

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ И СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ИНFUЗОРИЙ

Н. В. Новоселова¹, Н. А. Каниева²

¹ Керченский отдел Азово-Черноморского филиала
Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии,
Керчь, Российская Федерация

² Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, Российская Федерация

Приведены результаты исследований по культивированию морских и солоноватоводных инфузорий на экспериментальной базе «Заветное» (Керченский пролив) в 2008–2019 гг. Определены основные параметры для культивирования инфузорий, проанализирована эффективность питательных смесей для их кормления. Материалом для исследования являлись планктонные инфузории *Euplotes affinis* Dujardin, 1842; *Euplotes charon* O. F. Müller, 1786; *Mesodinium pulex* Claparede et Lachmann, 1858. Выращивание проводили под навесом и на открытом пространстве, в условиях окружающей среды, в емкостях для культивирования с естественным освещением днем и искусственным ночью. В качестве подстилающего слоя на дно бассейнов вносили кораллово-ракушечные фракции в количестве 5–7 кг/м². Плотность засева маточной культуры составляла у *E. affinis* 5–10 экз./мл, у *E. charon* и *M. pulex* – 1–2 экз./мл. Культивирование инфузорий проводили в весенний и осенний периоды. По результатам исследования установлено, что корм лучше применять в виде водорастворимых питательных смесей. Благодаря тому, что питательные ингредиенты находятся в растворенном состоянии, они быстрее усваиваются организмами. Это приводит к постоянному размножению культуры популяций, что позволяет выращивать инфузории даже при неоптимальной температуре. Питательные смеси рекомендуется вносить в культуральные емкости за 15–20 суток до внесения маточной культуры. Установлено, что наращивание плотности инфузорий происходит независимо от состава корма; величина плотности инфузорий всегда зависит от состава питательной смеси. Лучшие результаты дает применение питательной смеси с конским навозом и сухой банановой кожурой.

Ключевые слова: инфузории, *Euplotes affinis*, *Euplotes charon*, *Mesodinium pulex*, питательные смеси, культивирование.

Для цитирования: Новоселова Н. В., Каниева Н. А. К вопросу о методике культивирования морских и солоноватоводных инфузорий // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 89–96. DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-89-96.

Введение

В биотехнологическом процессе разведения морских рыб обязательным звеном является применение живых кормов. По ряду причин анатомо-физиологического и биохимического характера пищеварительной и ферментативной систем личинки многих видов морских рыб, перспективных для мариккультуры, такие как камбаловые, серрановые, кефалевые, первые 10–20 суток жизни не могут употреблять инертные (искусственные) корма. Они питаются только живыми организмами – инфузориями, коловратками, веслоногими и ветвистоусыми ракообразными, науплиями артемий, личинками моллюсков, полихет, остракод, баянусов и фитопланктоном. Изучение пищевой ценности живых кормов и различных искусственных кормовых режимов показало, что живые корма обладают необходимой питательной ценностью для роста и выживания рыб [1].

В мариккультуре в качестве живого корма используют два беспозвоночных организма – жаброногого рачка *Artemia sp.* и коловраток рода *Brachionus*. Если культивирование коловраток и артемий применяется довольно широко, то описания эффективных способов массового выращивания морских и солоноватоводных инфузорий – стартовых кормов – в современных литературных источниках не встречается. В настоящее время при крупномасштабных работах для удовлетворения пищевых потребностей морских рыб в качестве стартового корма используют в основном природный зоопланктон [2]. В современный период разработаны методы промышленного разведения пресноводных инфузорий, для их выращивания применяют периодическое культивирование (или полунепрерывное) и накопительное [3].

Морские инфузории обладают высокой скоростью размножения, их часто используют как объекты биотестирования загрязненных морских вод. Кроме того, планктонные инфузории являются важнейшим звеном в гетеротрофных цепях водоемов и принимают активное участие в процессах трансформации органического вещества, обладая при этом высокими продукционными возможностями. Доля инфузорий в суммарной биомассе зоопланктонного сообщества в морях и океанах составляет от 5 до 10 % [4, 5].

Попытки промышленного способа выращивания морских простейших начались за рубежом с 70-х гг. XX в. Культивируемыми видами являлись ресничные инфузории родов *Euplotes*, *Favella*, *Tintinnopsis* [6]. Методы выращивания морских инфузорий опираются на микробиологические методические разработки по культивированию простейших. Для их кормления используют сенной настой, кормовые и пекарские дрожжи, микроводоросли и различные питательные добавки в виде солей химических веществ, полисахариды, аминокислоты, витамины, ферменты [7, 8].

Задачей представляемой работы был анализ собственных материалов по культивированию инфузорий. Необходимо было сравнить эффективность действия питательных смесей различного состава и кормовых дрожжей на рост популяций инфузорий.

Материал и методы исследований

Приведены результаты исследований по массовому культивированию инфузорий на научно-исследовательской базе «Заветное» (Керченский пролив) за период с 2008 по 2019 г. Материалом для исследований служили 3 вида инфузорий: *Euplotes affinis* Dujardin, 1842; *E. charon* O. F. Müller, 1786; *Mesodinium pulex* Claparede et Lachmann, 1858. Все три вида культивируемых инфузорий – планктонные инфузории, эвригалитные и эвритермные, свободноживущие. Размножаются делением надвое, способны к конъюгации. При неблагоприятных условиях образуют цисты покоя. По типу питания миксотрофы.

Маточные культуры организмов выделяли из солоноватоводных водоемов, расположенных вдоль побережья Керченского пролива. Культуры зоопланктона отбирали с помощью гидробиологических сачков из газ-мельничного сита № 77. Для культивирования использовали различные пластиковые емкости: стандартные рыбоводные лотки (4,5 × 0,68 × 0,45 м), емкости объемом от 100 л до 6 м³. Емкости оборудованы для водоподачи и слива. Использовали воду из Керченского пролива. Перед заселением гидробионтов емкости обрабатывали раствором фуразолидона концентрацией 0,5 мг/л.

Выращивание проводили под навесом и на открытом пространстве, в условиях окружающей среды. Емкости для культивирования имели естественное освещение днем и искусственное ночью – галогеновыми и люминесцентными лампами мощностью до 300 Вт. Сбор зоопланктона и камеральную обработку проб проводили по стандартным методикам [9, 10]. В зависимости от концентрации инфузорий в пробе производили разбавление пробы профильтрованной водой соответствующей солености в 2–50 раз. Для определения видовой принадлежности инфузорий окрашивали 0,1–0,5 %-м водным раствором азотнокислого серебра либо раствором Люголя (0,5 г кристаллического йода и 0,5 г йодида калия в 100 мл воды), либо слабокислым раствором Конго красного (рН = 5,2). Подсчет количества микроводорослей проводили в камере Горяева по методике ВНИРО [11].

Для поддержания кислородного режима в емкостях применяли аквариумные компрессоры и пластиковые распылители. Барботаж культуральной среды сжатым воздухом осуществляли круглосуточно, каждые 5–7 суток проводили замену 1/3 части культуральной среды свежей морской водой и частичную чистку дна емкостей. Зоопланктон культивировали накопительными (культивирование партиями) и полунепрерывными способами. На дно бассейнов вносили кораллово-ракушечные фракции в количестве 5–7 кг/м². Плотность засева маточной культуры составляла: у *E. affinis* – 5–10 экз./мл, у *E. charon* и *M. pulex* – 1–2 экз./мл. Кормом служила питательная смесь. В контрольных емкостях в качестве корма для инфузорий применяли кормовые дрожжи и рыбный комбикорм – по 100–300 г/м³. Получаемую сырую биомассу инфузорий использовали для кормления личинок пиленгаса и черноморского калкана. Культивирование инфузорий проводили в весенний и осенний периоды (апрель-май и сентябрь-октябрь). Продукцию изымали с 5-х суток выращивания организмов. Плотность инфузорий приведена для поверхностного слоя культуральной среды глубиной – 10–20 см.

Интервалы средних гидрохимических показателей водной среды при массовом культивировании инфузорий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрохимические показатели водной среды при культивировании инфузорий

Гидрохимический показатель	Значение
Температура, °С	8–20
Соленость, ‰	14–20
Содержание растворимого в воде кислорода, мг/л	3–8
Водородный показатель, pH	8,1–8,3
Содержание общего аммонийного азота, мкг·ат./л	3–7
Содержание нитритного азота, мкг·ат./л	2–6
Содержание нитратного азота, мкг·ат./л	2–7

Нормы и периодичность внесения ингредиентов для приготовления питательной смеси при культивировании инфузорий на 1 м³ водной среды приведены в табл. 2.

Таблица 2

Нормы и периодичность внесения ингредиентов (на 1 м³) для культивирования инфузорий

Ингредиент	Норма*	Периодичность внесения
Растительная зола (2008–2014)**	20–30 г	Все составляющие ингредиенты вносятся в морскую воду, настаиваются не менее 5 суток. Полученная питательная смесь процеживается. Первая порция питательной смеси вносится за 15–20 суток до внесения маточной культуры и далее один раз в 5 суток в емкости и бассейны из расчета 0,1–0,2 л на 1 м ³ культуральной среды.
Натрий азотнокислый – NaNO ₃ (2008–2019)	10 г	
Крахмал картофельный, амилодекстрин, (C ₆ H ₁₀ O ₅) _n (2008–2019)	5 г	
Кормовые дрожжи – <i>Torulopsis utilis</i> (2008–2019)	10 г	
Кормовые витамины группы В (2008–2019)	0,5–1,0 г	
Глюкоза – C ₆ H ₁₂ O ₆ или D-маннит, мальтоза, фруктоза, сахароза (2008–2014)	2–5 г	
Аминокислоты: метионин кормовой или лизин кормовой (2008–2014)	по 10 мг	
Коровий навоз (2008–2014), конский навоз (2016–2019) ***	0,1–0,2 кг	
Сено (2012–2019), сухая банановая кожура (2016–2019) ***	0,1–0,2 кг	
Половина сырого куриного желтка, эмульгированного с 1 мл кукурузного масла и 10 мл коровьего молока (2012–2019)	2 мл	
Пищевой сахар (2014–2019)	10 г	
Микроэлементы химических солей железа, кобальта, марганца (2008–2019)	по 0,1 мг	
Сухие рыбные комбикорма (2019–2019)	10 г	

* По достижении температуры культуральной среды выше 20 °С нормативы внесения ингредиентов рекомендуется уменьшить в 2 раза. По достижении численности инфузорий более 100 млн экз./л нормативы внесения ингредиентов рекомендуется увеличить в 2 раза.

** В круглых скобках указан период применения ингредиента.

*** Взаимозаменяемые органические удобрения.

Результаты исследований

В предыдущих исследованиях было установлено следующее:

– внесение питательной смеси позволяет проводить выращивание инфузорий даже при неоптимальном режиме температуры (8–15 °С); вносимые ингредиенты лучше усваиваются, потому что находятся в растворенном виде; размножение культуры популяций происходит без периодов конъюгаций, инфузории размножаются агамным способом; плотность организмов постоянно увеличивается, несмотря на ежедневное удаление 1/3 сырой биомассы; увеличение плотности популяции инфузорий происходит в течение длительного периода (от 10 до 45 сут);

– питательные смеси необходимо вносить в выростные емкости за 15–20 сут до внесения маточной культуры;

– для выращивания инфузорий следует применять кормовые витамины группы В, глюкозу, кормовой метионин, азотнокислый натрий, кормовые дрожжи и органические удобрения; на дно выростных емкостей следует вносить различные пористые структуры, которые выполняют роль механического фильтра и способствуют увеличению биомассы бактериопланктона. Использовали коралловый и ракушечные пески и фракции крупной ракушки (структурные прибрежные выбросы), выложенные на дно выростных емкостей. После непродолжительного контакта этих структур с морской водой (4–6 сут) и внесения питательной смеси на поверхности воды образуются обрастания – бактериальный слой; начинается бурное развитие фитопланктона и мелких бесцветных жгутиконосцев (*Zooflagellata*); вода культуральной среды становится более прозрачной, содержание кислорода увеличивается с 3–4 до 6 мг/л и выше. По мнению

авторов, происходят следующие процессы: органические вещества поглощаются кораллово-ракушечной структурой, она действует как поглощающий механический фильтр, очищая культуральную среду, но также способствует развитию кормовой базы для выращиваемого зоопланктона, стимулирует развитие фитопланктона и простейших – жгутиконосцев и бактерий;

– использование питательной смеси в качестве корма и кораллово-ракушечных фракций в качестве подстиляющего слоя на дно бассейнов способствовало более интенсивному развитию фито- и бактериопланктона и увеличению плотности инфузорий; образуется трофическая цепочка: питательная смесь – фитопланктон – микрозоопланктон – мезозоопланктон [12–14].

Усредненный вариант изменения количественного состава микроводорослей при внесении питательной смеси графически представлен на рис. 1.

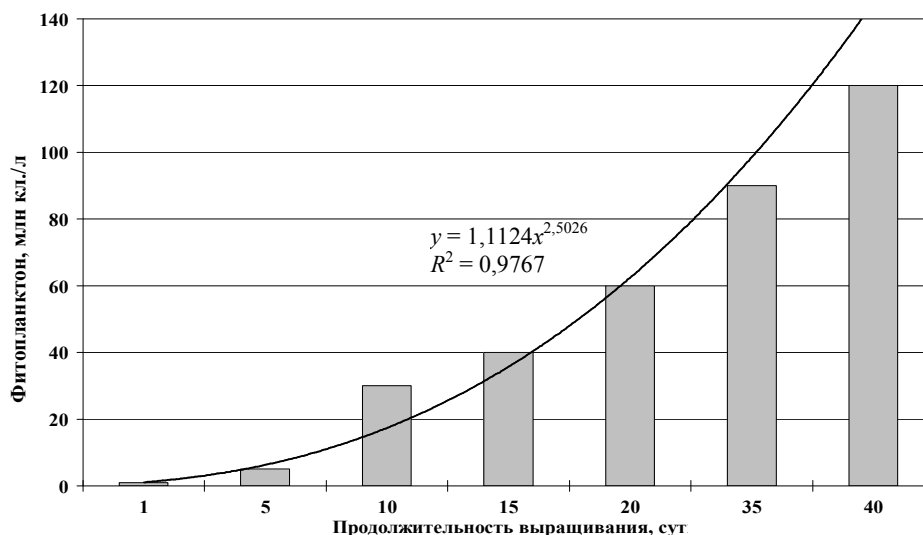


Рис. 1. Изменение количественного состава фитопланктона при внесении питательной смеси

До внесения смеси плотность фитопланктона в ранневесенний период в Керченском проливе не превышает 0,5–2 млн кл./л при температуре водной среды от 8 до 14 °С. После 5-кратного внесения питательной смеси плотность микроводорослей увеличивается до 60 млн кл./л (20-е сутки). Численность фитопланктона достигает своего максимума (90–120 млн кл./л) на 35–40-е сутки, когда температура культуральной среды составляет 18–20 °С. При использовании в качестве корма только кормовых дрожжей фитопланктон развивается очень медленно, в количественном отношении с 1-х по 10-е сутки – от 0,5–1 до 2–4 млн кл./л.

До применения питательных смесей морская вода обычно имеет светло-бурый цвет. В фитопланктоне по качественному составу преобладают в процентном отношении (до 40 %) диатомовые водоросли р. *Navicula*, *Thalassiosira*, *Cyclotella*, *Synedra*, *Stephanodiscus*, *Nitzschia*, *Chaetoceros*; *Rhizosolenia*; 30 % составляют динофитовые водоросли р. *Peridinium*, *Ceratium*, *Exuviella*, *Prorocentrum*; до 15 % – сине-зеленые водоросли р. *Lyngbya*, *Cyanothece*, *Microcystis*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*; 10 % – зеленые р. *Platymonas*, *Dunaliella*, *Gonium*, *Chlorella*, *Oocystis*, *Ochromonas*, *Dinobryon*. После 5-кратного внесения питательной смеси (20-е сутки выращивания) вода в бассейнах или прудах приобретает светло-зеленый цвет. Происходит изменение качественного состава: 45 % составляют зеленые и динофитовые водоросли, 30 % – диатомовые, 20 % – сине-зеленые водоросли. До 5 % от общего количества микроводорослей могут развиваться золотистые водоросли. При дальнейшем внесении питательной смеси количество зеленых и динофитовых водорослей увеличивается и на 40–50-е сутки выращивания инфузорий может достигать 80 % от общего состава фитопланктона.

Усредненный вариант изменения качественного состава микроводорослей после внесения питательной смеси, используемой для кормления инфузорий, приведен на рис. 2.

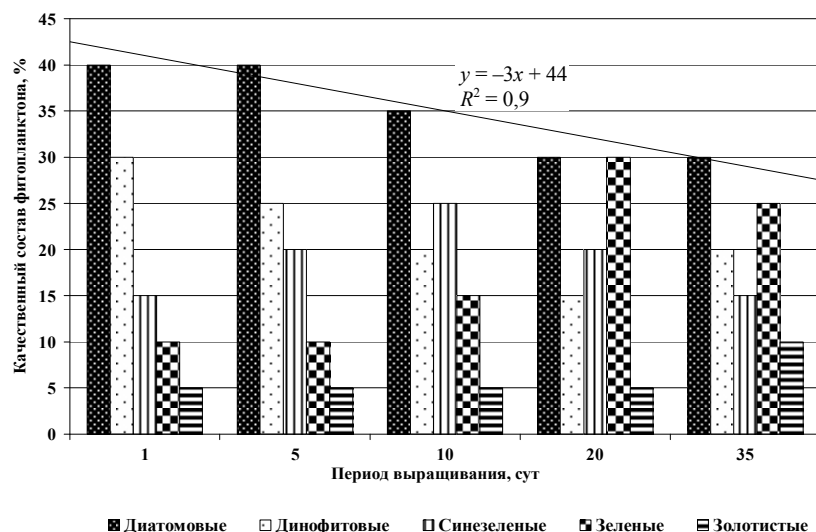


Рис. 2. Изменение качественного состава фитопланктона при внесении питательной смеси

В мировой практике при выращивании зоопланктонных организмов для их кормления часто используют культивируемые микроводоросли. Применение питательной смеси приводит к сокращению экономических затрат, используемых для отдельного культивирования микроводорослей. Одновременно получаем обогащенных инфузорий, т. к. вследствие их способности к поглощению различных химических и биологических веществ не только ртом, но и всей поверхностью тела питательную ценность инфузорий можно легко изменять, применяя при выращивании различные ингредиенты [15].

Анализ материалов по массовому культивированию 3-х видов инфузорий выявил следующие закономерности: наращивание плотности инфузорий происходит независимо от состава корма; величина плотности инфузорий всегда зависит от состава питательной смеси.

Максимальная плотность инфузорий, полученная при культивировании на питательных смесях, составила у вида *Euplotes affinis* 350 000 экз./мл, у *Euplotes charon* – 15 000 экз./мл; *Mesodinium pulex* – 28 000 экз./мл. За период выращивания культур с применением в качестве корма только кормовых дрожжей результаты по максимальной плотности инфузорий в разы меньше: *Euplotes affinis* – 12 500 экз./мл; *Euplotes charon* – 1 600 экз./мл; *Mesodinium pulex* – 1 800 экз./мл.

Лучшие результаты по наращиванию плотности инфузорий были получены в емкостях, где в качестве корма применяли питательную смесь, в состав которой входили конский навоз и сухая банановая кожура. На втором месте по эффективности питательная смесь, в состав которой входил только конский навоз, на третьем – рыбный комбикорм с банановой кожурой.

Представлены усредненные данные по динамике плотности инфузорий (табл. 3).

Таблица 3

Динамика плотности инфузорий (экз./мл) в зависимости от состава питательной смеси

Плотность инфузорий (min-max) в зависимости от корма (корм – питательная смесь с органическими удобрениями)	Период культивирования, годы	Плотность инфузорий (min-max) в зависимости от корма, без применения питательной смеси
В составе смеси – коровий навоз <i>E. affinis</i> – 150 000–250 000 <i>E. charon</i> – 2 000–3 500 <i>M. pulex</i> – 18 000–22 000	2008–2012	Кормовые дрожжи <i>E. affinis</i> – 11 000–12 500 <i>E. charon</i> – 1 300–1 600 <i>M. pulex</i> – 1 500–1 800
В составе смеси – конский навоз <i>E. affinis</i> – 200 000–270 000 <i>E. charon</i> – 6 500–9 500 <i>M. pulex</i> – 20 000–25 000	2013, 2016, 2017	Кормовые дрожжи и банановая кожура <i>E. affinis</i> – 50 000–100 000 <i>E. charon</i> – 2 000–5 000 <i>M. pulex</i> – 500–8 000
В составе смеси – конский навоз и банановая кожура <i>E. affinis</i> – 250 000–350 000 <i>E. charon</i> – 9 000–15 000 <i>M. pulex</i> – 22 000–28 000	2018–2019	Рыбный комбикорм и банановая кожура <i>E. affinis</i> – 80 000–150 000 <i>E. charon</i> – 5 000–8 000 <i>E. charon</i> – 6 000–10 000

Использование питательной смеси в качестве корма и кораллово-ракушечных фракций в качестве подстилающего слоя на дно бассейнов способствовало более интенсивному развитию фитопланктона и нарастанию плотности инфузорий.

Заключение

Способы, нормативы внесения, применение удобрений, микроэлементов в рыбоводстве начали разрабатывать еще в начале XX в., но до сих пор остается дискуссионным вопрос о режиме и формах внесения удобрений в воды повышенной минерализации. В своих работах по массовому выращиванию инфузорий мы выбрали способ одновременного внесения органических и неорганических удобрений, микроэлементов и биогенных добавок в виде питательной смеси. Прямое внесение в морскую воду различных ингредиентов не приводило к эффективным результатам. Установлено, что внесение в морскую воду питательных смесей, основой которых являются минеральные и органические удобрения с различными химическими и биологическими ингредиентами, позволяет проводить промышленное культивирование морских и солоноватоводных инфузорий при неоптимальном режиме температуры водной среды – в интервале от 8 до 20 °С [12–14].

Внедрение в практику рыборазведения предприятий рыбной отрасли и фермерских рыбоводческих хозяйств рекомендаций по массовому культивированию стартовых живых кормов для молоди ценных морских видов рыб позволит существенно повысить рыбопродуктивность внутренних солоноватоводных и морских водоемов, а также прибрежных акваторий Азово-Черноморского бассейна за счет увеличения объемов выпуска качественной жизнестойкой молоди и последующего ее выращивания до промысловых размеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлаченко И. С. Зарубежный опыт развития прибрежной, морской и океанической марикультуры и ее приоритетные задачи в Российской Федерации // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2008. № 1. С. 52–56.
2. Матишов Г. Г. и др. Практическая аквакультура. Ростов н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. С. 238–241.
3. Моисеев Н. Н. Выращивание живых кормов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2007. № 12. С. 43–51.
4. Кренева К. В. Экология массовых видов планктонных инфузорий Азовского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мурманск, 2006. 25 с.
5. Шляхова Н. А. Исследование планктонных инфузорий как компонента экосистемы Азовского моря: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов н/Д., 2000. 23 с.
6. Girin M., Person-Le Ruyet J. L'élevage larvaire des poissons marin: s chaines alimentaires et aliments composes // Bulletin Frances piscicult. 1977. V. 49. N. 264. P. 88–101.
7. Садчиков А. П. Культивирование водных и наземных беспозвоночных (принципы и методы). М.: МАКС Пресс, 2009. 272 с.
8. Хаусман К., Хюлбман Н., Радек Р. Протистология. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
9. Привезенцева Ю. А. Практикум по прудовому рыбоводству. М.: Высш. шк., 1982. 208 с.
10. Тевяшова О. Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах: метод. рук. Ростов н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2009. 81 с.
11. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток. М.: Изд-во ВНИРО, 1986. 64 с.
12. Новоселова Н. В., Туркулова В. Н. К методике массового культивирования живых кормов в условиях низкой температуры для молоди ценных видов морских рыб // Основные результаты комплексных исследований в Азово-Черноморском бассейне и Мировом океане (юбилейный выпуск): тр. ЮгНИРО. Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2008. Т. 46. С. 41–47.
13. Новоселова Н. В. Опыт массового культивирования инфузорий в морской воде // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: материалы VIII Междунар. конф. (Керчь, 26–27 июня 2013 г.). Керчь, 2013. С. 129–135.
14. Новоселова Н. В. Разработка биотехнологии культивирования морских и солоноватоводных инфузорий // Тр. Юж. науч.-исследоват. ин-та рыб. хоз-ва и океанографии. 2017. № 1. Т. 54. С. 157–166.
15. Гроздов А. О., Цвильев О. Р. Методические подходы к оценке качества кормовых продуктов с использованием инфузорий // Эколого-физиологические и токсикологические аспекты и методы рыбохозяйственных исследований. М.: Изд-во ВНИРО, 1990. С. 151–157.

Статья поступила в редакцию 27.06.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Новоселова Нина Васильевна – Россия, 298300, Керчь; Керченский отдел Азово-Черноморского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; ведущий специалист лаборатории марикультуры; novoselova_n_v@azniirkh.ru.

Каниева Нурия Абдрахимовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; д-р биол. наук, профессор; профессор кафедры прикладной биологии и микробиологии; kanievana52@mail.ru.



ON TECHNIQUE OF CULTIVATION OF MARINE
AND BRACKISH-WATER CILIATES

N. V. Novoselova¹, N. A. Kanieva²

¹ *Azov-Black Sea Branch of the of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Kerch Department,
Kerch, Russian Federation*

² *Astrakhan State Technical University,
Astrakhan, Russian Federation*

Abstract. The paper shows the results of the study of cultivating marine and brackishwater ciliates conducted at the experimental centre “Zavetnoe” (the Kerch Strait) in 2008-2019. The main parameters for the ciliates cultivation have been defined and the effectiveness of nutrient mixtures for their feeding have been analyzed. Planktonic ciliates *Euplotes affinis* Dujardin, 1842; *Euplotes charon* O. F. Müller, 1786; *Mesodinium pulex* Claparede et Lachmann, 1858 were taken as the research material. Growing was carried out under the tent and in the open air, in ambient conditions, in cultivation containers in broad daylight and with artificial lighting at night. Coral-shell fractions in 5–7 kg/m² were put on the bottom of the pools as the underlying layer. The density of seeding the uterine culture in *E. affinis* was 5–10 ind./ml, in *E. charon* and *M. pulex* – 1-2 ind./ml. Cultivation of ciliates was carried out in spring and autumn. According to the results of the study, the feed is better used in the form of water-soluble nutrient mixtures. Due to the fact that the nutrient ingredients are in a dissolved state, they are absorbed faster by organisms. This leads to the continuous reproduction of the culture of populations, which helps to grow ciliates even at suboptimal temperatures. Nutrient mixtures are recommended to be added to the culture containers 15–20 days before the introduction of the uterine culture. It has been stated that the increased density of ciliates occurs regardless of the composition of the feed; the density of ciliates always depends on the composition of the nutrient mixture. The best results are obtained when using a nutritious mixture with horse manure and dry banana skin.

Key words: ciliates, *Euplotes affinis*, *Euplotes charon*, *Mesodinium pulex*, nutrient mixtures, cultivation.

For citation: Novoselova N. V., Kanieva N. A. On technique of cultivation of marine and brackish-water ciliates. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry*. 2019;3:89-96. (In Russ.) DOI: 10.24143/2073-5529-2019-3-89-96.

REFERENCES

1. Burlachenko I. S. Zarubezhnyj opyt razvitiya pribrezhnoj, morskoj i okeanicheskoj marikul'tury i ee prioritnye zadachi v Rossijskoj federacii [Foreign experience in development of coastal, marine and oceanic mariculture and its priority tasks in the Russian Federation]. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*, 2008, no. 1, pp. 52-56.
2. Matishov G. G. i dr. *Prakticheskaya akvakul'tura* [Practical aquaculture]. Rostov-na-Donu, Izd-vo YUNC RAN, 2011. Pp. 238-241.
3. Moiseev N. N. Vyrashchivanie zhivyh kormov [Live feed cultivation]. *Rybovodstvo i rybnoe hozyajstvo*, 2007, no. 12, pp. 43-51.

4. Kreneva K. V. *Ekologiya massovykh vidov planktonnykh infuzorij Azovskogo morya. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Ecology of mass species of planktonic ciliates of the Azov Sea. Diss. Abstr... Cand. Biol. Sci.]. Murmansk, 2006. 26 p.
5. Shlyahova N. A. *Issledovanie planktonnykh infuzorij kak komponenta ekosistemy Azovskogo morya. Avtoreferat dis. ... kand. biol. nauk* [Studying planktonic ciliates as a component of ecosystem of the Azov Sea. Diss. Abstr. ... Cand. Biol. Sci.]. Rostov-na-Donu, 2000. 23 p.
6. Girin M., Person-Le Ruyet J. L'elevage larvaire des poissons marin: s chaines alimentaires et aliments composes. *Bulletin Frances piscicult*, 1977, vol. 49, no. 264, pp. 88-101.
7. Sadchikov A. P. *Kul'tivirovanie vodnykh i nazemnykh bespozvonochnykh (principy i metody)* [Cultivation of aquatic and terrestrial invertebrates (principles and methods)]. Moscow, MAKS Press, 2009. 272 p.
8. Hausman K., Hyulbsman N., Radek R. *Protistologiya* [Protistology]. Moscow, Tovarishchestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2010. 495 p.
9. Privezenceva Yu. A. *Praktikum po prudovomu rybovodstvu* [Workshop in pond fish farming]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1982. 208 p.
10. Tevyashova O. E. *Sbor i obrabotka zooplanktona v rybovodnykh vodoemah: metodicheskoe rukovodstvo* [Collection and processing of zooplankton in fish ponds: methodological guide]. Rostov-na-Donu, Izd-vo AzNIIRH, 2009. 81 p.
11. *Instrukciya po massovomu razvedeniyu morskikh odnokletochnykh vodoroslej i kolovratok* [Instructions for mass cultivation of marine unicellular algae and rotifers]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1986. 64 p.
12. Novoselova N. V., Turkulova V. N. K metodike massovogo kul'tivirovaniya zhivykh kormov v usloviyakh nizkoj temperatury dlya molodi cennykh vidov morskikh ryb [On methods of mass cultivation of live food at low temperatures for juveniles of valuable marine fish species]. *Osnovnye rezul'taty kompleksnykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom bassejne i Mirovom okeane (yubilejnyj vypusk): trudy YUgNIRO*. Kerch', Izd-vo YUgNIRO, 2008. Vol. 46. Pp. 41-47.
13. Novoselova N. V. Opyt massovogo kul'tivirovaniya infuzorij v morskoy vode [Practice of mass cultivation of ciliates in sea water]. *Sovremennye rybohozyajstvennyye i ekologicheskie problemy Azovo-Chernomorskogo regiona: materialy VIII Mezhdunarodnoj konferencii (Kerch', 26–27 iyunya 2013 g.)*. Kerch', 2013. Pp. 129-135.
14. Novoselova N. V., Turkulova V. N. Razrabotka biotekhnologii kul'tivirovaniya morskikh i solonovatovodnykh infuzorij [Development of biotechnology for cultivating marine and brackish-water ciliates]. *Trudy Iuzhnogo nauchno-issledovatel'skogo instituta rybnogo khoziaistva i okeanografii*, 2017, no. 1, vol. 54, pp. 157-166.
15. Grozdov A. O., Tsvylev O. R. Metodicheskie podkhody k otsenke kachestva kormovykh produktov s ispol'zovaniem infuzorii [Methodological approaches to assessing quality of feed products with ciliates]. *Ekologo-fiziologicheskie i toksikologicheskie aspekty i metody rybokhoziaistvennykh issledovaniy*. Moscow, Izd-vo VNIRO, 1990. Pp. 151-157.

The article submitted to the editors 27.06.2019

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Novoselova Nina Vasilevna – Russia, 298300, Kerch; Azov-Black Sea Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kerch Department; Leading Specialist of Mariculture Laboratory; novoselova_n_v@azniirkh.ru.

Kanieva Nuria Abdrakhimovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Professor of the Department of Applied Biology and Microbiology; kanievana52@mail.ru.

