

ДЕСТРУКЦИЯ ПРОДУКТОВ ОБМЕНА РЫБ В БАССЕЙНОВЫХ УСТАНОВКАХ

В.П. Михеев, И.В. Михеева, П.В. Михеев

*ФГБНУ «ВНИИПРХ», ДРТИ ФГБОУ ВПО «АГТУ»,
Россия, Московская область, пос. Рыбное
ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
Россия, г.Москва,*

DESTRUCTION OF FISH METABOLIC PRODUCTS IN POOL FACILITIES

V. Mikheev, I. Mikheeva, P. Mikheev

*Federal National public Scientific Institution "All-Russian Scientific Research
Institute of Fresh Water Fishery", Dmitrovski Fishery Technological Institute, branch
of Federal National Public Educational Institution, High Professional Education,
Astrakhan State Technical University,
settlement of Rybnoe, Moscow area, Russian Federation
Federal Public Scientific Institution, Erisman Federal Scientific Center on Hygiene,
Russian Federal Consumer Rights Protection and Human Health Control Service,
Moscow, Russian Federation*

Реферат. С учетом расхода воды на дыхание и удаление продуктов обмена рыб, характера водоиспользования современные бассейновые установки разделены на 5 типов. В них рассмотрены ниши микроорганизмов. Даны нормативы для эксплуатации полупогружного вращающегося биофильтра.

Ключевые слова: бассейновые установки, очистка воды, биофильтр.

Abstract. With account of water consumption for breathing and removal of fish metabolic products and the nature of water use the modern pool facilities fall into five types. The niches occupied by microorganisms are studied. There are specified the ratings for use of semisubmersible rotating biological filter.

Key words: pool facilities, water purification, biological filter.

При разработке методов искусственного воспроизводства проходных и полупроходных рыб для морей России предложено биологическое и технологическое обоснование использования бассейновых установок с регулируемым температурным режимом (Михеев и др., 2013).

Уже сейчас в России существует достаточно большое количество разнообразных бассейновых рыбоводных предприятий, в которых при управляемом температурном режиме выращивают товарных рыб, посадочный материал и производителей. Приводится опыт искусственного воспроизводства рыб на современных товарных рыбоводных заводах (гг. Конаково, Клин, Ярославль, Орехово-Зуево), а также результаты исследований сотрудников ФГБНУ «ВНИИПРХ» в области индустриального товарного осетроводства, лососеводства, сигаководства, карповодства (в садках, УЗВ, рыбоводных судах, аквариумных устройствах и др.). Обычно в бассейнах применяют прямоточное или замкнутое водоснабжение. Воду, поступающую в бассейны, можно условно разделить на 3 основных составляющих: предназначенную для дыхания рыб, предназначенную для удаления растворенных продуктов обмена рыб и для удаления оформленных выделений рыб. Такой подход позволяет наметить пути экономии воды в бассейновом рыбоводстве и с учетом этого представить типы современных рыбоводных бассейновых устройств.

С учетом расхода воды на дыхание и удаление продуктов обмена рыб, характера водоиспользования современные бассейновые установки можно разделить на следующие 5 типов:

– с прямоточным водоснабжением и общим расходом воды на дыхание рыб и удаление продуктов обмена (установка прямоточная с обычным расходом воды – УПОРВ);

– с прямоточным водоснабжением и малым расходом воды только для удаления продуктов обмена рыб (установка прямоточная с малым расходом воды – УПМРВ);

– с замкнутым водоснабжением и общим расходом воды для дыхания рыб и удаления продуктов их обмена (установка замкнутая с обычным расходом воды – УЗОРВ);

– с замкнутым водоснабжением и малым расходом воды только для удаления продуктов обмена рыб (установка замкнутая с малым расходом воды – УЗМРВ);

– комбинированные установки, включающие все или отдельные типы водоснабжения, перечисленные выше (в различном сочетании УПОРВ, УПМРВ, УЗОРВ, УЗМРВ).

Благоприятное для выращиваемой рыбы качество воды в устройствах индустриального типа может сохраняться только при условии своевременного прохождения процессов деструкции и утилизации продуктов обмена рыб и несъеденных рыбой кормов. Искусственные корма для рыб являются единственным источником поступления органического вещества в устройства индустриального типа. Их количество на площадь или объем бассейнов значительно превышает показатели, при которых происходит самоочищение воды в рыбохозяйственных водоемах. Так, в непроточных нагульных прудах самоочищение воды происходит при нагрузке не более $4,5 \text{ г С/м}^2$ в сутки, или по искусственным сухим кормам – не более 10 г/м^2 в сутки. В индустриальном рыбоводстве эти нагрузки значительно выше. Поэтому в технологиях индустриального рыбоводства не рассчитывают на самоочищение воды, а предусматривают постоянное выведение образующихся продуктов обмена и других органических веществ за пределы рыбоводного («рабочего») пространства, что может быть решено различными путями.

Взвешенные и растворенные органические вещества являются прекрасной пищей для микроорганизмов, которые используют их в процессе жизнедеятельности и тем самым производят очистку воды. Но, размножаясь в огромном количестве, они изымают из воды не только органические вещества, но и кислород на их окисление и, кроме того, в процессе метаболизма выделяют ядовитые и других вредные для рыб продукты обмена. Поэтому распределение и численность микроорганизмов в устройствах индустриального типа играет существенную роль в процессах самоочищения и создания благоприятных условий для выращиваемых в них гидробионтов. В рыбоводных устройствах с замкнутым (оборотным) циклом водообеспечения качество воды направленно формируется с использованием механических, биологических фильтров, средств аэрации воды и ряда других устройств.

В прямоточных рыбоводных бассейнах (УПОРВ) можно выделить экологическую нишу микроорганизмов сменяемой толщи воды и биопленку на внутренних поверхностях рыбоводного пространства устройств. Микроорганизмы этих экологических ниш не играют существенной роли в самоочищении воды. Основная часть продуктов обмена рыб выводится за счет водообмена за пределы рыбоводного пространства.

В УЗОРВ и в устройствах аквариумного типа используется оборотная вода. Очистка воды от взвешенных и растворенных продуктов обмена рыб протекает внутри установки, но также за пределами рыбоводного пространства, а именно – в очистных устройствах. В них формируются две основные экологические ниши микроорганизмов. Одна – в механических фильтрах и отстойниках, которые предназначены для улавливания и удаления взвешенных веществ – продуктов жизнедеятельности рыб и несъеденных кормов (ниша 1). Скопившийся здесь осадок характеризуется параметрами, характерными для илов евтрофных или гипертрофных водоемов (общее число бактерий исчисляется млрд. на 1 г). Эти осадки регулярно удаляют из отстойников.

Вторая экологическая ниша микроорганизмов (ниша 2) формируется на биологических фильтрах в виде биопленок, где происходит деструкция и минерализация растворенных продуктов обмена рыб, очистка воды от ядовитых для рыб веществ – мочевины, продуктов ее минерализации, фосфорных соединений и др. За счет этих двух ниш микроорганизмов происходит основная очистка оборотной воды в УЗВ и примерно по этой же схеме в аквариальных установках.

Наряду с экологическими нишами блока очистки имеется также ниша микроорганизмов в виде биопленки – оброслов на внутренних поверхностях рыбоводного пространства (ниша 3). Ко всему объему оборотной воды внутри устройства относится микробиологическая ниша 4. Здесь качество воды зависит прежде всего от исходной воды, но в процессе использования в рыбоводстве вода меняет свои параметры. Микроорганизмы этой ниши в очень небольшой степени участвуют в очистке воды, поскольку она регулярно

обновляется. Все микробиологические процессы протекают в аэробных условиях. Роль экологических ниш 3 и 4 в рыбоводной части устройства незначительна в процессах самоочищения воды, по сравнению с нишами 1 и 2 в блоке очистки.

Включение биологической очистки в систему оборотного водоиспользования не только экономит воду, но и создает экологически обособленную чистую водную среду. Параметры биологической очистки воды можно рассмотреть по результатам работы полупогружного вращающегося биофильтра, испытанного при выращивании рыбы в прудах по высокоинтенсивной технологии при получении рыбопродукции более 5 т/га (Федорченко и др., 2001). Рассматриваемая прудовая систем, конечно, является менее нагруженной, чем промышленные, но принципы биологической очистки, происходящих микробиологических процессов во многом схожи.

Секции – «загрузка» биофильтра были выполнены из нетоксичного инертного пластика, на котором развивалась природная биологическая пленка – «биомасса». Вращающаяся биомасса получает двухфазный контакт со сточной жидкостью: первый при погружении в нее, второй – при выходе из нее в атмосферу. Это повторяющееся контактирование с субстратом и кислородом стимулирует развитие аэробной микробной биомассы. На биопленке осуществляются процессы нитрификации, денитрификации, иммобилизации фосфора и др. Для расчета эксплуатации биофильтра получены технологические показатели (таблица 1).

Биопленка начала хорошо очищать воду через 20 дней после установления водообмена в лотке. Анализ биопленки показал, что она состояла из микроорганизмов, водорослей и мелких животных, отмечено большое количество грибов, а также дрожжей. Из животных в образовавшейся биопленке было много коловраток и кладок хирономид.

После образования биопленки общая численность бактерий в очищенной воде уменьшалась на 27-46%, доходя в среднем до 3 млн кл./мл.

Таблица 1 – Технические нормативы для расчета эксплуатации биофильтра

Наименование нормы	Норма
Площадь биопленки для очистки воды с 1 га пруда (объем воды 11500 м ³), га	0, 25
Время контакта очищаемой воды с биопленкой, ч	6
Снижение содержания аммонийных соединений, %	До 70
Снижение содержания органического вещества, %	До 60
Водообмен в прудах, суток	20 ± 1
Водообмен в емкости с биофильтром, ч	6 и более
Скорость вращения загрузки, об./мин	2± 1
Площадь погружения загрузки в очищаемую воду, %	40 ± 5
Время нарастания биопленки до начала ее активной работы при 20 ⁰ С и выше, дни	20± 5
Площадь субстрата одного модуля биофильтра, м ²	750
Длина модуля биофильтра в сборе, м	7, 85

В то же время количество сапрофитных бактерий в вытекающей воде не уменьшалось, что может свидетельствовать о продолжающихся активных процессах аммонификации. В вытекающей воде практически исчезли дрожжи и дрожжеподобные организмы, возможно, за счет выедания этих крупных форм фауной обрастания дисков. Содержание кислорода на вытоке при экспозиции 1-2 ч уменьшалось соответственно на 5-12%. Водородный показатель изменялся незначительно (на 1-2%) в сторону увеличения. Минеральный фосфор в поступающей воде был на уровне 0,14 мг Р₂О₅/л и величина его к

вытоку практически не изменялась.

Максимальное освобождение воды от органических загрязнений отмечали при двухчасовой экспозиции. Бихроматная окисляемость снижалась на 15-16, перманганатная – на 18-23, агрессивная – на 10-11%. Наибольшим изменениям при прохождении воды через биофильтр подвергались различные формы минерального азота. Аммонийный азот при получасовой, часовой и двухчасовой экспозициях уменьшался соответственно на 60, 80 и 90%. По абсолютной величине аммонийный азот снижался в 14,5 раз от исходной величины. В то же время содержание в воде нитратного азота с увеличением экспозиции возрастало: при получасовой – в 2,5, часовой – 4, двухчасовой – в 5-6 раз. Это свидетельствовало о почти полной минерализации, поскольку нитраты являются конечным продуктом нитрификации. Общее органическое загрязнение снижалось на 36%.

В прямоточных бассейнах численность бактерий зависит от качества воды в водоисточниках. Обычно численность бактерий в рыбоводных устройствах повышается. Однако при хорошо выполняемых рыбоводных работах, высоком водообмене, как правило, больших различий не наблюдается.

Список использованных источников

1. Михеев В.П., Мельченков Е.А., Михеева И.В., Мышкин А.В., Ражуков Р.С., Горин С.О. 2013. Искусственное воспроизводство проходных и полупроходных рыб для морей России. М.: Экон-информ.–148 с.

2. Федорченко В.И., Федорченко Ф.Г., Михеева И.В, Михеев П.В. и др. 2001. Типовая технология интегрированного производства рыбы и сельскохозяйственной продукции в прудовом и фермерском хозяйстве. Сб. научно-технической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИРО. – С.5-44.