

МАССОВОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КОЛОВРАТОК В ПОЛИКУЛЬТУРЕ С ВЕСЛОНОГИМИ И ВЕТВИСТОУСЫМИ РАКООБРАЗНЫМИ

Н. В. Новоселова

*Представлен материал по культивированию морского и солоноватоводного зоопланктона в поликультуре. В кормов для гидробионтов использовали питательные среды на основе органических удобрений и различных химических и биоактивных ингредиентов. Делается вывод о возможности массового культивирования коловратки *Brachionus plicatilis* в поликультуре: с веслоногим и ветвистоусым рачками *Tisbe furcata* и *Moina micrura*; коловратки *Br. urceus* и каланоидного рачка *Acartia clausi*.*

Ключевые слова: поликультура, культивирование, бассейны, коловратка, веслоногие рачки, ветвистоусые рачки, питательная среда, водоросли, плотность культуры, численность, культуральная среда.

Введение

Используемые в аквакультуре методы массового культивирования кормовых беспозвоночных рассчитаны на выращивание одного продуктивного вида, а пищей для них обычно служат микроводоросли и хлебные дрожжи [4]. При накопительном методе культивирования на водорослевом корме, на дне емкостей, наряду с экскрементами, оседает большое количество водорослей. В случае длительного нахождения в культуральной емкости образующийся детрит является субстратом для развития бактерий и вселения нежелательных простейших. Последние часто приводят к гибели культуры. В проточных культурах – другая проблема: большое количество водорослей проходит через культиватор недоиспользованными. Обязательным условием «правильного» культивирования гидробионтов считается сохранение чистоты культуры. При засорении культуры другими видами (вселенцами) либо производят перезарядку культуры, либо борются химическими или механическими методами с использованием определенной технологии. Борются с вселенцами необходимо, так как обычно они являются либо хищниками по отношению к культивируемому виду, либо конкурентами в питании. Создание поликультуры особей экологически различных видов зоопланктеров, не конкурирующих за пищу, возможно, позволит решить проблему эффективности использования пищи в массовых культурах [1]. В литературных источниках имеется опыт совместного выращивания ветвистоусых рачков *Moina macroscopa*, коловраток *Brachionus calyciflorus* и *B. rubens* [3]. Значимость таких культур состоит и в наличии разноразмерных особей: вместе с моиной в качестве стартового корма молодь рыб получает коловраток, необходимых при переходе их к активному питанию. Представляется интересным создание поликультур разноразмерных особей, не конкурирующих за пищу, и с различной экологической доступностью для личинок разных видов рыб. Такими поликультурами могут быть культуры коловратки и инфузории, коловратки и ветвистоусые рачки,

коловратки и веслоногие рачки. Все виды этих планктеров, если не являются хищниками, в качестве питания используют микроводоросли, бактерии и различные простейшие организмы, а также способны всасывать некоторые растворенные вещества всей поверхностью тела. Совместное культивирование животных одного трофического уровня возможно в том случае, когда спектры их питания расходятся и они используют разные кормовые ресурсы [9]. По литературным данным известно также, что коловраток и ветвистоусых ракообразных возможно выращивать в поликультуре на питательных средах на основе органических удобрений или растительной органике с добавлением различных микроэлементов и биоактивных веществ (витаминов, аминокислот и т. д.) [8, 10].

В течение ряда лет сотрудниками ЮгНИРО проводились работы по массовому культивированию живых кормов для молоди камбаловых и кефалевых рыб, выращиваемых в разные сезоны года. В качестве корма для выращиваемого зоопланктона применялись питательные среды на основе удобрений, биоактивных веществ и различных химических соединений. Результаты работ были опубликованы и защищены патентами [2, 5, 6].

Для уменьшения сроков получения разного вида стартовых кормов была сделана попытка также освоить способы выращивания в поликультуре инфузорий, коловраток, кладоцер и копепод [7]. В настоящей работе представлен материал, полученный нами при массовом культивировании коловраток, кладоцер и копепод в поликультуре.

Материал и методика

В весенне-летний период 1995-1996 гг. на Таманском рыбопитомнике нами проводилось массовое культивирование коловратки в поликультуре с веслоногими и ветвистоусыми рачками. Приводятся усредненные варианты культивирования, полученные за два сезона.

Выращивание осуществлялось в двух бетонных бассейнах. Стенки бассейнов были обработаны хлорной известью. На дно бассейнов была внесена фракция крупной ракушки – 8-10 кг/м². Объем культуральной среды составлял 100 м³. В первом бассейне выращивали коловратку *Brachionus plicatilis* Muller, 1786 с рачками *Moina micrura* Hellich, 1877 и *Tisbe furcata* Baird, 1837, во втором – коловратку *Br. plicatilis* и рачка *Acartia clausi* Giesbrecht, 1889. В качестве корма для планктеров использовали питательную среду, которая состояла из следующих ингредиентов: на 1 м³ морской воды вносили коровий навоз – 10 кг, аммоний молибденово-кислый – 10 г, картофельный крахмал – 20 г, кормовые дрожжи – 5 г, глюкоза – 5 г, мочевины – 10 г, кормовые витамины группы В – 1 г, кормовой метионин – 20 мг и химические соли микроэлементов (CoCl₂ · 6H₂O; FeCl₃ · 6H₂O; MnCl₂ · 4H₂O; ZnCl₂ · 4H₂O) всего по 0,1-0,2 мг. Среду настаивали не менее 7 суток, процеживали и вносили ежедневно, из расчета по 2 л/м², разбрызгивая по поверхности культуральной среды. Работы проходили на фоне природного изменения температуры. Температура культуральной среды варьировала от 18 до 25 °С. Соленость изменялась от 10 до 18 ‰. Содержание кислорода и водородный показатель колебались незначительно: 6-7 мг/л и 7,7-8,1, соответственно. Каждую

неделю проводили замену 1/3 части культуральной среды на свежую морскую воду. Ежедневно проводили сбор 1,5-3,8 кг от общего количества продукции поликультуры (сырой биомассы). Продолжительность культивирования составила 60 суток. Плотность маточной культуры зоопланктеров составляла: коловраток – 0,030 экз./мл, рачков – 0,009-0,014 экз./л. Первоначальная плотность фитопланктона равнялась 6 млн. кл./л. Результаты культивирования представлены в виде графических рисунков. День внесения маточной культуры считается началом культивирования зоопланктона.

Результаты и их обсуждение

На рис. 1-2 можно проследить, как изменялась плотность культивируемых видов зоопланктона. Питательную среду начали вносить за 15 суток до внесения

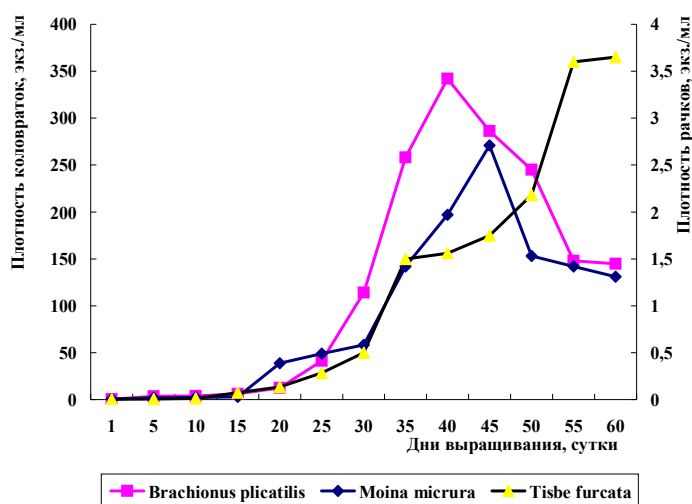


Рисунок 1 – Динамика плотности коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков, выращиваемых в поликультуре. Температура культуральной среды 18-25 °С

маточной культуры. По мере увеличения температуры и ежедневного внесения питательной среды уже через 15 суток выращиваемая культуральная среда изменила оттенок со светло-бурого цвета на зеленый, а к 25 суткам – на темно-зеленый. Численность микроводорослей возросла от 6 до 81 млн. кл./л. В качественном отношении диатомовый и синезеленый комплекс водорослей поменялся на зелено-динофитовый и диатомовый. Происходило также интенсивное развитие бактериального комплекса, о чем свидетельствовали обрастания дна и стенок бассейнов. Доминирующими видами были следующие виды микроводорослей: диатомовые (Bacillariophyta) – р. *Chaetoceros*, *Coscinodiscus*, *Navicula*, *Synedra*, *Nitzschia*, *Rhizosolenia*, *Talassiosira*; зеленые (Chlorophyta) – р. *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Dunaliella*, *Platymonas*; динофитовые (Dinophyceae) – *Exuviaella*, *Prorocentrum*; синезеленые (Cyanophyta) – р. *Aphanothece*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*, *Anabaenopsis*, *Lyngbya*. На дне бассейнов развился комплекс макроводорослей: р. *Ulva*, *Enteromorpha*, *Cladophora*, *Chaetomorpha*. Плотность коловратки и рачков в первом бассейне, на протяжении всего периода культивирования имела тенденцию только к увеличению. То есть, вероятно, наблюдались нейтральные отношения гидробионтов с неперекрещивающимися трофическими цепочками, занимающими разные экологические ниши. Коловратка всегда образовывала скопления на поверхности и в местах, наименее заросших водной растительнос-

По мере увеличения температуры и ежедневного внесения питательной среды уже через 15 суток выращиваемая культуральная среда изменила оттенок со светло-бурого цвета на зеленый, а к 25 суткам – на темно-зеленый. Численность микроводорослей возросла от 6 до 81 млн. кл./л. В качественном отношении диатомовый и синезеленый комплекс водорослей поменялся на зелено-динофитовый и диатомовый. Происходило также интенсивное развитие бактериального

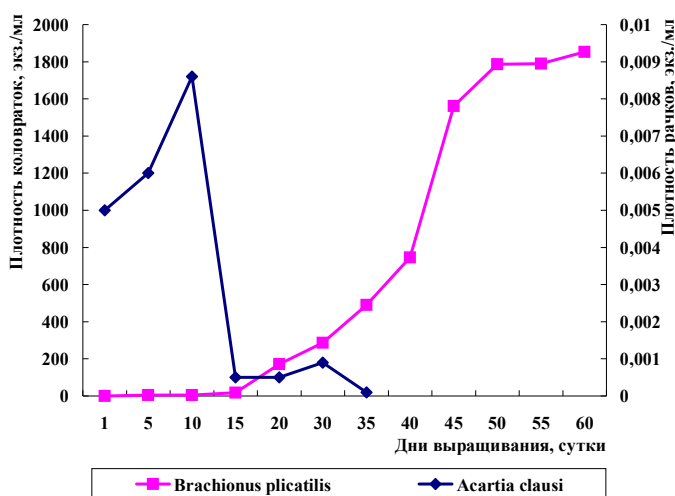


Рисунок 2 – Динамика плотности коловраток и копепоид, выращиваемых в поликультуре. Температура культуральной среды 18-25 °С

одну особенность – численность веслоногих рачков продолжала нарастать даже после прекращения внесения питательных сред (40 сутки) и, соответственно, уменьшения количества фитопланктона. Это, по нашему мнению легко объясняется тем, что рачок *T. furcata* обитает среди зарослей макрофитов, питаясь обрастаниями, которые образуются на их поверхности, поэтому прекращение кормления не сразу повлияло на изменение его численности.

Плотность культуры веслоногих рачков продолжала нарастать и далее и на 60 сутки составляла – 3,6 экз./мл. Численность ветвистоусых рачков достигла максимума на 45 сутки выращивания – 2,7 экз./мл, затем начала снижаться и к 60 суткам равнялась 1,8 экз./мл. После прекращения внесения питательных сред количество коловраток сразу стало уменьшаться от максимального (35 сутки) – 368 экз./мл до 152 экз./мл (60 сутки). Можно предположить, что питательная среда является основным кормом для коловраток при выращивании в поликультуре с другими планктонами (см. рис. 1).

Во втором бассейне, скорее всего, наблюдались конкурентные отношения зоопланктонов, имеющих сходные спектры питания и занимающих одну экологическую нишу обитания. И коловратка *Br. plicatilis*, и рачок *A. clausi*, по нашим наблюдениям, предпочитали водную толщу без зарослей растительности. Науплиусы рачков *A. clausi* так же, как и коловратка *Br. plicatilis* в часы наибольшего освещения поднимаются в приповерхностный слой воды. Поскольку коловратки создают пленочные образования, то науплиусам акарции, видимо, не доставало содержания кислорода. Также, коловратки быстрее, чем рачки выедали фитопланктон, который развивался в наиболее освещенных приповерхностных слоях, и питательную среду, поэтому они имели бурозеленый окрас, рачки – бурый (рис. 2).

При вскрытии в пищеварительном тракте коловраток отмечалось массовое содержание бесцветных жгутиконосцев, диатомовых и динофитовых микро-

тью. Ветвистоусый рачок *M. micrura* создавал скопления возле стенок бассейна, которые на своей поверхности через 7-10 дней имели 3-5 мм слой обрастаний. Наибольшие плотности веслоногого рачка *T. furcata* всегда наблюдались в зарослях растительности. Объясняется это тем, что все гидробионты использовали «собственные» бактерии и микроводоросли для питания, которые развивались именно в местах их скоплений. Следует оговорить

дорослей. Науплиусы рачков в кишечнике содержали лишь единичное количество диатомовых водорослей, а 40-69 % молоди были непитающимися. У взрослых особей рачков мы обнаружили и достаточное количество фитопланктона, и комкообразные фракции микрообрастаний. В результате на 20 сутки периода культивирования коловратка *Br. plicatilis* полностью вытеснила веслоногого рачка *A. clausi*. В последующие дни выращивания наблюдались только большие плотности коловратки и единичные экземпляры рачков. Плотность культуры коловраток была очень высокой – до 1900 экз./мл, она распределялась до 40 см глубиной (в поверхностном слое – более 4000 экз./мл). Культура коловраток представляла собой как бы густую суспензию, содержание кислорода в утренние часы понижалось до 2,7 мг/л, но это не оказывало угнетающего действия на культуру. Популяция в качественном плане оставалась «здоровой», преобладали амиктические самки с яйцами – до 46 % и молодь – 39 % (см. рис. 2).

В последующие годы при работах по выращиванию коловраток в поликультуре с рачками, мы обратили внимание на то, что вид коловратки *Brachionus urceus* хорошо культивируется в поликультуре с каляноидами, не вытесняя рачков. По нашим наблюдениям этот вид коловратки предпочитает водорослевому питанию – бактериальную пищу. Видимо, это связано с тем, что данный вид коловраток имеет довольно малые размеры по сравнению с коловраткой *Br. plicatilis*.

Материал и методика

В 2008 г. на рыбопитомнике ХТМО (Одесская область, Шаболатский лиман) проводилось массовое выращивание в поликультуре копепод *Acartia clausi* и коловратки *Brachionus urceus* Linne, 1758. Работы осуществляли в железобетонном бассейне. На дно бассейна вносили фракцию крупной ракушки – 6-18 кг/м². Дно и стенки бассейна были выстланы специальной полихлорвиниловой пленкой черного цвета. Объем культуральной среды составлял 80 м³. Работы проходили на фоне природного изменения температуры, варьировавшей от 13 до 20 °С. Каждую неделю проводили замену 1/3 части культуральной среды на свежую морскую воду, соленость варьировала от 12 до 18 ‰. Содержание кислорода и водородный показатель изменялись незначительно: 6-7 мг/л и 7,7-8,1, соответственно. В качестве корма для зоопланктона использовали питательную среду, на 1 м³ морской воды вносили: конский навоз – 5 кг, кормовые дрожжи – 2-3 г, глюкозу – 5 г, аммоний молибденовокислый – 10 г, кормовые витамины группы В – 2-7 г, кормовые метионин или лизин по 10 мг, аммиачную селитру – 10 г, азотнокислый кобальт – 0,01 мг. Среду настаивали 7-10 суток и вносили по поверхности культуральной среды из расчета 1-2 л/м². Начиная с 19 суток культивирования, проводили ежедневный сбор 0,5-2 кг от общего количества продукции поликультуры (сырой биомассы). Продолжительность культивирования составила 38 суток. Плотность маточной культуры зоопланктеров равнялась у коловраток 0,021 экз./мл, копепод – 0,009 экз./л. Первоначальная плотность фитопланктона составляла 0,4 млн. кл./л. День внесения маточной культуры будет считаться началом культивирования зоопланктона. Результаты культивирования приводятся в виде графического рисунка.

Результаты и их обсуждение

На представленном рис. 3 можно проследить, как в процессе культивирования изменялась плотность фито- и зоопланктона. Впервые питательную среду внесли за 5 суток до засева маточной культуры. После 5-кратного внесения среды плотность фитопланктона увеличилась до 0,8 млн. кл./л. К 12 суткам выращивания, численность микроводорослей достигла 8 млн. кл./л, коловраток – 4,5 экз./мл, копепод – 300 экз./л.

На 19 сутки температура культуральной среды в бассейне увеличилась до 17,5 °С. Для сравнения, температура морской воды не поднималась выше 13 °С. Бассейн хорошо прогревался благодаря тому, что был выстлан черной пленкой. Плотность микроводорослей на этот период составляла уже 49 млн.кл./л, коловраток – 14 экз./мл, копепод – 1075 экз./л. В дальнейший период выращивания, несмотря на ежедневный сбор сырой биомассы, плотность фито- и зоопланктона постоянно увеличивалась. На 42 сутки культивирования численность водорослей уже составляла 74 млн.кл./л, коловраток – 1019 экз./мл в слое глубиной до 10 см, копепод – 3975 экз./л (рис. 3). Веслоногие рачки образовывали массовые скопления около стенок бассейна, их плотность достигала свыше 10 тысяч экз./л. Следует отметить, что в бассейне не развивались макроводоросли, именно поэтому (наше предположение) культуры коловратки и каляноидного рачка чувствовали себя «комфортно» при совместном выращивании и могли образовывать большую численность. И в отличие от вида *Br. plicatilis* вид *Br. urceus* не образовывал поверхностных пленочных скоплений. Качественный состав фитопланктона изменялся в процентном отношении от доминирующего диатомового с синезеленым (60 и 30 %), до диатомового и зелено-динофитового (50 и 40 %), 10 % составляли золотистые и пиррофитовые микроводоросли. В данном вариан-

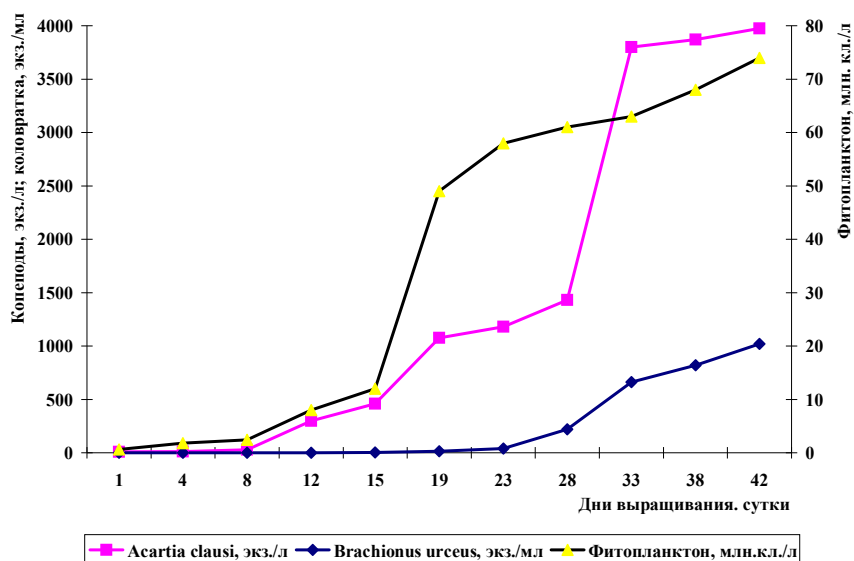


Рисунок 3 – Динамика плотности коловраток и копепод, выращиваемых в поликультуре. Температура культуральной среды 13-20 °С

те выращивания зоопланктеров в поликультуре мы наблюдали, скорее всего, нейтральные отношения животных, различающихся по характеру питания. В этом случае популяции обоих видов могут одновременно сосуществовать в культуре и давать максимальное развитие в одно и то же время (см. рис. 3).

Выводы

Полученные результаты по массовому культивированию зоопланктона в поликультуре позволяют предположить, что возможно проводить выращивание коловратки *Brachionus plicatilis* в поликультуре, но с видами гидробионтов, не вступающими с ней в конкурентные отношения по месту обитания и питания. В районе Керченского пролива к таким видам относятся веслоногий и ветвистоусые рачки *Tisbe furcata* и *Moina micrura*. В районе Шаболатского лимана (Одесская область) можно рекомендовать к выращиванию в поликультуре коловратку *Brachionus urceus* с каланоидным рачком *Acartia clausi*.

Литература

1. Бакаева Е. Н., Макаров Э. В. Эколого-биологические основы жизнедеятельности коловраток в норме и в условиях антропогенной нагрузки. – Ростов н/Д, 1999. – 206 с.
2. Деклараційний патент 34843 А, А.01К61/00. Спосіб культивування веслоногих ракоподібних / Н. В. Новосьолова (UA). – Заяв. ПівденНІРО (Керч). – № 1771-III; заяв. 13.07.1999 ; опуб. 15.03.2001, Бюл. № 2. – 2 с.
3. Максимова Л. П. Биология моин и коловраток и их разведение в качестве живых кормов для личинок сиговых рыб // Тр. Гос. НИИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 107-134.
4. Мусеев Н. Н. Выращивание живых кормов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – М.: Сельхозиздат, 2007. – № 12. – С. 43-51.
5. Новоселова Н. В. Влияние некоторых биологически активных веществ на рост популяций коловраток и инфузорий // Живые корма для объектов марикультуры : сб. н. тр. ВНИРО. – М., 1988. – С. 81-94.
6. Новосьолова Н. В. Пр. ДСТУ : Національний стандарт України : Зоопланктон морський : Живі корми : Основні вимоги до вирощування. – Держспоживстандарт України (на разработке). – К., 2008. – 20 с.
7. Новоселова Н. В. Некоторые особенности массового культивирования живых кормов в поликультуре для молоди морских рыб // Рыбное хозяйство Украины : спец. выпуск по мат. VIII научно-практической конф. : Морские технологии: проблемы и решения. – Керчь, 2010. – С. 38-40.
8. Придаткина Н. В., Вундецеттель М. В. Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства // Рыбное хозяйство. – К., 1981. – № 32. – С. 29-34.
9. Abrams P. A. On classifying interactions between populations // Oecology. – 1987. – V. 73, № 2. – P. 272-281.
10. Jana B. B., Pal G. P. Some life history parameters and production of *Daphnia carinata* and *Brachionus califlorus* grown in different culturing media // Water Resource. – 2000. – V. 17, № 7. – P. 735-741.