salina* в аквакультуре для получения живых стартовых кормов на практике используется достаточно давно, однако она все еще далека от совершенства, поскольку рассчитана на некую усредненную артемию, а на практике приходится иметь дело с конкретными видами и их экоморфами (экологическими морфотипами, расами), оптимальные условия культивирования которых во многом различаются. Одним из наиболее важных факторов, определяющих развитие артемии, является соленость среды. Соленость воды оказывает большое влияние на рост и размножение рачков артемии как в природной среде, так и в аквакультуре. Целью нашего исследования являлась оценка влияния уровня солености культуральной среды на скорость выклева и морфометрические параметры артемии, выращиваемой в условиях индустриальной аквакультуры. Результаты исследования показали, что с повышением концентрации соли в растворе для культивирования артемии пролонгируется метаморфоз свободного эмбриона в науплии и снижается процент их выхода. Установлены различия в средне-популяционных показателях длины и массы тела науплий, которые имели тенденцию к снижению с повышением концентрации соли в воде. Результаты исследований показали, что уровень солености играет важную роль на всех этапах онтогенеза артемии. Наиболее выраженное влияние проявляется в репродуктивный период.

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

Введение

Аквакультура - это разведение и (или) содержание и выращивание гидробионтов (рыб, ракообразных, иглокожих, моллюсков, водорослей) в искусственно созданных условиях. В России аквакультура сегодня находится в стадии интенсивного развития. Рачки артемии - распространенный объект аквакультуры, который ши-

роко применяются в качестве стартового живого корма в раннем онтогенезе рыб, а наиболее часто их используют для кормления личинок [1].

Чаще всего в кормлении используют науплии артемии [1], но к числу ценных кормов относятся также декапсулированные яйца, для кормления молоди и подрощенной рыбы используют биомассу рачков ювенильных и взрос-

лых стадий артемии [2,3]. Артемии (на стадии науплий) содержат большое количество витаминов, незаменимых полиненасыщенных жирных кислот, аминокислот, биогенных и микроэлементов.

В природных экосистемах артемии обитают при разных уровнях солености, так формируются природные расы или экоморфы. Некоторые виды обитают в воде с соленостью 3%, а другим необходима соленость 12-15% [3]. Артемии способны выживать в течение нескольких дней в растворах, содержащих марганцево-кислый калий или нитрат серебра [4], однако присутствие йода ими плохо переносится [4,5]. Известно, что артемии, обитающие при низком уровне солености, имеют зеленовато-прозрачный цвет, а обитатели экосистем с высоким уровнем солености как правило имеют оранжево-красную гамму окраски. Абиотические факторы, в частности соленость и температура, в гипергалинных водоемах оказывают существенное влияние на репродуктивные показатели артемии [6].

К важнейшим факторам, определяющим продолжительность жизненного цикла артемии, относятся взаимосвязанные абиотические факторы среды, такие как соленость, температура, pH, освещенность.

Влияние абиотических факторов усиливается на завершающем этапе репродуктивного цикла популяции. Продолжительность жизни артемии в естественной среде обитания и число ее репродуктивных циклов закономерно снижается с увеличением солености среды обитания [7,16].

По литературным данным минерализация воды влияет как на морфометрические параметры рачков, так и в целом на численность и биомассу артемии, для которых оптимальные значения солености лежат в пределах 100–200 г/дм³ [2,6]. Также соленость воды оказывает большое влияние на рост и размножение рачков артемии как в природной среде, так и в аквакультуре [7,8,17].

Ряд авторов полагают, что достаточным содержанием соли в культуральной среде для артемии является 25–30 г/л [3,13,15].

Цель исследований – исследовать характер влияния уровня солености среды на скорость выклева и морфометрические параметры *A. var. Principalis* в аквакультуре.

Материалы и методы исследований

В исследованиях использовались цисты артемии, поставленные для проведения исследований ООО «ДинаТ-Внешторг».

Исследовалось влияние солености воды на развитие артемии *расы A. var. Principalis* в искусственно созданной среде. Чтобы определить, какой уровень солености оптимален для культивирования артемии *расы A. var. Principalis*, были поставлены три опыта.

В первом опыте цисты артемии культивировали в 3% растворе NaCl (30 г на 1 л воды), во втором опыте - при 6% NaCl (60 г на 1 л воды), в третьем - при 9% NaCl (90 г на 1 л воды). Культивирование проводили при фиксированных остальных абиотических факторах: температура - 28°C, кислотность среды - pH 8.2, интенсивность освещения – 2000 люкс.

Закладку цист на инкубацию проводили из расчета 2,5 г на 1 л раствора. Доля выклюнувшихся науплий определялась методом прямого подсчета особей под биологическим микроскопом Микромед 2 (вар. 3-20).

Чтобы произвести подсчет, при работающей аэрации отбирали трижды по 10 мл культуральной среды с артемией, образцы объединяли, перемешивали, отбирали третью часть, которую десятикратно разбавляли. Помещали 1 мл разбавленного образца на предметное стекло для подсчета и добавляли 1 каплю формалина, чтобы обездвижить артемии. Подсчет проводили под небольшим увеличением. Подсчеты делались в трех повторностях, чтобы получить усредненные результаты. Умножали среднее число на 10 (для учета разбавления).

По завершении массового выклева временно отключали аэрацию, чтобы убрать пустую скорлупу цист, которая всплывала на поверхность, неразвившиеся цисты оседали, а науплии оставались в толще раствора.

Для кормления науплий артемий использовали высушенный препарат спирулины. Перед кормлением его предварительно растирали в ступке в мелкодисперсный порошок, который при кормлении рассыпали по поверхности воды. Процесс культивирования контролировали каждые восемь часов под бинокулярной лупой. При этом оценивали состояние артемий на всех стадиях онтогенеза, отмечали характерные черты метаморфоза, производили промеры тела и его частей с помощью окуляр-микрометра.

При морфометрии науплий проводили не только измерение длины тела с помощью окуляр микрометра, но и определяли массу 1 особи. Для этого отбирали небольшой объем науплий из культуральной среды и оставляли оттекать в сите, затем осушали фильтровальной бумагой, взвешивали полученную биомассу и

делили на число особей в пробе.

Результаты исследований

При выполнении работы мы исследовали влияние уровня солености на скорость выклева, динамику метаморфоза, морфометрические параметры артемии при разных уровнях солености водной среды.

При культивировании артемии *in vitro* соленость воды имеет важное значение для наиболее полной реализации генетического потенциала продуктивности. С целью подобрать оптимальную соленость были заложены, как было отмечено выше, три опыта. Как показали дальнейшие исследования, имеющиеся у нас цисты артемии принадлежали к экморфе, обитающей в условиях невысокого уровня солености.

В первом опыте соленость воды составила 3%, во втором опыте концентрация соли составляла 6%, в третьем опыте цисты артемии культивировали при концентрации соли 9%.

На первом этапе работы нами исследовался такой показатель, как процент выклева эмбрионов артемии при разном уровне солености культуральной среды.

В первом и втором опытах появление свободных эмбрионов наблюдали после 15 часов инкубации. Процент выхода свободных эмбрионов по состоянию на 15 часов инкубации составил в 1 и 2 опытах 10% и 2% соответственно, а затем продолжался в течение 7 часов.

В третьей группе выход свободных эмбрионов артемии слегка запаздывал и наступил после 16 часов инкубации. Зафиксированный выклев к этому времени составил 10%.

Результаты всех трех опытов отражены на рисунке 1.

Анализ результатов, представленных на рисунке 1, свидетельствует, что наиболее высокие показатели выхода эмбрионов нарастающим итогом были характерны для первого опыта, в котором использовалась культуральная среда на 3% растворе NaCl. Выход эмбрионов в первом опыте составил 84%.

Во втором опыте, в котором цисты артемии культивировали в 6% растворе NaCl, доля вылупившихся эмбрионов была ниже на 5 процентов по сравнению с первым опытом.

Вылупление эмбрионов артемии в третьей группе, в которой использовался для культивирования 9% раствор NaCl, нарастающим итогом составил 72%, что ниже на 12%, чем в первом опыте (рис. 1).

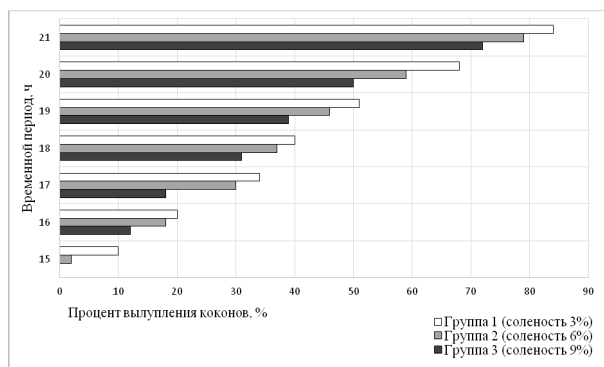


Рис. 1 - Динамика выклева эмбрионов артемии в зависимости от солености культуральной среды

На данном этапе исследований можно сделать вывод, что повышение концентрации NaCl в культуральной среде до 9% при культивировании цист артемии оказывает ингибирующее влияние на процесс растрескивания и вылупление свободных эмбрионов. Для имеющейся в нашем распоряжении экморфы артемии наиболее оптимальной средой для культивирования являлся 3% раствор NaCl.

На следующем этапе работы исследовалась динамика выклева науплий артемии и влияние на этот процесс солености культуральной среды.

Через 30 часов культивирования выклев науплий в первом и втором опытах составил в среднем $35 \pm 3,8\%$ и $31 \pm 2,4\%$ соответственно; в третьем опыте доля развившихся науплий составила $28 \pm 2,6\%$ (рис. 2).



Рис. 2. - Этапы развития науплий в условиях аквакультуры

В наших опытах по культивированию артемии при разных концентрациях NaCl отмечена асинхронность развития науплий. Период развития науплий был растянут во времени и от за-

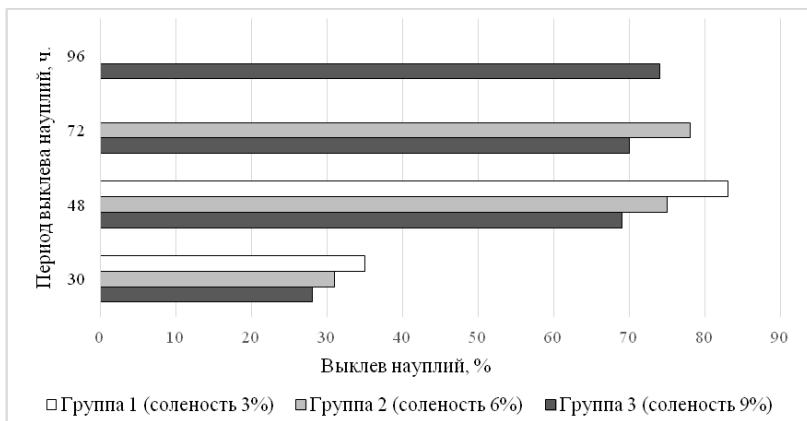


Рис. 3 - Динамика метаморфоза (нарастающим итогом) при разных уровнях солености воды

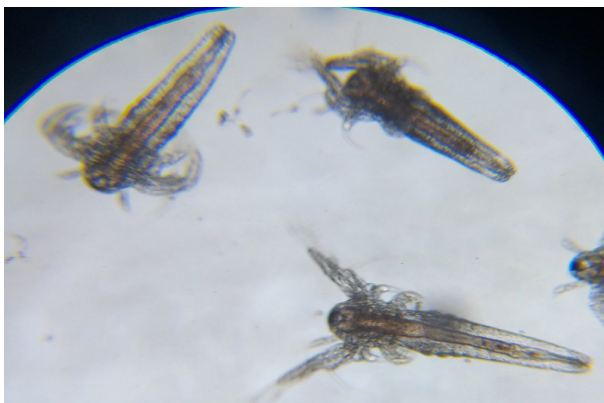


Рис. 4 - Выклюнувшиеся науплии

кладки цист до выклева личинок составлял 48-72 часа. Результаты исследований представлены на рисунке 3 нарастающим итогом.

Анализ динамики метаморфоза в науплию при разной солености воды показал, что быстрее всего развитие протекало в культуральной среде с 3% содержанием NaCl, весь период развития из яйца науплии укладывался в 48 часов. Через 30 часов культивирования в первом опыте доля науплий в культуральной среде составляла 35±3,8%, на вторые сутки, если считать нарастающим итогом, доля науплий достигла 83±4,1%.

Во втором опыте, где культивирование осуществлялось в среде с 6% содержанием NaCl, период выклева науплий был более растянутым по сравнению с первым опытом. В этом случае в первые сутки выклев составил 31±3,2% и нарастающим итогом на вторые сутки составил 75±2,7%. Завершение трансформации эмбриона в науплии пришлось на третьи сутки. За это время в среде с содержанием 6% NaCl выход науплий составил 78±2,7%, что ниже, чем в первом опыте.

В культуральной среде с 9% NaCl метамор-

фоз проходил медленнее, чем в первом и втором опытах и завершился на четвертые сутки. Общий процент выклева науплий нарастающим итогом в третьем опыте составил 74±2,1%, что ниже, чем в культуральных средах с меньшей соленостью (рис. 3).

Таким образом, мы пришли к заключению, что с повышением концентрации соли в растворе для культивирования артемии пролонгируется период метаморфоза эмбриона в науплии и снижается процент их выхода.

Для производства науплий в качестве живых стартовых кормов 3% концентрация NaCl для имеющейся в нашем распоряжении экоморфы артемии оказалась оптимальной.

Выклюнувшиеся из яцевых оболочек науплии приведены на рисунке 4. Цвет выклюнувшихся науплий являлся зеленовато-бежевым, это является подтверждением того, что рачки этой экоморфы обитают в гипергалинных водоемах с невысоким уровнем солености [1,7,18].

По завершении выклева была проведена морфометрия науплий. Проводили измерение длины тела и массы 1 особи. Для этого взвешивали выборку науплий и делили на число составляющих ее особей. Средняя индивидуальная масса выклюнувшихся науплий в опытах с разным уровнем солености среды достоверных отличий не имела.

Были выявлены достоверные отличия по длине тела между науплиями, культивируемыми в среде с содержанием 3% и 9% NaCl, результаты приведены на рисунках 5 и 6.

Изучение показателей длины выклюнувшихся науплиусов позволило установить, что с повышением концентрации соли в воде среднепопуляционные показатели длины и массы тела науплий имели тенденцию к снижению (рис. 6).

Наиболее высокие показатели длины тела и массы науплий были отмечены в первом опыте с 3% раствором NaCl, где линейная длина их тела составила 0,51±0,02 мм., масса тела 0,022±0,01 мг. С повышением концентрации соли до 6%-раствора показатели длины и массы тела науплий снижались, средняя длина тела составляла 0,48±0,02 мм, масса - 0,02±0,01 мг. Еще более низкие показатели по сравнению с 1 и 2 опытными группами зафиксированы в 3 опыте, где длина тела составляла 0,45±0,02 мм, а масса - 0,017

±0,01 мг.

В результате можно отметить, что на стадии культивирования науплий при повышении концентрации соли до 9% проявляется тенденция снижения длины и массы тела.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что концентрация NaCl в культуральной среде влияет на развитие науплий. Использование повышенных концентраций на начальных этапах культивирования растягивает процесс выклева во времени и снижает ростовые характеристики науплий.

Если целью культивирования является быстрое получение науплий для их использования в виде корма, то содержание соли в воде на уровне 3% для имеющейся в нашем распоряжении экоморфы будет являться оптимальным.

Обсуждение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что повышение концентрации NaCl в культуральной среде до 9% при культивировании цист артемии оказывает ингибирующее влияние на процесс растрескивания и выупление свободных эмбрионов. Для имеющейся в нашем распоряжении экоморфы артемии наиболее оптимальной средой для культивирования науплий артемии, широко используемых в рыбоводстве, являлся 3% раствор NaCl.

Исследования динамики выклева науплий артемии и влияние на этот процесс солености культуральной среды показали асинхронность развития науплий. Период развития науплий был растянут во времени и от закладки цист до выклева науплий составлял 48 -72 часа.

Таким образом, мы пришли к заключению, что с повышением концентрации соли в растворе для культивирования артемии пролонгируется эмбриональный период развития и выклев науплий, и снижается процент их выхода.

Изучение показателей длины выключув-

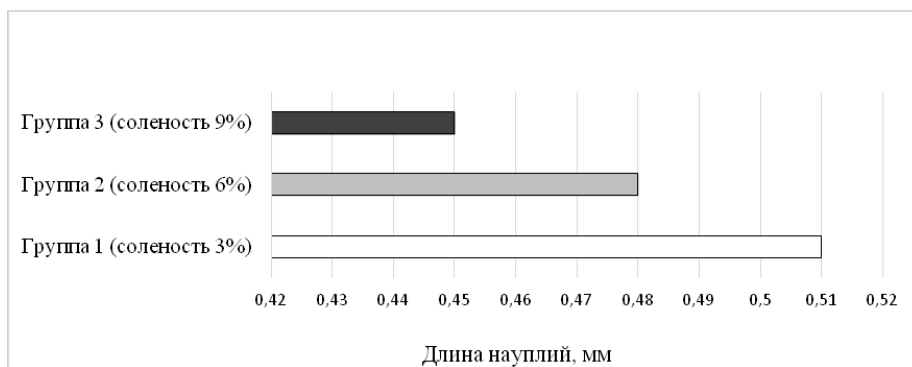


Рис. 5 - Длина тела науплий в среде с разным содержанием NaCl

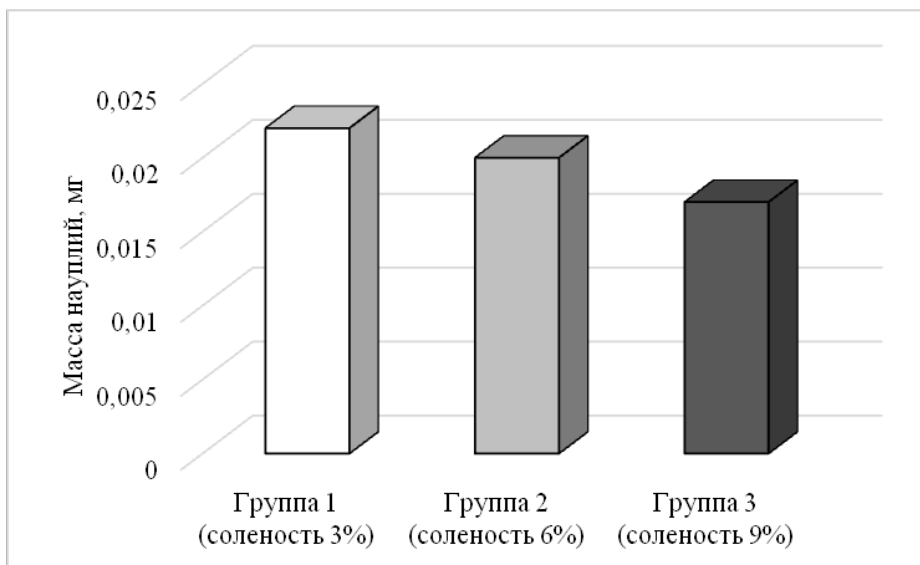


Рис. 6 - Масса тела науплий в среде с разным содержанием NaCl

шихся науплий позволило установить, что с повышением концентрации соли в воде среднестатистические показатели длины и массы тела науплий имели тенденцию к снижению. Если целью культивирования является ускоренное получение науплий для их использования в виде корма, то содержание соли в воде на уровне 3% для имеющейся в нашем распоряжении экоморфы будет являться оптимальным.

Заключение

Исходя из полученных данных, можно заключить, что концентрация NaCl в культуральной среде влияет на цикл развития и культуральные характеристики артемии. Использование повышенных концентраций NaCl на начальных этапах культивирования замедляет процесс выклева во времени и снижает ростовые характеристики артемий.

Степень чувствительности к высокому содержанию соли в воде повышается в процессе полового созревания артемии. Результаты проведенных исследований показали, что с повы-

шением концентрации соли в культуральной среде пролонгируется период метаморфоза эмбриона в науплии и снижается процент их выхода.

Библиографический список

1. 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.
2. Litvinenko, L.I. The Morphological Characteristics of *Artemia* Shrimps from Siberian Populations / L.I. Litvinenko, E.G. Boyko // *Inland Water Biology*. – 2008. – Vol.1, № 1. – P. 37–45.
3. Browne, R.A. Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia* / R.A. Browne, G. Wanigasekera // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. – 2000. – 244. – P. 29–44.
4. Воронов, П.М. Солевой состав и изменчивость *Artemia salina* (L.) / П.М. Воронов // Зоологический журнал. – 1979. – Т. 58, вып. 2. – С. 175–178.
5. Sorgeloos, P. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger, W. Tackaert, D. Versichele. – Belgium, Ghent : State University, 1986. – 319 p.
6. Костромин, Е.А. Влияние факторов среды (соленость, температура, освещение) на инкубацию *Artemia salina* в эксперименте / Е.А. Костромин // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 42. – С. 164–168.
7. Varo, I. Comparative study of the effects of temperature, salinity, and oxygen tension on the rates of oxygen consumption of nauplii of different strains of *Artemia* / I. Varo, A.C. Taylor, F. Amat // *Marine Biology* (Berlin). – 1993. – 117. – P. 623–628.
8. Hammer, U.T. Is the absence of *Artemia* determined by the presence of predators or by lower salinity in some saline waters? / U.T. Hammer, S.H. Hurlbert // *Management. NHRI Symposium series 7 (Environment)*, Saskatoon, Canada. – 1992. – P. 91–102.
9. Литвиненко, Л.И. Выживаемость и вылупление науплиусов артемии сибирских популяций при разной солености / Л.И. Литвиненко, К.В. Куцанов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. – № 5 (234). – С. 51–55.
10. Vanhaecke, P. The use of decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia salina* as direct food for carp *Cyprinus carpio* larvae / P. Vanhaecke, L. De Vrieze, W. Tackaer, P. Sorgeloos // *J. World Aquacult. Soc.* – 1995. – № 21. – P. 257–262.
11. Разова, Л.Ф. Репродукционные особенности артемии сибирских популяций / Л.Ф. Разова, Л.И. Литвиненко // II Всерос. (нац.) научн.-практ. конф. Современные научно-практические решения в АПК / ГАУ Северного Зауралья. сб. статей. Тюмень. – 2018. – С. 249–258.
12. Agh, N.G. Effects of salinity on survival, growth, reproductive and life span characteristics of *Artemia* populations from Urmia Lake and neighboring lagoons / N.G. Agh, G.V. Stappen, P. Bossier, H. Sepehri, V. Lofti, S.M.R. Rouhani et al. // *Pakistan Journal of Biological Science*. – 2008. – 11. – P. 164–172.
13. Boyko, E.G. Specific features of the biology of *Artemia* in lakes of the Urals and Western Siberia / E.G. Boyko, L.I. Litvinenko, K.V. Kutsanov, M.A. Gabdullin // *Russian Journal of Ecology*. – 2012. – vol. 43, no. 4. – P. 333–340.
14. Shlenkina T.M. The effects of the probiotic *subtilis* on the peripheral blood system of CLARIAS GARIEPINUS / T.M. Shlenkina, E.M. Romanova, Lyubomirova V.N., V.V.Romanov, L.A. Shadyeva // В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). EDP Sciences, 2020. - С. 00133
15. Romanova E.M. Vectors for the development of high-tech industrial aquaculture / E.M. Romanova, V.V. Romanov, V.N. Lyubomirova, L.A. Shadyeva, T.M. Shlenkina // В сборнике: BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020). EDP Sciences, 2020. - С. 00132.
16. Spirina E. Pathology of cells and tissues of the gastrointestinal tract of african catfish in high-tech industrial aquaculture / E. Spirina, E. Romanova, V. Romanov, V. Lyubomirova, L. Shadyeva, T. Shlenkina, L. Rakova // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019. 2019. - С. 012220.
17. Romanova E.M. Increase in nonspecific resistance of catfish (CLARIAS GARIEPINUS) in industrial aquaculture / E.M. Romanova, V.V. Romanov, V.N. Lyubomirova, L.A. Shadyeva, T.M. Shlenkina // В сборнике: International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Tech-

INFLUENCE OF SALINITY LEVEL ON HATCHING RATE AND METAMORPHOSIS DYNAMICS OF *A. VAR. PRINCIPALIS* ECOMORPH IN AQUACULTURE

Lyubomirova V. N., Romanova E. M., Romanov V. V., Fazilov E. B.-U,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, tel.: 8(8422) 55-95-38
e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Keywords: aquaculture, abiotic factors, salinity, *Artemia*, larvae, morphometry, survivability, live starter feed.

The work is devoted to study of the effect of salinity on hatching rate and morphometric parameters of *Artemia* in aquaculture. The problem is urgent, because the problem of live starter feed in aquaculture is very acute. The technology of *Artemia salina* rearing for live starter feed in aquaculture has been used in practice for a long time, but it is still far from perfect, since it is designed for common *Artemia*, whereas, practically, we have to deal with particular species and their ecomorphs (ecological morphotypes, races), appropriate rearing conditions of which differ in many respects. One of the most important factors determining *Artemia* development, is the salinity of the environment. Water salinity has a great influence on growth and reproduction of *Artemia* crustaceans, both in natural environment and in aquaculture. The aim of our study was to assess the effect of the salinity level of the cultural medium on hatching rate and morphometric parameters of *Artemia* reared in industrial aquaculture. The results of the study showed that in case of increase of salt concentration in the solution for *Artemia* rearing, the metamorphosis of a free embryo into nauplii is prolonged and the percentage of their hatching decreases. Differences in average population parameters of the length and body weight of nauplii were established, which tended to decrease with increase of salt concentration in the water. The research results showed that the salinity level plays an important role at all stages of *Artemia* ontogenesis. The most conspicuous influence appears in reproductive period.

Bibliography:

1. Boyko, E.G. Comparative morphometric characteristics of crustaceans of *Artemia* genus in the Ural and West Siberian populations in years with different water content / E. G. Boyko, L. I. Litvinenko, A. I. Litvinenko // *Agrofood Policy of Russia*. - 2016. - № 12(60). - P. 63–70.
2. Litvinenko, L. I. The Morphological Characteristics of *Artemia* Shrimps from Siberian Populations / L. I. Litvinenko, E. G. Boyko // *Inland Water Biology*. - 2008. - Vol.1, № 1. - P. 37-45.
3. Browne, R. A. Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia* / R. A. Browne, G. Wanigasekera // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. - 2000. - 244. - P. 29-44.
4. Voronov, P. M. Salt composition and variability of *Artemia salina* (L.) / P. M. Voronov // *Zoological journal*. - 1979. - V. 58, № 2. - P. 175-178.
5. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger, W. Tackaert, D. Versichele. - Belgium, Ghent: State University, 1986. - 319 p.
6. Kostromin, E. A. Influence of environmental factors (salinity, temperature, lighting) on *Artemia salina* incubation in an experiment / E. A. Kostromin // *Izvestiya of St. Petersburg State Agrarian University*. - 2016. - № 42. - P. 164-168.
7. Varo, I. Comparative study of the effects of temperature, salinity, and oxygen tension on the rates of oxygen consumption of nauplii of different strains of *Artemia* / I. Varo, A. C. Taylor, F. Amat // *Marine Biology (Berlin)*. - 1993. - 117. - P. 623-628.
8. Hammer, U. T. Is the absence of *Artemia* determined by the presence of predators or by lower salinity in some saline waters? / U. T. Hammer, S. H. Hurlbert // *Management. NHRI Symposium series 7 (Environment)*, Saskatoon, Canada. - 1992. - P. 91-102.
9. Litvinenko, L. I. Survival and hatching of *Artemia* nauplii of Siberian populations at different salinity levels / L. I. Litvinenko, K. V. Kutsanov // *Siberian Vestnik of Agricultural Science*. - 2013. - № 5 (234). - P. 51–55.
10. The use of decapsulated cysts of the brine shrimp *Artemia salina* as direct food for carp *Cyprinus carpio* larvae / P. Vanhaecke, L. De. Vrieze, W. Tackaer, P. Sorgeloos // *J. World Aquacult. soc.* - 1995. - № 21. - P. 257-262.
11. Razova, L. F. Reproductive features of Siberian *Artemia* populations / L. F. Razova, L. I. Litvinenko // *Modern scientific and practical solutions in the agro-industrial complex: II All-Russian national scientific and practical conference: collection of articles*. - Tyumen: State Agrarian University of the Northern Trans-Urals, 2018. - P. 249–258.
12. Effects of salinity on survival, growth, reproductive and life span characteristics of *Artemia* populations from Urmia Lake and neighboring lagoons / N. G. Agh, G. V. Stappen, P. Bossier, H. Sepehri, V. Lofti, S. M. R. Rouhani [et al.] // *Pakistan Journal of Biological Science*. - 2008. - 11. - P. 164-172.
13. Specific features of the biology of *Artemia* in lakes of the Urals and Western Siberia / E. G. Boyko, L. I. Litvinenko, K. V. Kutsanov, M. A. Gabdullin // *Russian Journal of Ecology*. - 2012. - Vol. 43, № 4. - P. 333-340.
14. The effects of the probiotic subtilis on the peripheral blood system of CLARIAS GARIEPINUS / T. M. Shlenkina, E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, L. A. Shadyeva // *BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020)*. - EDP Sciences, 2020. - P. 00133.
15. Vectors for the development of high-tech industrial aquaculture / E. M. Romanova, V. V. Romanov, V. N. Lyubomirova, L. A. Shadyeva, T. M. Shlenkina // *BIO WEB OF CONFERENCES. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2020)*. - EDP Sciences, 2020. - P. 00132.
16. Pathology of cells and tissues of the gastrointestinal tract of african catfish in high-tech industrial aquaculture / E. Spirina, E. Romanova, V. Romanov, V. Lyubomirova, L. Shadyeva, T. Shlenkina, L. Rakova // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGROMASH 2019*. - 2019. - P. 012220.
17. Increase in nonspecific resistance of catfish (CLARIAS GARIEPINUS) in industrial aquaculture / E. M. Romanova, V. V. Romanov, V. N. Lyubomirova, L. A. Shadyeva, T. M. Shlenkina // *International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019)*. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2019). - 2020. - P. 00122.