

РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЛАРИЕВЫХ СОМОВ И ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДЫ В ПЕРИОД ЗАПУСКА БИОФИЛЬТРА В УЗВ

Хуобонен Марина Энсиовна, к.с.-х.н., доцент

Каменев Иван Владимирович, магистр

Петрозаводский государственный университет

Khuobonen Marina Ensiovna, PhD, marinex704@yandex.ru

Kamenev Ivan Vladimirovich, Master, vanya.kamenev.97@mail.ru

Petrozavodsk State University

Проведено исследование по анализу гидрохимических показателей в УЗВ в период запуска биофильтра и определения этапов формирования биофильтра. Рассчитаны рыбоводно-биологические показатели клариевых сомов.

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения, биофильтр, показатели гидрохимические, рыбоводно-биологические, клариевые сомы.

В Петрозаводском государственном университете в мае 2021 года была запущена установка замкнутого водоснабжения для выращивания ценных видов рыбы – лососевых, сиговых и осетровых. Одним из важнейших узлов системы УЗВ является биофильтр, в котором происходит удаление азота из водных систем (денитрификация) с помощью процесса биологического удаления нитрата (NO_3) или нитрита (NO_2) до образования инертного газа N_2 [1, с.251]. Запуск биофильтра в УЗВ можно осуществить тремя основными способами: внесением всевозможных реагентов в качестве питательной среды для микроорганизмов; добавлением популяций бактерий в виде чистых культур и бактериальных смесей, всевозможных субстратов из других биофильтров или природных источников; зарыбление гидробионтов в систему. Был выбран метод запуска биофильтра путем зарыбления клариевых сомов в бассейны УЗВ.

При запуске биофильтра ежедневно осуществлялся контроль качества оборотной воды по аммонийному азоту, нитритам и нитратам с применением тестов НИЛПА. На основании полученных результатов были определены стадии запуска биофильтра.

Первый этап, характеризующийся ростом аммиака до предельных значений – 0,029 мг/л (5 ед. по аммиак-аммонийному тесту НИЛПА) продолжался с 04.06.2021 по 04.07.2021 (рис. 1). На этой стадии гетеротрофные бактерии утилизируют органические азотсодержащие компоненты расщепление мочевины с образованием аммиака (NH_3) и происходит минерализация.

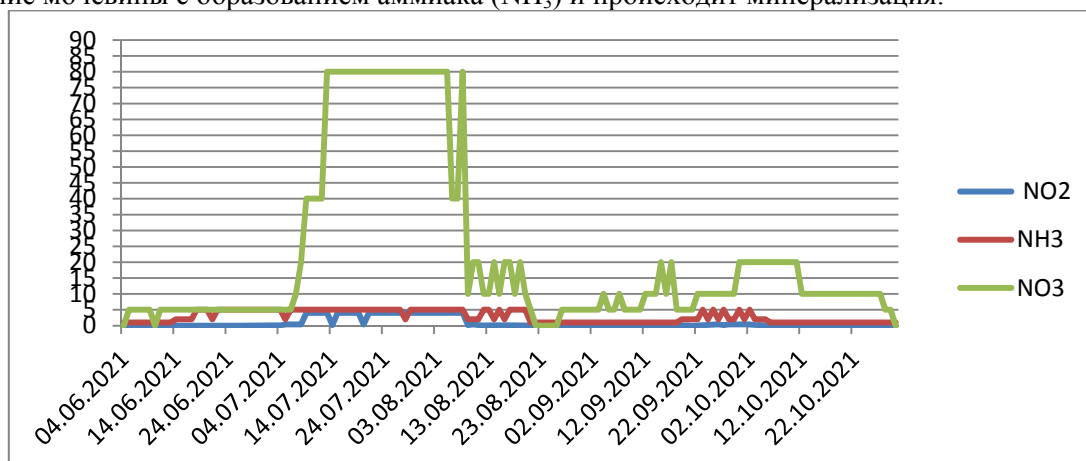


Рисунок 1. – Значения нитритов, нитратов, аммиак/аммония

После того как органические соединения переведены гетеротрофными бактериями в неорганическую форму, наступает второй этап – нитрификации. Происходит процесс окисления аммония до нитритов (NO_2) и нитратов (NO_3) с участием автотрофных бактерий, они представлены в основном родами *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*. Первые окисляют аммоний до нитритов, вторые нит-

риты до нитратов. Процесс нитрификации начался с 04.07.2021 по 23.08.2021, концентрация аммония составила 0,029 мг/л (5 ед. по аммиак-аммонийному тесту НИЛПА), нитритов 4 мг/л и нитратов 80 мг/л.

Основной целью запуска биофильтра является колонизация субстрата биофильтра нитрифицирующими бактериями. Разложение органического вещества и аммиака является биологическим процессом, осуществляющимся бактериями в биофильтре. Нитрифицирующие бактерии преобразуют аммиак в нитрит, а затем в нитрат [1, с. 250], [2, с. 18]. О формировании колоний бактерий судят по изменению концентрации нитрата NO_3 . Если концентрация нитрата растет, значит, бактерии рода *Nitrobacter* действуют. Запуск биофильтра в УЗВ НИЦ Петр ГУ происходил в течение 70 дней, о чем свидетельствует значительное снижение NO_2 и NO_3 .

Денитрификация сопровождается образованием кислотности [1, с. 253], [2, с.19]. На рисунке 2 представлены значения температуры и pH в период запуска биофильтра.

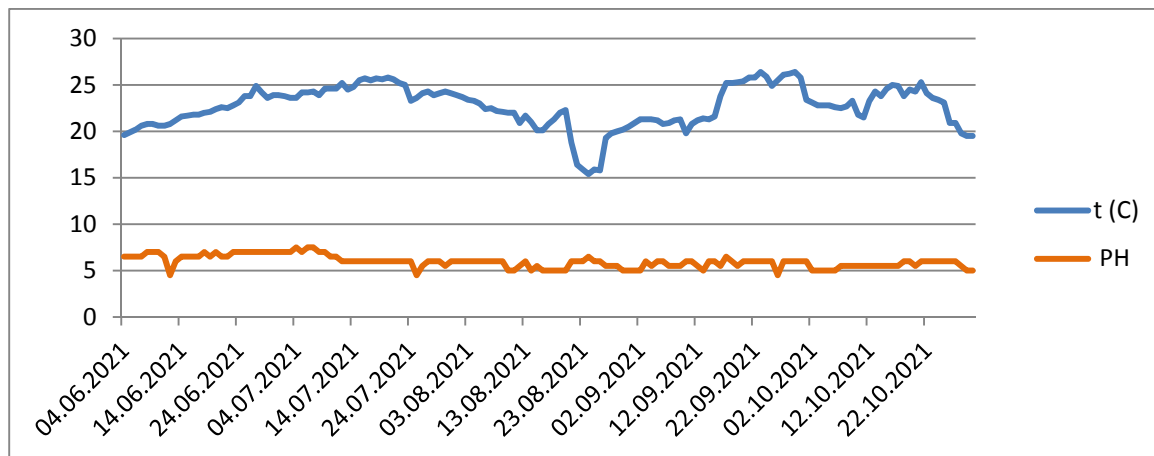


Рисунок 2. – Значения температуры и pH

Показатель кислотности редко снижался до критических значений (4,5-5) и обычно был равен 6-6,5. Значения температуры были достаточно высокими для северного региона, что также способствовало ускорению процессов денитрификации. Для достижения приемлемой скорости нитрификации температура воды должна быть в пределах 10–35°C (оптимально около 30°C), а уровень pH – между 7 и 8 [2, с.18].

В период запуска биофильтра была проведена оценка рыбоводно-биологических показателей клариевого сома. Рыба в количестве 206 штук была завезена 4 июня 2021 года, средняя живая масса сеголеток составила 47 г (табл. 1). Сомы были помещены в один бассейн объемом 1,7 м³.

Таблица – Рыбоводно-биологические показатели клариевых сомов

Показатели	Первый этап	Второй этап	Третий этап	За весь период
Продолжительность выращивания	04.06-10.06	19.07-29.07	02.09-01.10	04.06-01.10
Количество рыбы, шт.	204	198	166	166
Биомасса, кг	9,6	61,7	112	121
Живая масса в начале выращивания, г	47	311,0±17,8	672,4±17,8	47
Живая масса в конце выращивания, г	69,4±5,1	467,3±18,6	851.2±37,6	851.2±37,6
Абсолютный прирост, г	22	156	179	793
Среднесуточный прирост, г	3,7	15,6	6	7
Прирост биомассы, кг	4,5	30,9	30	132
Затраты корма, кг	1,8	16,4	42	142
Кормовой коэффициент	0,4	0,5	1,4	1,1

В первые два дня рыбу не кормили, кормление началось 6 июня по нормам в соответствии с температурой воды. К окончанию первого этапа запуска биофильтра клариевые сомы интенсивно питались, прирост биомассы за 6 дней выращивания составил 4,5 кг и затраты корма были 1,8 кг. Таким образом, конверсия корма была очень высокой, и кормовой коэффициент за этот период имел очень низкое значение – 0,4 и неблагоприятные гидрохимические условия выращивания не отразились на результатах выращивания. Как правило, аммиак токсичен для рыб при уровнях выше 0,02 мг/л [2, с. 20], но клариевые сомы устойчивы к повышенному содержанию органических веществ, аммиаку, нитритам и нитратам [3, с. 99], [4, с. 270].

На втором этапе запуска биофильтра, при высоком значении не только NH_3 , но и NO_2 , показатели выращивания оставались на высоком уровне. За 10 дней произошло достоверное увеличение живой массы на 156 г ($P < 0,01$), среднесуточный прирост был высоким – 15,6 г, а общий прирост биомассы составил 30,9 кг. Кормовой коэффициент также остался на низком уровне – 0,5.

Третий период работы биофильтра в УЗВ сопровождался улучшением условий выращивания, т.е. понижением содержания NH_3 , NO_2 , NO_3 . Однако, в это время усилилась разнокачественность сомов по живой массе, и, поэтому рыбоводно-биологические показатели были несколько хуже, чем в предыдущий период. Так, среднесуточный прирост составил всего 6 г, и кормовой коэффициент был почти в три раза больше, чем в предыдущий период.

Таким образом, период запуска биофильтра УЗВ при зарыблении бассейнов клариевыми сомами продолжался 70 дней, и, несмотря на неблагоприятные гидрохимические показатели, сомы показали хорошие результаты выращивания.

Список использованных источников

1. Барулин Н. В. Инновационные методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский. – Минск : Экоперспектива, 2016. – 437 с.
2. Брайнбалле Я. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения // Введение в новые экологические и высокопродуктивные замкнутые рыбоводные системы. - Копенгаген: Еврофиш, 2010. - 70 с.
3. К. Н. Сыздыков Выращивания Клариевого сома до товарной массы в НИЦ «Рыбного хозяйства» / К. Н. Сыздыков, Ж. Б. Куанчалеев, Г. К. Баринаева [и др.] // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2020. – № 2(105). – С. 98-109.
4. Appelbaum S., Kamler E. Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions // Aquacultural Engineering. - 2000. - P. 269-287.