

## МОНИТОРИНГ ФАУНЫ МАНГРОВЫХ ПОСАДОК ЗАЛИВА ДАМ БАЙ (О. ЧЕ, ЗАЛИВ НЯ-ЧАНГ)

ЗВОНАРЕВА С. С.<sup>(1)</sup>, КАНТОР Ю. И.<sup>(1)</sup>, БРИТАЕВ Т. А., НГУЕН ТХИ ХАЙ ТХАНЬ<sup>(2)</sup>

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Мангровые заросли встречаются на границе моря и суши на побережьях тропических и экваториальных широт. По всему побережью Вьетнама распространены традиционные формы использования мангров: в качестве стройматериала, топлива, как место добычи пищи и т.д. Ранее мангры Вьетнама занимали около 4000 км<sup>2</sup>, но гербициды и напалм, использованные во время войны (1962-1971 гг.), уничтожили около 1050 км<sup>2</sup> (Hong, San, 1993). Популяционный и экономический рост после Вьетнамской войны также привели к значительному сокращению площадей, занимаемых мангровыми лесами. Развитие креветочных и крабовых хозяйств, строительство соляных прудов, сельскохозяйственные культуры, добыча угля и загрязнение прибрежных вод нефтью приводит к тому, что многие ассоциации деградируют и местами превращаются в пустоши (Hong, San, 1993). Большая часть сохранившихся мангров расположена в дельте Меконга, и даже они представляют собой по большей части вторичные леса и посадки (Spalding et al., 1997). При этом многими исследователями сообщается об огромном экономическом и экологическом значении мангровых лесов: они служат местом обитания молодежи, в том числе, и промысловых видов рыб, играют роль в обогащении прибрежных вод биогенами, выступают как очистные системы для сточных вод и марикультурных хозяйств, смягчают последствия наводнений, цунами и стабилизируют береговую линию (Kathiresan, Bingham, 2001; Mazda et al., 2002; Mazda et al., 2006).

В связи с этим, на государственном уровне осознана необходимость сохранения и восстановления мангровых лесов. Вьетнамское правительство создало несколько национальных парков и охраняемых зон, а также искусственных мангровых посадок.

В заливе Дам Бай острова Че (провинция КханьХоа) в 2004 и 2007 годах были высажены массивы *Rhizophora apiculata*, в которых на базе Совместного Российско-Вьетнамского тропического центра были произведены масштабные и долгосрочные исследования фауны беспозвоночных. По результатам этих работ и на основе собранного здесь материала опубликован ряд статей посвященных различным таксономическим и экологическим группам: работы, посвященные многолетней динамике и разнообразию брюхоногих моллюсков (Zvonareva et al. 2015; Zvonareva, Kantor, 2016) и крабов (Chertoprud et al., 2012), таксономии и разнообразию креветок (Anker et al., 2006; Dworschak et al., 2006; Marin, 2008; Marin, 2014), сипункулид (Adrianov, Maiorova, 2012) и мейобентосной фауны (Mokievsky et al., 2011; Tchesunov et al., 2010). Материал собранный здесь послужил объектом ряда морфологических исследований (Temereva, Malakhov, 2015; Temereva, Tsitrin, 2015; Temereva, Malakhov, 2015).

Кроме того, нами проведен многолетний мониторинг фауны макробентоса в трех горизонтах литорали в районе мангровых посадок залива Дам Бай и состояние их бентоса соотнесено с состоянием ближайших естественных мангровых ассоциаций. Данное исследование охватывает все ключевые группы макробентоса естественных и искусственных мангровых зарослей центрального Вьетнама, которые не часто попадают в поле зрения исследователей. Впервые зафиксированы все этапы становления сообщества макробентосных беспозвоночных в мангровых посадках с момента высадки саженцев в течение 10 лет, что не имеет аналогов в литературе.

Несмотря на интерес к изучению мангровых экосистем и большой объем усилий по их восстановлению и сохранению, о формировании и структуре фауны сообществ искусственных посадок известно очень немного. Особенно недостает исследований по сравнению характеристик естественных мангров с восстановленными и высаженными искусственно, мало исследований, которые оценивали бы успех программ по высадке мангров, и особенно мало долгосрочных исследований, также существует нехватка исследований фауны мангровых сообществ (Kaly, Jones 1997; Lee, 1997; Macintosh et al. 2002).

Таким образом, сведения, полученные в ходе работы, вносят вклад в изучение биологического разнообразия и функционирования мангровых экосистем, включая малоизученную ранее область Индо-Вест Пацифики. Наблюдение за этапами становления мангровой экосистемы вносят лепту в понимание общих закономерностей развития экосистем.

С практической точки зрения наше исследование может быть использовано при планировании программ восстановления мангровых лесов. Работа может стать теоретической базой для разработки систем биоиндикации и программ по экологической оценке, а так же для рационального природопользования

## **2. МЕТОД И МАТЕРИАЛЫ**

В заливе Дам Бай до высадки мангровых саженцев верхний горизонт восточного побережья залива был занят узким поясом мангровых деревьев *Rhizophora apiculata* с небольшой примесью *Avicenniamarina*. В 2004 году в небольшом углублении береговой линии в среднем горизонте песчано-илистой литорали были высажены саженцы *Rhizophora apiculata*, а затем в 2007 саженцы высажены и в нижнем горизонте литорали.

Начиная с 2005 года в районе посадок проводили сбор количественных проб (извлекая из грунта попавших в рамку для количественного учета животных) и качественных проб (ручной сбор). Всего было собрано 235 количественных проб за 14 экспедиций.

В лаборатории все найденные животные идентифицированы до таксона самого низшего возможного ранга, была посчитана их средняя плотность.

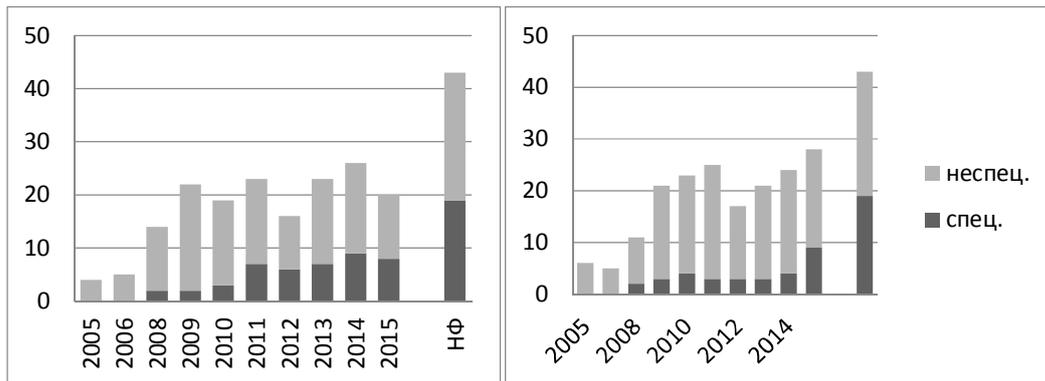
Кроме мангровых посадок материал собирали в естественной ассоциации в заливе Ня Фу рядом с парком OrchidStream.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По итогам обработки и анализа материала 10-летнего мониторинга трех горизонтов литорали в районе мангровых посадок в заливе Дам Бай, а также сборов в естественной ассоциации в заливе Ня Фу, была проанализирована динамика колонизации мангровых посадок макробеспозвоночными, динамика структуры бентосной фауны в ходе взросления мангровых посадок, соотнесено состояние посадок с исследованными естественными ассоциациями, что позволило сделать заключение об основных факторах изменений в структуре и составе макробентосной фауны.

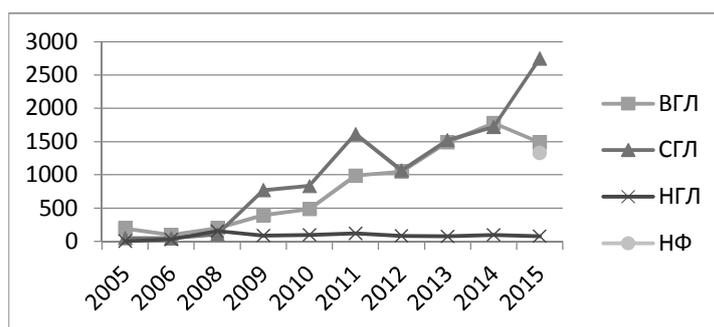
В исследованных нами мангровых ассоциациях было найдено 139 видов макробеспозвоночных (исключая Annelida) Ключевые, с точки зрения биомассы, численности, а также роли в функционировании мангровой экосистемы группы (брюхоногие и двустворчатые моллюски, крабы) представлены 125 видами.

До высадки саженцев в среднем горизонте литоралифауна беспозвоночных в верхнем горизонте мангров была бедна (4 вида макробентоса в 2005 году, 5 видов в 2006 году, см. рис. 1). Главными причинами мы считаем ограниченные размеры ассоциации и простоту организации растительности.



**Рис. 1.** Соотношения числа специализированных и неспециализированных видов в верхнем горизонте (слева) и среднем горизонте (справа) посадок и в естественной ассоциации в Ня Фу (НФ)

Высадка в 2004 году монокультуры *R. apiculata* в среднем горизонте привела к целому каскаду изменений, как на этой станции, так и в верхнем горизонте. В среднем горизонте саженцы хорошо прижились и росли довольно быстро (на момент последней съемки их размер достигает 4,5 м), в связи с чем, появилось большое количество свободной органики в среднем горизонте напрямую от саженцев в виде опада, а также из-за опосредованного влияния растущих деревьев: из-за появления затененных манграми участков появились благоприятные условия для развития микроводорослей и макрофитов.



**Рис. 2.** Динамика среднего значения плотности ( $m^{-2}$ ) макробентоса в трех горизонтах в районе мангровых посадок (ВГЛ - верхний горизонт, СГЛ - средний горизонт, НГЛ - нижний горизонт), для сравнения приведено значение средней плотности для естественной ассоциации Ня Фу (НФ)

Появление в экосистеме дополнительной органики вызвало резкий рост разнообразия и численности видов-оппортунистов и неспециализированных видов в среднем горизонте: 4 вида в 2005, 19 видов в 2015, биомасса выросла с  $50,3 \text{ г/м}^2$  в 2005 году до  $2750 \text{ г/м}^2$  в 2015 году (см. рис. 1 и 2). Привлечению видов также способствовало появление нового твердого субстрата в виде корней и стволов молодых мангровых деревьев; кроме того, увеличение плотности животных способствовало появлению неспециализированных к манграм хищников и падальщиков. Поскольку саженцы в среднем горизонте препятствуют вымыванию органики из верхнего горизонта, там также произошел рост видового богатства и численности видов оппортунистов и неспециализированных видов (4 вида и  $193,9 \text{ г/м}^2$  в 2005 году; 12 видов и  $1486,4 \text{ г/м}^2$  в 2015 году, см. рис 1 и 2). С течением времени среди монокультуры *R. apiculata* в среднем горизонте начинают естественным образом появляться деревья других видов. Таким образом, теперь мангры занимают значительную площадь, и монокультура немного разбавлена другими видами, то есть структура растительности усложняется. Вследствие этого в фауне начинают появляться преимущественно связанные с манграми виды беспозвоночных (впервые были обнаружены 2 вида в верхнем и 2 в среднем горизонте посадок в 2008 году, в 2015 году в верхнем горизонте найдено 8 видов, в среднем - 12 видов, см. рис. 1). По литературным данным и, как подтверждают наши наблюдения, площадь мангровой ассоциации и разнообразие ее растительности являются главными факторами, влияющими на разнообразие мангровой фауны.

Фауна нижнего горизонта литорали даже через 8 лет после высадки саженцев резко отличалась по всем показателям от верхнего и среднего горизонтов в мангровых посадках, а также от естественной мангровой ассоциации. Рост саженцев там угнетен, а фауна по видовому составу больше похожа на фауну илистой литорали и верхней сублиторали, нежели на фауну мангров. Тем не менее, хотя рост саженцев и мало заметен, большая их часть остается живыми. Поскольку мангровые деревья имеют свойство усиливать осадконакопление из-за того, что они замедляют приливно-отливные течения

своими корнями, можно ожидать, что медленно приподнимая грунт под собой, растения создадут для себя более благоприятные условия и со временем станут полноценными деревьями и включатся в экосистему верхнего и среднего горизонта литорали, образовав единый мангровый лес и будут заселены той же фауной, что и верхние горизонты.

На момент последней съемки можно заключить что после 10 лет развития нового сообщества структура и состав фауны все еще сильно отличается от фауны мангровой ассоциации в Ня Фу, которая имеет сложную пространственную структуру, большую площадь и более разнообразную растительность. В ней найдено значительно больше специализированных мангровых видов (19 видов) и низко разнообразие двустворчатых моллюсков (всего 2 вида, при 43 видах найденных в районе мангровых посадок), что может служить признаками зрелости мангровой ассоциации. Фауна естественной мангровой ассоциации в заливе Ня Фу хоть и имеет структуру и состав фауны наиболее близкий к фауне естественных ассоциаций других районов Вьетнама и Юго-Восточной Азии, по некоторым характеристикам все же неполноценна (например, отсутствуют крабы семейства *Sesarmidae*), что объясняется антропогенным прессом, а также тем, что в центральном Вьетнаме в целом, ассоциации отличаются своей простотой по сравнению с другими районами (Hong, San, 1993).

#### **4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

- В мангровых посадках залива Дам Бэй наблюдается высокое видовое разнообразие макробентосных беспозвоночных как в сравнении с другими изученными мангровыми ассоциациями, так и с литературными данными.

- В мангровых посадках, как и в естественных мангровых ассоциациях самыми разнообразными и обильными группами макрозообентоса являются брюхоногие и двустворчатые моллюски и крабы.

- В отличие от мангровых посадок в хорошо развитой естественной мангровой ассоциации в Ня Фу лучше представлена фауна преимущественно мангровых брюхоногих моллюсков. В мангровых посадках, в отличие от зрелой мангровой ассоциации в Ня Фу, гораздо выше разнообразие двустворчатых моллюсков.

- Во всех ассоциациях преимущественно мангровая фауна составляет небольшую часть найденных видов, но в Ня Фу она представлена большим числом видов. Во всех исследованных ассоциациях по количественным показателям доминируют виды-оппортунисты, эврибионты и виды, характерные для незрелых мангровых ассоциаций.

- В мангровых посадках фауна беспозвоночных имеет выраженное пространственное деление, нижний горизонт резко отличается от верхнего и среднего горизонтов литорали, тогда как верхний и средний имеют сходный состав и структуру.

- Видовой состав и структура сообщества макробентосных беспозвоночных мангровых посадок в заливе Дам Бэй претерпели сильные изменения за годы мониторинга. Наблюдается рост разнообразия всех ключевых групп макробентоса во всех горизонтах в районе посадок, наблюдается постепенное заселение верхнего и среднего горизонта мангровых посадок преимущественно мангровой фауной.

- Для успеха программ по высадке мангровых плантаций в будущем можно рекомендовать правильный выбор места высадки, подбор нескольких культур саженцев, высадка их большим массивом. Для дальнейшей оценки хода развития посадок наряду с мониторингом растительного компонента следует наблюдать за структурой фауны ключевых групп макрозообентоса и в особенности обращать внимание на наличие специализированной мангровой фауны.

**Благодарности:** За участие в сборе, первичной и лабораторной обработке материала я благодарна участникам Вьетнамских экспедиций 2005-2011 гг.: коллегам из лаборатории морфологии и экологии морских беспозвоночных А.Э. Федосову, П.Ю. Дзедуадзе, Е.С. Меховой, И.Н. Марину, Н.А. Зайцевой, А. Зыковой, Т.А. Бритаеву, сотрудникам биологического факультета МГУ Е.С. Чертопруд, А.Э. Жадан, Е.В. Ворцenneвой, сотрудникам Института Океанологии РАН А.А. Удалову, В.А. Спиридонову, В.О. Мокиевскому, сотруднику Зоологического Института РАН Б.И. Сиренко. Я выражаю признательность всему коллективу Совместного Российско-Вьетнамского тропического центра за предоставление возможности для проведения данной работы и в особенности сотрудников лаборатории экологии в Ня Чанге Нгуен Т.Х. Тхань, Во Т. Ха, Чан К. Хоана, Нгуен В. Куанга за непосредственную помощь в организации работ и сборе материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Adrianov A., Maiorova A., *Peanut worms of the phylum Sipuncula from the Nha Trang Bay (South China Sea) with a key to species*, Zootaxa, 2012, **3166**:41-58.
2. Anker A., Poddoubtchenko D., Marin I. N., *On the presence of the alpheid shrimp genus *Bermudacaris* Anker and Iliffe, 2000 (Crustacea: Decapoda: Caridea) in the Pacific Ocean, with description of a new species from Vietnam*, Journal of Natural History, 2006, **40**(27-28):1675-1686.
3. Chertoprud E. S., Spiridonov V. A., Marin I. N., Mokievsky V. O., *Brachyuran crabs (Crustacea Decapoda Brachyura) of the mangrove intertidal zone of southern Vietnam*, Benthic fauna of the Bay of Nhatrang, Southern Vietnam, 2012, **2**:258-295.
4. Dworschak P. C., Marin I., Anker A., *A new species of *Naushonia* Kingsley, 1897 (Decapoda: Thalassinidea: Laomediidae) from Vietnam and the Philippines with notes on the genus *Espeleonaushonia* Juarrero & Martínez-Iglesias*, 1997, Zootaxa, 2006, **16**:1-16.
5. Hong P. N., San H. T., *Mangroves of Vietnam*, IUCN, Bangkok, 1993, 173 p.

6. Kaly U. L., Jones G. P., *Mangrove restoration: a potential tool for coastal management in tropical developing countries*, *Ambio*, 1998, **27**:656-661.
7. Kathiresan K., Bingham B. L., *Biology of mangroves and mangrove Ecosystems*, *Advances in Marine Biology*, 2001, **40**:81-251.
8. Lee S.Y. *Mangroves of China: a brief review*, *Forest Ecology and Management*, 1997, **96**(3):241-259.
9. Macintosh D. J., Ashton E. C., Havanon S., *Mangrove rehabilitation and intertidal biodiversity: a study in the Ranong mangrove ecosystem, Thailand*, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2002, **55**(3):331-345.
10. Marin I., *The first record of an association between a pontoniine shrimp (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae: Pontoniinae) and a thalassematid spoon worm (Echiura: Thalassematidae), with the description of a new shrimp species*, *Zootaxa*, 2014, **3847**(4):557-566.
11. Marin I. N., *Description of two new species from the genera Palaemonella Dana, 1852 and Vir Holthuis, 1952 (Crustacea: Caridea: Palaemonidae: Pontoniinae)*, *Zoologische Mededelingen*, 2008, **82**(35):375-390.
12. Mazda Y., Magi M., Nanao H., Kogo M., Miyagi T., Kanazawa N., Kobashi D., *Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forests*, *Wetlands Ecology and Management*, 2002, **10**(1):1-9.
13. Mazda Y., Magi M., Ikeda Y., Kurokawa T., Asano T., *Wave reduction in a mangrove forest dominated by Sonneratia sp.*, *Wetlands Ecology and Management*, 2006, **14**(4):365-378.
14. Mokievsky V. O., Tchesunov A. V., Udalov A. A., Nguen D. T., *Meiobenthos of a mangrove intertidal area of Nha Trang Bay, Vietnam, South China Sea: quantitative distribution and community structure with special reference to free-living nematodes*, *Biologiya Morya*, 2011, **37**:262-273.
15. Spalding M., Blasco F., Field C., *World mangrove atlas*, International Society for Mangrove Ecosystems, Okinawa, 1997, 178 p.
16. Tchesunov A. V., Mokievsky V. O., Thanh N. V., *Three new free-living nematode species (Nematoda, Enoplida) from mangrove habitats of Nha Trang, Central Vietnam*, *Russian Journal of Nematology*, 2010, **18**(1):155-172.
17. Temereva E. N., Malakhov V. V., *The lophophore innervation pattern of the inarticulate brachiopod Lingulaanatina (Brachiopoda) supports monophyly of Lophophorata*, *Doklady Biological Sciences*, 2015, **464**(1):244-247
18. Temereva E. N., Tsitrin E. B., *Modern Data on the Innervation of the Lophophore in Lingulaanatina (Brachiopoda) Support the Monophyly of the Lophophorates*, *PLoS ONE*, 2015, **10**(4).
19. Zvonareva S., Kantor Yu., Li X., Britayev T., *Long-term monitoring of Gastropoda (Mollusca) fauna in planted mangroves in central Vietnam*, *Zoological Studies*, 2015, **54**, p. 39.
20. Zvonareva S., Kantor Y. *Checklist of gastropod molluscs in mangroves of Khanh Hoa province, Vietnam*, *Zootaxa*, 2016, **4162**(3):401.

## SUMMARY

### MONITORING OF THE FAUNA OF MANGROVE PLANTATION IN DAM BAY (TRE IS. NHA TRANG BAY)

Monitoring of fauna in mangrove plantations is extremely important for understanding developmental patterns of mangrove ecosystems, which contributes to conservation, rehabilitation and sustainable management issues of this economically and ecologically valuable system. In Dam Bay on a mud flat fringed by narrow belt of *Rhizophora apiculata*, seedlings of the same species were planted in 2005 and 2009. Dynamics of species richness, species composition and density of macro invertebrate fauna were recorded in newly planted mangrove association during ten years. Comparison between the fauna of mangrove plantings at Dam Bay and natural association in Nha Phu Bay was conducted. For those purposes quantitative and qualitative samples were collected from year 2005 to 2015 for Dam Bay, and years 2012 and 2014 for Nha Phu. The most diverse groups of invertebrates were gastropods, bivalves and crabs in both natural and planted mangroves. Faunal richness and quantitative characteristics altered significantly during monitoring period in newly planted mangrove association. We recorded the growth of species richness and density of eurybiotic and opportunistic species, due to the enrichment of the sediments by organic matter and appearance of new hard substrata. At the beginning of 2008, we observed progressive colonization of the plantation by specialized mangrove species, the main reasons were the growth of young plants and as a result gradual complication of vegetation structure. Nevertheless even after 10 years the plantation has lower species richness of specialized fauna than the natural association in Nha Phu. The structure of fauna i.e. proportion of specialized versus eurybiotic species and their abundance may be used as indicators of condition of mangrove associations.

*Keywords: Biodiversity, opportunistic species, bioindication, invertebrate fauna, Vietnam.*

*Nhận bài ngày 06 tháng 4 năm 2018*

*Phản biện xong ngày 07 tháng 5 năm 2018*

*Hoàn thiện ngày 16 tháng 5 năm 2018*

<sup>(1)</sup> *Институт проблем экологии и эволюции, Москва*

<sup>(2)</sup> *Chi nhánh Ven Biển, Trung tâm Nhiệt đới Việt - Nga*