

УДК 639.311 + 574.55

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВРЕМЕННЫХ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

© 2008 г. Г.В. Головки

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону 344002

Поступила в редакцию 05.03.2007 г.

Окончательный вариант получен 03.04.2007 г.

Данная работа включает изучение трех трофических уровней прудовых экосистем – фито-, зоопланктона и рыбопродуктивности в связи с различными сроками их эксплуатации, а также результаты интродукции в них дафнии (*Daphnia magna* Straus). Показано снижение количественных характеристик развития фито-, зоопланктона и рыбопродуктивности с увеличением сроков эксплуатации. Отмечены различия в развитии популяции интродуцированной *D. magna* по степени и длительности доминирования в прудах разных сроков эксплуатации. Даны рекомендации более полной утилизации кормовых ресурсов изучаемых прудов с целью увеличения их рыбопродуктивности.

ВВЕДЕНИЕ

Биологическая продуктивность – основная характеристика рыбохозяйственных водоемов, складывающаяся из естественной кормовой базы и рыбопродуктивности. Проблемы повышения естественной кормовой базы прудов являются кардинальными в прудовом рыбоводстве.

Изучение влияния всех способов интенсификации кормовой базы прудов, не теряют своей актуальности в настоящее время, поскольку прудовые экосистемы – это эволюционирующие, внутренне организованные системы, требующие индивидуального изучения и подхода в постоянно меняющихся экологических условиях.

Как показывает практика, при интенсификации кормности прудов не всегда усилия имеют адекватные результаты, так как не учитываются некоторые параметры, одним из них является продолжительность эксплуатации водоемов.

Исследованиями многих ученых (Алимов, 1999; Подзорова, 2001; Шестерин и др., 1979; Земляничина, 1990; Шевцова, 1996, 2000), показано, что при длительной эксплуатации временных мелководных экосистем, в них происходит постепенное накопление органических соединений в донных отложениях, что приводит к необратимым процессам деградации. На окисление органических веществ расходуется значительное количество кислорода, что обуславливает его дефицит. Нарушение равновесного состояния между процессами синтеза и распада органических веществ, проявляется в прудутомлении: меняется структура почв, появляются сероводородные зоны, увеличивается зарастаемость мягкой и жесткой растительностью и, как следствие – снижается кормность прудов и рыбопродуктивность, появляются болезни рыб.

Вопрос интродукции дафнии в рыболовные пруды, как способа повышения их кормности обсуждался в литературе достаточно широко (Богатова, 2002; Зайцев, Киселева, 1984; Желтов, Колыщенко, 1987; Хмелев, Голубев, 1984), но освещения влияния сроков эксплуатации прудов на интродуцируемых зоопланктеров нами в литературе встречены не было.

Задачей выполненных исследований являлось изучение биологической продуктивности отдельных звеньев экосистемы временных водоемов Южного федерального округа в зависимости от длительности их эксплуатации в качестве рыбководных прудов, а также влияние последних на интродуцируемую популяцию *D. magna*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в двух выростных прудах одного из рыбководных хозяйств Нижнего Дона.

В таблице 1 представлена характеристика водоемов, сроки их эксплуатации в рыбохозяйственных целях, данные по зарыблению и интенсификационные мероприятия.

Таблица 1. Характеристика водоемов, плотности посадки личинок рыб и интенсификационные мероприятия.

Table 1. Characteristics of the water bodies, stock density of fish larvae and intensification measures.

| Показатели | Пруды | |
|-------------------------------------|--------|-------|
| | I | II |
| Площадь, га | 1,2 | 22,5 |
| Срок эксплуатации, годы | 2 | >30 |
| Плотность посадки, тыс.шт./га | ±120,0 | ±23,6 |
| гибридный толстолобик | ±100,0 | ±13,3 |
| белый амур | ±20,0 | ±2,7 |
| кап (подрощенный) | - | ±7,6 |
| Сроки выращивания, сутки | 149 | 148 |
| Выкос растительности | - | - |
| Интродукция <i>D. magna</i> , кг/га | 1,2 | 0,9 |
| Внесение навоза, т/га | 0,8 | 0,8 |
| Внесение кормовых дрожжей, кг/га | - | 8,9 |

В пруде I использовалась более высокая плотность посадки с учетом срока эксплуатации.

Гидробиологические анализы осуществлялись согласно «Методике изучения биогеоценозов внутренних водоемов» (1975) и Справочника научно-технической и методической документации по аквакультуре (2001). Проведено сравнение видового состава, количественные характеристики развития гидробионтов, структуры популяции дафний. Анализ рыб в разные периоды развития выполнен по методике И.Ф. Правдина (1966).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Фитоценоз

Альгофлора I пруда представлена 40 таксонами рангом ниже рода, принадлежащих к пяти типам водорослей: зеленым – 16, хризифитовым – 14, синезеленым – 4, эвгленовым – 5, динофитовым – 1. Наиболее многочисленной группой являлись зеленые.

Среднесезонная численность составила 9,6 млн. кл./л (от 2,6 до 24,2), биомасса 7,8 г/м³ (от 1,1 до 16,0) (табл. 2).

Доминировали в биомассе фитопланктона в первый месяц выращивания молоди (июнь) синезеленые и диатомовые водоросли (роды *Microcystis*, *Nitzschia*), во второй (июль) – представители диатомей (роды *Navicula*, *Nitzschia*, *Synedra*, *Tabellaria*), а

субдоминировали – зеленые. В третий месяц (август) преобладали зеленые (роды *Crucigenia*, *Chlorella*, *Chlamidomonas*) и пиррофитовые, являющиеся наиболее питательным кормом для растительноядных рыб. В первой декаде сентября преобладающим комплексом водорослей стал диатомово-эвгленовый (роды *Nitzschia*, *Navicula*, *Tabellaria*, *Euglena*, *Trachelomonas*), во второй половине сентября, октябре – комплекс зеленых (роды *Monoraphidium*, *Dictiosphaerium*, *Crucigenia*, *Scenedesmus*, *Tetradion*, *Chlamidomonas*).

Таблица 2. Сравнительная характеристика развития фитопланктона в прудах.

Table 2. Comparative characteristics of phytoplankton development in ponds.

| Показатели | Пруды | |
|---|--------------------|--------------------|
| | I | II |
| Число видов | 40 | 28 |
| Преобладающая по видам группа | Зеленые (16 видов) | Зеленые (15 видов) |
| Среднесезонная численность, млн кл./л | 9,6 | 7,4 |
| Среднесезонная биомасса, г/м ³ | 7,8 | 2,2 |
| Преобладающий комплекс в биомассе | диатомово-зеленый | синезелено-зеленый |

По среднесезонным показателям развития фитопланктона в I водоеме преобладал диатомово-зеленый комплекс с суммарной численностью 5,01 млн. кл./л, биомассой 4,2 г/м³.

В альгофлоре II водоема встретилось на 30% меньше, чем в I пруде видов и разновидностей микроводорослей, а именно 28 рангом из четырех типов: синезеленых – 4, хризифитовых – 6, эвгленовых – 3, зеленых – 15.

Преобладающими видами были представители родов *Monoraphidium*, *Coelosphaerium*, *Scenedesmus*, *Chlamidomonas*, *Carteria*, *Euglena*, *Trachelomonas*.

Среднесезонные значения численности микроводорослей составили 7,4 млн. кл./л (от 1,3 до 17,0), биомассы – 2,2 г/м³ (от 0,4 до 5,2) (табл. 2).

Основу биомассы альгофлоры первого месяца выращивания рыб (июнь) составляли зеленые микроводоросли (мелкоклеточные вольвоксовые родов *Chlamidomonas*, *Carteria*). В июле интенсивно развивались диатомовые и хлорококковые, затем произошло снижение в развитии альгофлоры за счет выедания зоопланктоном (рис. 1). В августе и сентябре ведущую роль в биомассе фитопланктона занимали зеленые (роды *Coelosphaerium*, *Microcystis pulverea*, *Monoraphidium*, *Scenedesmus*, *Didymocystis*). В октябре зеленые перешли в категорию субдоминантов, а 46% биомассы составили эвгленовые (роды *Euglena*, *Trachelomonas*).

В фитоценозе II пруда преобладал зелено-синезеленый комплекс.

В таблице 2 приведена сравнительная характеристика некоторых показателей фитопланктона исследованных прудов.

Как видно из таблицы, с увеличением длительности эксплуатации прудов в фитопланктоне наблюдается уменьшение видового разнообразия, снижение количественных характеристик развития фитоценоза, изменение доминирующего комплекса водорослей на менее благоприятный в кормовом отношении, а именно диатомово-зеленый (I) на синезелено-зеленый (II).

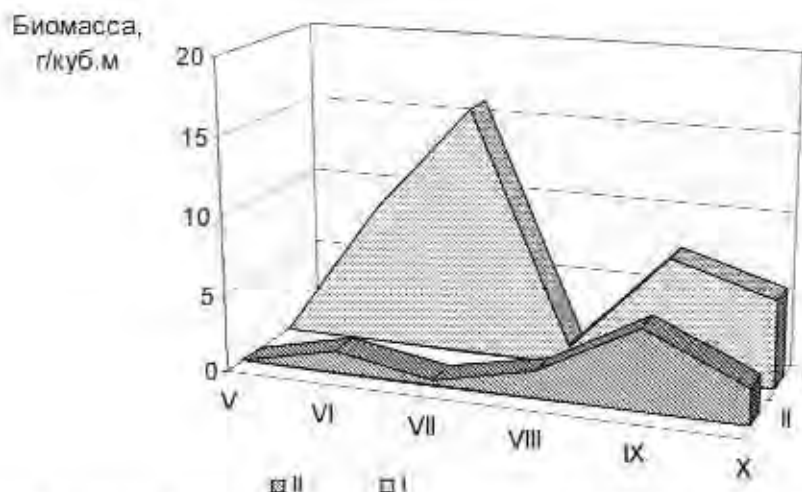


Рис. 1. Динамика биомассы фитопланктона прудов с разными сроками эксплуатации.
Fig. 1. Dynamics of phytoplankton biomass in ponds with different terms of operation.

Зооценоз

В планктоне I водоема отмечено 24 вида беспозвоночных, принадлежащих к четырем группам: Rotatoria – 7, Copepoda – 3, Cladocera – 7, насекомым и их личинкам – 7.

Показатели численности и биомассы характеризуют I водоем как высокопродуктивный (средние за сезон – 1,1 млн. экз./м³, 92,2 г/м³). При вселении личинок растительноядных рыб (в июне) отмечено достаточное количество коловраток биомассой 0,54 г/м³ и копепод ювенильных стадий 2,98 г/м³.

Интродукция дафний осуществлялась при заливке пруда. В июне и первой половине июля наблюдалось постепенное нарастание ее численности и биомассы. Происходило интенсивное развитие культуры, определяемое по наличию партеногенетического размножения. На 1 самку приходилось 28–32 яиц. Молодь в 2–2,5 раза преобладала над половозрелыми особями. Самки дали несколько партеногенетических поколений, за четыре недели при температуре воды 21–25 °С плотность популяции интродуцента возросла от 1,3 тыс. экз./м³ до 1,65 млн. экз./м³ (91% от общей численности). Во время максимума в участках со слабой проточностью отмечены скопления рачка плотностью 6,1 млн. экз./м³, биомассой 2,0 кг/м³, что согласуется с работами З.И. Шмаковой (1984). По всему водоему в этот же период величины общей численности и биомассы зоопланктона составили 1,8 млн. экз./м³ и 308,2 г/м³, соответственно. Доля *D. magna* в общей биомассе зоопланктона – 91,1%, несмотря на сильный пресс потребителей (личинок голстолобика и белого амура) (рис. 2). Вероятно, рациональное ее изъятие (не более 50% от общего количества популяции) и благоприятные кормовые условия, обусловили бурный рост популяции (Карпенко и др., 2004).

Последовавший спад в развитии дафнии (в июле), по-видимому, связан с естественной убылью популяции, снижением количества фитопланктона и, в определенной степени, повышением температуры воды за пределы оптимальных для развития популяции значений – выше 29 °С. Количество яиц у самок уменьшилось, в массе появились самцы и эфиппийные самки, общая численность зоопланктона резко снизилась.

С августа до конца вегетационного сезона в зооценозе развивались исключительно аборигенные виды: в августе в численности доминировали ветвистоусые – 42% (роды

Daphnia, *Scapholeberis*), биомассой 14,5 г/м³. В течение сентября и октября при ведущей роли этой группы рачков общая биомасса зоопланктона составляла 7,61 и 5,61 г/м³.

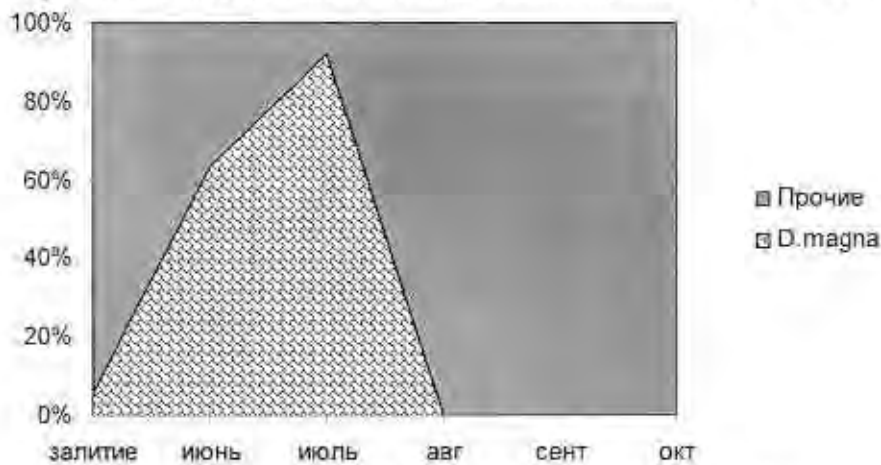


Рис. 2. Процентное содержание *Daphnia magna* в биомассе зоопланктона I пруда.

Fig. 2. Percentage of *Daphnia magna* in the zooplankton biomass of pond I.

Среднесезонные показатели развития зооценоза составили 1 100 тыс. экз./м³ и 92,2 г/м³.

Зооценоз II водоема представлен так же 24 видами: Rotatoria – 6, Cladocera – 10, Ceropoda – 3, личинок комаров – 1, личинок других насекомых – 3, прочих – 2. По сравнению с I прудом количество видов ветвистоусых рачков увеличилось за счет появления зарослевых форм.

Пруд по среднесезонным показателям развития зоопланктона по оценке З.И. Шмаковой с соавторами (2001) находится на границе между низко- и среднепродуктивным (5,1 г/м³).

Развитие интродуцированной *D. magna* во II пруде, в сравнении с I, представлено двумя пиками, но с более низкими количественными характеристиками (табл. 3, рис. 3).

Таблица 3. Сравнительная характеристика развития зоопланктона.

Table 3. Comparative characteristics of zooplankton development.

| Показатели | Пруды | |
|---|--------------------|--------------------|
| | I | II |
| Число видов | 24 | 24 |
| Преобладающая группа по видам | ветвистоусые рачки | ветвистоусые рачки |
| Среднесезонная численность, тыс. экз./л | 1100 | 80,6 |
| Среднесезонная биомасса, г/м ³ | 92,2 | 5,1 |
| Преобладающая в биомассе группа | ветвистоусые рачки | ветвистоусые рачки |

В июне наблюдалось постепенное развитие популяции, биомасса ее составила 6,35 г/м³ или 82,5% общей. Соотношение количества молоди к партеногенетическим самкам и самцам было как 1:1:1, что говорит о недостаточно благоприятных условиях ее развития (в результате накопления органических отложений уменьшилась глубина в пруде – 50-70 см, увеличилась зарастаемость жесткой и мягкой растительностью). Кроме *D. magna* встречались несколько видов коловраток, численностью 28,4 млн. экз./м³, биомассой 0,12 г/м³ и незначительно колеподы. В июле и августе характерные зоопланктеры данного водоема достигли максимального развития, кладоцеры (роды

Moina, *Diaphanosoma*, *Bosmina*) составляли по биомассе 65%. Популяция *D. magna* в это время состояла из самок и молоди в небольших количествах, биомассой 0,15-0,25 г/м³.

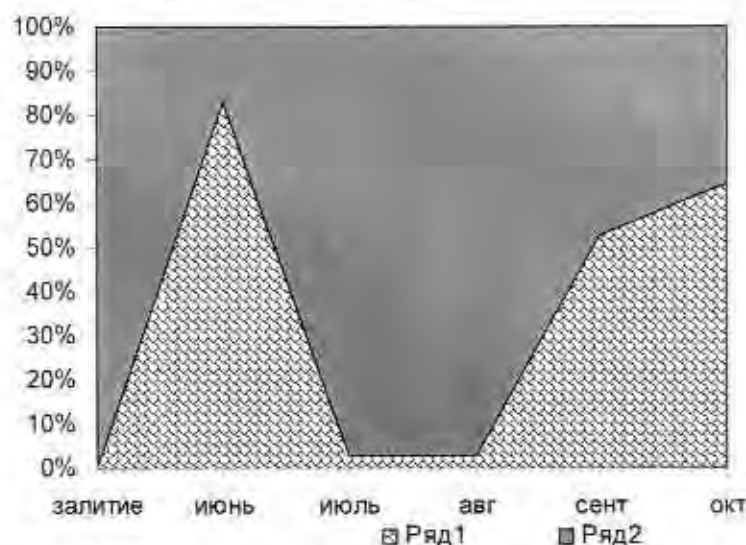


Рис. 3. Процентное содержание *Daphnia magna* в биомассе зоопланктона II пруда.

Fig. 3. Percentage of *Daphnia magna* in the zooplankton biomass of pond II.

В сентябре и октябре во II пруде наблюдалась повторная вспышка популяции *D. magna* до 2 г/м³ (53,7-64,6% от общей).

На рисунке 4 представлена динамика биомассы зоопланктона исследуемых прудов. Из него видно, что, несмотря на высокую плотность посадки рыб, являющихся основным потребителем зоопланктона, четко прослеживается преимущество развития зооценоза I пруда с коротким сроком эксплуатации.

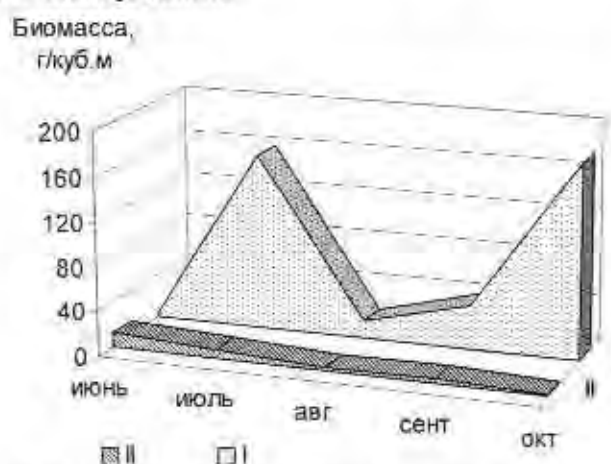


Рис. 4. Динамика биомассы зоопланктона исследуемых прудов.

Fig. 4. Dynamics of zooplankton biomass of ponds under study.

Сравнительный анализ роста растительноядных рыб в I и II прудах показан на рисунках 5 и 6.

Первую половину сезона молодь толстолобика I пруда в накоплении массы тела опережала молодь из II пруда при коэффициенте упитанности в течение всего сезона 2,2

против 1,9, что свидетельствует о большей кормности I водоема. Так, в опыте в период интенсивного развития популяции *D. magna* в конце июля масса толстолобика была выше более чем в два раза, чем в контроле (4,5 и 2,2 г, соответственно); в конце июля – в 1,4 раза (11,4 и 8 г соответственно). Уменьшение прироста толстолобика в I водоеме к концу сезона по сравнению с контролем, вероятно, обусловлено высокой плотностью посадки рыб.

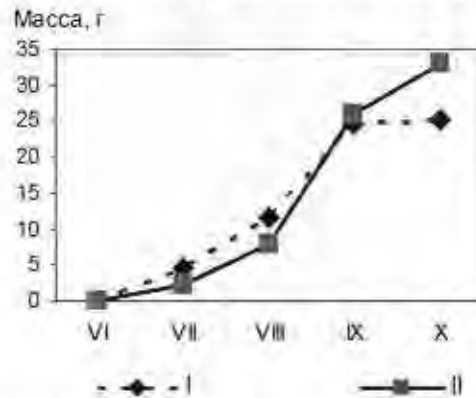


Рис. 5. Масса (г) молоди толстолобика (гибрид белого с пестрым).
Fig. 5. Weight (g) of young bighead silver carp (white x motley hybrid).

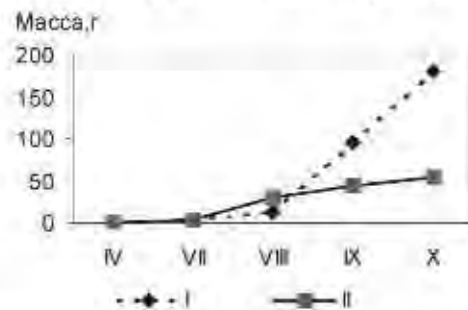


Рис. 6. Масса (г) молоди белого амура.
Fig. 6. Weight (g) of young grass carp.

В обоих прудах рост (г) молоди белого амура в первой половине сезона оказался близким (рис. 6); в августе-октябре значительное опережение его роста в I водоеме можно отнести за счет потребления мягкой водной растительности, наличие которой в прибрежной зоне было достаточным.

Рыбопродуктивность

Рыбоводные результаты исследуемых прудов представлены в таблице 4.

Как видно из таблицы естественная рыбопродуктивность I водоема превышает таковую II в 3,7 раза, в том числе и за счет интенсивного развития популяции интродуцированной *D. magna* в ответственный период развития выращиваемых рыб. общая рыбопродуктивность – в 1,4 раза, навеска белого амура – в 3,4 раза. Низкая плотность посадки в длительно эксплуатируемом пруде позволяет толстолобику, при самых низких показателях развития фито- и зоопланктона, иметь навеску несколько выше нормативной (34 г, норматив – 30 г).

Рыбопродуктивность по карпу во II пруде составила 5,8 ц/га и превысила естественную по белому амуру и пестрому толстолобику в 1,6 раза. Плотность посадки карпа в 7,6 тыс. шт./га обеспечила на выходе навеску выше нормативной – 57 г, что

предполагает, при дальнейших исследованиях, определение более оптимальных плотностей посадки его для данного водоема.

Таблица 4. Рыбоводные результаты.

Table 4. Results of fish-breeding measures.

| Показатели | Пруды | |
|---------------------------------------|-------|------|
| | I | II |
| Плотность посадки общая, тыс.экз./га | 120,0 | 23,6 |
| Индивидуальная масса сеголетков, г: | | |
| кари | - | 57 |
| толстолобик (гибрид) | 25 | 34 |
| белый амур | 183 | 54 |
| Рыбопродуктивность общая, ц/га | 13,13 | 9,39 |
| Рыбопродуктивность естественная, ц/га | 13,13 | 3,59 |
| кари | - | 5,8 |
| толстолобик (гибрид) | 8,83 | 2,27 |
| белый амур | 4,3 | 1,32 |

Полученная средняя масса толстолобика в I пруде – 25 г предполагает снижение его плотности посадки для достижения нормативной навески. В связи с высокой и невостребованной биомассой зоопланктона возможно более рациональное ее использование путем вселения пестрого толстолобика или другого зоопланктофага; повышение общей рыбопродуктивности вселением личинок карпа плотностью, определенной в дальнейших исследованиях.

Для повышения продуктивности II пруда с длительным сроком эксплуатации необходимо применение комплекса мер – летование (или изъятие донных отложений), уничтожение жесткой высшей растительности, применение минеральных и органических удобрений и оптимального соотношения вселяемых рыб.

ВЫВОДЫ

1. В степени развития фитопланктона с увеличением длительности эксплуатации наблюдается уменьшение видового разнообразия, количественных характеристик; изменение структуры – доминирующий комплекс водорослей меняется на менее благоприятный (зелено-диатомовый на синезелено-зеленый) в кормовом отношении; однако последовательность смены видов, то есть сукцессионные процессы в фитопланктоне остаются неизменными.

2. В зооценозе прудов с разными сроками эксплуатации преобладающей группой по биомассе и видовому разнообразию остаются ветвистоусые рачки, но видовая структура изменяется – появляются зарослевые формы. Развитие интродуцированных зоопланктеров имеет отличия: в пруде I – один ярко выраженный и продолжительный пик *D. magna*, с высокими количественными показателями, во II пруде – два пика, но с низкими количественными характеристиками.

3. Естественная рыбопродуктивность I пруда превосходит в 3,7 раза II, несмотря на высокие плотности посадки рыб и находится в обратной зависимости от сроков эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алимов А.Ф. О теории функционирования водных экосистем. Сб. Мат. Междунар. конф. «Озерные экосистемы». Минск: БГУ. 1999. С. 26-28.

Богитова И.В. Культивирование дафний в выростных прудах, Избр. тр. ВНИИПРХ. Кн. 2. Т. III-IV. Димитров, 2002. С. 220-221.

Желтов Ю., Конюшенки П. Вселение дафнии magna: общие рекомендации // Рыбоводство, 1987. №3. С. 14-15.

Зайцев В.Ф., Киселева Л.А. Влияние интродукции *Daphnia magna* Straus на продуктивность зоопланктона и рыбопродуктивность выростных прудов. Тез. докл. ВНИИПРХ. Сент. 1984. М., 1984. С. 117-118.

Земляничина Т.Ю. Результаты удобрения интенсивно эксплуатируемых рыбоводных прудов по потребности фитопланктона в азоте и фосфоре. Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Вып. 60. М., 1990. С. 65-71.

Карпенко Г.И., Шевцова Г.Н., Переверзева Е.В., Головки Г.В. Сравнительный анализ путей повышения рыбопродуктивности прудов в технологическом процессе воспроизводства рыбы и шемаи. Сб. науч. тр. (2002-2003 гг.) «Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна». Ростов-на-Дону: Эверест, 2004. С. 295-303.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.

Подзарова А.А. Роль условно-патогенных бактерий в возникновении синтетических заболеваний р/я рыб и карпа в прудовых хозяйствах Ростовской области. Мат. научно-практич. конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». Адлер, 2001. С. 225.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Справочник научно-технической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИРО, 2001. 242 с.

Хмелев Н.Н., Галубев А.П. Продукция кормовых и промысловых ракообразных. Минск: Наука и техника, 1984. 215 с.

Шевцова Г.Н. Влияние фактора времени на биологическую продуктивность биоценозов Нижнего Дона. Сб. науч. тр. АзНИИПРХ. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов-на-Дону, 2000. С. 242-247.

Шевцова Г.Н., Головки Г.В., Живонкина В.И. Абиотические и биотические факторы пространственно-временной организации выростных прудов Нижнего Дона. Сб. науч. тр. АзНИИПРХ. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. Ростов-на-Дону, 1996. С. 326-231.

Шестерин И.С. Вещества аутогенного происхождения в прудах и их комбинированное влияние на рыб. Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. 3 32. М., 1981. С. 146-156.

Шмакова З.И. Состояние и перспективы культивирования *Daphnia magna* Straus) в бассейнах. Тез. докл. ВНИИПРХ. Сент. 1984. М., 1984. С. 50-51.

Шмакова З.И., Жемаева Н.П., Тагирова Н.А., Бадаева Н.Ю. Рекомендации по управлению кормовой базой и контролю за гидробиологическим режимом водоемов фермерских хозяйств. Сб. научно-технол. и метод. докум. по аквакультуре ФН УП ВНИИПРХ. М.: ВНИРО, 2001. С. 242.

BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF NONDURABLE FISHERY PONDS

© 2008 y. G.V. Golovko

Research Institute of the Azov Sea Fishery Problems, Rostov-on-Don

The paper presented considers three trophic levels of pond ecosystems, in particular, phytoplankton and zooplankton; we also discuss fish productivity in connection with different periods of pond exploitation and the results of introduction of daphnia into these ecosystems. Quantitative parameters of phyto- and zooplankton development and the fish productivity are shown to decrease. The population of the *Daphnia magna* Straus introduced develops differently depending on the rate and duration of its predominance in ponds. Recommendations are given for more complete utilization of food resources in the ponds under study with the aim to increase their fish productivity.