

doi:10.18286/1816-4501-2023-4-156-162

УДК 57.047

Оптимизация плотности популяции цист артемий при культивировании в искусственной среде

Е. В. Свешникова[✉], кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

Е. М. Романова, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

В. В. Романов, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика»

Э. Б. Фазилов, аспирант кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1;

[✉]sveshnikovae@inbox.ru

Резюме. Исследования проведены с целью изучения влияния плотности посадки цист на выход науплий артемии в условиях искусственного разведения. Объектом исследования стали цисты жаброногих рачков *Artemia Salina*. Инкубацию цист *A. Salina* проводили в аппарате JBL Artemio BreedingBox 1 и колбах аппарата Вейса объемом 8 л. С целью выявления оптимальной плотности посадки производили загрузку цист в количестве: 5,0 г/л – I опытная группа; 2,5 г/л – II опытная и 7,0 г/л – III опытная группа. Период массового выхода науплий зависел от плотности посадки цист и пришелся на 20...24 часа культивирования. В инкубаторе с плотностью посадки цист 7,0 г/л метаморфоз в науплии был растянут во времени. Выход науплий при плотности 2,5 г/л составил 78 %, при плотности 5 г/л, – 69 %, при плотности посадки 5 г/л, – 62 %. Результаты исследований имеют практическую значимость, поскольку показывают, что повышение плотности посадки цист артемии с 2,5 г/л до 7,0 г/л пролонгирует время массового выклева эмбрионов, незначительно снижает долю науплий артемии, но увеличивает выход биомассы науплий.

Ключевые слова: популяции цист артемий, культивирование, искусственная среда, выход науплий, плотность посадки.

Для цитирования: Свешникова Е. В., Романова Е. М., Романов В. В., Фазилов Э. Б. Оптимизация плотности популяции цист артемий при культивировании в искусственной среде // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4 (64). 156-162 С. doi:10.18286/1816-4501-2023-4-156-162

Improvement of population density of artemia cysts in artificial environment breeding

E. V. Sveshnikova[✉], **E. M. Romanova**, **V. V. Romanov** **E. B. Fazilov**

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1;

[✉]sveshnikovae@inbox.ru

Abstract. The research was carried out to study the effect of cyst density on yield of Artemia nauplii under artificial breeding conditions. The objects of the research are cysts of Artemia Salina branchial crustaceans. Incubation of A. salina cysts was carried out in a JBL Artemio BreedingBox 1 device and Weiss installation flasks with a volume of 8 L. In order to determine the appropriate density, cysts were loaded in the following quantities: 5.0 g/L - experimental group I; 2.5 g/L - II experimental group and 7.0 g/L - III experimental group. The period of mass yield of nauplii depended on the density of cysts and occurred at 20-24 hours of breeding. Metamorphosis into nauplii was extended over time in an incubator with a cyst density of 7.0 g/L. The yield of nauplii at a density of 2.5 g/L was 78%, at a density of 5 g/L - 69%, and at a density of 5 g/L - 62%. The research results are of practical significance because they show that increase of the stocking density of Artemia cysts from 2.5 g/L to 7.0 g/L prolongs the time of mass hatching of embryos, slightly reduces the proportion of Artemia nauplii, but increases the yield of nauplii biomass.

Keywords: Artemia cyst populations, breeding, artificial environment, nauplii yield, stocking density.

For citation: Sveshnikova E.V., Romanova E.M., V. V. Romanov E. B. Improvement of population density of artemia cysts in artificial environment breeding // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2023;4(64): 156-162 doi:10.18286/1816-4501-2023-4-156-162

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

Введение

Важную роль в развитии мировой аквакультуры играет современное индустриальное рыбоводство [1, 2]. Эффективность данной отрасли во многом зависит от выбора стартовых кормов. Универсальными живыми стартовыми кормами, используемыми в биотехнике культивирования личинок рыб, являются рачки *Artemia Salina* [3, 4].

Выбор в качестве стартового корма для многих видов рыб жаброногого рачка *A. Salina* обусловлен полноценным химическим составом артемии и ее цист, высоким содержанием белка, витаминов и других питательных элементов [5-7]. Доступные способы культивирования цист артемий в искусственных условиях дают возможность производить стартовые живые корма для личинок рыб в промышленных масштабах [8-10]. Существуют отработанные многими авторами методики культивирования цист артемий в искусственной среде с учетом необходимых абиотических условий. Однако, оптимизация плотности популяции цист артемии при выращивании в искусственных условиях остается актуальной.

Целью работы было исследование влияния плотности посадки цист на выход науплий артемии в условиях искусственного разведения.

При этом, с одной стороны, необходимо определить наиболее высокую плотность популяции, чтобы получить максимально возможную продуктивность и выход личинок артемии, а с другой стороны, – необходимо снизить эту плотность до уровня, который бы обеспечивал наиболее благоприятные условия для роста и развития артемии при аквакультуре замкнутого цикла, конечной целью которой являлось получение науплий и цист.

Материалы и методы

Для проведения исследований использовали цисты жаброногих рачков артемии, поставляемых Алтайским предприятием ООО «Барром».

Цисты артемии инкубировали в аппарате для культивирования артемии JBL Artemio BreedingBox 1 и колбах аппарата Вейса объемом 8 л (рис. 1), оснащенных системой аэрации – компрессор Resum AIR-3000.



Рис. 1. Инкубация цист артемий

При работе использовали биологический микроскоп Микромед 2 вар. 3...20, аналитические весы

ViBRA HT-224RCE с точностью до 0,0001 г, чашки Петри, бинокулярная лупа, компрессор Resum AIR-3000.

Цисты артемий взвешивались на аналитических весах ViBRA HT-224RCE с точностью до 0,0001 грамма. Количество яиц артемий в 1 г определяли методом прямого подсчета.

В инкубационном аппарате готовили солевой раствор из расчета 30 г NaCl (не йодированной) на 1 л пресной воды. Перед закладкой яиц солевой раствор аэрировали с помощью компрессора Resum AIR-3000, воздуховода и диффузора. Воздуховод с диффузором опускали в нижние слои раствора соли.

С целью выявления оптимальной плотности посадки – производили загрузку яиц в количестве: 5,0 г/л – I опытная группа; 2,5 г/л – II опытная и 7,0 г/л – III опытная группа. Длительность инкубации составляла 24...48 ч.

Процент вылупления науплиусов (Н) и науплиусов и эмбрионов (Н + Э) определяли относительно суммарного количества.

Выживаемость науплий определяли по соотношению подвижных и неподвижных особей.

Статистический анализ проводили с использованием программы Excel, определялись средняя с ошибкой ($M \pm m$), стандартное отклонение (СО). Достоверность различий выборок рассчитывали по критерию Стьюдента при уровне значимости $P = 0,05$. Определение численности и выживаемости проводили по 3...5 повторностям [11, 12].

Температура воды во всех емкостях поддерживалась на уровне 26 °С, соленость 30 ‰ промилле, насыщенность кислородом 4...7 мг/л; в инкубационных емкостях концентрация водородных ионов была рН – 8,2.

Для кормления использовали микроводоросль – спирулину. Количество корма регулировалось по мере роста и увеличения численности рачков.

Для определения плотности посадки рачков в контрольных и экспериментальных культуральных емкостях ежедневно брали по три пробы объемом 10 мл, для обработки проб использовали камеру Богорова [13, 14].

Результаты

В основе одного из наиболее востребованных способов активации цист лежит имитация природных условий – замораживание сухих цист при температуре от –18 °С до –25 °С [11].

Оценку качества биоматериала определяли, погружая цисты артемии в воду, доля опустившихся на дно пробирки экзemplяров по отношению к их общему числу показывала степень их доброкачественности. Всплывшие цисты выбраковывали. Количество доброкачественных цист было 86 %. Результаты оценки качества цист артемий под микроскопом представлены на рис. 2.

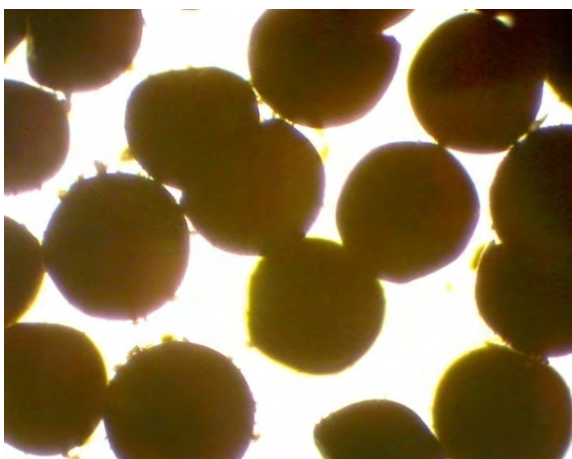


Рис. 2. Цисты артемий под микроскопом

После вымораживания цисты артемии выдерживали 2 суток при комнатной температуре перед тем, как приступить к их инкубации.

Далее активированные цисты были заселены в 3 инкубатора с культуральной средой из расчета плотности: 5,0 г/л; 2,5г/л и 7,0 г на литр инкубационного раствора.

В результате взвешивания и расчетов было установлено: минимальное количество цист в 1 г сухой навеске – 118000 шт., максимальное – 128000 шт. среднее количество яиц составило – 122000 ± 3055 шт.

Результаты выклева науплий фиксировались через 12, 16, 18, 20, 24 и 36 ч инкубации.

Через 12 ч от начала инкубации наблюдалось нарушение целостности скорлупы яиц артемий. На 14-м ч инкубации эмбрионы, окруженные оболочкой, начинали вылупляться из оболочек (рис. 3).

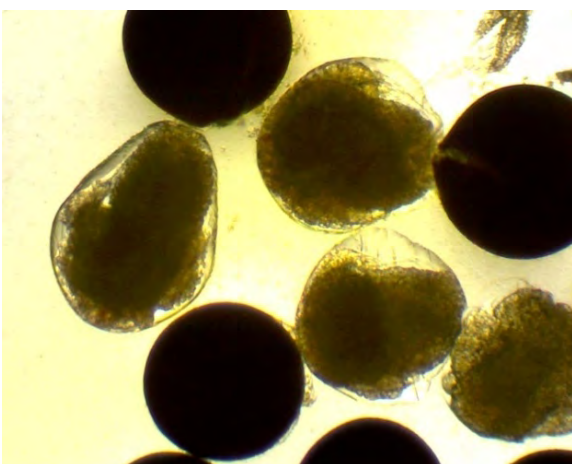


Рис. 3. Эмбрионы артемий, сцепленные с оболочкой через 12...14 ч инкубации

В течение нескольких часов эмбрионы оставались сцепленными с оболочками

Через 16 ч инкубации наблюдалась стадия «парашютик» во всех опытных группах (рис. 4).

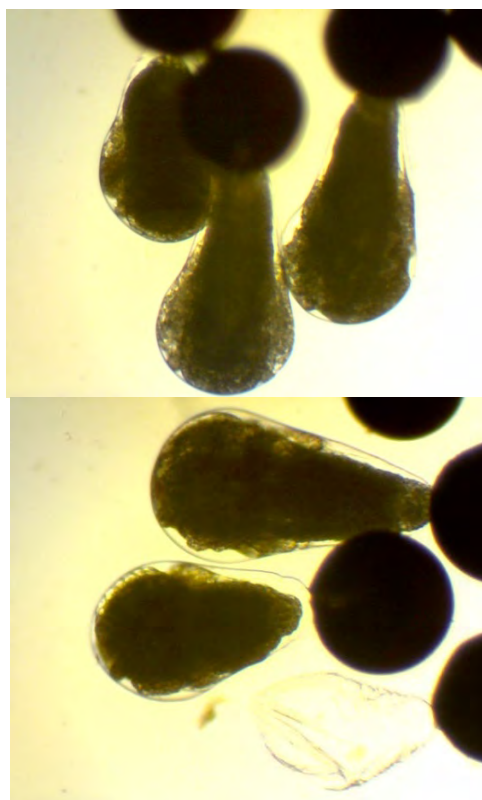


Рис. 4. Свободные эмбрионы артемий через 16 ч инкубации

Через 18 ч после начала инкубации в инкубаторах начался выклев науплий с загрузкой цист 2,5 г/л и 5,0 г/л (рис. 5).

Выход науплий в опыте с загрузкой цист – 7,0 г/л начался через 20 ч после начала инкубации.



Рис. 5. Выклев науплий через 18 часов инкубации

Массовый выход науплий во всех опытных группах был отмечен через 24 ч культивирования. В инкубаторе с плотностью посадки цист 7,0 г/л на 36 - м ч культивирования все еще выявлялись в небольшом количестве эмбрионы в стадии «парашютик».

Результаты культивирования артемий при загрузке цист 5,0 г/л представлены в таблице 1.

При загрузке цист 5,0 г/л эмбрионы стали вылупляться через 14...16 ч инкубации в количестве 14,5 %. Массовый выход эмбрионов 34,0 % наблюдали через 24 ч инкубации. В этот же период количество выклюнувшихся науплий составило 42,0 %. Согласно подсчетам, наиболее массовый выход живых науплий наблюдали через 36 ч инкубации. Общий процент выклева науплий составил в среднем 69,0 %, что можно считать удовлетворительным показателем.

При плотности посадки цист артемий 2,5 г/л количество эмбрионов через 14...16 часов инкубации составило 28 % (табл. 2). Наибольший выклев эмбрионов 45 % наблюдали через 20 ч инкубации. В этот же период количество выклюнувшихся науплий составило 27,0 %. Согласно подсчетам, нарастающим итогом 71,6 % науплий выклюнулось в течение 24 ч инкубации. Итоговый выклев науплий в течение 48 ч

инкубации составил 78 %, что больше выхода науплий в других опытных группах.

При плотности посадки цист артемий 7 г/л количество эмбрионов через 16 часов инкубации составило 8,8 % (табл. 3). Наибольший выклев эмбрионов наблюдался через 24 ч инкубации – 29 % цист артемий. В этот же период доля вылупившихся науплий составляла 29,0 %. Через 36 ч культивирования в стадии «парашютик» все еще находилось 11,5 % эмбрионов.

Массовый выход науплий при плотности посадки цист артемий 7 г/л отмечен через 36 ч инкубации и составил 61 %. По истечении 48 ч культивирования выход науплий составил в среднем 62,0 %, что на 7 % меньше, чем результаты при плотности цист – 5 г/л и меньше на 16 % по сравнению с плотностью посадки цист – 2,5 г/л.

Проводили исследование процентного соотношения выхода эмбрионов и науплий между опытными группами с разной плотностью загрузки цист артемий (5 г/л, 2,5 г/л, 7 г/л).

Выход эмбрионов (в стадии «парашютика») в процентном отношении между опытными группами с разной плотностью посадки цист артемий представлен на рис. 6.

Таблица 1. Результаты инкубации артемий при загрузке 5,0 г/л

Плотность цист, г/л	Время инкубации, ч.	Численность, шт/мл			Процент вылупления, %	
		эмбрионы, $M \pm m$	науплии, $M \pm m$	цисты, $M \pm m$	науплии	эмбрионы
	12	-	-	610±15,2	0	0
	16	89±14,2	-	515±2,8	-	14,5±1,8
	20	190±17,7	82±8,9	353±14,5	13,5±1,1	31±3,7
	24	209±6,3	263±18,5	141±5,9	42±2,8	34±1,2
	36	-	425±20,2	137±6,0	69±1,8	
	48	-	425±20,2	137±6,0	69±1,8	
Итого					69,0 %	

Таблица 2. Результаты инкубации артемий при загрузке 2,5 г/л

Плотность цист, г/л	Время инкубации, ч.	Численность, шт/мл			Процент вылупления, %	
		эмбрионы, $M \pm m$	науплии, $M \pm m$	цисты, $M \pm m$	науплии	эмбрионы
	12	-	-	305±7,6	0	0
	16	85±5,5	-	216±5,0	-	28±1,2
	20	250±8,4	82±6,2	141±24,2	27±1,5	45±1,2
	24	32±4,1	217±12,8	103±18,5	71,6±2,3	25±2,5
	36	-	238±10,9	86±6,6	78±1,4	
	48	-	238±10,9	86±6,6	78±1,4	
Итого					78,0 %	

Таблица 3. Показатели развития артемий при плотности цист 7 г/л

Плотность цист, г/л	Время инкубации, ч.	Численность, шт/мл			Процент вылупления, %	
		эмбрионы, $M \pm m$	науплии, $M \pm m$	цисты, $M \pm m$	науплии	эмбрионы
	12	-	-	853±18,5	0	0
	16	77±6,7	-	772±14,6	-	8,8±0,6
	20	183±18,5	120,3±7,3	590±26,4	8,6±0,5	23,7±2,3
	24	179±10,3	253±17,6	405±17,7	29±1,8	30,5±1,7
	36	47±4,7	520±23,6	353±17,6	61±2,4	11,5±1,1
	48	-	531±19,0	344±17,6	62±2,1	
Итого					62,0 %	

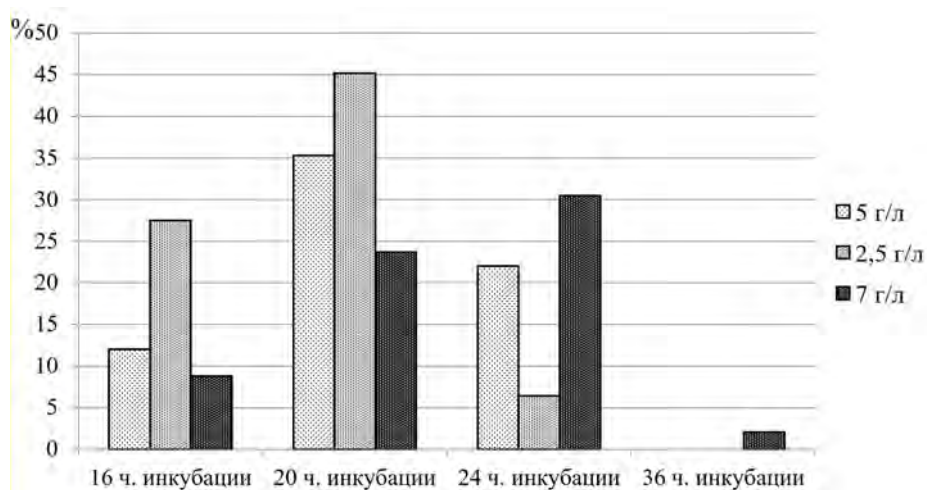


Рис. 6. Выход эмбрионов в опытах с разной плотностью цист

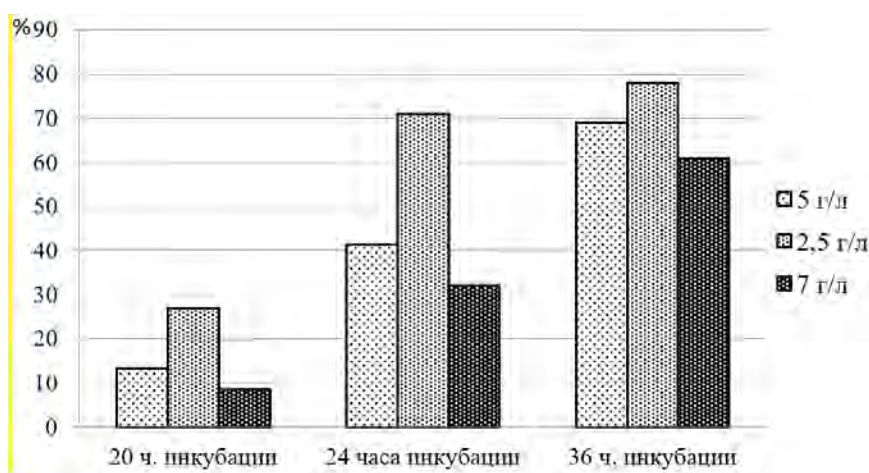


Рис. 7. Выход науплий в опытах с разной плотностью посадки цист

Диаграмма демонстрирует процент выхода свободных эмбрионов имеющейся у нас экморфы артемии через разные временные интервалы от начала культивирования в зависимости от плотности загруженных в культуральную среду цист. Результаты показали, что наиболее массовое развитие эмбрионов – 45,0 % при плотности цист 2,5 г/л и 35,0 % при плотности цист 5,0 г/л наблюдали уже через 20 ч инкубации. При загрузке цист в объеме 7 г/л наибольшее количество эмбрионов было обнаружено через 24 ч инкубационного периода. Также через 36 ч инкубации выход эмбрионов в стадии «парашютик» замечен только в опыте с загрузкой цист – 7 г/л. Данное соотношение может говорить о некоторой степени влияния на скорость эмбрионального развития рачка *Artemia Salina* плотности загрузки цист при инкубации в аквакультуре.

Результаты анализа выхода науплий в зависимости от плотности посадки приведены на рис.7.

Последующие результаты инкубации цист артемии показали, что массовый выход личинок (науплии) *Artemia Salina* происходил через 36 ч инкубации во всех трех опытных группах. Следовательно, увеличение плотности загрузки цист до 7,0

г/л на скорость получения науплий существенного влияния не оказало.

Наибольший процент живых личинок – 78 % получен в опыте при загрузке цист в объеме 2,5 г/л. В опытах с плотностью цист 5,0 г/л и 7 г/л выход науплий составил 69,0 % и 62,0 % соответственно.

Обсуждение

Большинство литературных источников и методик культивирования артемии, в том числе и производители аппаратов для культивирования гидробионтов ориентируют на небольшие плотности посадки – 2...3,0 г/л цист артемии [10 – 13, 16]. Результаты исследований показали, что наибольшее количество выклюнувшихся науплий получено при плотности 2,5 г/л. В то же время, учитывая промышленные масштабы получения живых стартовых кормов для молоди рыб, эффективным будет использовать плотность 5 г/л, а при необходимости и 7 г/л.

Данные литературных источников также свидетельствуют, что для культивирования науплий артемии используют и значительно более высокую плотность посадки, превышающую 10...12 г/л [15]. Но уже при плотности выше 14 г/л возникают проблемы с поддержанием необходимого уровня

кислорода, происходит пенообразование и механическое повреждение науплий, поэтому такую плотность использовать не рекомендуется [15, 16].

В своих исследованиях мы использовали три уровня плотности посадки цист: 2,5 г/л, 5,0 г/л, 7,0 г/л.

Анализируя и обобщая результаты культивирования, можно отметить, что появление эмбрионов артемий в стадии «парашютика» наблюдалось через 16 ч инкубации во всех опытных группах. Однако, в инкубаторе с плотностью посадки цист – 2,5 г/л выход эмбрионов был на 15,5 % больше по сравнению с инкубатором, где плотность посадки составляла – 5 г/л и на 18,7 % больше по отношению к опыту с плотностью посадки – 7 г/л.

Через 20 часов инкубации наибольший процент выхода эмбрионов в стадии «парашютика» 45,2±1,2 % наблюдался в инкубаторе с плотностью посадки 2,5 г/л, что на 9,9 % больше выводимости в емкости с загрузкой 5 г/л и на 21,5 % больше по отношению к выходу в инкубаторе с плотностью посадки цист 7 г/л.

Таким образом, при плотности посадки 2,5 г/л (или при среднем количестве цист 305000 экз./л)

наибольший выход эмбрионов в стадии «парашютика» отмечался через 20 часов инкубации, а максимальный выклев науплий – 78 % происходил в течение 36 ч. При плотностях посадки 5 г/л и 7 г/л максимальный выклев науплий не превышал 69 % и 62 % соответственно.

Заключение

Установлено влияние плотности загрузки цист на скорость эмбрионального развития рачка *Artemia Salina*: при плотности посадки цист 2,5 г/л, массовый выход эмбрионов 45,2 % наблюдался уже через 20 ч инкубации.

Наибольший выход науплий артемии 78 %, также получен в опыте при загрузке цист в объеме 2,5 г/л. В опытах с плотностью цист 5,0 г/л и 7 г/л выход науплий составил 69,0 % и 62,0 % соответственно.

Результаты исследований имеют практическую значимость, поскольку показывают, что повышение плотности посадки цист артемии с 2,5 г/л до 7,0 г/л пролонгирует время массового выклева эмбрионов, незначительно снижает долю науплий артемии, но увеличивает выход биомассы науплий.

Литература

1. Жигин А. В., Ковачева Н. П., Кряхова Н. П. Артемия – объект аквакультуры // Международная научная конференция, посвященная 125-летию со дня рождения В.С. Немчинова. Москва: МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. С. 277 – 281.
2. Бойко Е. Г. Влияние экологических факторов на рост рачков рода *Artemia* уральских и сибирских популяций // Сибирский экологический журнал. 2013. Т. 20, № 3. С. 333–339.
3. Влияние абиотических факторов на показатели продуктивности *A. var. principalis* в аквакультуре / В. Н. Любомирова, Е. М. Романова, В. В. Романов и др. // Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 13–17.
4. Использование науплий рачков *Artemia salina* в качестве носителя пробиотиков бактерий рода *Bacillus* в аквакультуре / М. С. Мазанко, А. В. Горовцов, В. А. Чистяков и др. // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6, № 2. С. 40–50.
5. Ли С. С., Кнорр А. Ф. Эффективность использования цист артемии в кормлении различных видов сельскохозяйственных животных и птицы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2006. № 1 (21). С. 56–61.
6. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры артемии в России / Н. П. Ковачева, Л. И. Литвиненко, Е. М. Саенко и др. // Труды ВНИРО. 2019. Т. 178. С. 150–171.
7. Костромин Е. А. Влияние факторов среды (соленость, температура, освещение) на инкубацию *Artemia Salina* в эксперименте // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 42. С. 164–168.
8. Динамика роста и развития жаброногого рачка (*artemiasalina*) при кормлении живыми и сухими кормами / В. Е. Московко, А. А. Набокина, Т. А. Геворгян и др. // Водные биоресурсы: рациональное освоение и искусственное воспроизводство: материалы Международной научно-практической конференции. Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет. - Владивосток, 2021. С. 127–132.
9. Результаты экспериментальных работ по выращиванию артемии в условиях природных гипергалинных водоемов / Л. И. Литвиненко, Н. П. Ковачева, К. В. Куцанов и др. // Вестник рыбохозяйственной науки. 2019. Т. 6, № 4 (24). С. 87–102.
10. Инструкция по использованию артемий в аквакультуре / Л. И. Литвиненко, Ю. Г. Мамонтов, О. В. Иванова и др. Тюмень: СибрыбНИИ проект, 2000. 58 с.
11. Усовершенствование методов инкубации и биоинкапсуляции науплии усов артемии / М. А. Корентович, Е. А. Сироткина, М. Н. Бронников и др. // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4, № 1(13). С. 4–19.
12. Ковачева Н., Буяновский А. Аквакультура ракообразных // Наука в России. 2008. № 1. С. 17 –22.
13. Литвиненко Л. И., Куцанов К. В. Выживаемость и вылупление науплиусов артемии сибирских популяций при разной солености // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. Рыбное хозяйство и аквакультура. 2013. № 5. С. 51–55.

14. Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Kutsanov K. V. Artemia cysts stocks in Russian Salt Lakes and the ways of their increasing // BIT's 4th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries — 2015 (November 6–8). Qingdao, China, 2015. p. 167.

15. Бельх О. А., Розанов С. Е. Особенности выращивания живого корма *Artemia salina* в аквакультуре // Известия Байкальского государственного университета. 2021. Т. 31, № 3. С. 400–406.

16. Литвиненко Л. И., Горбунова К. Я. Изучение возможности вылупления науплиусов артемии в рапе соленого озера при сокращении сроков инкубации цист // АПК: инновационные технологии. 2021. № 3. С. 26–33.

References

1. Zhigin A. V., Kovacheva N. P., Kryakhova N. P. Artemia - an object of aquaculture // International scientific conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of V.S. Nemchinov. Moscow: Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2020. P. 277 – 281.

2. Boyko E. G. The influence of environmental factors on growth of crustaceans of Artemia genus of the Ural and Siberian populations // Siberian Ecological Journal. 2013. Vol. 20. № 3. P. 333–339.

3. Influence of abiotic factors on productivity parameters of *A. var. principalis* in aquaculture / V. N. Lyubomirova, E. M. Romanova, V. V. Romanov, etc. // Fisheries. 2023. № 2. P. 13–17.

4. Usage of nauplii of the crustaceans *Artemia salina* as a carrier of probiotics of bacteria of *Bacillus* genus in aquaculture / M. S. Mazanko, A. V. Gorovtsov, V. A. Chistyakov et al. // Aquatic bioresources and habitat. 2023. Vol. 6, № 2. P. 40–50.

5. Lee S. S., Knorr A. F. Efficiency of using Artemia cysts in feeding of various species of farm animals and poultry // Vestnik of Altai State Agrarian University. 2006. № 1 (21). P. 56–61.

6. Current state and prospects for development of Artemia aquaculture in Russia / N. P. Kovacheva, L. I. Litvinenko, E. M. Saenko et al. // Scientific works of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography. 2019. V. 178. P. 150–171.

7. Kostromin E. A. The influence of environmental factors (salinity, temperature, lighting) on incubation of Artemia Salina in an experiment // Izvestiya of St. Petersburg State Agrarian University. 2016. № 42. P. 164–168.

8. Dynamics of growth and development of the gill-footed crustacean (*artemiasalina*) when fed with live and dry food / V. E. Moskovko, A. A. Nabokina, T. A. Gevorgyan et al. // Aquatic biological resources: rational development and artificial reproduction: materials of the International Scientific and Practical Conference. Far Eastern State Technical Fisheries University. - Vladivostok, 2021. P. 127–132.

9. Results of experimental work on breeding artemia in natural hyperhaline water reservoirs / L. I. Litvinenko, N. P. Kovacheva, K. V. Kutsanov et al. // Vestnik of Fishery Science. 2019. Vol. 6 № 4 (24). P. 87–102.

10. Instructions for usage of Artemia in aquaculture / L. I. Litvinenko, Yu. G. Mamontov, O. V. Ivanova, et al. Tyumen: SibrybNIIproekt, 2000. 58 p.

11. Improvement of the methods of incubation and bioencapsulation of Artemia whisker nauplii / M. A. Korentovich, E. A. Sirotkina, M. N. Bronnikov et al. // Vestnik of Fishery Science. 2017. V. 4, № 1 (13). P. 4–19.

12. Kovacheva N., Buyanovsky A. Aquaculture of crustaceans // Science in Russia. 2008. № 1. P. 17–22.

13. Litvinenko L. I., Kutsanov K. V. Survival and hatching of Artemia nauplii of Siberian populations at different salinities / L. I. Litvinenko, // Siberian Vestnik of Agricultural Science. Fisheries and aquaculture. 2013. № 5. P. 51–55.

14. Litvinenko L. I., Litvinenko A. I., Kutsanov K. V. Artemia cysts stocks in Russian Salt Lakes and the ways of their increasing // BIT's 4th Annual World Congress of Aquaculture and Fisheries. 2015 (November 6–8). Qingdao, China, 2015. P. 167.

15. Belykh O. A., Rozanov S. E. Features of breeding live food Artemia salina in aquaculture // Izvestiya of Baikal State University. 2021. Vol. 31, № 3. P. 400–406.

16. Litvinenko L. I., Gorbunova K. Ya. Study of the possibility of hatching Artemia nauplii in the brine of a salt lake by reducing the period of incubation of cysts // AIC: innovative technologies. 2021. № 3. P. 26–33.