

ZOSTERA MARINA – ИНФОРМАТИВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МОРСКИХ ВОД

Зенкина В.Г., Павлова А.В.

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Владивосток, e-mail: zena-74@mail.ru

На изменение окружающей среды раньше всех, наряду с другими продуцентами, реагируют морские макрофиты, что выражается в перестройке количественного и качественного состава макрофитобентоса и позволяет использовать их в качестве одного из критериев оценки состояния вод. В статье рассматриваются наиболее информативные показатели биоиндикации морских вод в заливе Петра Великого (Японского моря) с использованием зарослей травы – Взморника морского (*Zostera marina*). В 8 акваториях залива проанализированы глубина произрастания зостеры, ширина зарослей, плотность произрастания и морфология отдельных побегов. Показано, что из всех выше перечисленных показателей только плотность произрастания побегов *Zostera marina* существенно различается в чистых и загрязненных акваториях, что позволяет рекомендовать этот параметр в качестве показателя экологического состояния среды в заливе Петра Великого.

Ключевые слова: *Zostera marina*, биоиндикация, экологический мониторинг

ZOSTERA MARINA IS AN INFORMATIVE INDICATOR OF ECOLOGICAL STATUS OF MARINE WATERS

Zenkina V.G., Pavlova A.V.

Pacific State Medical University, Vladivostok, e-mail: zena-74@mail.ru

For a change of environment before anyone else, along with the other producers react marine macrophytes, resulting in the restructuring of the quantitative and qualitative composition of macrophytobenthos and allows their use as one of the criteria for assessing the status of waters. This article discusses the most informative indicators of bio-indication in marine waters in Peter the Great Bay (sea of Japan) with the use of grass – marine Eelgrass (*Zostera marina*). 8 the waters of the Bay analyzed the depth of growth of eelgrass, the width of the thickets, the density of the growth and morphology of shoots. It was demonstrated that all the above figures only the density of growth of *Zostera marina* shoots significantly different in pure and polluted waters, which allows us to recommend this option as indicator of ecological state of the environment in the Gulf of Peter the Great.

Keywords: *Zostera marina*, bioindication, ecological monitoring

В результате хозяйственной деятельности человека одним из мощных экологических факторов, влияющих на морские экосистемы, стало загрязнение прибрежной зоны моря бытовыми, промышленными стоками и нефтепродуктами [2, 9]. Залив Петра Великого Японского моря не является исключением. Он загрязнен отходами таких крупных городов Приморского края, как Владивосток, Уссурийск, Находка, и населенных пунктов Шкотовского и Хасанского районов, а также бытовыми и промышленными стоками из Китая, поступающими с водами трансграничной реки Раздольной [3].

На изменение качества окружающей среды раньше всех, наряду с другими продуцентами, реагируют морские макрофиты, что выражается в преобразовании количественного и качественного состава макрофитобентоса и позволяет использовать их в качестве одного из критериев биоиндикации вод. В заливе Петра Великого наиболее типичными сообществами мелководной прибрежной зоны моря являются заросли Взморника морского. Данные сообщества

широко распространены в закрытых и полужакрытых бухтах и заливах второго порядка с песчаными, илисто-песчаными и илисто-гравийными грунтами, встречаясь вдоль всего побережья Приморского края [4].

Сообщества морских трав, в том числе и зостеры, в настоящее время широко используются в зарубежных программах мониторинга изменения экосистем и оценки состояния окружающей среды, главным образом, в европейских странах [1, 5]. В качестве наиболее часто используемых индикаторов описывают изменения анатомической и морфологической структуры вегетативных органов растения и морфологию зарослей морских трав [9].

Цель исследования

Оценить состояние экосистемы в заливе Петра Великого, используя морфометрический анализ *Zostera marina*.

Материалы и методы исследования

На основании литературных данных и собственных наблюдений для работы были выбраны относительно чистые (бухта Девятка остров Елены, бухта

южнее мыса Зеленый Уссурийский залив, бухта Тихая заводь залив Восток) и загрязненные акватории (мыс Красный и мыс Токаревский в Амурском заливе, бухта Житкова на острове Русский, кутовая часть бухты Тихая Заводь, залив Восток). В каждом из указанных мест измеряли глубину произрастания zostеры, ширину зарослей и отбирали пробы для анализа плотности произрастания побегов, морфологии побегов и содержания азота в тканях растений.

Для определения плотности произрастания побегов пробы отбирали с помощью квадратной рамки 0,5х0,5 м, которую помещали на дно в местах, где zostера имела наибольшее проективное покрытие на глубине от 1-1,2 м.

При анализе морфологии растений измеряли следующие параметры: высота растения – расстояние от корней до вершины листа; длина листа – расстояние от влагалища до вершины листа; ширина листа определялась в середине длины листа.

С 3-4-х случайно выбранных побегов брали пробы для определения содержания органического азота в тканях zostеры. Определение азота в тканях zostеры проводили после разложения органических веществ серной и хлорной кислотами с последующим измерением его в растворе (Пропп, Пропп, 1979).

Результаты исследования и их обсуждение

В исследованных акваториях залива Петра Великого zostера произрастала в диапазоне глубин от 0,4 до 5,6 м. Максимальная глубина распространения растения отмечена в бухте Девятка – до 5,6 м. Ширина зарослей была определена только в 3 из 8 исследованных акваториях. Она колебалась от 4 до 52 м и зависела, главным образом, от наличия подходящих грунтов.

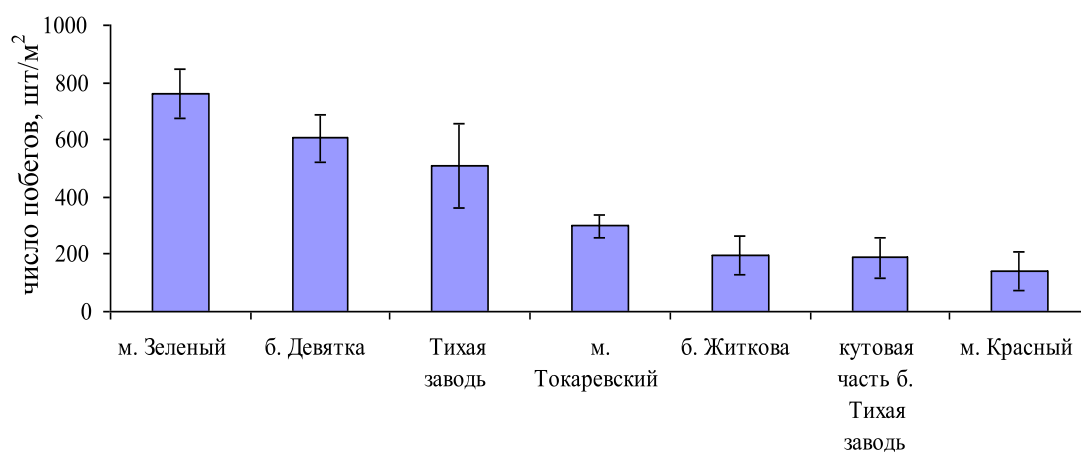
Анализ морфологии зарослей взорника в исследованных акваториях показал, что такие параметры как глубина произрастания zostеры и ширина зарослей не могут быть использованы для анализа состояния акватории, поскольку они в большей степени зависят от грунта, чем от загрязнения. Так, например, ширина распространения *Zostera marina* в чистой бухте Девятка и загрязненной акватории у мыса Токаревский не различалась и определялась сменой гравий-илистых грунтов валунными образованиями на глубине. *Zostera marina*, произрастающая в чистой бухте южнее мыса Зеленый и в загрязненной акватории у мыса Красный не могла распространиться глубже 1,2 м, так как на этой глубине наблюдается смена заиленных песчано-гравийных грунтов каменистыми и скальными. В тоже время, в морях омывающих Европу, глубина распространения морских трав и ширина их зарослей успешно используются в программах мониторинга состояния морской среды [8, 10]. Считается, что эти показатели напрямую определяют прозрачность воды, которая зависит от

степени загрязненности и эвтрофированности акватории.

Плотность произрастания побегов в разных местообитаниях варьировала от 141 ± 13 шт/м² до 762 ± 12 шт/м². Минимальная плотность отмечена в загрязненной акватории у мыса Красный, максимальная – в чистой акватории у мыса Зеленый (рисунок). Характерно, что плотность произрастания побегов была значительно ниже в загрязненных местообитаниях, по сравнению с относительно чистыми акваториями. В загрязненных местах: мыс Красный и мыс Токаревский в Амурском заливе, бухта Житкова на острове Русский, кутовая часть бухты Тихая Заводь, залив Восток, она не превышала 300 шт/м², тогда как в чистых местах: бухта Девятка остров Елены, бухта южнее мыса Зеленый Уссурийский залив, плотность была выше 490 шт/м². Плотность поселения – это один из наиболее показательных параметров зарослей морских трав, использующихся для оценки состояния вод [6, 7]. В нашем исследовании плотность произрастания побегов в относительно чистых и загрязненных акваториях различалась более чем в 2 раза, что позволило рекомендовать этот параметр для использования в программах мониторинга среды в заливе Петра Великого.

Наши наблюдения не выявили никаких различий в морфометрических характеристиках побегов *Zostera marina* из чистых и загрязненных акваторий, поэтому судить о чистоте акватории по морфологическим параметрам в заливе Петра Великого не представляется возможным.

Способность водных растений накапливать азот и фосфор в своих клетках позволяет использовать показатели содержания этих элементов в тканях растений для оценки трофических условий их обитания. Известно, что в водах, богатых азотом (как правило, это акватории, испытывающие постоянное загрязнение органическими веществами или неорганическими азотсодержащими соединениями), растения накапливают больше этого элемента, чем в чистых водоемах [2, 5]. В грязных местах (мыс Красный и мыс Токаревский в Амурском заливе, бухта Житкова на острове Русский, кутовая часть бухты Тихая Заводь, залив Восток) содержание азота варьирует от 0,827 до 1,087% от сухой массы. В чистых же местах: бухта Девятка остров Елены, бухта Тихая заводь залив Восток содержание азота в тканях составляет 0,15-0,44% от сухой массы. Следовательно, содержание азота в zostере из относительно чистых и загрязненных акваторий различалось более чем в 2 раза.



Плотность произрастания побегов *Zostera marina* в разных акваториях залива Петра Великого

Заключение

Таким образом, наши исследования показали, что из всех проанализированных показателей (ширина зарослей взморника, глубина произрастания, плотность произрастания побегов, морфология растений) только плотность произрастания побегов *Zostera marina* существенно различается в чистых и загрязненных акваториях, что позволяет рекомендовать этот параметр в качестве наиболее информативного показателя состояния среды в заливе Петра Великого.

Список литературы

1. Александров В.В. Морфологическая структура особей морской травы *Zostera marina* L. на различных глубинах // Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона // V междунар. конф. (Керчь, 8-9 окт. 2009 г.). – Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2010. – С. 84-93.
2. Бегун А.А., Звягинцев А.Ю. Биоиндикация качества морской среды по диатомовым водорослям в обрастании антропогенных субстратов // Изв. ТИНРО. – 2010. – Т. 161. – С. 177-198.
3. Пай С.С. Владивостокская морская санитарно-наблюдательная станция на о. Русский в 1920-1923 годах // ТМЖ. – 2015. – № 3 (приложение). – С. 69.
4. Скрипцова А.В., Калита Т.Л., Набивайло Ю.В. Оценка состояния сообщества *Zostera marina* + sargassum в условиях антропогенного загрязнения // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 174. – С. 257-270.
5. Kim M.S., Lee S.M., Kim H.J. et al. Carbon stable isotope ratios of new leaves of *Zostera marina* in the mid-latitude region: implications of seasonal variation in productivity // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 2014. – V. 461. – P. 286-296.
6. Kim Y.K., Kim S.H., Lee K.S. Seasonal growth responses of the seagrass *Zostera marina* under severely diminished light conditions // Estuar. Coast. – 2015. – V. 38. – P. 558-568.
7. Lee K.S., Park S.R., Kim J.B. Production dynamics of the eelgrass, *Zostera marina* in two bay systems on the south coast of the Korean peninsula // Mar. Biol. – 2005. – V. 147. – P. 1091-1108.
8. Lee S.Y., Kim J.B., Lee S.M. Temporal dynamics of subtidal *Zostera marina* and intertidal *Zostera japonica* on the southern coast of Korea // Mar. Ecol. – 2006. – V. 27. P. – 133-144.
9. Olivé I., Vergara J.J., Pérez-Lloréns J.L. Photosynthetic and morphological photoacclimation of the seagrass *Cymodocea nodosato* season, depth and leaf position // Mar. Biol. – 2013. – V. 160. – P. 285-297.
10. Park S.R., Kim Y.K., Kim J.H. et al. Rapid recovery of the intertidal seagrass *Zostera japonica* following intense Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) harvesting activity in Korea // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 2011. – V. 407. – P. 275-283.