

## 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](mailto:marinex704@yandex.ru)

Kamenev Ivan Vladimirovich, Master, [vanya.kamenev.97@mail.ru](mailto:vanya.kamenev.97@mail.ru)

Petrozavodsk State University

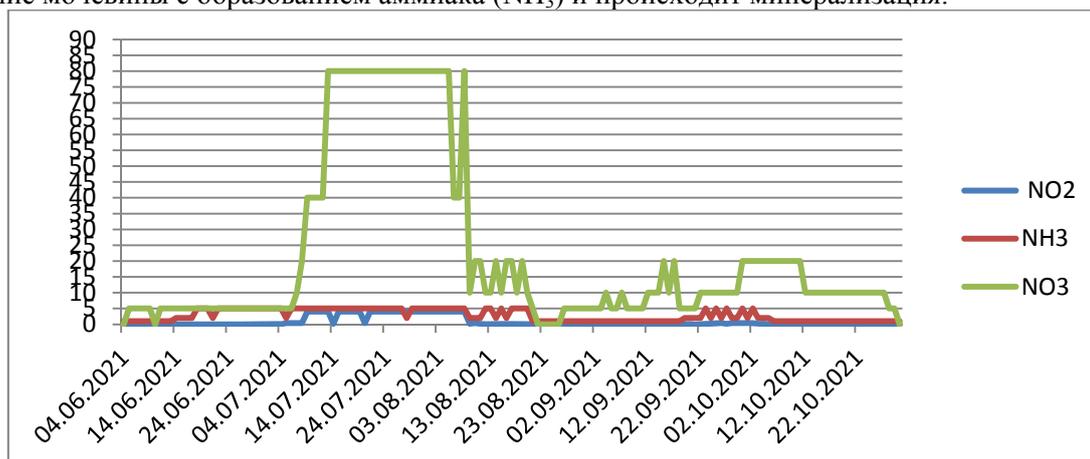
*Проведено исследование по анализу гидрохимических показателей в УЗВ в период запуска биофильтра и определения этапов формирования биофильтра. Рассчитаны рыбоводно-биологические показатели клариевых сомов.*

**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 ( $\text{NO}_3$ ) или нитрита ( $\text{NO}_2$ ) до образования инертного газа  $\text{N}_2$  [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 ( $\text{NH}_3$ ) 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 ( $\text{NO}_2$ ) и нитратов ( $\text{NO}_3$ ) 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  $\text{NO}_3$ . 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  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}_3$ .

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

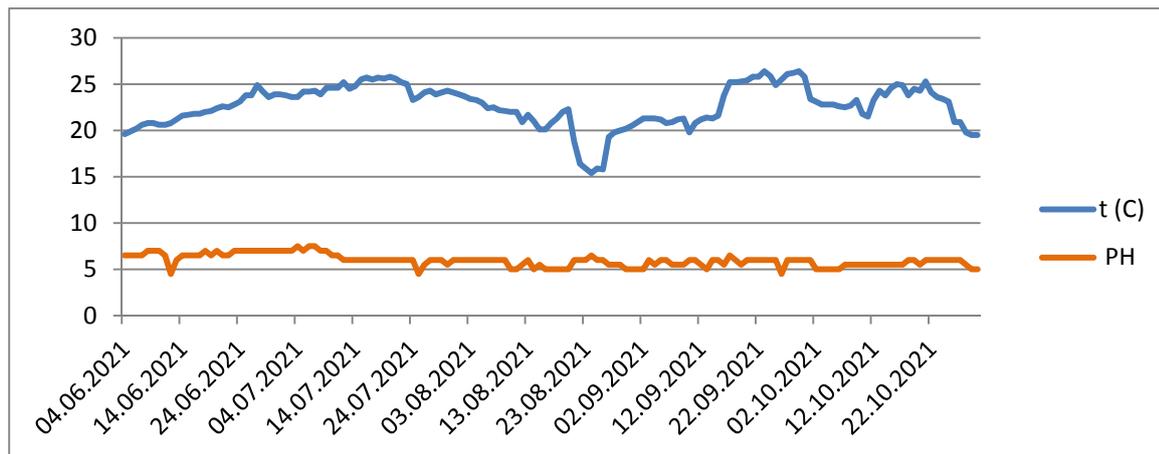


Рисунок 2. – Значения температуры и рН

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 рН – 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 м<sup>3</sup>.

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  $\text{NH}_3$ , но и  $\text{NO}_2$ , 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  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ . 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.