

Влияние условий содержания камчатского краба на работу биофильтров в УЗВ



Д.В. Тырин, Н.П. Ковачева, Л.А. Шакула
Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии

Актуальность

Влияние концентрации органических веществ на ход нитрификации – один из важных факторов успешной очистки воды в УЗВ. До настоящего времени ученые останавливались на описании стадии аммонификации, не уделяя внимания зависимости процесса нитрификации от вносимых в работающую систему органических веществ.

Новизна

Изучен принцип влияния режима кормления на качество воды в экспериментальных условиях, и в этой связи выяснено влияние на ход нитрификации в УЗВ количества задаваемого корма и температуры воды.

Практическое применение

При передержке крабов более рационально кормление из расчета 1% от их массы. При культивировании крабов для прироста живой массы требуется увеличение рациона и кратности внесения корма, а для коммерческой эффективности – плотности посадки, в связи с чем необходимо увеличение относительного объема биофильтра.

Ключевые слова

Камчатский краб, биофильтр, нитрификация, аммоний, нитриты, нитраты, кормление, режим кормления, температура воды.

Многие виды камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*, Tilesius, 1815), относящегося к отряду Десятиногих ракообразных (*Decapoda*), являются высокоценными промысловыми объектами (омары, лангусты, раки и креветки). Экспериментальное содержание камчатского краба в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ) осуществлялось с конца XX в. Полностью же технологию воспроизводства от икринки до жизнестойких стадий мальков разработали и продолжают совершенствовать в лаборатории воспроизводства ракообразных ВНИРО [1, 2, 3, 4]. Здесь изучают основные аспекты содержания камчатского краба на разных стадиях развития в условиях УЗВ: особенности морфологии, физиологии и поведения, кормления и поддержания оптимальных показателей среды.

Важнейшим фактором успешного содержания камчатского краба (так же как и других гидробионтов) служит кормление. Оно должно обеспечивать поддержание жизнеспособности (при передержке) или прирост массы (при культивировании и доращивании), не перегружая при этом биофильтр системы, так как корма – основной источник органики.

Нитрификация – основной биохимический процесс в УЗВ – часть жизненного цикла нескольких групп нитрифицирующих бактерий. Поступающий в воду экскрементами и кормами органический азот минерализуется до аммонийного и перерабатывается в основном бактериями рода *Nitrosomonas* в нитриты, а затем бактериями рода *Nitrobacter* – в нитраты. Аммонийный азот и нитриты – это высокотоксичные и поэтому опасные для гидробионтов вещества; нитраты – менее токсичны и могут быть удалены из воды при ее регулярной подмене или использовании денитрификаторов. Процесс нитрификации во многом зависит от температуры воды [5, 6, 7].

Влияние концентрации органических веществ на ход нитрификации – также один из важных факторов успешной очист-

тки воды. Количество выделяемой гидробионтами и вносимой органики влияет на допустимую плотность посадки, что на практике учитывается при запуске биофильтра методом создания повышенной нагрузки. Метод заключается во внесении органических продуктов или химических азотсодержащих веществ в заводом больших, чем ПДК, концентрациях для адаптации биоценоза биофильтра. До настоящего времени ученые останавливались на описании стадии аммонификации (минерализации органики), не уделяя внимания зависимости процесса нитрификации от вносимых в работающую систему органических веществ (кроме лекарственных препаратов). Кроме того, в большинстве работ рассматривается технологический процесс кормления (рацион и режим), а не его влияние на качество воды [8]. Ингибирующую функцию органических загрязнений на нитрификацию в биофильтрах с разными наполнителями изучали при температуре воды 15 °С, что выше рекомендуемой для камчатского краба. В результате обнаружено: при увеличении соотношения общего углерода к общему азоту органические загрязнения тормозят нитрификацию [9, 10].

Таким образом, была определена цель – изучить принцип влияния режима кормления на качество воды в экспериментальных условиях. В связи с этим требовалось выяснить влияние на ход нитрификации в УЗВ количества задаваемого корма и температуры воды.

Эксперимент проводили на базе передержки гидробионтов ООО «Водный мир» (Москва). В эксперименте использовали две УЗВ с аналогичными параметрами, каждая из которых состояла из пластикового изотермического бассейна с крышкой, проточного охладителя, биофильтра с субстратом из коралловой крошки (по 18 л, 5% от общего объема) и насоса. Системы заполняли искусственной морской водой соленостью 34‰ (по 360 л) и средними исходными концентрациями (в мг/л): аммония – 0,047, нитритов – 0,013, нитратов – 3,93. Показатели качества воды измеряли многопараметровым зондом YSI-85 и фотокориметром КФК. Продолжительность эксперимента составила 22 сут.

В установках содержали по два самца товарного размера: в установке 1 масса крабов составляла 6,11 кг, средняя ширина карапакса 199 мм; в установке 2 – 6,16 кг и 195 мм соответственно. Первые десять дней температуру воды в установке 1 поддерживали на уровне 6,5 °С, в установке 2 – на уровне 4,5 °С. На 11-й день была произведена полная смена воды и начат второй этап эксперимента, в ходе которого температуру воды поддерживали на уровне 10,3 °С и 9,7 °С соответственно. Содержание кислорода в воде на протяжении всего эксперимента составляло около 8,5 мг/л.

В качестве корма использовали кальмара (режим кормления представлен в таблице). Кормление проводилось индивидуально (рис. 1) с периодичностью один раз в 2–3 сут, остатки корма из бассейнов удаляли.

Таблица 1

Режим кормления

Показатель	Установка 1	Установка 2
Суточный рацион, г	60	120
Всего задано корма, г	360	720
Потреблено корма, г	345	411
Поедаемость, %	96	57



Рис. 1. Кормление краба

В установке 1 концентрация аммония на 6-е сут. повысилась до 0,276 мг/л, после чего снизилась на 11-е сут. до 0,042 мг/л (рис. 2). Концентрация нитритов резко повысилась до пиковых значений (3,32 мг/л) на 7-е сут., а затем уменьшилась до 2,07 мг/л на 11-е сут. После повышения на 11-е сут. температуры воды и заполнения бассейнов новой водой (аналогичной исходной по количеству азотсодержащих веществ) концентрация аммония на 12-е сут. составила 0,218 мг/л, а нитритов – резко снизилась до 0,045 мг/л. Количество нитратов постепенно возрастало и достигло на 11-е сут. 10,37 мг/л и далее – с 1,67 до 23,63 мг/л.

В установке 2 содержание аммония повысилась на 5-е сут. до 0,28 мг/л, после чего на 11-е сутки снизилась до 0,065 мг/л (рис. 3). Концентрация нитритов повысилась до 0,715 мг/л на 9-е сут., а затем на 11-е сут. уменьшилась до 0,148 мг/л. После начала второго этапа эксперимента концентрация аммония на 12-е сут. составила 0,087 мг/л, а нитритов – осталась на прежнем уровне. Количество нитратов постепенно возрастало до 14,51 мг/л на 11-е сут. и далее – с 1,67 до 34,76 мг/л.

На первом этапе эксперимента в установке 1 (рис. 2) реакция системы на внесение корма выражалась скачкообразным увеличением концентрации нитритов на следующие сутки после кормления. С повышением температуры воды скачки стали менее резкими, одновременно уменьшилось содержание аммония и увеличилось содержание нитратов, что свидетельствует о стабилизации системы.

В установке 2 внесение корма вызвало резкие скачки концентрации нитритов при постоянно высоком содержании аммония (рис. 3). Несмотря на повышение температуры на втором этапе эксперимента снижение содержания аммония и нитритов не произошло, что говорит о недостаточной перерабатывающей емкости биофильтров при исследованных дозах и кратности внесения корма.



Рис. 4. Товарные крабы в бассейне для пердержки

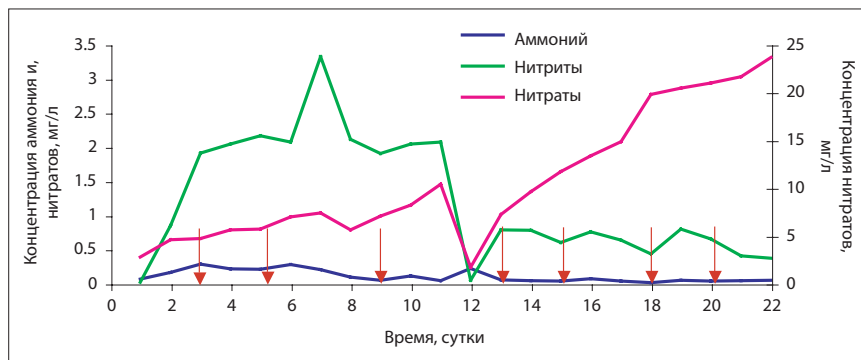


Рис. 2. Динамика гидрохимических показателей в установке 1. Стрелками обозначены дни кормления (3, 6, 9, 13, 15, 18, 20)

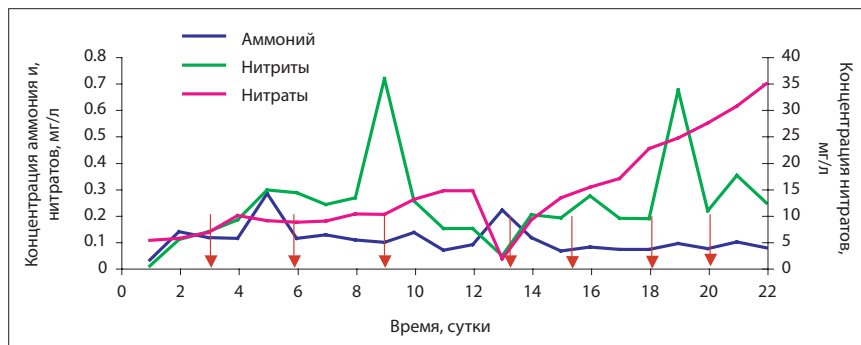


Рис. 3. Динамика гидрохимических показателей в установке 2. Стрелками обозначены дни кормления (3, 6, 9, 13, 15, 18, 20)

На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы. Повышение температуры воды в установке 1 вызвало спад концентрации нитритов и выход ее на плато. В установке 2 изменений не наблюдалось, несмотря на то, что общий уровень концентрации аммония и нитритов в ней был ниже, чем в установке 1. В установке 2 происходили значительно более резкие скачки концентрации нитритов после кормления, что обусловлено внесением большего количества органики.

Также было установлено, что при повышенной нагрузке на биофильтр увеличение температуры в исследованном диапазоне температур не оказывает влияния на динамику процессов азотного цикла

в воде. Кормление крабов из расчета 1% от их массы более рационально при пердержке краба (поддерживающее кормление), чем из расчета 2%, так как оказывает меньшее влияние на работу биофильтра с объемом, равным 5% от общего. При культивировании гидробионтов для прироста живой массы требуется увеличение рациона и кратности внесения корма, а для коммерческой эффективности – плотности посадки, на порядок большей, чем в экспериментальных условиях (рис. 4). В связи с этим необходимо увеличение относительного объема биофильтра. Кроме того, для совершенствования технологии воспроизводства ракообразных нужны дальнейшие научные исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковачева Н.П. Биотехнология искусственного воспроизводства камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в системе замкнутого цикла водоснабжения. // Материалы Междунар. конф. СахНИРО. – Южно-Сахалинск, 2002. – Т. 3. – С. 300–308.
2. Калинин А.В., Паршин-Чудин А.В., Ковачева Н.П. и др. Установка с замкнутым циклом водопользования для культивирования камчатского краба. // Материалы II Междунар. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – С. 148–151.
3. Ковачева Н.П., Калинин А.В., Эпельбаум А.Б. и др. Культивирование камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815). Часть 1. Особенности раннего онтогенеза. Бионормативы и рекомендации по искусственному воспроизводству. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 76 с.
4. Ковачева Н.П. Аквакультура ракообразных отряда Decapoda: камчатский краб *Paralithodes camtschaticus* и гигантская пресноводная креветка *Macrobrachium rosenbergii*. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 239 с.
5. Спотт С. Содержание рыбы в замкнутых системах. Пер. с англ. – М.: Изд-во «Легкая промышленность», 1983.
6. Уитон Ф. Техническое обеспечение аквакультуры. Пер. с англ. – М.: Агропромиздат, 1985.
7. Проскуренок И.В. Замкнутые рыболовные установки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 152 с.
8. Zhou S., Shirley T.C., Kruse G.H. Feeding and growth of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) under laboratory conditions. // J. Crustacean Biology, 1998, v. 18(2), p. 337–345.
9. Peng L., Oh S-Y., Jo J-Y. Organic matter and hydraulic loading effects on nitrification performance in fixed film biofilters with different filter media. // Ocean and Polar research, vol. 25, № 3, 2003, pp. 277–286.
10. Ling J. Nitrification and the impact of organic matter in fixed-film biofilters: application to recirculating aquaculture systems. // Dissertation Abstracts International, part B: Science and Engineering, vol. 66, № 12, 2006, p. 6845.