

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

© 2009 Ю.Б. Львов

ВНИИ ирригационного рыбоводства

В статье рассматривается возможность увеличения рыбопродуктивности водоёма одновременно с уменьшением его органического загрязнения посредством использования «плавающих грядок». Показано, что основным фактором, влияющим на стабильное функционирование водоёма, является сбалансированная работа всех его основных подсистем и переход пруда на более высокий энергетический уровень возможен только при сохранении баланса. При использовании «плавающих грядок», как резерва подсистемы редуцентов, можно управлять сукцессионными процессами, протекающими в водоёме и целенаправленно переводить его на другой энергетический уровень.

Ключевые слова: прудовое рыбоводство, экосистема водоёма, энергобаланс, органическое загрязнение, «плавающие грядки»

В прудовом рыбоводстве, как и во многих других отраслях производства, практически постоянно существуют две основные проблемы: повышение эффективности производства (увеличение рыбопродукции) и борьба с отходами производства (снижение органического загрязнения водоёма). Обе эти проблемы тесно взаимосвязаны и не всегда решение одной должно вызывать обострение другой.

Целью настоящей работы являлось рассмотрение возможностей увеличения рыбопродуктивности водоёма одновременно со снижением его органического загрязнения.

Любой водоём, независимо от его размеров и способов использования, можно рассматривать как единый организм или достаточно сложную многокомпонентную систему, производящую органическую продукцию (в интересующем нас варианте – рыбу). При этом, состояние водоёма, как единой биоминеральной системы, на конкретный период времени, определяется наличествующим подвижным равновесием (гомеостазом), установившемся в сложном комплексе многих взаимодействующих подсистем и факторов, воздействующих на него. [1]

С целью теоретического анализа функционирования системы водоёма мы рассматривали условный («идеальный») водоём в состоянии гомеостаза со следующими параметрами: система является самодостаточной и замкнутой по веществу (автохтонна), система полноценна по составу минимально необходимых для функционирования подсистем, воздействие любого фактора происходит равномерно на всю систему без образования градиентов, конечным продуктом работы системы является его высшее трофическое звено – рыба.

Очевидно, что количество совершённой работы (произведённого органического вещества) внутри рассматриваемой системы ограничивается затраченной энергией [2]. Единственным компонентом системы, способным усваивать энергию солнца и превращать её в энергию органического вещества, являются фотосинтезирующие организмы, подсистема продуцентов. Следующая подсистема – это низшие консументы. В ней энергия приобретает новые качества, без которых она не может быть усвоена конечным потребителем. Третья подсистема представлена высшими консументами – рыбой. Основной функцией третьей подсистемы является непосредственное производство интересующей нас продукции.

При функционировании системы, как замкнутой по веществу, необходим механизм, возвращающий её в условно исходное

Львов Юрий Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заместитель директора. E-mail: LJB@flexuser.ru

состояние. Таким механизмом в рассматриваемой модели являются аэробные минерализующие микроорганизмы. Это подсистема редуцентов, функция которой заключается в изъятии из системы некровещества и метаболитов и разрушение их до минеральных составляющих. Четвёртая подсистема отличается от других по своей функциональной значимости. Она является корректирующим компонентом других подсистем, снижающим количество метаболитов, лимитирующих увеличение биомассы любой популяции. Кроме того, от продуктов жизнедеятельности микроорганизмов напрямую зависит наличие минеральных биогенных элементов, являющихся питанием для растений. Отметим также, что процесс минерализации органических веществ аэробными микроорганизмами происходит, в основном, в зоне раздела сред (жидкая – твёрдая) и при наличии кислорода [3].

Таким образом, представив упрощённую схему функционирования водоёма, логично считать определяющим фактором продуктивности рассматриваемой системы – количество энергии, усвоенной в первой подсистеме и переданной массой вещества, находящегося в кругообороте водоёма. Такой подход с учётом правила перераспределения энергии в трофических цепях, позволяет предположить количество конечного продукта системы (выразив его в энергетическом эквиваленте) в зависимости от географической широты расположения водоёма [4]. Однако в различных водоёмах солнечная энергия, приходящаяся на поверхность зеркала водоёма, не может быть одинаково усвоена и переведена в энергию биологического вещества. Это косвенно подтверждается наличием в одинаковых широтных условиях водоёмов с различной трофностью. Причиной тому, по нашему мнению, является тип функционирования водоёма как системы или, в конечном счете, его энергетический баланс.

Общий энергетический баланс водоёма зависит от количества вещества (носителя энергии), задействованного в кругообороте системы. Сбалансировано функционирующая система находится как бы на определённом энергетическом уровне. При этом переход с одного уровня на другой связан с изменением количества задействованного в кругообороте вещества и

соответственно энергии, и, согласно правилу Ле Шателье-Брауна, переход системы на другой энергетический уровень возможен при изменении общей энергетики системы более чем на 1% [5]. Кроме того, часть полученной и преобразованной энергии может теряться при переходах от одной подсистемы к другой и выпадать из общего процесса. Несомненно, это связано с несбалансированностью работы различных подсистем, входящих в систему.

При изучении функционирования системы можно оценивать сбалансированность работы её подсистем по перманганатной окисляемости [6]. Этот показатель свидетельствует о том, какое количество вещества в данный момент времени может быть подвержено биологической деструкции или (опосредованно) сколько свободной энергии находится в системе. Перманганатная окисляемость косвенно характеризует совокупную продуктивность трёх первых подсистем и трофический потенциал микроорганизмов. Кроме того, существует обратная связь между перманганатной окисляемостью и функционированием четвертой подсистемы. Таким образом, анализируя динамику перманганатной окисляемости, мы можем, с определённой долей вероятности, предсказать направление развития системы в сторону олиго- или гипертрофности и зачастую констатировать причину данного явления. В качестве примера можно рассмотреть динамику перманганатной окисляемости в водоёмах с разными условиями эксплуатации (рис. 1).

В водоёме 1 кормление рыбы не производилось, и основное количество органического вещества имело автохтонное происхождение. При этом колебания значений перманганатной окисляемости за период наблюдений были незначительными, стандартное отклонение составляло всего 1,91 мг O_2 /л. В водоёмах 2 и 3 за счёт аллохтонного органического вещества отмечались существенные увеличения значений исследуемого показателя по сравнению с первым водоёмом. Стандартное отклонение составляло 6,97 и 7,23 мг O_2 /л соответственно. При этом значения перманганатной окисляемости не связаны с температурным фактором, что подтверждается очень низкими значениями коэффициентов корреляции (-0,181 и -0,217 соответственно).

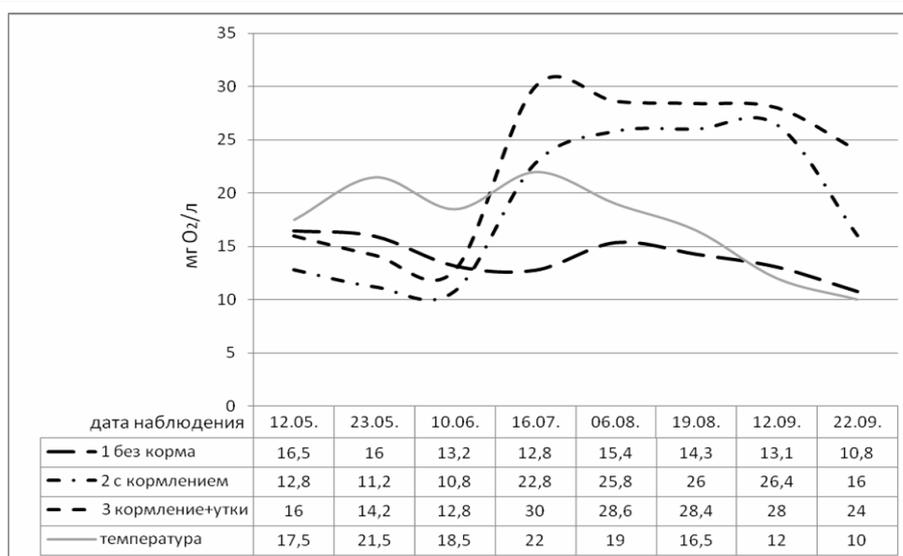


Рис. 1. Перманганатная окисляемость в водоёмах с разными условиями эксплуатации

Из приведённого рисунка видно, что в водоёмах 2 и 3 в период интенсивного кормления выращиваемых животных (с конца июня по конец августа) образовалось значительное количество избыточного вещества, не усваиваемого биотой пруда, находящегося на данном энергетическом уровне. Эта ситуация однозначно ведёт к ряду негативных последствий: дестабилизации всей системы, стимуляции процесса илонакопления, образованию первичных органических и вторичных (преобразованных в анаэробной среде) поллютантов, подавлению производительности системы по конечной продукции, нерациональному использованию кормов, которые, вероятно, и являлись первопричиной деструкции системы пруда.

Процесс происходит с нарастающей скоростью примерно по следующей схеме:

1. Подсистема микроорганизмов не успевает минерализовывать избыточные органические вещества, которые изменяют физические и химические параметры среды, в частности, уменьшается светопрозрачность, изменяется термический и газовый режим и т. п.

2. Изменённые параметры среды нарушают функционирование подсистемы растений, при этом снижаются процессы извлечения из среды продуктов жизнедеятельности микроорганизмов (минеральные вещества) и обогащение её кислородом, необходимым для минерализации органических веществ.

3. Ухудшение условий для существования микроорганизмов и растений отрицательно сказывается и на функционировании подсистемы консументов низшего порядка,

одной из функций которой (в числе других) является активная фильтрация.

4. Дестабилизация подсистем связана с выбросом в среду большого количества некровещества, которое уже не может усвоиться системой водоёма. И каждая новая порция органического вещества только ухудшает ситуацию.

В таких условиях подсистема вышних консументов не может полноценно функционировать, её продуктивность падает, независимо от наличия избыточного количества доступного (аллохтонного) корма.

Обобщая выше изложенное, можно сделать следующий вывод: энергобаланс водоёма зависит от оптимальной, совокупной работы всех подсистем в соответствии с массой вещества, задействованной в кругообороте водоёма, и переход водоёма на более высокий энергетический уровень без разрушения системы возможен лишь при условии сохранения сбалансированности функционирования подсистем.

В период с 2001 по 2005 гг. нами была разработана культивационная конструкция, позволяющая выращивать наземные растения на поверхности водоёма, названная как «плавающая грядка». В ряде проведённых экспериментов эмпирически подтверждены возможности улучшить экологические условия водоёма для гидробионтов посредством данной конструкции [7]. В процессе проведения этих работ нами изучалось локальное влияние «плавающих грядок» на водоём. Результаты работ, в частности, динамика перманганатной окисляемости воды, представлены на рисунке 2.

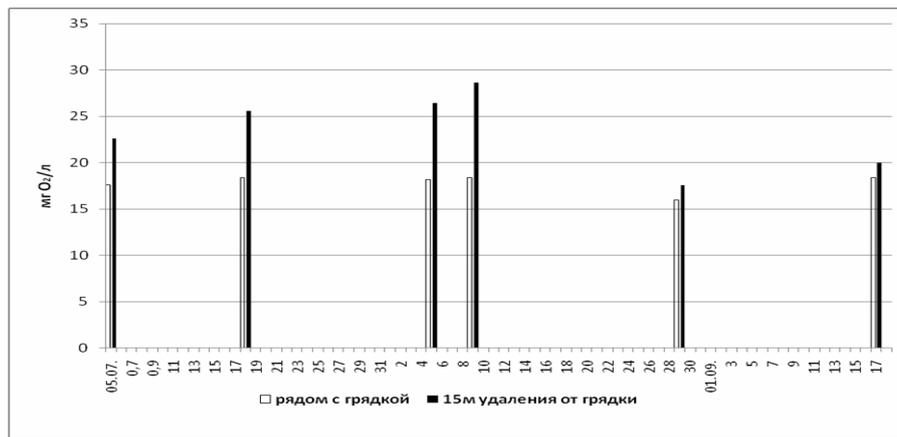


Рис. 2. Изменение перманганатной окисляемости воды рядом с «плавающей грядкой»

Контрольные точки взятия гидрохимических проб в водоёме располагались всего в 15^{ти} метрах друг от друга, и, тем не менее, на представленной диаграмме видны существенные различия полученных данных. Таким образом, установлено наличие эффекта понижения перманганатной окисляемости воды под воздействием работы кульвационной конструкции. По нашему мнению, одной из основных причин отмеченного эффекта, снижение перманганатной окисляемости воды, являются оптимальные условия для развития минерализующих микроорганизмов (подсистема редуцентов) в субстрате «плавающей грядки».

Зона субстрата «плавающей грядки», по сравнению с другими участками водоёма, имеет: большую площадь раздела сред (жидкость-твёрдое вещество) за счёт высокой пористости субстрата, большой приток растворённого кислорода (газообмен капиллярной воды субстрата осуществляется непосредственно с атмосферой), активное изъятие выращиваемыми растениями экзометаболитов микроорганизмов, способных лимитировать увеличение их популяции, более комфортную (повышенную) температуру для развития микроорганизмов в вегетационный период по сравнению с более глубокими слоями воды.

Таким образом, посредством «плавающей грядки» мы создали в системе водоёма резервную подсистему редуцентов, которая работает тем интенсивнее, чем выше кормовая база для микроорганизмов. В этом случае система не нарушая гармоничного функционирования всех подсистем

может справляться с большим количеством аллохтонного органического вещества. Это значит, что во внутреннем кругообороте водоёма будет одновременно задействовано большее количество энергии, то есть водоём переходит на более высокий энергетический уровень, а соответственно повышается его продуктивность и по основному продукту – рыбе. Повышение рыбопродуктивности водоёма является прямым следствием создания искусственного ихтиофитоценоза, как резерва подсистемы редуцентов. Кроме того, существует и ряд косвенных причин, связанных с «плавающими грядками», увеличения рыбопродукции: создание этологических зон комфорта для рыб [8], снижение интенсивности образования автохтонного первичного вещества в результате частичного затенения поверхности водоёма и трофической конкуренции в растительных сообществах [9], улучшение экологических условий для гидробионтов и увеличение естественной кормовой базы для рыб [10].

Выводы и заключение.

1. На основании проведённых исследований нами установлено, что возможно увеличение рыбопродуктивности водоёма одновременно со снижением его органического загрязнения.
2. Основным фактором, влияющим на стабильную работу экосистемы водоёма, является сбалансированная, совокупная работа всех его основных подсистем, и переход водоёма на более высокий энергетический уровень возможен лишь при условии сохранения сбалансированности.

3. При использовании «плавающих грядок», как резерва подсистемы редуцентов, можно управлять сукцессионными процессами, протекающими в водоёме и целенаправленно переводить его на другой энергетический уровень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Одум, Ю.* Экология. В 2-х т. / Под ред. *В.Е.Соколова*. – Т. 1. – М.: Мир, 1986. – С. 104-105.
2. *Маглыш, С.С.* Общая экология: Учеб. Пособие / М12 Гродно: ГрГУ, 2001. – С. 79-86.
3. *Ввозная, Н.Ф.* Химия воды и микробиология. М.: Высшая школа, 1979. – 342 с.
4. *Мартышев, Ф.Г.* Прудовое рыбоводство. Учебник. М., «Высшая школа», 1973. – С. 26-30.
5. *Реймерс, Н.Ф.* Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы) – М.: Журнал «Россия Молодая». – С. 53-57.
6. *Зилов, Е.А.* Химия окружающей среды: Учебное пособие. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2006. – 148 с.
7. *Львов, Ю.Б.* Методические рекомендации по выращиванию растений гидропонным методом на рыбоводных прудах: Методические рекомендации. М.: Изд-во Россельхозакадемии, ВНИИР, 2005. – 32 с.
8. *Львов, Ю.Б.* Плавающая грядка – этологически комфортная зона для рыб / Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК» (М., 2007). Международная научно-практическая конференция, 17-19 декабря 2007 г.: материалы и доклады / ГНУ ВНИИР Россельхозакадемии. – М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2007. – С. 184-186.
9. *Власов, Б.П.* Использование высших водных растений для оценки и контроля за состоянием водной среды: Методические рекомендации / *Б.П. Власов, Г.С. Гигевич* // Мн.: БГУ, 2002. – 84 с.
10. *Львов, Ю.Б.* Способ повышения эффективности эксплуатации водоёмов путём совместного выращивания рыб и растений / *Ю.Б. Львов, Т.Н. Лесина, В.И. Белякова, В.Д. Лузганова* // Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. Сб. науч. тр; М-во сел. хоз-ва и пищевой пром-ти Респ. Молдова. НИРХС. - Ch.: ELAN POLIGRAF, 2005. – С. 96 - 99.

PROBLEMS OF PRESERVATION AND EXPLOITATION THE INLAND WATER RESOURCES

© 2009 Yu.B. Lvov

All-Russia Scientific Research Institute of Irrigational Fish Culture

In article the opportunity of increasing the fish productivity from a basin simultaneously with reduction of its organic impurity by means of use of "floating garden-beds" is considered. It is shown, that major factor influencing stable functioning of a basin, is the balanced work of all of its basic subsystems, and transition of a pond to higher power level is possible only at preservation of balance. At use of "floating garden-beds" as a reserve of a subsystem reducers, it is possible to manage seral processes, proceeding in a basin, and purposefully translate it on other power level.

Key words: pond fish culture, basin ecosystem, power balance, organic impurity, «floating garden-beds»