



УДК 594.3: 574.587

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТНОГО ФАКТОРА НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОСЕЛЕНИЙ МОЛЛЮСКОВ В ЛАГУНАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Д.П. Филиппенко

Калининградский государственный технический университет, Советский пр., 1, 236022 Калининград, Россия;
e-mail: ruthenica@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Исследована структура поселений моллюсков в лагунах южной части Балтийского моря. Особенности распределения моллюсков в лагунах складываются под влиянием солености воды и типа грунтов. Наименьшее видовое богатство моллюсков наблюдается в олигогалинных участках вод, которые соответствуют зоне δ -хорогалиникума. Нижней физиологической границей распространения морских видов в лагунах служит порог солености 5‰.

Ключевые слова: Балтийское море, моллюски, соленость воды, Darss-Zingst Bodden chain, Rügen Lagoon

SALINITY FACTOR INFLUENCE ON MOLLUSK SETTLEMENTS STRUCTURE IN THE LAGOONS OF THE SOUTHERN BALTIC SEA

D.P. Filippenko

Kaliningrad State Technical University, Sovetskiy Pr. 1, 236022 Kaliningrad, Russia; e-mail: ruthenica@mail.ru

ABSTRACT

Mollusk community structure studies in the lagoons of the southern Baltic Sea were carried out. Water salinity and bottom type affect on the species distribution in water bodies. Species diversity, density and biomass depend on water salinity. The lowest diversity occurs in the oligohaline waters, which correlates to the δ -horohalinikum area. The lower physiological boundary of marine species distribution in lagoons corresponds to 5‰ is distinguished.

Key words: Baltic Sea, mollusks, salinity, Darss-Zingst Bodden chain, Rügen Lagoon

ВВЕДЕНИЕ

Балтийское море – одно из наиболее опресненных морей Мирового океана. Большая часть его акватории представляет собой череду опресненных и мезогалинных участков. Соленость для Балтийского моря – одно из ключевых условий среды, которое оказывает огромное влияние на уровень видового разнообразия и особенности распределения морской биоты, а также служит одним из главных факторов формирования его уникальных фауны и флоры (Wallentinus, 1991, Bleich

et al., 2011). Цель работы – изучение структуры поселений моллюсков в лагунах южной части Балтийского моря и выяснение ее особенностей, связанных с биотопическим распределением и влиянием солености воды.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалы для данной работы были собраны в южной части Балтийского моря, в прибрежных водах Германии: цепочке лагун Дарсс-Цингст (Darss-Zingst Bodden chain, далее – DZBC) и

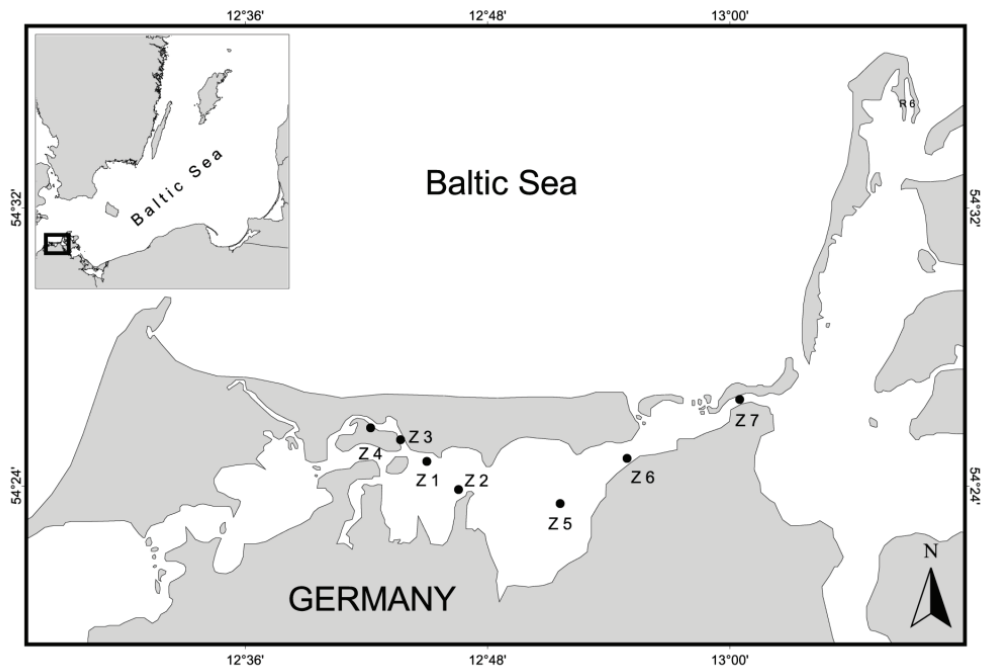


Рис. 1. Расположение станций сбора проб в лагуне DZBC (Z1–Z7).

Fig. 1. Locations of the study sites in lagoon DZBC (Z1–Z7).

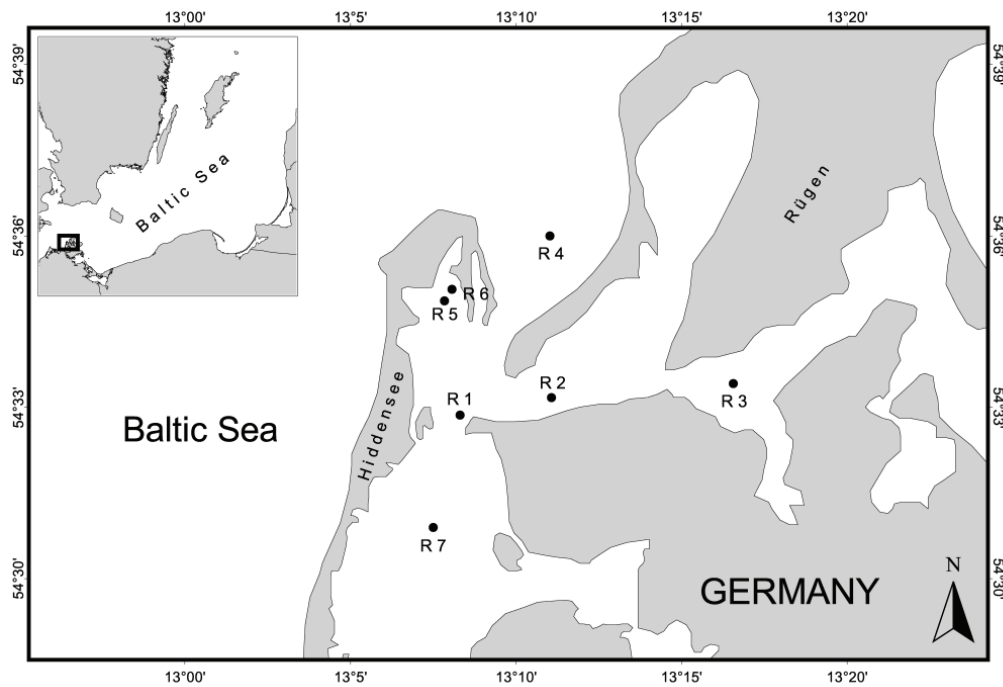


Рис. 2. Расположение станций сбора проб в Рюгенской лагуне (R1–R7).

Fig. 2. Locations of the study sites in Rügen lagoon (Z1–Z7).

Рюгенской лагуны (Rügen Lagoon, далее – RL). Материал отбирали ежемесячно с апреля по сентябрь 2011 г. на 14 станциях, расположенных на глубинах от 0.6 до 6.2 м (рис. 1–2). Орудием лова служил дночерпатель Петерсена с площадью захвата 0.025 м². На каждой станции отбирали по три дночерпателя, пробы промывали через сито с размером ячеек 0.5 мм и фиксировали в этаноле. Температуру и соленость воды в придонном слое измеряли в момент сбора проб прибором HQ30d (Hach Company, USA). Идентификацию видов моллюсков проводили по форме и деталям строения раковины (Jagnow and Gosselck, 1987). Кластерный анализ сходства станций по видовому составу моллюсков (присутствие / отсутствие вида на станции) проводили в программе Primer 6 и рассчитывали на основании индекса сходства Брэй-Куртиса (*Bray-Curtis similarity, Group average*) (Clarke et al., 2006). Встречаемость вида в поселении характеризовали в процентах от численности.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Видовой состав. В исследованных лагунах обнаружены 10 видов моллюсков 9 родов и 6 семейств. Из класса Gastropoda по количеству видов доминировало семейство Hydrobiidae, к которому относятся виды *Hydrobia ventrosa* (Montagu, 1803), *H. ulvae* (Pennant, 1777) и *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1853). Из других представителей брюхоногих моллюсков обнаружены *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758) сем. Neritidae и легочные моллюски *Lymnaea balthica* (Linnaeus, 1758) (сем. Lymnaeidae). Из двустворчатых моллюсков обнаружены представители семейства Cardiidae: виды *Cerastoderma lamarki* (Reeve, 1844) и *Parvicardium hauniense* (Høpner Petersen & Russell, 1971). Остальные семейства и роды были представлены одним видом: *Mya arenaria* Linnaeus, 1758 в составе семейства Myidae; *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 из семейства Mytilidae и *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758), относящийся к семейству Tellinidae.

Биотопическая структура поселений. Анализ биотопического распределения видов показал, что наибольшие величины видового богатства, плотности, биомассы наблюдались на песчаных грунтах, максимальные – на песке, покрытом водной растительностью. С уменьшением доли

макрофитов и с заилением грунта прослеживалась тенденция уменьшения числа видов и количественных характеристик поселений. Самые низкие показатели обилия были зарегистрированы на илистых (станция R5) и илисто-песчаных грунтах (станции Z3, Z4). Проведенный кластерный анализ сходства видового состава моллюсков между станциями позволил выделить две группы станций на уровне сходства 50% (рис. 3).

Распределение количественных показателей.

Распределение плотности поселений и биомассы в обеих лагунах было неравномерным. В лагуне DZBC средняя плотность поселения моллюсков составила 595.2 ± 25.2 экз./м², основу которой формировали моллюски *H. ulvae* (332.1 ± 14.4 экз./м²). В Рюгенской лагуне средние величины плотности и биомассы составили 1531.3 ± 45.1 экз./м² и 15.4 ± 3.4 г/м². Основную роль в формировании биомассы играл вид *M. arenaria* (средняя биомасса в водоеме 5.6 ± 2.4 г/м²), а в формировании плотности – моллюски *T. fluviatilis* (средняя плотность 436.9 ± 36.9 экз./м²) и *H. ulvae* (средняя плотность 391.2 ± 20.1 экз./м²). В большинстве поселений моллюсков среди гидробий доминировал *H. ulvae*, кроме станции R6, которая находилась на мелководном участке, где преобладал *H. ventrosa* (211.5 ± 9.8 экз./м²), а *H. ulvae* был малочисленным (40.1 ± 3.6 экз./м²). На песчаном грунте с макрофитами доминировали моллюски *T. fluviatilis*, распространение которых в лагунах, видимо, ограничено воздействием циркуляции вод. Фитобентос на станциях R1 и R6 создавал благоприятные биотопические условия для вида, где он преобладал по плотности (1473.7 ± 31.1 экз./м²) и биомассе (10.7 ± 1.6 г/м²).

Влияние солености воды на структуру поселений. Лагуны характеризуются придонной соленостью воды, варьирующей в пределах от 3.1 до 8.9‰, а с учетом сезонных флуктуаций – от 1.5 до 10.2‰. Непостоянство соленостного режима вод и выраженный градиент солености воды, увеличивающийся в направлении с запада на восток в лагуне DZBC, влияет на структуру поселений моллюсков. Изменения затрагивают как число видов, так и их количественные характеристики поселений, которые увеличиваются вдоль градиента солености по мере приближения к району водообмена с Балтийским морем. На олигогалинных участках вод с соленостью 3–4‰ видовой состав моллюсков был обеднен и представлен только

Таблица 1. Структура сообществ моллюсков и доля в них видов (%) при условиях различной солености среды (жирным показаны доминирующие виды).
Table 1. Mollusk communities structure and species proportion (%) under varying salinity conditions (dominant species are showed by bold).

Виды (Species)	Олигогалинная (Oligohaline) 1.5–4‰		β-мезогалинная (β-Mesohaline) 5–10‰				
	ил, песок, растительные остатки (Mud, sand, plant debris)	песок (Sand)	песок, (Sand), <i>Fucus, Ceratium, Zamichellia</i>	песок, (Sand), <i>Zostera</i>	песок, (Sand), <i>Potamogeton</i>	песок, ил (Sand, mud)	ил (Mud)
<i>Cerastoderma lamarcki</i>	–	4.1	5.6	0.8	16.1	8.3	18.0
<i>Hydrobia ulvae</i>	89.8	61.1	21.2	41.3	2.1	43.1	55.2
<i>Hydrobia ventrosa</i>	3.2	2.4	19.6	5.4	10.8	3.1	–
<i>Lymnaea balthica</i>	–	–	–	0.3	14.3	–	–
<i>Mya arenaria</i>	–	28.0	8.3	44.5	–	43.3	–
<i>Masoma balthica</i>	–	1.0	0.5	1.3	–	0.5	–
<i>Nyctilus edulis</i>	–	–	1.1	0.8	0.5	–	18.0
<i>Potamoxyrgus antipodarum</i>	7.0	2.7	3.4	–	–	–	–
<i>Parvicardium hauniense</i>	–	0.3	1.1	1.3	8.2	–	–
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	–	0.6	39.2	4.4	48.1	1.8	9.0

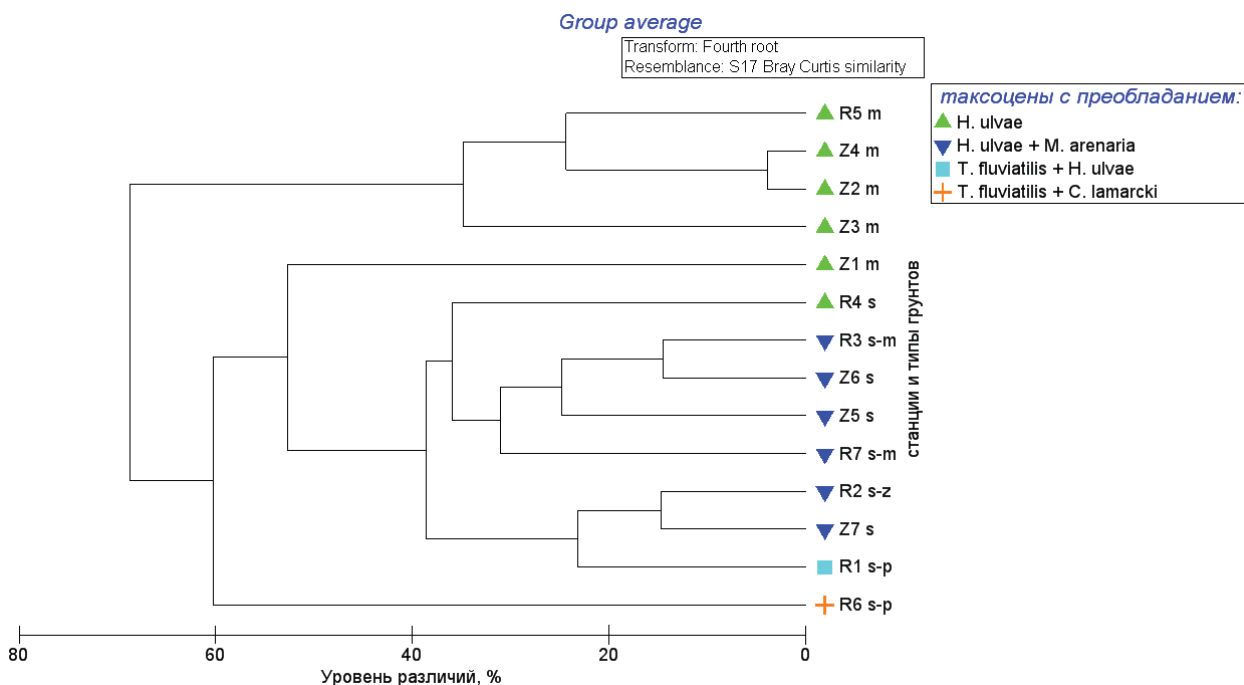


Рис. 3. Дендрограмма различий таксоценов моллюсков в зависимости от типов грунтов в лагунах. Обозначения станций: Z1-Z7 – лагуна DZBC, R1-R7 – Рюгенская лагуна. Обозначение типов грунтов: *m* – илы, *s* – пески, *s-m* – песчано-илистые грунты, *s-p* – пески с макрофитами, *s-z* – пески с зарослями *Zostera* sp.

Fig. 3. Dendrogram of the mollusks taxocenoses dissimilarity among the different bottom types in lagoons. Stations: Z1-Z7 – DZBC lagoon; R1-R7 – Rugen lagoon. Bottom types: *m* – mud, *s* – sand, *s-m* – sandy-mud, *s-p* – sand with macrophytes, *s-z* – sand with *Zostera* sp.

гидробиями с доминированием морского эвригаллиного вида *H. ulvae*. С увеличением солености до β -мезогалинных условий (более 5‰) видовое богатство возрастало, менялась структура сообществ моллюсков не только за счет появления ряда видов, не обнаруженных при более низкой солености, но и в количественном отношении (см. табл. 1). Повышение солености отражается в распределении плотности и биомассы видов: количественные показатели моллюсков в более солоноватой Рюгенской лагуне почти втрое превышает таковые в лагуне DZBC.

ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные лагуны представляют собой эстуарные водоемы лагунного типа и по условиям солености вод относятся к олигогалинным и β -мезогалинным водоемам. Распределение моллюсков по акватории лагун было неоднородным и определялось влиянием солености воды, которая является важнейшим фактором, а также типом

грунтов. Разнообразие условий, в частности изменчивый характер грунта в лагунах, приводят к неоднородности видового состава и количественного распределения моллюсков. Это позволяет выделить три основных сообщества моллюсков: 1) сообщество *H. ulvae* на илисто-песчаных с растительными остатками и илистых грунтах, 2) *H. ulvae* + *M. arenaria* на песчаных, песчано-илистых грунтах и песках с зарослями зостеры, 3) *T. fluviatilis* на песчаных грунтах, покрытых фитобентосом.

Выделенные в ходе кластерного анализа две группы станций отражают различия в условиях солености вод и структуре поселений моллюсков. Первая группа включает станции, расположенные в области олигогалинных вод и характеризующиеся обедненным видовым составом моллюсков. Второй кластер объединяет станции, находящиеся в условиях β -мезогалинных вод и характеризующиеся более сложной структурой поселений моллюсков.

Причины низкого видового богатства моллюсков в олигогалинных водах кроются в неспособ-

ности проникновения основной массы морских моллюсков на участки лагун с низкой соленостью. Морские (*M. arenaria*, *M. balthica*, *M. edulis*) и солоноватоводные моллюски (*C. lamarki*, *P. hauniense*) не были найдены при солености воды ниже 5‰. Для морских моллюсков показано изменение хода физиологических процессов при снижении солености воды (Matthissen, 1960; Muus, 1967). Данное обстоятельство объясняется их осморегуляторными возможностями в диапазоне солености 5–8‰, которая выступает в роли барьера критической солености, будучи фаунистической границей, между пресными и морскими водами (Хлебович, 1974). Известно, что моллюски способны к двум типам осморегуляции: морские способны к изоосмотической регуляции, пресноводные – к гиперосмотической, но в ограниченном диапазоне солености (Хлебович, 1989).

Наши данные по влиянию солености воды на структуру поселений моллюсков соотносятся с данными, известным по другим лагунам Балтийского моря, где наблюдается градиент солености среды, в частности по Вислинскому заливу (Рудинская, 2000). В этом водоеме, как и в изученных лагунах, основную долю в биоценозе занимают моллюски Hydrobiidae, а районе водообмена с Балтийским морем, где соленость воды колеблется в пределах 5–8‰, моллюски представлены морским комплексом видов *M. arenaria*, *M. baltica*, *M. edulis* (Ежова и др., 2004).

В морских водных бассейнах рассматривают существование четырех барьеров солености, в области опресненных вод выделяют α -хорогалиникум (5–8‰) и δ -хорогалиникум (0.5–2‰) (Aladin and Plotnikov, 2009). Последний разделяет пресноводные и солоноватоводные экосистемы. Существование таких барьеров характерно как для крупных частей Балтийского моря (Финский, Ботнический заливы), так и для акваторий отдельных лагун и лиманов. Диапазон солености α -хорогалиникума в Балтике рассматривается как зона стыка двух главных типов водной фауны – морской и пресноводной, для которой Ремане (Remane, 1934) установил закономерность «минимума видов» в пределах 5–8‰. Схожие границы критической солености на стыке пресной и морской вод выявлены в Каспийском и Аральском морях (Хлебович и Аладин, 2010).

Наши данные показали, что наименьшее видовое богатство моллюсков, а также их самое низкое

обилие приходится в мелководных лагунах Балтики на олигогалинные участки вод, которые соответствуют зоне δ -хорогалиникума. В интервале солености, соответствующей α -хорогалиникуму (5–8‰), в DZBC и Рюгенской лагуне не обнаружено снижения видового богатства и количественных характеристик поселений моллюсков, за исключением случаев, когда количество видов и их обилие на конкретных станциях определялось условиями биотопов. Однако соленость воды 5‰ являлась порогом, при достижении которого отмечено появление ряда видов в поселениях моллюсков, а также значительное увеличение их плотности и биомассы вдоль градиента солености воды. Таким образом, структура поселений моллюсков в мелководных лагунах отражает не явление «минимума видов» Ремане (Remane, 1934), а возможности моллюсков с разной осморегуляторной способностью, для которых порог солености 5‰ служит физиологическим барьером в распространении в лагунах вдоль градиента солености воды.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования выполнены при финансовой поддержке Немецкого фонда окружающей среды (Deutsche Bundesstiftung Umwelt), проект № 30011/314. Автор благодарит проф. Г. Графа (Prof. Dr. Gerhard Graf) и его научную группу из отделения морской биологии университета г. Росток, д-ра С. Дальке (Dr. Sven Dahlke) из университета г. Грайфсвальд (Германия), а также коллектив сотрудников биостанции университета г. Росток за предоставленную возможность исследований.

ЛИТЕРАТУРА

- Ежова Е.Е., Рудинская Л.В., Павленко-Лятух М.В. 2004. Вислинский залив. Макрозообентос. // А.Ф. Алимов и М.Б. Иванова (ред.). Закономерности гидробиологического режима водоемов разного типа. Москва: Научный мир, с. 146–164.
- Рудинская Л.В. 2000. Влияние солености воды на структуру сообщества донных беспозвоночных в Вислинской лагуне Балтийского моря. // Гидробиологические исследования в бассейне Атлантического океана. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, с. 50–58.
- Хлебович В.В. 1974. Критическая соленость биологических процессов. Ленинград: Наука, 236 с.
- Хлебович В.В. 1989. Критическая соленость и хорогалиникум: Современный анализ понятий. Труды ЗИН РАН, 196: 5–11.

- Хлебович В.В. и Аладин Н.В. 2010.** Фактор солености в жизни животных. *Вестник РАН*, **80**(5–6): 527–532.
- Aladin N.V. and Plotnikov I.S. 2009.** Environmental problems of hybrid marine / lacustrine seas and lakes (Aral Sea and Baltic Sea are taken as example). Conference on Soil stability in ecological and socially vulnerable regions. Book of Abstracts: 19–23.
- Bleich S., Powilleit M., Seifert T., Graf G. 2011.** β -diversity as a measure of species turnover along the salinity gradient in the Baltic Sea, and its consistency with the Venice System. *Marine Ecology Progress Series*, **436**: 101–118.
- Clarke K., Somerfield P., Chapman M. 2006.** On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray-Curtis coefficient for denuded assemblages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **330**: 55–80.
- Jagnow B. and Gosselck F. 1987.** Identification key for Sea Shells of the Baltic. *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin*, **63**(2): 191–268.
- Matthissen G.S. 1960.** Observation on the ecology of the soft clam, *Mya arenaria* in a salt pond. *Limnology and Oceanology*, **5**(3): 291–300.
- Muus B.J. 1967.** The fauna of Danish estuaries and lagoons. Andr. Fred. Høst & Søn, København, 314 p.
- Remane A. 1934.** Die Brackwasserfauna. *Zoologische Anzeiger*, **7**: 34–74.
- Wallentinus I. 1991.** The Baltic Sea gradient. In: A.C. Mathieson and P.H. Nienhuis (Ed.). Intertidal and littoral ecosystems. *Ecosystems of the world*, 24, Elsevier: 83–108.