

ТЕХНОЛОГИЯ ОБОГАЩЕНИЯ РАННИХ НАУПЛИЙ АРТЕМИИ И РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ СТАРТОВЫХ КОРМОВ

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

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

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

Фазилов Элёр 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: артемия, науплии, обогащение, пробиотики, адаптогены, витамины, аминокислоты, стартовые корма, личинки, мальки, выживаемость, каннибализм, динамика роста.

Обогащение артемии биологически активными веществами имеет три основных пути – через кишечник, жабры и покровы. Возможность обогащения артемии через покровы тела существует только первые двое суток после выклева, когда науплии имеют мягкие и тонкие покровы. Обогащение через кишечник становится возможным только на стадии метанауплий, которая наступает после первой линьки с появлением рта и сформированной пищеварительной системы. Мы выбрали обогащение через кожные покровы науплий 1 стадии развития, поскольку ранние науплии – идеальный корм для личинок рыб при переходе на экзогенное питание. Цель исследований: разработать технологию обогащения и получить живые стартовые корма со свойствами виталайзера, содержащие биологически активные вещества: адаптогены, пробиотики, витаминно-аминокислотный комплекс, которые оздоравливают организм рыб, формируют кишечный микробиоценоз, повышают скорость роста и развития, выносливость, устойчивость к психогенному и оксидативному стрессу, повышают выживаемость, снижают уровень каннибализма. В итоге нами были получены науплии артемии, обогащенные пробиотиком «Споротермин», адаптогеном «Иркутин», витаминно-аминокислотным комплексом «Чиктоник», которые использовались для выращивания личинок и мальков африканского клариевого сома. Результаты исследований показали, что использование обогащенных науплий ускоряет рост рыбы, повышает долю «гигантов» с массой, более чем в два раза превышающей среднюю по популяции, снижает уровень каннибализма, повышает выживаемость рыб, сохраняя эти тенденции на протяжении всего периода выращивания.

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

Введение

Для развития аквакультуры и повышения ее эффективности необходимы высококачественные стартовые корма, закладывающие на перспективу успешность процесса выращивания товарной рыбы в целом. Кормление личинок и

мальков рыб искусственными стартовыми кормами при переходе личинок на экзогенное питание ввиду несовершенства их пищеварительной системы и несформированного кишечного микробиоценоза сопровождается значительными потерями численности популяции, канниба-

лизмом и замедленным темпом прироста биомассы, поэтому в практике мировой аквакультуры в качестве основного, всеми признанного стартового корма принято использовать живые корма в виде науплий или декапсулированных яиц артемии [1 - 4].

Оценивая направления развития исследований в области аквакультуры артемии, необходимо отметить, что в этой предметной области внимание исследователей сконцентрировано на проблеме обогащения артемии теми или иными веществами, которые необходимы для роста и развития широкого спектра гидробионтов соленых и пресных вод на начальных этапах постэмбрионального онтогенеза [4 - 6].

Чаще всего артемию обогащают незаменимыми жирными кислотами и витаминами. В России предпринимались попытки обогащения артемии помимо жирных кислот молочно-кислыми пробиотическими микроорганизмами и витаминами [1, 5].

В своих исследованиях для обогащения артемии мы использовали ранее комплексно не применявшиеся компоненты: адаптогены, споровые формы пробиотиков, витамины и аминокислоты. В совокупности они представляют собой уникальную по своим биологическим свойствам кормовую добавку со свойствами виталайзера [патент RU 2777105 C1]. Адаптогены и споровые формы пробиотиков для обогащения артемии ранее не использовались.

Состав биологически активного обогащающего комплекса сформирован так, что он способен оздоравливать, стимулировать рост и развитие, повышать эффективность утилизации кормов у рыб при скормливании им обогащенных декапсулированных яиц и науплий артемии.

Выбор каждого из обогащающих компонентов обусловлен их биологической ролью в развитии личинок и мальков. Пробиотики формируют первичный микробиоценоз и закладывают основы регуляции функционирования пищеварительной системы у рыб. Микрофлора пробиотиков сама по себе вырабатывает большое количество биологически активных веществ, позитивно влияющих на организм рыб.

Адаптогены повышают неспецифическую резистентность, снижают уровень оксидативного и психогенного стресса, выносливость рыб по отношению к действию неблагоприятных факторов среды. Значимость витаминов и аминокислот очевидна, достаточно отметить, что именно они являются важнейшими стимуляторами ро-

ста и развития рыб.

Теоретически процесс обогащения артемии биологически активными веществами имеет три основных пути – через кишечник, жабры и покровы.

Эффективность обогащения артемии через покровы тела обусловлена тем, что первые двое суток после выклева науплии всё активно воспринимают тонкими, мягкими, нежными покровами [7, 8].

Обогащение через кишечник становится возможным только на стадии метанауплий, которая наступает через 48 часов инкубации после первой линьки. Метанауплии – это 2 стадия развития артемии, когда появляется рот и формируется пищеварительная система, способная усваивать пищу [7, 8]. С этого момента обогащение через поверхность тела мало эффективно, т.к. появляется хитиновый покров. Следует также отметить, что обогащение через кишечник упрощается тем, что у артемии не избирательный примитивный тип питания, она поглощает и органические и неорганические частицы [1, 7, 8].

Выбирая технологию обогащения, мы руководствовались тем, что артемия наиболее питательна на 1 стадии развития, т.е. в течение первых двух суток инкубации. Кроме того, именно науплии 1 стадии можно использовать для кормления личинок рыб сразу после перехода на экзогенное питание, поэтому мы выбрали обогащение через кожные покровы, позволяющие получить науплии 1 стадии развития, пропитанные биологически активными веществами.

Цель исследований: разработать технологию обогащения науплий артемии и получить живые стартовые корма для рыб с добавленной полезностью.

Материалы и методы исследований

Для получения живых стартовых кормов - науплий артемии, активированные вымораживанием при -22°C цисты артемии культивировали в аппарате Вейса в 5% растворе хлористого натрия, при pH - 8,3-8,5, температуре 26-28 градусов Цельсия, освещенности 1500 - 2000 люкс.

С целью обогащения науплий артемии биологически активными веществами в культуральную среду через 8 часов после начала инкубации вводился комплекс биологически активных веществ: адаптоген «Иркутин» - 0,04 г/л; пробиотик – «Споротермин» (споровая форма бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis* (обладающих выраженной антагонистической

активностью к широкому кругу патогенов) в количестве 1 г/л ($\geq 1 \times 10^6$ КОЕ/мл); витаминно-аминокислотный препарат «Чиктоник» - 1 мл/л. Через 24 часа обработка комплексом биологических веществ повторялась в тех же пропорциях. Весь цикл обогащения приходился на 1 стадию науплий артемии до перехода на экзогенное питание, когда покровы мягкие, тонкие и способны впитывать биологически активные вещества.

Для оценки эффективности полученных стартовых кормов проводили искусственный нерест африканского клариевого сома. Из полученных личинок африканского клариевого сома формировали две группы контрольную и опытную. В каждой группе было по 200 особей, их выращивали в двух бассейнах объемом 1,5 м³ при температуре 26°C и содержании кислорода 90%. Для кормления личинок в опытной группе использовали обогащенные науплии, а в контрольной - необогащенную артемию, полученные не позднее 48 часов инкубации, т.е. до первой линьки. Результаты подвергались биометрической обработке.

Результаты исследований

Кормление личинок и мальков рыб искусственными стартовыми кормами при переходе личинок на экзогенное питание ввиду несовершенства их пищеварительной системы и несформировавшегося кишечного микробиоценоза сопровождается значительными потерями численности популяции, каннибализмом и замедленным темпом прироста биомассы [9 - 11].

Результаты наших исследований показали, что использование в рационах рыб живых стартовых кормов - науплий артемии, обогащенных пробиотиками, адаптогенами, аминокислотами и витаминами, оздоравливает рыбу, ускоряет ее рост и развитие.

На рисунке 1 приведена динамика роста личинок африканского клариевого сома, начиная с момента перехода на экзогенное питание, т.е. на 3 сутки после выклева и заканчивая 14 сутками, которыми завершается личиночный период выращивания.

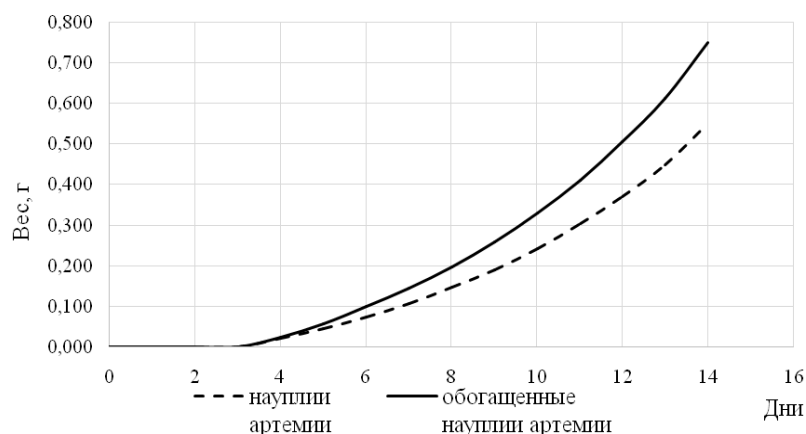


Рис. 1 - Сравнительная динамика роста личинок при скормливания обычных науплий артемии и науплий, обогащенных биологически активными веществами.

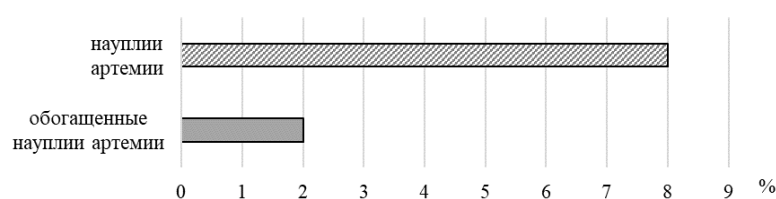


Рис. 2 - Оценка уровня каннибализма при использовании обычных науплий артемии и науплий, обогащенных комплексом биологически активных веществ

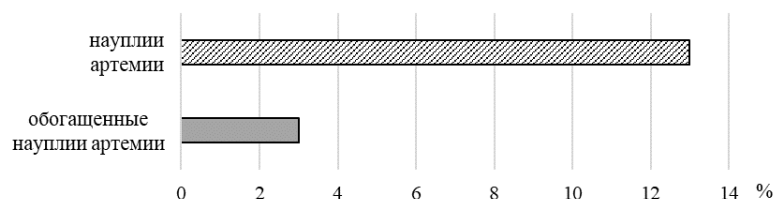


Рис. 3 - Показатели отхода личинок на фоне использования науплий артемии, обогащенных комплексом биологически активных веществ

Данные, приведенные на рис.1, показывают, что рост и развитие личинок, получавших науплии, обогащенные биологически активными веществами, более чем на 30% опережает рост личинок, получавших необогащенные науплии артемии.

На рисунке 2 приведены результаты исследования каннибализма личинок, которым скормливали науплии, обогащенные биологически активными веществами. Данные свидетельствуют, что использование в составе биологически активной добавки адаптогена «Иркутин» снизило уровень каннибализма личинок в 4 раза.

Результаты исследования общего отхода личинок, включая каннибализм, на фоне использования в составе живых стартовых кормов биологически активной добавки показали, что

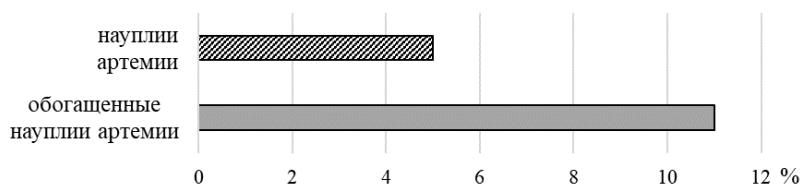


Рис. 4 - Рост доли личинок-гигантов на фоне использования науплий артемии, обогащенных биологически активными веществами

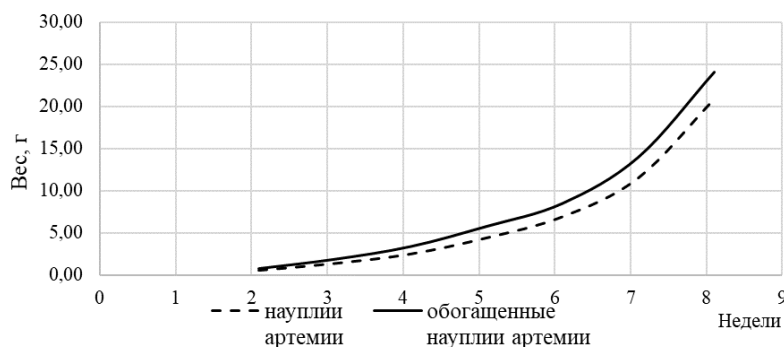


Рис. 5 - Динамика роста мальков при использовании обогащенных биологически активными веществами живых стартовых кормов

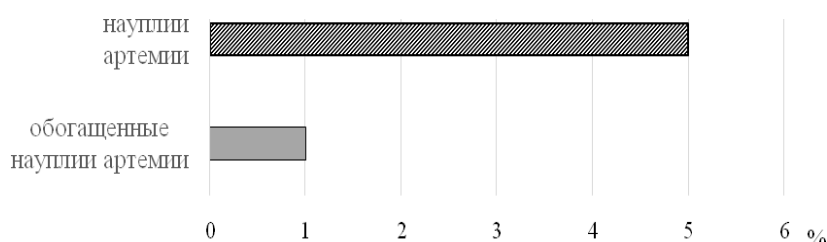


Рис. 6 - Уровень каннибализма в мальковом периоде на фоне использования обогащенных науплий артемии

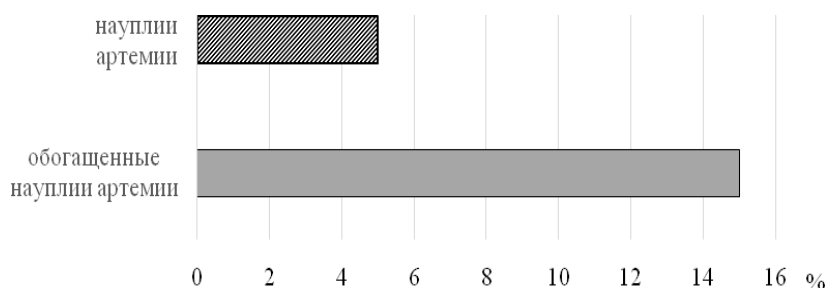


Рис. 7 - Доля мальков - гигантов при использовании стартовых кормов с добавленной полезностью

при невысоких плотностях посадки отход личинок сократился с 13 до 3%. Результаты приведены на рис 3.

Следующий показатель, который нас заинтересовал, - это доля личинок – гигантов, вес и длина которых более чем в два раза превышает среднюю по популяции. Полученные результаты показали, что на фоне использования науплий артемии, обогащенных разработанным нами комплексом биологически активных ве-

ществ, доля гигантов возрастает с 5 до 11%. Результаты представлены на рисунке 4.

Свои исследования по влиянию обогащенных науплий артемии на рост и развитие рыбы мы продолжили на мальках. Результаты показали, что и в мальковом периоде использование науплий артемии, обогащенных биологически активными веществами, существенно ускоряет рост рыбы. Результаты приведены на рисунке 5.

Фактически к концу малькового периода разница в наборе биомассы между контрольной группой, выращиваемой на необогащенных кормах и опытной, выращенной на живых стартовых кормах, обогащенных биологически активными веществами, составила 15%.

Рассмотрим, как на мальковом этапе выращивания изменился уровень каннибализма (рис. 6) при использовании в кормах биологически активных веществ.

Рассмотрим, как на мальковом этапе изменилась доля гигантов, более чем в два раза по своему весу превышающих среднюю по популяции (рис 7).

Результаты исследований показали, что использование обогащенных науплий артемии способствовало увеличению доли мальков - гигантов по сравнению с использованием необогащенной артемии на 10%

Исследование динамики роста опытной группы, получавшей в личиночном и мальковом периоде обогащенные живые стартовые корма, показало, что на протяжении всего периода выращивания такая рыба обладала более высоким потенциалом развития, проявившемся в более высокой скорости роста и достижения товарной массы (рис. 8).

Введение в науплии артемии пробиотиков, адаптогенов, витаминов и аминокислот в определенной дозировке позволило получить живые стартовые корма, обладающие не только высокой пищевой, но и биологической ценностью.

Обсуждение

В России разработана технология приготовления живого корма науплий артемии для личинок и молоди осетровых рыб (патент RU 2577478 С1, 20.09.2016), обогащенных биологическими веществами: льняным маслом, пробиотиком «Наринэ-Форте», витаминами «Триовит», которые скармливаются метанауплиям в виде мелкодисперсной эмульсии. Недостатком является то, что эти живые корма рискованно рекомендовать для кормления личинок в момент рассасывания желточного мешка при переходе на экзогенное питание, поскольку у метанауплий в результате линьки уже образовался хитиновый покров, опасный для ранних личинок рыб.

Используемый нами метод обогащения отличается от описанного тем, что он предполагает обогащение науплий артемии через покровы на 1 стадии сразу после выклева науплий. Вторым существенным отличием является состав биологически активных веществ, которыми обогащают науплии артемии.

Использование в едином обогатительном комплексе адаптогенов, споровых форм пробиотиков, аминокислот и витаминов при производстве живых стартовых кормов для рыб ранее не было известно [12].

Заключение

Результаты исследований показали, что разработанная нами технология обогащения позволяет получать живые стартовые корма, которые обладают дополнительными полезными свойствами, способными ускорять рост и развитие, оздоравливать, повышать выносливость, выживаемость, сохранность на всех этапах постэмбрионального онтогенеза рыб и снижать уровень каннибализма.

Библиографический список

1. Использование метода обогащения науплиусов артемии в осетроводстве / М. А. Чепуркина, Е. А. Гилева, М. Прусиньска, Р. Кольман // Вестник рыбохозяйственной науки. - 2014. - Т. 1, № 4. - С. 78-90.
2. Инструкция по использованию артемии в аквакультуре / Л. И. Литвиненко, Ю. П. Мамонтов, О. В. Иванова [и др.]. - Тюмень, 2000. - 58 с.
3. Способ выращивания ли-

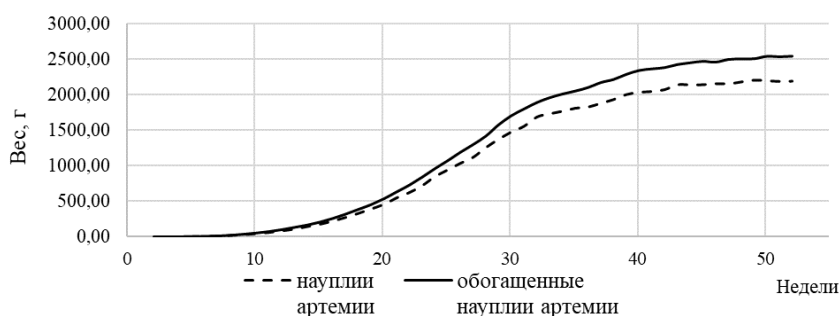


Рис. 8 - Динамика роста африканского клариевого сома на фоне использования обогащенных науплий артемии в постэмбриональном периоде

стоного рачка *Artemia salina* Поликарпов Г.Г., Тимощук В.И., Спиранди О.Б., Руднева И.И., Сергеева Л.М. Авторское свидетельство SU 1507274 А1, 15.09.1989. Заявка № 4135473 от 16.10.1986.

4. Способ снижения численности бактерий-оппортунистов в средах выращивания личинок морских рыб и их кормов Рауэн Т.В., Муханов В.С., Ханайченко А.Н., Гирагосов В.Е. Патент на изобретение RU 2614604 С1, 28.03.2017. Заявка № 2015151334 от 30.11.2015.

5. Патент РФ № 2014154573/13, 20.03.2016. Способ приготовления живого корма для личинок и молоди осетровых рыб / Чепуркина М. А. // Патент России № 2577478. 2014. Бюл. № 8.

6. Sorgeloos P. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, Ph. Leger. - ARC, Ghent, Belgium, 1986. - P. 124-131

7. Симон М.Ю. Применение артемии (artemia) в кормлении молоди осетровых видов рыб (acipenseridae) / М.Ю.Симон // Рибогосподарська наука України. -2016. № 2 (36). -С. 97-122.

8. Усовершенствование методов инкубации и биоинкапсуляции науплиусов артемии / М. А. Корентович, Е. А. Сироткина, М. Н. Бронников, Н. П. Соломина // Вестник рыбохозяйственной науки. - 2017. - Т. 4, № 1(13). - С. 4-19.

9. Проблемы культивирования стартовых живых кормов для аквакультуры / М. Э. Мухитова, Е. М. Романова, В. Н. Любомирова, В. В. Романов, Т. М. Шленкина, Л. А. Шадыева // Международный научно-исследовательский журнал. - 2017. - № 1-2(55). - С. 13-15.

10. Сравнительные исследования роста и развития популяций африканского клариевого сома, репродуцированных в разные сезоны / М. Э. Мухитова, Е. М. Романова, В. Н. Любомирова, В. В. Романов // Вестник Ульяновской государственной сельско-

хозяйственной академии. - 2018. - № 2(42). - С. 193-198.

11. Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the african catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova, T. M. Shlenkina // *Egyptian Journal of Aquatic Research*. - 2018. - Т. 44, № 4. - P. 315-319.

12. Coutteau, P. Intercalibration exercise on the qualitative and quantitative analysis of fatty acids in *Artemia* and marine samples used in mariculture / P. Coutteau, P. Sorgeloos // *ICES cooperative research report collectives*. - 1995. - № 211. – P. 30.

TECHNOLOGY OF ENRICHMENT OF YOUNG ARTEMIA NAUPLII AND EFFICIENCY OF THEIR USAGE AS STARTING FEEDS

Romanova E.M., Romanov V.V., Lyubomirova V.N., Fazilov E.B.
Ulyanovsk State Agrarian University, Ulyanovsk, Russia

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard, 1, phone: 8(8422) 55-95-38, e-mail: vvr-emr@yandex.ru

Keyword: *Artemia*, nauplii, enrichment, probiotics, adaptogens, vitamins, amino acids, starting feeds, larvae, fry, survivability, cannibalism, growth dynamics.

Enrichment of *artemia* with biologically active substances has three main ways - through the intestines, gills and integuments. The possibility of enrichment of *artemia* through the body integuments exists only for the first two days after hatching, when nauplii have soft and thin integuments. Enrichment through the intestines becomes possible only at the stage of metanauplii, which comes after the first molting when the mouth appears and the digestive system is formed. We chose enrichment through the skin of nauplii of the 1st development stage, since early nauplii are an ideal food for fish larvae at the stage of transition to exogenous feeding. The purpose of the research is to develop enrichment technology and to obtain live starting feeds with the vitalizer properties containing biologically active substances: adaptogens, probiotics, a vitamin and amino acid complex that heal the fish body, form intestinal microbiocenosis, increase growth and development rate, endurance, resistance to psychogenic and oxidative stress, increase survivability, reduce the level of cannibalism. As a result, we obtained *Artemia* nauplii enriched with *Sporothermin* probiotic, *Irkutin* adaptogen, *Chiktonik* vitamin-amino acid complex, which were used to rear larvae and fry of the African catfish. The results of the studies showed that usage of enriched nauplii accelerates fish growth, increases the proportion of "giants" with a mass more than twice the average for the population, reduces the level of cannibalism, increases survivability of fish, retaining these tendencies throughout the entire rearing period.

Bibliography:

1. Usage of the method of enrichment of *Artemia* nauplii in sturgeon breeding // M. A. Chepurkina, E. A. Gileva, M. Prusinska, R. Kolman // *Vestnik of fisheries*. - 2014. - V. 1, № 4. - P. 78-90.
2. Instructions for usage of *Artemia* in aquaculture / L. I. Litvinenko, Yu. P. Mamontov, O. V. Ivanova [and others]. - Tyumen, 2000. - 58 p.
3. Copyright certificate SU 1507274 A1. Method of rearing of *Artemia salina* phyllopod: 15.09.1989. Application № 4135473 dated 16.10.1986 / Polikarpov G. G., Timoshchuk V. I., Spirandi O. B., Rudneva I. I., Sergeeva L. M.
4. Patent for invention RU 2614604 C1. A method for reducing the number of opportunistic bacteria in growing media for marine fish larvae and their feed: № 2015151334: Appl. 30.11.2015: publ. 28.03.2017 / Rauen T. V., Mukhanov V. S., Khanaichenko A. N., Giragosov V. E.
5. Patent № 2577478 Russian Federation. Method for preparing live feed for larvae and juveniles of sturgeons: № 2014154573/13: Appl. 31.12.2014: publ. 20.03.2016 / Chepurkina M. A. - 2014. - Bull. № 8.
6. Sorgeloos, P. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, Ph. leger. - ARC, Ghent, Belgium, 1986. - P. 124-131.
7. Simon, M. Yu. The use of *Artemia* (*artemia*) in feeding of juvenile sturgeon species of fish (*acipenseridae*) / M. Yu. Simon // *Рибогосподарська наука України*. - 2016. - № 2 (36). - P. 97-122.
8. Improvement of incubation and bioencapsulation methods of *Artemia* nauplii / M. A. Korentovich, E. A. Sirotkina, M. N. Bronnikov, N. P. Solominova // *Vestnik of fisheries*. - 2017. - V. 4, № 1 (13). - P. 4-19.
9. Problems of cultivation of starting live feeds for aquaculture / M. E. Mukhitova, E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, T. M. Shlenkina, L. A. Shadyeva, // *International Scientific and research journal*. - 2017. - № 1-2(55). - P. 13-15.
10. Comparative studies of growth and development of African catfish populations reproduced in different seasons / M. E. Mukhitova, E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov // *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. - 2018. - № 2 (42). - P. 193-198.
11. Seasonal studies of caviar production and the growth rate of the african catfish (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) / E. M. Romanova, V. N. Lyubomirova, V. V. Romanov, M. E. Mukhitova, T. M. Shlenkina // *Egyptian Journal of Aquatic Research*. - 2018. - V. 44, № 4. - P. 315-319.
12. Coutteau, P. Intercalibration exercise on the qualitative and quantitative analysis of fatty acids in *Artemia* and marine samples used in mariculture / P. Coutteau, P. Sorgeloos // *ICES cooperative research report collectives*. - 1995. - № 211. - P. 30.
13. Domingues, P. M. The use of *artemia* sp. or mysids as food source for hatchlings of the cuttlefish (*sepia officinalis* L.); effects on growth and survival throughout the life cycle / P. M. Domingues, A. Sykes, J. P. Andrade // *Aquaculture International*. - 2001. - V. 9, № 4. - P. 319-331.
14. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, P. Lavens, Ph. Leger [et al.]. - Belgium : Ghent university, 1986. - 319 p.
15. Sorgeloos, P. Manual for the culture and use of brine shrimp in aquaculture / P. Sorgeloos, Ph. leger. - ARC, Ghent, Belgium, 1986. - P. 124-131.
16. Enrichment of *Artemia* for use of Ornamental Fish Production / C. S. Tamaru, H. Ako, R. Paguirigan [et al.] // *Center of Tropical and Subtropical Aquaculture Publication. USA. Journal of Aquaculture*. - 2000. - № 133. - P. 2-21.
17. Camara, M. R. Arachidonic acid: a biological indicator of physiological stress in the brine shrimp *Artemia* / M. R. Camara // *3rd fish and Shellfish Larviculture Symposium "Larvi 2001". Oostende. Belgium*. - 2001. - P. 100-103.
18. Current state and prospects for development of *Artemia* aquaculture in Russia / N. P. Kovacheva, L. I. Litvinenko, E. M. Saenko, A. V. Zhigin, N. V. Kryukhova, A. M. Semik // *Scientific works of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography*. - 2019. - V. 178. - P. 150-171.