

УДК 639.51.03/.06

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ТИПА НАПОЛНИТЕЛЯ НА ЗАПУСК БИОФИЛЬТРА В ХОЛОДНОВОДНЫХ УСТАНОВКАХ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ РАКООБРАЗНЫХ

Д.В. Тырин, Н.П. Ковачева, М.Ю. Назарцева

ВНИРО, Москва, guerrerolatino@mail.ru

INFLUENCE OF WATER TEMPERATURE AND TYPE OF FILLER ON BIOFILTER'S START UP PERIOD IN COLD WATER CLOSED SYSTEMS FOR CRUSTACEAN CULTIVATION

D.V. Tyrin, N.P. Kovatcheva, M.Y. Nazartceva

VNIRO, Moscow, guerrerolatino@mail.ru

Введение

Интенсивная технология содержания ценных водных промысловых видов вне регионов их промысла предусматривает использование установок с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ), в которых происходит многократное использование одного и того же объёма воды. Важнейшими условиями успешного культивирования гидробионтов являются гидрохимический и термический режимы, необходимые параметры которых в промышленных УЗВ обеспечивает блок регенерации воды. Основными элементами этого блока являются: механический фильтр, нитрифицирующий биологический фильтр, проточный охладитель и/или нагреватель. Также в его состав могут входить денитрификатор, УФ-стерилизатор, озонатор, флотатор и др. аппараты и ёмкости.

Основным рабочим элементом нитрифицирующего биофильтра является его наполнитель, который может быть искусственным (пластиковый, керамический и др.) или природным (гравий, коралловая крошка и др.); объёмным (пластиковые фигуры, керамзит, вспененный полиэтилен) или плоскостным (пластины, пористые губки). Он служит субстратом для прикрепления аэробных бактерий-нитрификаторов родов *Nitrosomonas* (перерабатывают общий аммоний в нитриты — первая стадия нитрификации), *Nitrobacter* (перерабатывают нитриты в нитраты — вторая стадия нитрификации) и других, менее значимых в биологической очистке воды родов. Колонии этих бактерий должны быть обеспечены необходимой концентрацией кислорода, достаточным водообменом и продуктами для метаболизма — общим аммонием или нитритами.

Ещё одним важнейшим параметром среды при содержании холодноводных животных является температура воды. На разных стадиях развития холодно-

водные ракообразные (в том числе, камчатский краб, американские и европейские виды омаров, лангусты и др.) требуют температуру воды 3–15 °С [Ковачева и др., 2005, Ковачева, 2006]. Однако оптимальные температуры для успешного протекания процессов нитрификации — 24–27 °С [Рубан, 1961]. В этом диапазоне температур биофильтры без каких-либо ускоряющих стартовый период мер выходят на рабочую мощность за 22 сут [Жигин, 2007]. При температуре воды 5–7,5 °С реакции процесса нитрификации проходят только на 20–60 % скорости, от нитрификации при 18–20 °С [Speece, 1971, Shi, Hu, Wang, 2005] и период запуска растягивается до 75–80 сут [Ковачева и др., 2005]. В литературных источниках нами не найдено прямое сравнение влияния разных типов наполнителей и разных диапазонов температуры воды в отношении продолжительности стартового периода биологической очистки в холодноводных морских УЗВ.

В связи с указанными проблемами была поставлена цель — исследовать влияние температуры воды и типа субстрата на продолжительность стартового периода холодноводных биофильтров.

Материалы и методика

Эксперимент проводился в аквариальной лаборатории воспроизводства и культивирования ракообразных (ВНИРО) в течение 108 сут (рис. 1).

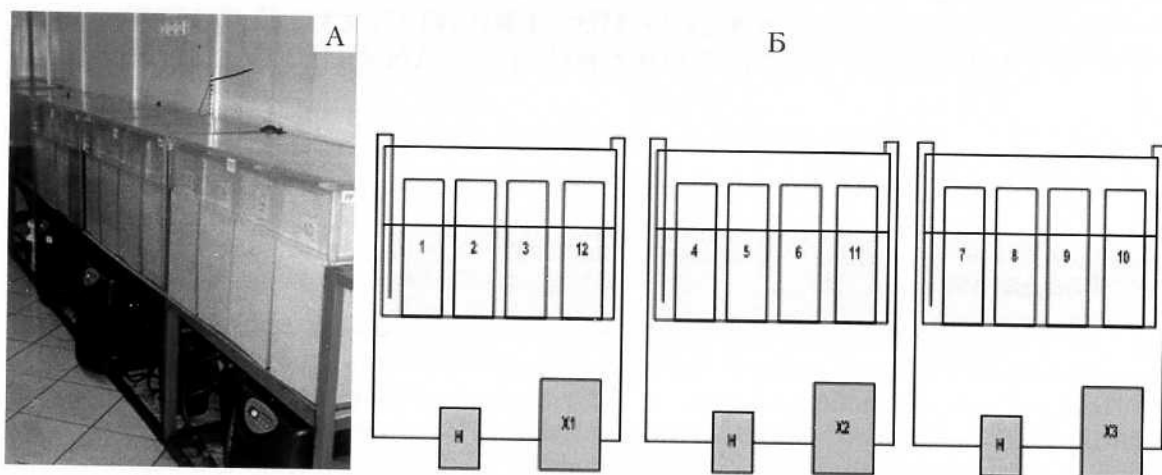


Рис. 1. Общий вид экспериментальной системы (А); схема эксперимента (Б).

1, 4, 7 — «биошары»; 2, 5, 8 — коралловая крошка; 3, 6, 9 — керамзит;
10, 11, 12 — контроль, Н — насосы, X1–3 — проточные охладители

Исследовались 3 типа субстратов: пластиковые «биошары» (Китай) — в группе установок 1; коралловая крошка фракции 10–20 мм — в группе 2; керамзит фракции 10–20 мм (Россия) — в группе 3 (рис. 2). В течение эксперимента поддерживалось 3 диапазона температур воды: 6–7, 9–10 и 12–13 °С (см. рис. 1, Б).

Каждая группа состояла из проточного климатизатора «Hailea HC-500BH» (Китай), акрилового аквариума с пресной водой для термостатирования, 4 пластиковых емкостей, насоса «Eheim» (Германия).

Пластиковая ёмкость (рис. 3) с габаритами 280 × 220 × 510 мм (общий объём — 24,7 л) состояла из большого отсека и отсека для наполнителя. В большем отсеке была установлена циркуляционная помпа, которая качала воду из него в отсек для наполнителя через отверстие в разделяющей перегородке. Обратно вода поступала через верх перегородки благодаря её меньшей по сравнению с общей высотой. Объём наполнителя во всех емкостях составлял 5 л,



Рис. 2. Испытанные наполнители: *A* — пластиковые «биошары», *B* — коралловая крошка, *B* — керамзит

объём воды на начало эксперимента составлял 22 л. Объём отбираемых 2 раза в неделю проб воды был не более 200 мл за раз.

Использовалась искусственная морская вода («Морской аквариум», Россия) солёностью 33–34‰. Проточность в емкостях измерялась объёмным способом и составляла 480 л/ч. Содержание растворённого кислорода за период эксперимента колебалось в пределах 9–11 мг/л.

Запуск биофильтров производился с помощью внесения 10%-ного раствора аммиака на 2 сут эксперимента. Культура бактерий «Preis Aquaristik Baktoplan» («Морской аквариум», Россия–Германия) вносилась трёхкратно (на 1, 3 и 10 сут) в количестве 6,6 мл (согласно инструкции производителя).

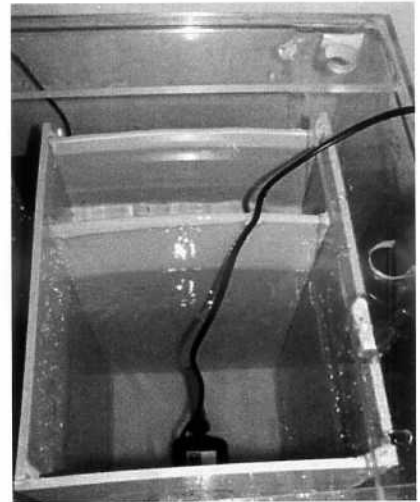


Рис. 3. Экспериментальная ёмкость

Результаты и обсуждение

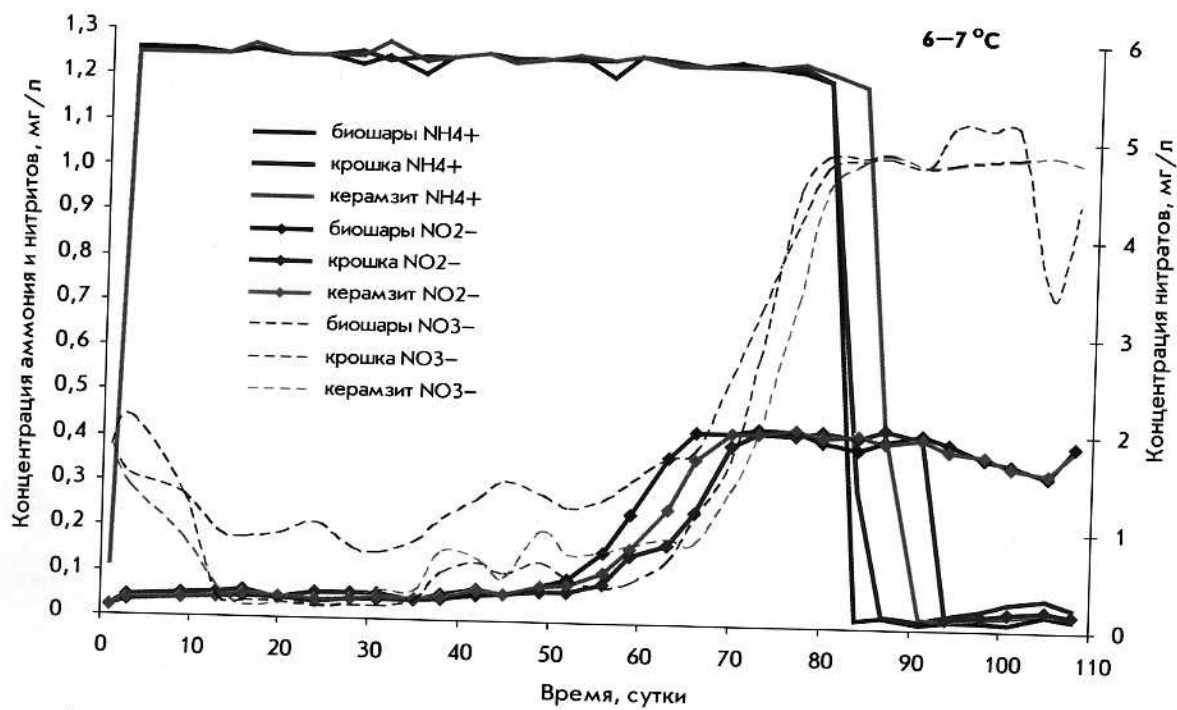
На рис. 4 и 5 изображена динамика процесса нитрификации при разных температурах воды.

На графике видно, что в группе установок 1 (см. рис. 4,А) первая стадия нитрификации была зафиксирована на 84 сут в установках с «биошарами» и коралловой крошкой, на 87 сут — в установке с керамзитом и на 94 сут — в контрольной (см. рис. 5,Б). Однако вторая стадия нитрификации была зарегистрирована только в установке с крошкой — на 108 сут, а в остальных установках за отведённое для эксперимента время она не наблюдалась.

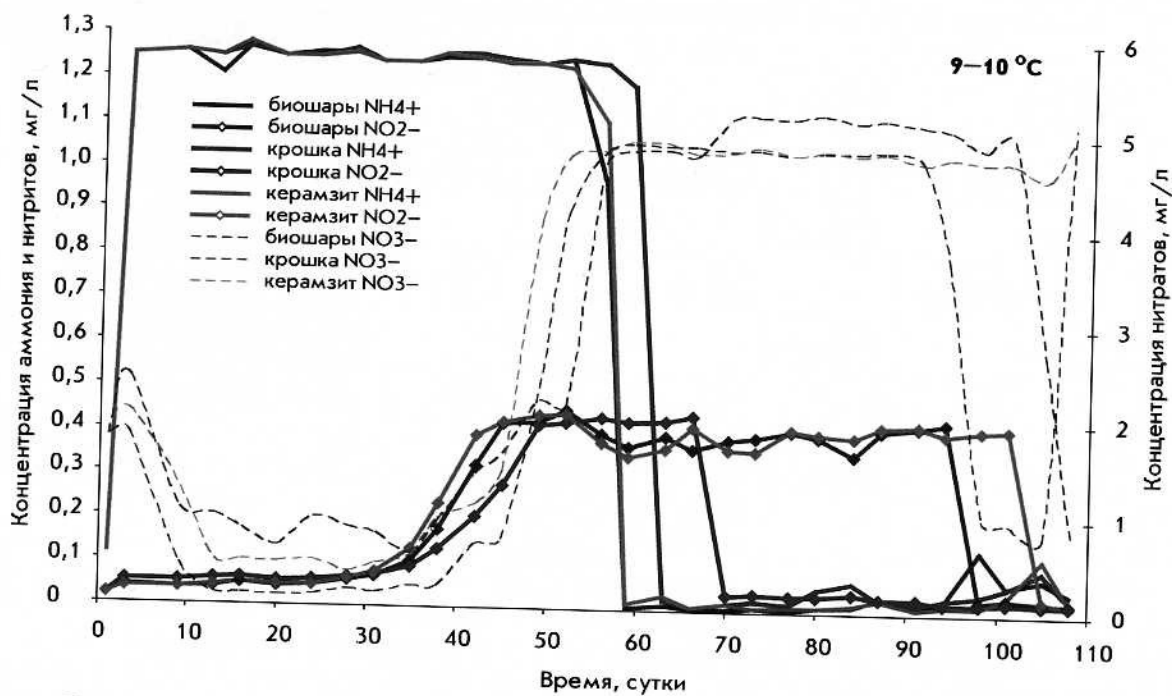
В группе установок 2 (см. рис. 4,Б), первая стадия нитрификации была зафиксирована на 59 сут в установках с «биошарами», керамзитом и контроле, а в установке с коралловой крошкой на 63 сут. Что касается второй стадии нитрификации, то она в установке с крошкой началась на 70 сут, с «биошарами» на 98 сут, с керамзитом на 105 сут, а в контрольной установке за отведённое время не была зафиксирована (см. рис. 5,Б).

В группе установок 3 (см. рис. 5,А) первая стадия нитрификации была зафиксирована на 42 сут в экспериментальных установках и на 45 сутки в контрольной (см. рис. 5,Б).

Вторая стадия в установке с крошкой началась на 63 сут, с керамзитом — на 70 сут, с «биошарами» — на 77 сут, в контрольной установке — на 101 сут. В биофильтры с коралловой крошкой стартовый период завершился за 108, 63 и 70 сут при 6–7, 9–10 и 12–13 °С соответственно (см. рис. 5). Биофильтры

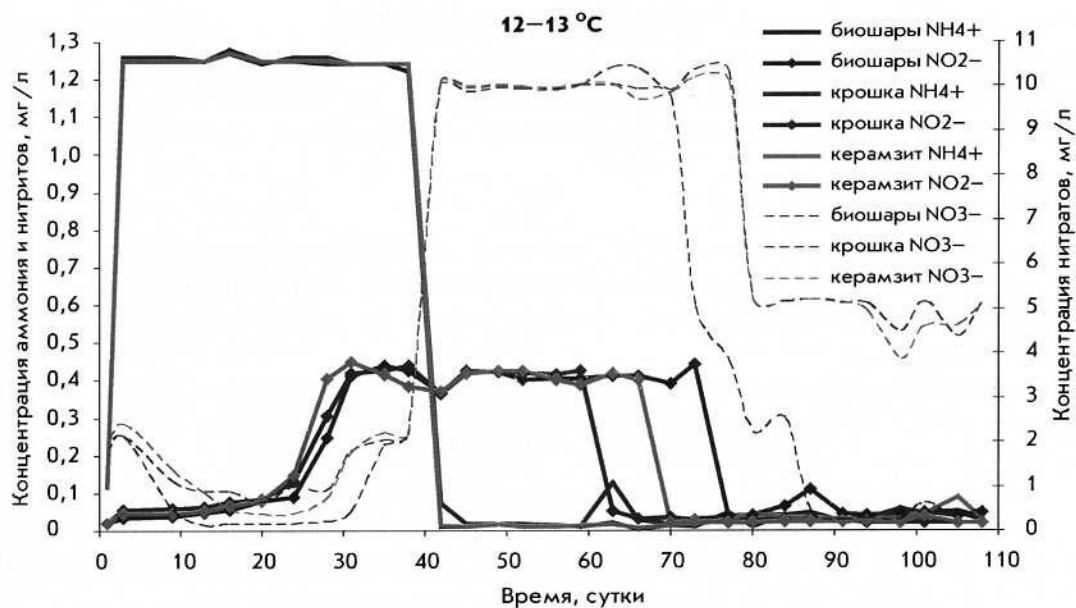


А

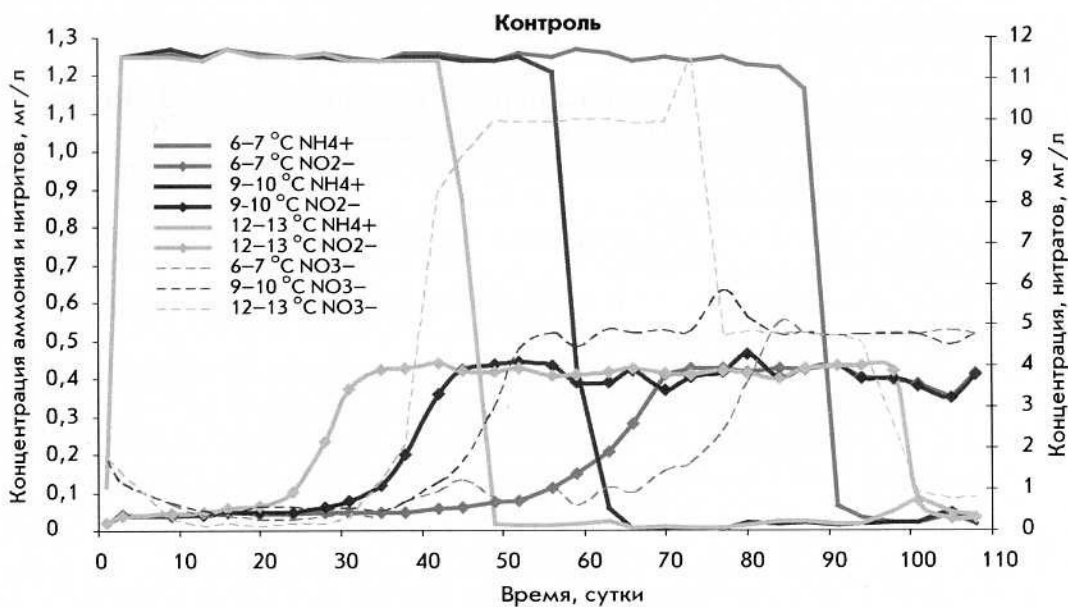


Б

Рис. 4. Динамика процесса нитрификации при разных температурах воды:
 А — 6-7 °C; Б — 9-10 °C



А



Б

Рис. 5. Динамика процесса нитрификации при разных температурах воды: А – 13–14 °С; Б – контрольная группа установок

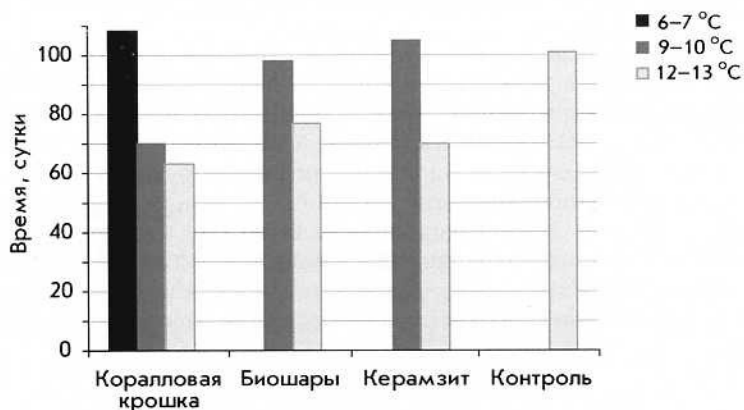


Рис. 6. Общая продолжительность стартового периода биологической очистки

с «биошарами» и керамзитом при 6–7 °С не «запустились». Стартовый период в установках с биофильтрами из «биошаров» завершился за 98 и 77 сут при 9–10 и 12–13 °С соответственно, из керамзита — за 105 и 70 сут. В контрольных установках нитрификация была отмечена только при 12–13 °С на 108 сут.

Выводы

С учётом избранных условий запуска (постоянная температура воды, количество и кратность внесения культуры бактерий, тип и начальная концентрация азотсодержащего реагента, кратность взятия проб) можно сделать следующие выводы.

1. Скорость старта процесса нитрификации в биофильтрах холодноводных морских экспериментальных установках находится в прямой зависимости от температуры воды и наполнителя.

2. Температура воды является лимитирующим фактором для стартового периода биологической очистки воды:

- при 6–7 °С процесс нитрификации регистрируется только при использовании коралловой крошки в качестве наполнителя биофильтра;

- при 9–10 °С процесс нитрификации начинается на 70–105 сут при всех использованных типах наполнителя биофильтра («биошары», коралловая крошка и керамзит);

- при 12–13 °С процесс нитрификации регистрируется на 63–101 сут при всех использованных типах наполнителя биофильтра.

3. Наполнитель играет значительную роль в скорости процессов нитрификации в холодной морской воде:

- в установках без биофильтра процесс нитрификации зафиксирован только при температуре воды 12–13 °С;

- при температуре воды 6–13 °С лучшим наполнителем для биологической очистки является коралловая крошка.

Эксперименты в указанном направлении продолжаются. Авторами планируется издание методической инструкции с рекомендациями по эксплуатации биофильтров в холодноводных установках замкнутого цикла водоиспользования, применяемых для передержки и аквакультуры ракообразных.

ЛИТЕРАТУРА

Жигин А.В. 2007. О возможности использования биоочистки в УЗВ при низких температурах воды // Материалы научно-практич. конференции «Рациональное использование пресноводных экосистем — перспективное направление реализации национального проекта». — М.: ВНИИР. — С. 158–160.

Ковачева Н.П. 2006. Искусственное воспроизводство и культивирование морских и пресноводных ракообразных отряда Decapoda. Автореф. дисс. на присвоен. уч. степ. д.б.н. — М.: Изд-во ВНИРО. — 53 с.

Ковачева Н.П., Калинин А.В., Эпельбаум А.Б., Борисов Р.Р., Лебедев Р.О. 2005. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Часть 1. Особенности раннего онтогенеза. Бионормативы и рекомендации по искусственному воспроизводству. — М.: Изд-во ВНИРО. — 76 с.

Рубан Е.Л. 1961. Физиология и биохимия нитрифицирующих микроорганизмов. — М.: Изд-во АН СССР. Институт микробиологии. — 175 с.

Shi Y., Hu X., Wang J. 2005. Characteristics of sewage treatment by moving-bed biofilm reactor // Research on environmental science (Huanjing Kexue Yanjiu). V. 18. № 5. — P. 49–55.

Speece R.E. 1973. Trout metabolism characteristics and the rational design of nitrification facilities for water reuse in hatcheries // «Transactions of the American Fisheries Society», V. 102. № 2. — P. 323–334.