

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

УДК 595.384.1:639.5:579.23

С. В. Статкевич

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ГИГАНТСКОЙ ПРЭСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ *MACROBRACHIUM ROSENBERGII* (DE MAN, 1879) В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

Изучен рост бактериального загрязнения пресной воды при разных условиях содержания молоди гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) в условиях экспериментального креветочного хозяйства. Наименьший рост микробного загрязнения воды (в 7,9 раза, с 15 до 119 КОЕ/мл) наблюдался при ежемесячной 100 %-й замене воды в культиваторах аквариумного типа. Установлено, что количественный состав микрофлоры воды и количество содержащейся в ней креветки взаимосвязаны – увеличение бактериального загрязнения среды приводит к росту общего микробного числа у молоди креветки. Выявлено влияние микробиологических показателей среды выращивания на рост и выживаемость молоди креветки в процессе ее культивирования. Максимальный прирост молоди (2,77 см) и высокие показатели ее выживаемости (93 %) за восемь недель выращивания были отмечены при общем микробном числе пресной воды, не превышающем 119 ± 49 КОЕ/мл. Увеличение микробного загрязнения воды с 315 ± 74 до 1289 ± 424 КОЕ/мл уменьшает прирост молоди (0,83 см) и снижает количество выживших особей креветки (52 %) за исследуемый период. Определены границы уровня микробного загрязнения среды, оптимального для культивирования, превышение которого негативно сказывается на темпах роста креветки. Наиболее приемлемыми для развития молоди креветки являются значения общего микробного числа воды, не превышающие 120 КОЕ/мл.

Ключевые слова: гигантская пресноводная креветка, молодь, микробиологические показатели, бактериальное загрязнение, *Macrobrachium rosenbergii*.

Введение

Первые разработки технологии культивирования гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) были начаты в конце 50-х гг. XX столетия в странах Юго-Восточной Азии [1]. С 90-х гг. аквакультура этого вида развивается и в странах с умеренным климатом [2].

В последние годы производство гигантской креветки стало наиболее активно развивающимся сектором аквакультуры. Согласно оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН – ФАО (Food and Agriculture Organization – ФАО), мировое производство этого гидробионта в начале 80-х гг. XX в. составило менее 3 000 т в год. Спустя три десятилетия, в 2009 г., общий годовой объем продукции аквакультуры всех видов пресноводных креветок вырос до 444 000 т (2,2 млрд долл. США) [3].

В настоящее время культивированием этой креветки занимаются более чем в 40 странах мира [2, 4].

Однако, несмотря на полувековой опыт разведения гигантской креветки, до сих пор большинство ферм сталкивается с разного рода проблемами, которые в той или иной степени отражаются на конечном результате (объеме выращенной товарной продукции) [4–6]. Определенную роль в этом может сыграть загрязнение среды выращивания креветки, которое приводит к развитию патологий и гибели креветок [4–7].

В связи с вышеизложенным целью наших исследований стала оценка влияния микробиологических показателей среды выращивания на рост и выживаемость молоди гигантской креветки.

Материал и методы исследований

Исследования проводили с февраля по март 2013 г. в экспериментальном креветочном комплексе на базе Научно-исследовательского центра «Государственный океанариум» (г. Севастополь).

Материалом для изучения послужила молодь гигантской креветки, полученная в результате метаморфоза личинок, и среда их выращивания. Молодь содержали в трех культиваторах аквариумного типа, каждый объемом 500 л, при постоянной температуре (26 °С) и аэрации. Температуру воды определяли с помощью ртутного термометра с точностью до 0,1 °С. Для аэрации воды использовали компрессоры Resun ACO-006 (88 л/мин). Фильтрацию воды осуществляли с помощью внешнего фильтра Eheim Professional 3 2075 (1250 л/ч), для каждого аквариума использовали отдельный фильтр.

Ежемесячную 100 %-ю замену воды осуществляли только в аквариуме № 1, для этого отстоянную пресную воду предварительно обеззараживали с помощью ультрафиолетовой установки UV 12 GPM (производительность 2,5 м³/ч). В аквариумах № 2 и 3 замену воды не производили.

Влияние бактериального загрязнения воды на рост и выживаемость молоди гигантской креветки исследовали в условиях питомника. Отбор проб для микробиологических исследований креветок и воды, в которой их содержали, осуществляли перед началом эксперимента, затем через каждые 2 недели в течение 2-х месяцев. Было обработано 214 проб и проведено 372 анализа в трехкратной повторности.

Пробы воды отбирали специальным пробоотборником с закрепленной в нем стерильной бутылкой объемом 0,5 л. Отобранную пробу помещали в пробирку со стерильной морской водой в таком количестве, чтобы отношение составляло 1 : 10 и 1 : 100.

Молодь гигантской креветки растирали в стерильной ступке стерильной стеклянной палочкой. Полученный материал, с целью определения его массы, помещали в стерильную колбу (заранее определяли ее массу) и взвешивали на торсионных весах типа ВТ с точностью до 0,01 г. Затем в колбу наливали стерильную морскую воду в количестве необходимом для получения соотношения 1 : 10 и 1 : 100.

Для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) подготовленные пробы тщательно перемешивали, взвесь отстаивали в течение 3 минут. Надосадочную жидкость использовали для приготовления последующих разведений, каждый раз новой стерильной пипеткой. Степень разведения выбирали так, чтобы число колоний на чашке Петри не превышало 300. Из разведений производили глубинный посев (1 см³ разведения заливали теплой агаровой средой). Метод определения КМАФАнМ основан на подсчете колоний, выросших на питательной среде – мясопептонном агаре в течение 48 часов при температуре 28 °С [8, 9]. Обработку результатов культивирования проводили согласно ГОСТ 26670-91 [10].

Количество микроорганизмов рассчитывали по формуле [8]:

$$a = b \cdot c / d,$$

где a – количество микроорганизмов в 1 г (1 см³) исследуемого материала, КОЕ/г, КОЕ/см³; b – среднее число колоний микроорганизмов на чашке Петри; c – разведение; d – навеска материала, взятая для анализа, г, см³.

В начале эксперимента в аквариумах № 1 и 2 количество микроорганизмов в воде (общее микробное число (ОМЧ) воды) составляло 15 ± 2 КОЕ/мл, в аквариуме № 3 – 315 ± 74 КОЕ/мл. Обсемененность молоди креветки микроорганизмами в начале эксперимента была равной 14 ± 1 КОЕ/г. В каждый аквариум было посажено по 100 экз. креветки. Одновременно с отбором проб воды производили подсчет количества креветок в емкостях и замер их линейных размеров. Общую длину (от конца рострума до конца тельсона) измеряли с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. Средний размер креветок на начало эксперимента составлял $1,322 \pm 0,148$ см.

При анализе численности микрофлоры рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение.

Результаты исследований и их обсуждение

Воздействие бактериального загрязнения среды выращивания на рост и выживаемость молоди гигантской креветки определяли при разных условиях ее содержания.

Аквариум № 1. Результаты микробиологических исследований показали, что в аквариуме № 1, где осуществляли фильтрацию и ежемесячную 100 %-ю замену воды, через 2 недели эксперимента ОМЧ воды увеличилось в 3 раза (табл. 1). В это же время обсемененность молоди микроорганизмами составила 44 ± 9 КОЕ/г. Прирост креветки был на уровне 38 %, отход – 2 %.

Таблица 1

**Результаты микробиологических исследований среды выращивания
молоди гигантской креветки (аквариум № 1)**

| Время проведения исследования, неделя | ОМЧ, КОЕ/мл | Количество креветок, шт. | Средний размер креветки, см |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|
| 0 | 15 ± 2 | 100 | $1,322 \pm 0,148$ |
| 2 | 47 ± 15 | 98 | $1,838 \pm 0,352$ |
| 4 | 65 ± 23 | 96 | $2,480 \pm 0,322$ |
| 6 | 81 ± 47 | 96 | $3,090 \pm 0,425$ |
| 8 | 119 ± 49 | 93 | $4,095 \pm 0,794$ |

В течение следующих 4-х недель наблюдался незначительный рост ОМЧ воды. Максимальный прирост креветки наблюдался на 4-й неделе (39 %), минимальный – на 6-й неделе (24 %). На 8-й неделе эксперимента ОМЧ воды увеличилось в 8 раз относительно первоначального. Обсемененность молоди креветки микроорганизмами на 8-й неделе была на уровне 113 ± 14 КОЕ/г (рис. 1). Прирост креветки составил 29 %, отход – 3 %.

В конце эксперимента показатель выживаемости гидробионтов был достаточно высоким – до 93 %, при отходе – 7 %. За 56 суток исследований линейные размеры молоди креветки увеличились в 3,1 раза.

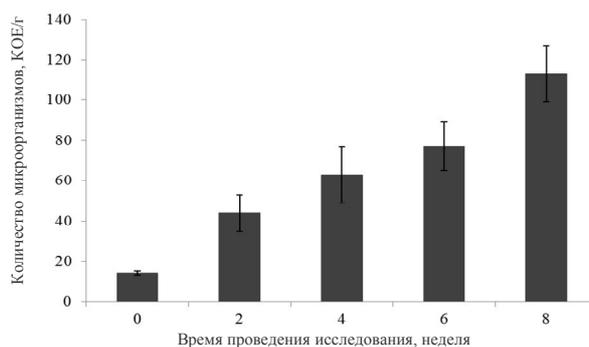


Рис. 1. Численность микроорганизмов, выделенных от молоди гигантской креветки (аквариум № 1)

Аквариум № 2. В аквариуме № 2, в котором осуществлялась только фильтрация, в течение первых 4-х недель наблюдался равномерный рост ОМЧ воды, на 4-й неделе ОМЧ увеличилось в 7 раз (табл. 2). В этот же период обсемененность креветки микроорганизмами составила 93 ± 19 КОЕ/г, что в 6,6 раза больше первоначального значения (рис. 2). Отход молоди за 4 недели исследований составил 6 %.

Таблица 2

**Результаты микробиологических исследований среды выращивания
молоди гигантской креветки (аквариум № 2)**

| Время проведения исследования, неделя | ОМЧ, КОЕ/мл | Количество креветок, шт. | Средний размер креветки, см |
|---------------------------------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|
| 0 | 15 ± 2 | 100 | $1,322 \pm 0,148$ |
| 2 | 61 ± 27 | 99 | $1,656 \pm 0,260$ |
| 4 | 105 ± 41 | 94 | $2,219 \pm 0,382$ |
| 6 | 201 ± 67 | 89 | $2,604 \pm 0,431$ |
| 8 | 314 ± 81 | 87 | $3,425 \pm 0,728$ |

На 6-й неделе ОМЧ воды относительно первоначального значения возросло в 13 раз. В это же время наблюдался минимальный прирост молоди креветки – 18,2 %.

Спустя 56 суток от начала эксперимента ОМЧ креветки достигло 273 ± 59 КОЕ/г. За весь период исследований отход молоди креветки составил 13 %.

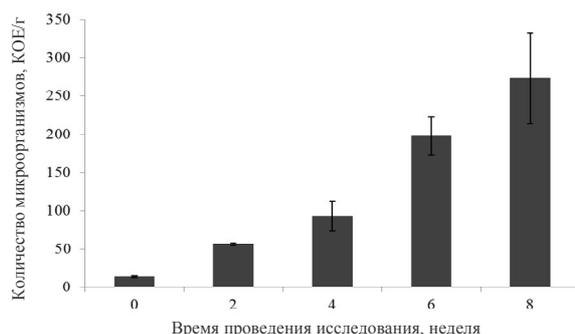


Рис. 2. Численность микроорганизмов, выделенных от молоди гигантской креветки (аквариум № 2)

За 8 недель исследований линейные размеры креветок увеличились в 2,6 раза. Максимальный прирост молоди наблюдался на 2-й и 8-й неделях эксперимента – 30,8 %.

Аквариум № 3. В аквариуме № 3, в котором начальное значение ОМЧ воды в 21 раз больше, чем в аквариумах № 1 и 2, через 14 суток (2 недели) ОМЧ воды увеличилось в 1,7 раза (табл. 3). Обсемененность молоди микроорганизмами в этот период достигла 388 ± 67 КОЕ/г, что в 28 раз больше первоначального значения. Прирост креветки был минимальным – 7,7 %, отход составил 6 %.

Таблица 3

Результаты микробиологических исследований среды выращивания молоди гигантской креветки (аквариум № 3)

| Время проведения исследования, неделя | ОМЧ, КОЕ/мл | Количество креветок, шт. | Средний размер креветки, см |
|---------------------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|
| 0 | 315 ± 74 | 100 | $1,322 \pm 0,148$ |
| 2 | 537 ± 95 | 94 | $1,444 \pm 0,181$ |
| 4 | 745 ± 123 | 86 | $1,738 \pm 0,316$ |
| 6 | 961 ± 267 | 73 | $1,980 \pm 0,374$ |
| 8 | 1289 ± 424 | 52 | $2,150 \pm 0,693$ |

В последующие 4 недели наблюдался равномерный рост ОМЧ воды. На 8-й неделе ОМЧ воды увеличилось на порядок относительно первоначального значения, а обсемененность личинок микроорганизмами составила 1170 ± 54 КОЕ/г (рис. 3). Максимальный прирост молоди (21 %) наблюдался на 4-й неделе эксперимента, а максимальный отход креветки (29 %) – на последней неделе. На 8-й неделе эксперимента у 10 % креветок было зафиксировано развитие болезни «черные пятна».

За 8 недель линейные размеры креветок увеличились в 1,8 раза.

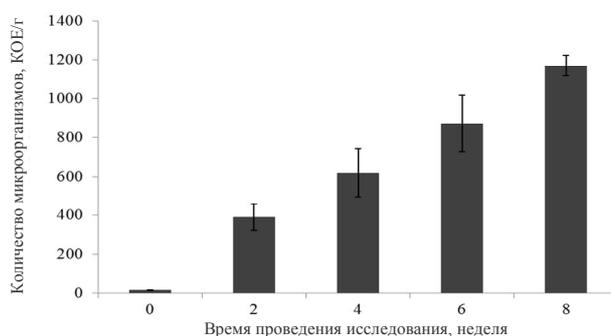


Рис. 3. Численность микроорганизмов, выделенных от молоди гигантской креветки (аквариум № 3)

Сравнение результатов исследований в аквариуме № 1, где осуществлялась ежемесячная замена воды, и аквариуме № 2, где замена воды не производилась, показало, что выживаемость

молоди из аквариума № 1 была на 6 % выше, чем в аквариуме № 2 и линейные размеры креветок из аквариума № 1 были практически в 1,2 раза больше.

В аквариумах № 2 и 3 в ходе эксперимента замена воды не осуществлялась, однако в аквариуме № 3 ОМЧ воды на начало эксперимента было в 21 раз больше и составляло 315 ± 74 КОЕ/мл. Анализ полученных данных показал, что в аквариуме № 3 отход молоди был в 3,7 раза выше, чем в аквариуме № 2. По окончании эксперимента линейные размеры креветок из аквариума № 2 увеличились в 2,6 раза, а из аквариума № 3 – в 1,7 раза.

В результате эксперимента было выявлено, что увеличение бактериального загрязнения воды приводит к снижению показателей выживаемости креветки. Так, например, рост значения ОМЧ воды с 315 ± 74 до 1289 ± 424 КОЕ/мл снижает выживаемость молоди креветки в 1,9 раза. Высокое значение ОМЧ воды (более 1000 КОЕ/мл), отмеченное в аквариуме № 3, где не осуществлялась замена воды, и значение ОМЧ воды в начале эксперимента, которое составляло 315 ± 74 КОЕ/мл, приводят к развитию болезни «черные пятна».

Выводы

Таким образом, результаты исследования воздействия микробиологических показателей среды на рост и выживаемость молоди гигантской креветки в условиях питомника показали следующее.

1. Максимальный прирост молоди креветки (2,7 см) и максимальный показатель их выживаемости (93 %) за два месяца выращивания отмечены при ОМЧ воды, не превышающем 119 ± 49 КОЕ/мл.

2. Оптимальными для развития молоди являются значения ОМЧ воды до 120 КОЕ/мл. Высокие значения ОМЧ (более 300 КОЕ/мл) приводят к развитию различных заболеваний и увеличивают показатели смертности гидробионтов.

3. Количественный состав микрофлоры воды и содержащейся в ней креветки взаимосвязаны – увеличение бактериального загрязнения среды приводит к росту ОМЧ креветок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ling S. W. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) / S. W. Ling, A. B. O. Merican // Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council FAO, Bangkok. 1961. N 9 (2). P. 55–60.
2. New M. B. Freshwater prawn culture: the farming of *Macrobrachium rosenbergii* / M. B. New, W. C. Valenti. Oxford, England: Blackwell Science, 2000. 215 p.
3. New M. B. Global scale of freshwater prawn farming / M. B. New, C. Mohanakumaran Nair // Aquaculture Research. 2012. Vol. 43, iss. 7. P. 960–969
4. Сальников Н. Е. Разведение и выращивание пресноводных креветок на юге России / Н. Е. Сальников, М. Э. Суханова. Астрахань: КаспНИРХ, 2000. 230 с.
5. Найденова Н. Н. «Подводные камни» в аквакультуре гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae) / Н. Н. Найденова // Рыбное хозяйство Украины. 2003. № 5. С. 15–19.
6. Akintola S. L. Microbiological changes in freshwater prawn (*Macrobrachium vollehovenii*, Herklots, 1857) stored in ice / S. L. Akintola, S. B. Bakare // American Journal of Food Technology. 2011. Vol. 6, iss. 6. P. 500–506.
7. Sinderman Carl J. Disease and husbandry problems of cultured *Macrobrachium rosenbergii* / Carl J. Sinderman, Donald V. Lightner // Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture. 1988. P. 134–180.
8. Андреева Н. А. Микробиологические методы исследования морских животных и среды их обитания / Н. А. Андреева. Севастополь, 2010. 100 с.
9. Аникиев В. В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии / В. В. Аникиев, К. А. Лукомская. М.: Просвещение, 1997. 128 с.
10. ГОСТ 26670-91. Продукты пищевые. Методы культивирования микроорганизмов. М.: Стандартинформ, 2003.

Статья поступила в редакцию 11.10.2014

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Статкевич Светлана Вячеславовна – Россия, 299011, Севастополь; Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского; отдел планктона; ведущий инженер; statkevich.svetlana@mail.ru.



S. V. Statkevich

MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF THE MEDIUM OF FRY REARING
OF GIANT FRESHWATER PRAWN
MACROBRACHIUM ROSENBERGII (DE MAN, 1879)
IN AQUACULTURE

Abstract. The paper studies the growth of bacterial contamination of fresh water under different conditions of detention of juveniles of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879) in conditions of experimental shrimp farms. The lowest growth of microbial contamination of water (7.9 times, from 15 to 119 CFU/ml) was observed at monthly 100 % water changes in the tanks. It is found that the quantitative composition of microflora of the water and prawn is interconnected, the increase of bacterial pollution of the environment leads to an increase in total microbial number in juvenile prawn. The influence of microbiological indicators of growing medium on the growth and survival of juvenile prawn in the process of their cultivation is defined. The maximum growth of juvenile (2.77 cm) and a high percentage of the survival rate (93 %) for eight weeks of rearing were noted when the total microbial number of fresh water did not exceed 119 ± 49 CFU/ml. The increase in microbial contamination of water from 315 ± 74 to 1289 ± 424 CFU/ml reduces the growth of juveniles (0.83 cm) and reduces the percentage of surviving individuals of prawn (52 %) during the studied period. The borders of optimal for culturing juvenile level of microbial pollution, exceeding of which adversely affects the growth of prawn, are fixed. The most suitable for the development of juvenile prawn are the values of total microbial water quantity, not exceeding 120 CFU/ml.

Key words: giant freshwater prawn, juveniles, microbiological indicators, bacterial contamination, *Macrobrachium rosenbergii*.

REFERENCES

1. Ling S. W., Merican A. B. O. Notes on the life and habits of the adults and larval stages of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). *Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council FAO*, Bangkok, 1961, no. 9 (2), pp. 55–60.
2. New M. B., Valenti W. C. *Freshwater prawn culture: the farming of Macrobrachium rosenbergii*. Oxford, England: Blackwell Science, 2000. 215 p.
3. New M. B., Mohanakumaran Nair C. Global scale of freshwater prawn farming. *Aquaculture Research*, 2012, vol. 43, iss. 7, pp. 960–969.
4. Sal'nikov N. E., Sukhanova M. E. *Razvedenie i vyrashchivanie presnovodnykh krevetok na iuge Rossii* [Breeding and rearing of freshwater shrimp in the South of Russia]. Astrakhan, KaspNIRKh, 2000. 230 p.
5. Naidenova N. N. «Podvodnye kamni» v akvakul'ture gigantskoi presnovodnoi krevetki *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae) ["Pitfalls" in the aquaculture of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (Decapoda, Palaemonidae)]. *Rybnoe khoziaistvo Ukrainy*, 2003, no. 5, pp. 15–19.
6. Akintola S. L., Bakare S. B. Microbiological changes in freshwater prawn (*Macrobrachium vollenhovenii*, Herklots 1857) stored in ice. *American Journal of Food Technology*, 2011, vol. 6, iss. 6, pp. 500–506.
7. Sinderman Carl J., Lightner Donald V. Disease and husbandry problems of cultured *Macrobrachium rosenbergii*. *Disease diagnosis and control in North American marine aquaculture*. 1988. P. 134–180.
8. Andreeva N. A. *Mikrobiologicheskie metody issledovaniia morskikh zivotnykh i sredi ikh obitaniia* [Microbiological methods for the study of marine animals and their habitats]. Sevastopol, 2010. 100 p.
9. Anikiev V. V., Lukomskaia K. A. *Rukovodstvo k prakticheskim zaniatiiam po mikrobiologii* [Guide to practical exercises in Microbiology]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1997. 128 p.
10. *GOST 26670-91. Produkty pishchevye. Metody kul'tivirovaniia mikroorganizmov* [State Standard 26670-91. The food products. Methods for cultivation of microorganisms]. Moscow, Standartinform, 2003.

The article submitted to the editors 11.10.2014

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Statkevich Svetlana Vyacheslavovna – Russia, 299011, Sevastopol; Institute of Biology of the Southern Seas named after A.O. Kovalevskiy; Department of Plankton; Leading Engineer; svetlana@mail.ru.

