

## РАЗРАБОТКА БИОТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ И СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ИНFUЗОРИЙ

**Н. В. Новосёлова, ст. н. с.**

*Керченский филиал («ЮЗНИИРО») ФГБНУ «АзНИИРХ»  
e-mail: novoselova\_n\_v@azniirkh.ru*

*Приводятся некоторые результаты исследований по культивированию морских и солоноватоводных инфузорий на экспериментальной базе ЮЗНИИРО «Заветное» (Керченский пролив) за период с 1985 по 2014 г. и на базе ХТМО (Черное море, Шаболатский лиман) за 2008 г. Определены основные параметры для культивирования организмов и питательные смеси для их кормления. Результаты исследований показали, 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 инфузорий даже при неоптимальной температуре. Питательные смеси рекомендуется вносить в культуральные емкости за 15-30 суток до внесения маточной культуры. Сделан вывод о том, что для выращивания инфузорий необходимо применять кормовые витамины группы В, глюкозу, кормовой метионин, азотнокислый натрий, кормовые дрожжи и органические удобрения.*

**Ключевые слова:** *Euplotes affinis, Euplotes charon, Metacylis mediterranea, Mesodinium pulex*, инфузории, питательные смеси, удельная продукция, культивирование

### ВВЕДЕНИЕ

В современный период остается актуальной проблема совершенствования технологической схемы культивирования мелких беспозвоночных как стартового корма для выращивания личинок и молоди рыб, которая с переходом рыбоводства на индустриальные методы выращивания не теряет своей значимости, поскольку естественный зоопланктон является обязательным в рационе личинок пресноводных и морских рыб, особенно в период раннего развития [9, 16, 22].

Инфузории – это простейшие организмы (тип – Ciliophora), тело которых морфологически соответствует одной клетке, будучи вместе с тем самостоятельным организмом со всеми присущими организму функциями. Важным систематическим признаком инфузорий служат реснички, присутствующие обычно в большом количестве в течение всего жизненного цикла (класс – Ciliata) или лишь на определенных его этапах (класс – Sустoria). Вторым важным общим признаком инфузорий является присутствие в их теле по меньшей мере двух качественно различных ядер [5, 6, 23].

В настоящее время существуют методы промышленного разведения пресноводных инфузорий. При их выращивании используют следующие методы: периодическое культивирование (или полунепрерывное) и накопительное. Первое используют обычно при описании массового культивирования с периодическим удалением прироста инфузорий, сменой среды и добавлением корма при несовпадающей периодичности этих процессов, а также при описании массового культивирования с периодической заменой части объема культуры свежей культуральной средой. Под накопительным культивированием обычно понимают выращивание инфузорий в непроточном объеме при постоянном внесении корма до момента достижения максимальной численности, биомассы или прироста этих показателей [10, 12].

В практике лабораторного и массового культивирования обычно используют высокопродуктивные и широко распространенные в эвтрофных пресноводных водах виды, такие как *Paramaecium caudatum*, *P. aurelia*, *P. bursaria*, *P. multimicronudeatum*, *Stylonychia (Oxytricha) pastulata*, *Colpoda steine*, *Colpidium colpoda*, *C. stiatum*, *C. campilium*, *Tetrahymena pyriformis*. Применение различных методов выращивания инфузорий обеспечивает непрерывный рост и довольно высокую продуктивность культуры (до 500 мг/м<sup>3</sup> сырой биомассы ежедневно) [4, 10, 16, 18, 28, 29].

Исследователи указывают, что вследствие своей высокой продуктивности, 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. Состав пищи, в свою очередь, влияет на время генерации инфузорий [1, 5, 14, 15, 24].

Морские инфузории, как и пресноводные, обладают высокой скоростью размножения, часто используются 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. Их доля в суммарной биомассе зоопланктонного сообщества в морях и океанах составляет от 5 до 10 % [11, 25].

Попытки промышленного способа выращивания морских простейших начались за рубежом с 70-х гг. XX века. Культивируемыми видами являлись ресничные инфузории родов: *Euplotes*, *Favella*, *Tintinopsis*, *Fabres* [26]. Имеются также работы об использовании инфузорий как стартового корма для личинок морских рыб [7, 13, 19, 26]. Методы содержания и выращивания морских инфузорий опираются на микробиологические методические разработки по культивированию простейших [2, 3, 10, 27].

В практике разведения инфузорий для их кормления используют: сенной настой, кормовые и пекарские дрожжи, микроводоросли и различные питательные добавки в виде солей химических веществ, полисахариды, аминокислоты, витамины, ферменты. При выращивании инфузорий учитываются также такие параметры среды: содержание кислорода (оптимум – 4-8 мг/л); водородный показатель pH – 7,6-8,5; температура – 20-28 °С; продукты метаболизма следует удалять, регулировать количество и качество корма [1, 10, 18].

Нельзя сказать, что массовое культивирование морских инфузорий было малоуспешным, но в литературе не встречается описания эффективных способов выращивания морских простейших. Поэтому тема получения биотехнологии культивирования морских инфузорий остается актуальной.

Целью исследований было разработать биотехнологию промышленного культивирования инфузорий, применяя в качестве корма для простейших питательные смеси на основе удобрений, химических солей, витаминов и др. ингредиентов.

По мере проведения работ были поставлены следующие задачи:

1. Провести исследования основных параметров выращивания инфузорий (удельная продукция, время генерации, число делений в сутки – *p. Euplotes* и *p. Mesodinium* при неблагоприятном температурном режиме (10-14 °С).
2. Исследовать влияние питательных смесей различного состава и кормовых дрожжей на динамику численности инфузорий при неоптимальном режиме температуры.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Научно-исследовательские работы по массовому культивированию инфузорий проводились на экспериментальной базе ЮгНИРО – НИБ «Заветное» (Керченский пролив) в период с 1985 по 2014 г. и в Одесской области на Шаболатском лимане (база ХТМО) в 2008 г.

Материалом для исследований служили 4 вида инфузорий: *Euplotes affinis* Dujardin 1842; *E. charon* O.F. Müller, 1786; *Mesodinium pulex* Claparede et Lachmann, 1858; *Metacylis mediterranea* var. *longa* Brandt, 1908. Культуры организмов выделялись из солоноватоводных водоемов, расположенных

вдоль побережья Керченского пролива, и Черного моря. Маточные культуры зоопланктеров отбирались с помощью гидробиологических сачков из газ-мельничного сита № 77.

Для культивирования использовались различные емкости: стандартные рыбоводные лотки (4,5 × 0,68 × 0,45 м), стеклопластиковые емкости объемом от 100 л до 2 м<sup>3</sup>. Все емкости перед заселением гидробионтов обрабатывались раствором фуразолидона (0,5 мг/л). Выращивание производилось 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 ватт.

Сбор зоопланктона и камеральную обработку проб проводили по стандартным методикам [17, 21]. Для поддержания кислородного режима в емкостях применялись аквариумные и стационарные компрессоры и пластиковые распылители. Барботаж культуральной среды сжатым воздухом в бассейнах и лотках осуществлялся круглосуточно, каждые 5-7 суток проводилась замена 1/3 части культуральной среды на свежую морскую воду и частичная чистка дна емкостей.

Зоопланктон культивировался накопительными (культивирование партиями) и полунепрерывными способами. В зависимости от концентрации инфузорий в пробе производилось разбавление пробы профильтрованной водой соответствующей солености в 2-50 раз. Для определения видовой принадлежности инфузории окрашивались 0,1-0,5 % водным раствором азотнокислого серебра (AgNO<sub>3</sub>), 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).

Эксперименты по определению удельной продукции и времени генерации инфузорий проводились в часовых стеклах, куда помещали одну инфузорию сразу после деления. Вода для опыта профильтровывалась через фарфоровые воронки с микропорами до 5 мкм. Кормом служила питательная смесь, которая вносилась на кончике препаровальной иглы или микробиологическими пипетками объемом 10 мкл.

Продолжительность опытов составила 36 часов, опыты проведены в трех повторностях. Температура добавляемой воды соответствовала температуре, при которой проводилось массовое культивирование инфузорий. Расчеты удельной продукции и времени генераций велись по формулам, приведенным В.Е. Заикой [8].

Таблица 1

**Нормы и периодичность внесения ингредиентов (на 1 м<sup>3</sup>) для культивирования инфузорий**

Ингредиенты	Норма	Периодичность внесения
Растительная зола	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 15-30 суток до внесения маточной культуры и далее один раз в 2-6 суток в емкости и бассейны из расчета 0,1-0,2 л на 1 м <sup>3</sup> культуральной среды.
Натрий азотнокислый – NaNO <sub>3</sub>	10 г	
Крахмал картофельный, амилодекстрин – (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> ) <sub>n</sub>	5 г	
Кормовые дрожжи – <i>Torulopsis utilis</i>	0,5 г	
Кормовые витамины группы В	0,5-1 г	
Глюкоза – C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> (или Д-маннит, мальтоза, Фруктоза, сахароза)	2-5 г	
Незаменимые аминокислоты: метионин кормовой или лизин кормовой	по 10 мг	
Железо хлористое (III) 6-водное – FeCl <sub>3</sub> × 6H <sub>2</sub> O	0,1 мг	
Кобальт (II) хлористый 6-водный – CoCl <sub>2</sub> × 6H <sub>2</sub> O	0,1 мг	
Марганец (II) хлористый 4-водный – MnCl <sub>2</sub> × 4H <sub>2</sub> O	0,1 мг	
Конский навоз или сено	0,2-0,5 кг	
Половина сырого куриного желтка, эмульгированного с 1 мл кукурузного масла и 2 мл коровьего молока	2 мл	

Примечание 1. По достижении температуры культуральной среды выше 20 °С нормативы внесения ингредиентов рекомендуется уменьшить в 2 раза.

Примечание 2. По достижении численности инфузорий более 100 млн. экз./л нормативы внесения ингредиентов рекомендуется увеличить в 2 раза.

На дно бассейнов вносились кораллово-ракушечные фракции в количестве 5-7 кг/м<sup>2</sup>. Плотность маточной культуры составляла: у *E. Affinis* – 3-4 экз./мл, у *E. charon* и *M. pulex* – 1-2 экз./мл, у *M. mediterranea* – 0,01 экз./мл.

В табл. 1 приводятся нормы и периодичность внесения ингредиентов для приготовления питательных смесей при культивировании инфузорий на 1 м<sup>3</sup> культуральной среды.

В табл. 2 приводятся рекомендуемые интервалы средних гидрохимических показателей при массовом выращивании инфузорий.

Таблица 2

**Средние гидрохимические показатели водной среды, рекомендуемые для массового культивирования морских инфузорий**

Гидрохимические показатели	Параметры
Температура, °С	8-25
Содержание растворимого в воде кислорода, мг/л	3-8
Водородный показатель, рН	7,7-8,5
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

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные усредненные результаты по величине удельной продукции и скорости размножения в зависимости от состава вносимого корма приводятся в табл. 3.

Таблица 3

**Скорость размножения и удельная продукция инфузорий в зависимости от состава вносимого корма**

Корм	Время генерации, час	Число делений в сутки	Удельная продукция, сут. <sup>-1</sup>
<i>Euplotes affinis</i> , температура 8-15 °С			
Дрожжи	30,1	0,6-0,8	0,4
Дрожжи, витамин В <sub>12</sub> , глюкоза	16,3	1,5-2,9	1,0-1,5
<i>Mesodinium pulex</i> , температура 8-15 °С			
Дрожжи	32,7	0,9-1,3	0,7
Дрожжи, витамин В <sub>12</sub> , метионин, Д-маннит	10,3	2,7-3,8	1,6-1,8

По представленной табл. 3 видно, что скорость размножения и удельная продукция в опыте, где кормом являлись дрожжи в смеси с витаминами, почти в два раза больше, чем в контрольном, где кормом служили «чистые» дрожжи.

Сравнительно высокие значения удельной продукции, полученные в опытах с добавлением витаминов, полисахаридов, аминокислот, по-видимому, объясняются тем, что эти ингредиенты способствуют более ускоренному темпу деления инфузорий. Эти результаты согласуются с данными других авторов, которые отмечают, что применение цианкоболамина при выращивании инфузорий позволяет уже в течение первых двух суток получать высокую численность бактерий (50-60 тыс. экз./мл). Инфузории интенсивно потребляют полисахариды (сахарозу, мальтозу, лактозу), которые хорошо усваиваются и перерабатываются с помощью специальных энзимов [5, 27, 23].

В описанном выше исследовании автор получила при температуре 10-14 °С удельную продукцию для *p. Euplotes* ( $c = 1$  сут.<sup>-1</sup>) и *p. Mesodinium* ( $c = 1,6$  сут.<sup>-1</sup>), а максимальное значение удельной продукции для инфузорий, близких к изученным автором размерным группам, по данным других авторов, равно 0,4-2,8 сут.<sup>-1</sup> при температуре 23-25 °С [8]. Следовательно, можно предположить, что

применяемые питательные смеси для культивирования инфузорий позволяют получать продукцию даже при неоптимальном режиме температуры.

Следующей задачей при культивировании инфузорий было исследование влияния питательных смесей различного состава и кормовых дрожжей на динамику численности инфузорий при неоптимальном режиме температуры. На рис. 1-5 день внесения маточной культуры – первые сутки выращивания. Период культивирования инфузорий с апреля по июнь. Продукция изымалась с пятых-шестых суток выращивания. Плотность инфузорий приводится для поверхностного слоя культуральной среды, глубина – 10-20 см.

На рис. 1 показаны усредненные результаты по изменению плотности инфузории *E. affinis* в зависимости от состава вносимого корма, полученные в 1989, 2006, 2009 гг. Продолжительность выращивания – 10 суток.

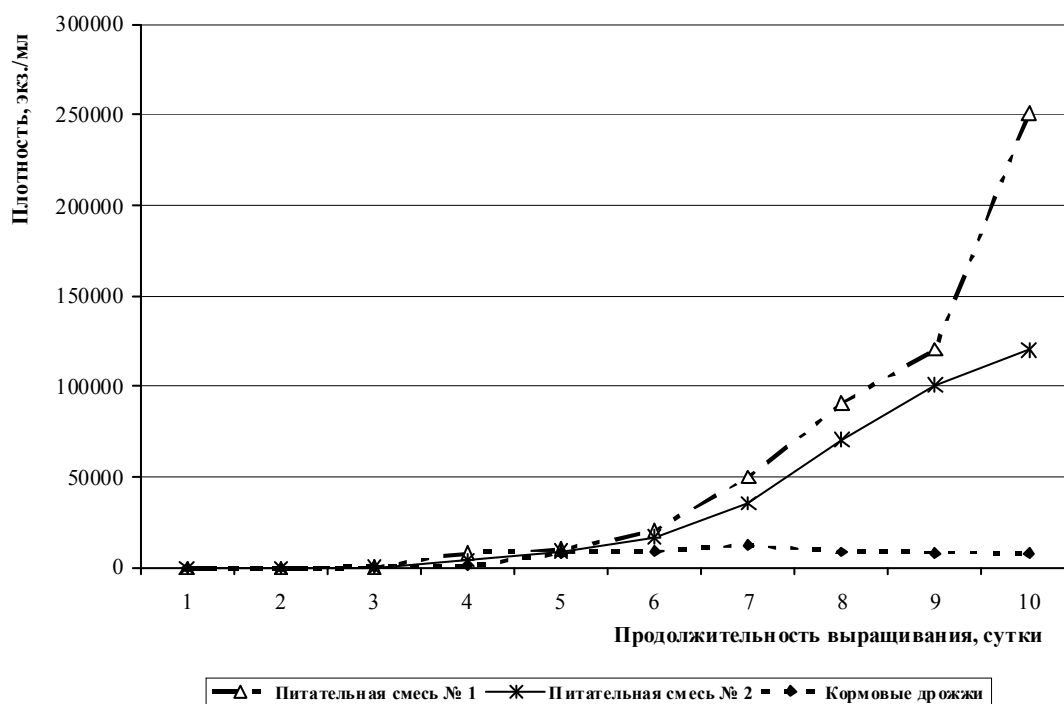


Рис. 1 Изменение плотности инфузории *E. affinis* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 2000 л

На рис. 2 представляются усредненные данные по динамике плотности инфузории *E. charon* (2006, 2008, 2014 гг.) при выращивании с использованием кормовых дрожжей и питательной смеси на основе сена. Продолжительность – 10 суток.

В начале массового культивирования с применением питательных смесей плотность увеличивается от нескольких экз./мл до нескольких тысяч экз./мл в течение 4-6 суток (рис. 1, 2). В дальнейшем плотность резко возрастает до нескольких тысяч или сот тысяч экз./мл. В емкостях, где в качестве корма для кормления культуры инфузорий применялись только кормовые дрожжи, можно было наблюдать другую картину роста популяции инфузорий. В начальный период выращивания происходит очень медленное увеличение численности инфузорий до 2 суток, далее плотность увеличивается до 1-2 тыс./мл, после изъятия продукции сразу наступает стационарная фаза (6-8 сутки, численность остается почти на одном уровне). На 9-10 сутки инфузории перестают наращивать численность и культура «затухает». Меньшую численность инфузорий вида *E. charon* автор попыталась объяснить некоторыми причинами. Во-первых, инфузории вида *E. charon* почти в 2 раза больше по величине, чем предыдущий вид – *E. affinis*.

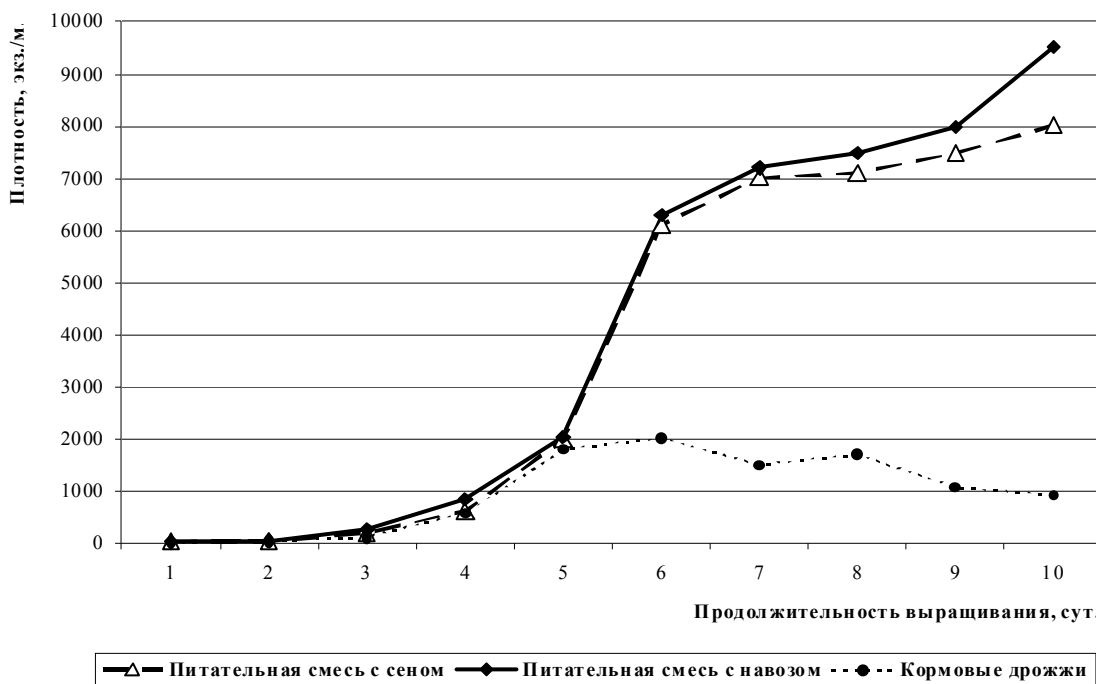


Рис. 2 Изменение плотности инфузории *E. charon* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 2000 л

Второй причиной является то, что в культуре инфузорий *E. charon* всегда присутствуют и инфузории вида *E. affinis*, которые могут вытеснить первый вид. Это происходит, если в питательной смеси с навозом содержание глюкозы и метионина составляет более 20 мг/м<sup>3</sup>. Поэтому численность инфузорий, полученная при культивировании, вполне достаточна, чтобы использовать этот вид для массового выращивания.

На рис. 3 приводится динамика (усредненный вариант за 2006, 2008 гг.) развития популяции инфузорий вида *M. pulex*. Продолжительность культивирования – 13 суток.

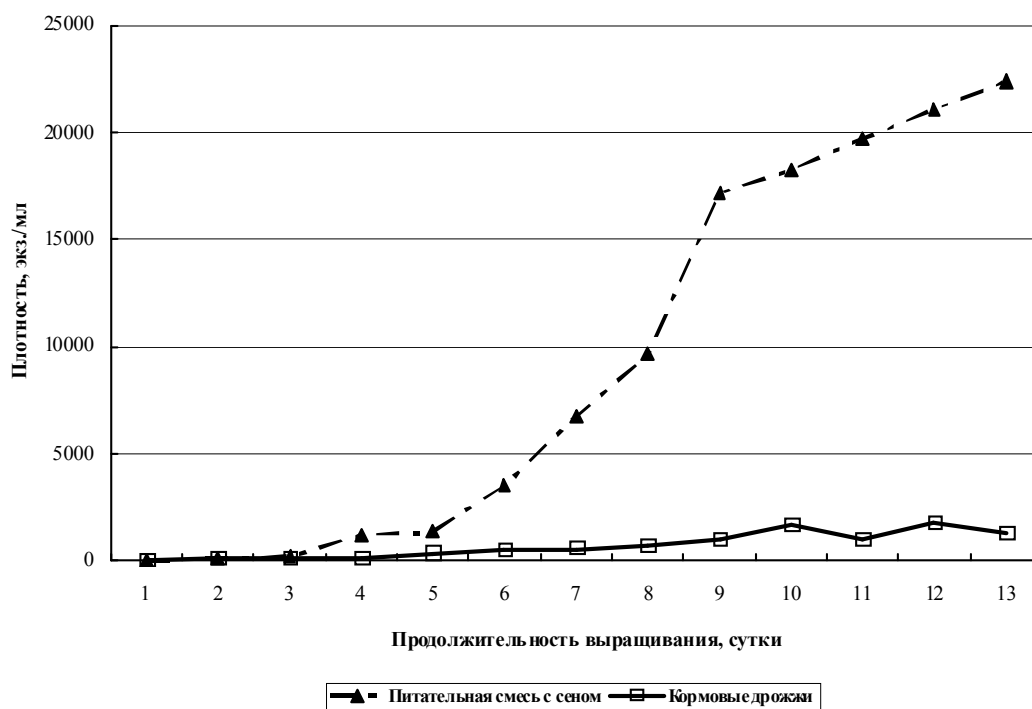


Рис. 3 Изменение плотности *M. pulex* в зависимости от состава корма, объем культуральной среды – 2000 л

По представленному рис. 3 можно проследить, что при использовании в качестве корма питательной смеси с сеном происходит увеличение численности инфузорий на несколько порядков выше, чем при кормлении «чистыми» кормовыми дрожжами. Инфузории *M. pulex* за период культивирования (13 суток) плотность увеличивают со 100-300 экз./л до 22000 экз./л. Питательная смесь с навозом при выращивании этого вида оказалась малоэффективной.

На рис. 4 показаны усредненные результаты (1989, 2008 гг.) выращивания инфузорий вида *M. mediterranea*. Продолжительность – 10 суток. По нему можно проследить, что инфузорий этого вида невозможно культивировать, применяя в качестве корма только кормовые дрожжи. На «чистых» дрожжах популяция данного вида не вступила даже в фазу замедленного роста. Применение питательной смеси с сеном дало положительный результат.

В то же время использование питательной смеси с навозом дало отрицательный результат. Численность популяции инфузорий медленно нарастала в период с 1 по 6 сутки от 7 экз./мл до 41 экз./мл. За период культивирования с 1 по 10 сутки плотность инфузорий возросла до 228 экз./мл.

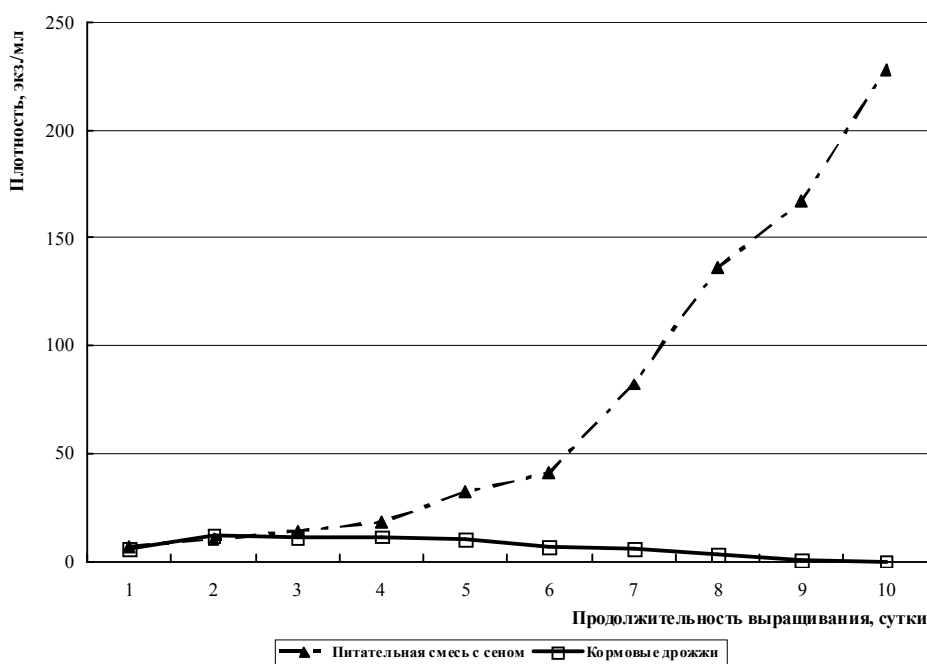


Рис. 4 Изменение плотности инфузории *M. mediterranea* в зависимости от состава вносимого корма, объем культуральной среды – 1000 л

Автор представляемой работы считает, что полученные результаты по массовому культивированию инфузорий *p. Metaculis* являются положительными по нескольким причинам. Во-первых, для своей размерной группы и анатомических особенностей (живут в специализированных «домиках») полученная численность инфузорий – более 200 экз./мл – довольно высокая; во-вторых, культивировался вид, для которого имеющаяся соленость (12-14 ‰) не являлась оптимальной; в-третьих, плотность инфузорий постоянно нарастала, даже при ежедневном удалении продукции. Максимальная плотность инфузорий, полученная при культивировании на питательных смесях, составила у вида *E. affinis* – 250080 экз./мл, у *E. charon* – 3500; *M. pulex* – 22360; *M. mediterranea* – 228, соответственно.

Автор считает, что следует также обратить внимание на то, что применение питательных смесей в качестве корма для инфузорий и кораллово-ракушечных фракций в качестве подстилающего слоя на дно бассейнов способствовало более интенсивному развитию фитопланктона. На рис. 5 представлен усредненный вариант изменения количественного состава микроводорослей при внесении питательных смесей в емкости, где производится культивирование зоопланктона.

По приведенному рис. 5 можно наблюдать, как изменяется численность микроводорослей в процессе внесения питательных смесей. До их внесения плотность фитопланктона в ранневесенний

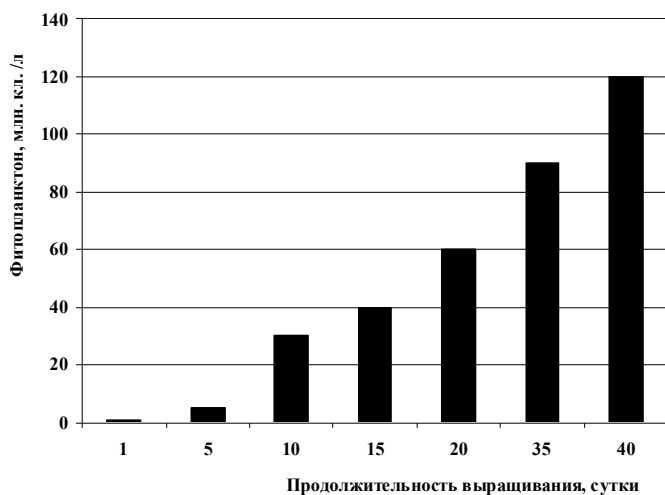


Рис. 5 Изменение количественного состава фитопланктона в результате применения питательных смесей

В качественном плане, при применении питательных смесей за 15 суток до внесения маточной культуры, культуральная среда всегда принимала четкий светло-зеленый оттенок, в отличие от первоначального – бурого цвета. В начале культивирования преобладал диатомово-динофитовый комплекс водорослей – Bacillariophyta: *Nitzschia delicatissima*, *Coscinodiscus scutellum*, *Chaetoceros curvisetus*; Dinophyta: *Prorocentrum micans*, *Ceratium furca*, в незначительных количествах встречались сине-зеленые водоросли – Cyanophyta. Это были в основном виды рода *Lyngbya*. После 10-кратного внесения смесей уже преобладали виды диатомовых, динофитовых и зеленых водорослей – Bacillariophyta: *Cyclotella caspia*, *Chaetoceros curvisetus*, *Cocconeis scutellum*, *Coscinodiscus scutellum*; Dinophyta: *Prorocentrum micans*, *Exuviaela cordata*, *Gymnodinium wulfii*, *Glenodinium sp.*, *Dunaliella viridis*, *Chlorella sp.*, *Chlamydomonas sp.*, *Platymonas sp.*, *Scenedesmus sp.*, и одиночные сине-зеленые водоросли рода *Microcystis*.

При массовом культивировании инфузорий на питательных смесях очень редко наблюдались процессы конъюгации (половой процесс и ядерная реорганизация), которые обычно приводят к замедлению темпа размножения. Без обновления ядерного аппарата у инфузорий происходит гипертрофия макронуклеуса, рост и деление прекращаются. По мнению исследователей, процесс конъюгации замедляет темп увеличения численности, что нежелательно для массового культивирования [28, 29]. Многие авторы отмечают, что бесполое размножение (деление надвое), которое обуславливает постоянное увеличение численности, происходит при наличии достаточной и легкоусвояемой пищи и благоприятной температуры. В этом случае инфузории способны давать большую продукцию, как и все простейшие. Известно также, что инфузории могут размножаться без периодов конъюгации продолжительностью до 1000 суток без ущерба для популяции [1, 5, 15, 23].

Поэтому можно предположить, что используемые ингредиенты – это корм «соответствующего качества и количества».

## ВЫВОДЫ

1. При содержании инфузорий в лабораторных условиях получены следующие данные: время генерации (с применением питательных смесей) для вида *E. affinis* составило 16,3 ч (на дрожжах – 30,1 ч); число делений в сутки – 1,5-2,9 и 0,6-0,8, соответственно. Удельная продукция при применении смесей составляла 1,0-1,5 сут.<sup>-1</sup>, без них – 0,4. Для вида *M. pulex*: время генерации с применением питательных смесей – 10,3, на дрожжах – 32,7 ч; число делений в сутки – 2,7-3,8 и 0,9-1,3, соответственно; удельная продукция при применении смесей составляла 1,6-1,8 сут.<sup>-1</sup>; без них – 0,7 (табл. 3).

период в водоемах, расположенных вдоль Керченского пролива, и в воде самого пролива, не превышает 0,5-2 млн. кл./л при температуре культуральной среды от 8 до 14 °С. После 5- или 8-кратного внесения питательных смесей плотность микроводорослей увеличивается от 5 млн. кл./л (5-е сутки) до 60 млн. кл./л (20-е сутки). Численность фитопланктона достигает своего максимума (90-120 млн. кл./л) на 35-40-е сутки культивирования, когда температура культуральной среды составляет 20-23 °С (рис. 5). При использовании в качестве корма только пекарских или кормовых дрожжей фитопланктон развивался очень медленно, в количественном отношении с 1-х по 10-е сутки – от 0,5-1 млн. кл./л до 2-4 млн. кл./л.



2. При культивировании с использованием питательных смесей численность инфузорий *E. affinis* достигала 250000 экз./мл; *E. charon* – 9500; *Mesodinium pulex* – 22000; *Metacyclis mediterranea* – 230, соответственно. При кормлении только кормовыми дрожжами плотность популяции *E. affinis* увеличивалась до 18000 экз./мл; *E. charon* – 2000; *Mesodinium pulex* – 1500; *Metacyclis mediterranea* – 20, соответственно. Поэтому массовое культивирование морских и солоноватоводных инфузорий рекомендуется проводить, используя различные химические и биологические добавки. Внесение смесей позволяет проводить выращивание даже при неоптимальной температуре. Это приводит к постоянному размножению культуры популяций, без периодов конъюгаций. Плотность организмов постоянно увеличивается, несмотря на ежедневное удаление 1/3 сырой биомассы.
3. Питательные смеси с витаминами, незаменимыми аминокислотами, полисахаридами и микроэлементами следует вносить в культуральные емкости за 15-30 суток до внесения маточной культуры.
4. Для выращивания инфузорий рекомендуется применять кормовые витамины группы В, глюкозу, кормовой метионин, азотнокислый натрий, кормовые дрожжи и органические удобрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бурковский И.В. Экология свободноживущих инфузорий. – М.: МГУ, 1984. – 184 с.
2. Балакиец Н.И. Культивирование микроорганизмов: очерки по микробиологии, 2011-2014 [Электронный ресурс]. – URL: <http://mikrobio.ho.ua/contents-4-2-2.html> (дата обращения 14.02.2017).
3. Веркман К.Х., Вильсон П.В. Физиология бактерий. – М.: Ист. литература, 1954. – 302 с.
4. Гроздов А.О., Цвылев О.Р. Методические подходы к оценке качества кормовых продуктов с использованием инфузорий // Экол.-физиол. и токсик. методы рыбох. исслед. ВНИРО. – М., 1990. – С. 151-157, 186.
5. Догель В.А. Общая протистозология. – Л.: Советская наука, 1961. – С. 300-342.
6. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1981. – 605 с.
7. Журавлева Н.Г. Опыт подращивания личинок весенне-нерестующей мойвы // Рыбное хозяйство. – 1982. – № 7. – С. 38-39.
8. Заика В.Е. Сравнительная продуктивность гидробионтов. – К.: Наукова думка, 1983. – 205 с.
9. Козлов В.И., Никифоров-Никишин И.А., Бородин А.Л. Аквакультура. – М.: Колос С, 2006. – 445 с.
10. Кокова В.Е., Лисовский Т.М. Непропорционально-проточная культура простейших. – Новосибирск: Наука, 1976. – 75 с.
11. Кренева К.В. Экология массовых видов планктонных инфузорий Азовского моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Мурманск, 2006. – 25 с.
12. Моисеев Н.Н. Живые корма (выращивание и использование) : учеб. пособие. – Новосибирск: Новосиб. гос. аграр. ун-т. – М.: Дельфин, 2003. – 115 с.
13. Новоселова Н.В. Влияние некоторых биологически активных веществ на рост популяций коловраток и инфузорий // Живые корма для объектов марикультуры : сб. науч. тр. ВНИРО. – М.: ВНИРО, 1988. – С. 81-94.
14. Павловская Т.В. Питание и размножение массовых видов инфузорий Черного моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Севастополь, 1971. – 24 с.
15. Павловская Т.В. Влияние условий питания на скорость и потребление пищи и время генерации инфузорий // Зоологический журнал. – 1973. – Т. 52, вып. 10. – С. 1451-1458.
16. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Ноконоров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.Н. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
17. Привезенцева Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству / под ред. Ю.А. Привезенцева. – М.: Высшая школа, 1982. – 208 с.
18. Садчиков А.П. Культивирование водных и наземных беспозвоночных (принципы и методы). – М.: МАКС Пресс, 2009. – 272 с.
19. Сайфулина Е.Ю. Культивирование инфузорий рода *Euplotes* для выращивания личинок морских рыб // Живые корма для объектов марикультуры : сб. науч. тр. ВНИРО. – М., 1988. – С. 94-96.

20. Тарасов Е., Герасимова Т., Карманова Е. Инфузории – стартовый корм // Рыболовство и рыбоводство. – 1982. – № 5. – С. 7.
21. Тевяшова О.Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах / Метод. рук-во ФГУП «АзНИИРХ». – Ростов-н/Д., 2009. – 81 с.
22. Фигурков С.А., Сони́на И.С. Повышение продуктивности прудов рыбохозяйственных водоемов за счет улучшения естественной кормовой базы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – № 3. – С. 51-58.
23. Хаусман К., Хюлбсман Н., Радек Р. Протистология. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
24. Хлебович Т.В. Роль инфузорий в продуктивности водоемов // Зоологический журнал. – 1982. – Т. 67, вып. 9. – С. 356-364.
25. Шляхова Н.А. Исследование планктонных инфузорий как компонента экосистемы Азовского моря : автореф. дис. канд. биол. наук. – Ростов-н/Д., 2000. – 23 с.
26. Girin, M. M., Ruyet, J. Person-Le L'élevage larvaire des poissons marin: s chaines alimentaires et aliments composes // Bulletin Frances piscicult. – 1977. – Vol. 49, No 26. – P. 88-101.
27. Hungate, R. Mutualistic intestinal Protozoa // Biochemistry and Physiology of Protozoa. – New York, 1955. – No 1. – P. 159-201.
28. Sonneborn, T. Breeding systems, reproductive methods and species problems in Protozoa // Mayr E. (ed.): The Species Problems. American Association for the Advancement of Science. Washington. – 1957. – P. 155-324.
29. Szito, A. The effects of abiotic and biotic factors on the productivity of full-scale Paramecium cultures // Aquaculture Hung. – 1980. – Vol. 16, No 2. – P. 44-49.

Поступила 01.03.2017 г.

**Ciliates culture for marine aquaculture species.** N. V. Novoselova. *Studies on marine and brackishwater ciliates culture, conducted at the YugNIRO research base «Zavetnoe», Kerch Strait (1985-2014) and in the Shabolatsky Lagoon, Black Sea (2008) were analyzed. The main parameters for the organisms culture and nutrient mixtures for their feeding were defined. The obtained results showed that it is more feasible to use feeds, which are made of water-soluble nutrient mixtures. Due to the fact that nutrient ingredients are dissolved, they are better digested by organisms. It can lead to constant reproduction of the cultured populations, which allows to breed them even in conditions of unfavorable temperatures. Nutrient mixtures with vitamins, essential aminoacids, polysaccharides and microelements are recommended to add to the culture containers 15-30 days prior to stock culture filling. It is concluded that, in order to culture ciliates, it is necessary to include fodder vitamins of B complex, glucose, fodder methionine, sodium nitrate, fodder yeasts and organic fertilizers into the nutrient mixtures.*

**Keywords:** *Euplotes affinis, Euplotes charon, Metacylis mediterranea, Mesodinium pulex, ciliates, nutrient mixtures, specific production, marine aquaculture*