

**Сердцевидка съедобная *Cerastoderma edule*
на северо-восточной границе ареала
(Мурманское побережье, Баренцево море)**

Е.А. Генельт–Яновский

Санкт-Петербургский государственный университет,

Санкт-Петербург 199034, Россия

e-mail: eugene_genelt-ya@mail.ru

Наиболее восточной точкой распространения *Cerastoderma edule* (L., 1758) на Мурманском побережье является губа Порчниха (69°5' с.ш.; 36°15' в.д.). Поселения *C. edule* располагаются на среднем и нижнем горизонтах литорали и характеризуются стабильно низкими, по сравнению с таковыми европейских поселений, значениями плотности. Для поселений *C. edule* на Мурмане характерна динамически нестабильная размерно-возрастная структура. В то же время, по темпам роста и средней продолжительности жизни мурманская популяция демонстрирует определенное сходство с поселениями данного вида в Европе. По-видимому, мурманские поселения *C. edule* пополняются молодью не регулярно, что может быть связано как с нерегулярностью успешного нереста, так и с высоким уровнем смертности среди недавно осевших моллюсков в течение зимнего периода.

**Common cockle *Cerastoderma edule*
on the northeastern border of the distributional range
(Murman coast, Barents Sea)**

E.A. Genelt–Yanovsky

St.-Petersburg State University, St.-Petersburg 199034, Russia

e-mail: eugene_genelt-ya@mail.ru

The easternmost location of *Cerastoderma edule* (L., 1758) distribution at the Murmansk coast is Porchnicha Bay (69°5' N; 36°15' E). *C. edule* populations are confined to the middle and low intertidal zone, and characterized by constantly low densities as compared to European populations. Murman populations of *C. edule* are shown to have an unstable size and age structure across the years of study. Yet, the observed populations are similar to the European ones in such parameters as growth rates and average life span. We suppose that recruitment in populations of *C. edule* on Murman is irregular as a result of non-successive spawning and high mortality rates during severe winter periods.

Сердцевидка съедобная, *Cerastoderma edule* (L., 1758), формирует прибрежные инфаунные сообщества илисто-песчаных грунтов. Ее ареал простирается от атлантического побережья Западной Африки до Мурманского побережья Баренцева моря [Филатова,

1957]. Поселения данного моллюска обнаруживаются от верхней сублиторали до среднего горизонта литорали. Плотность его поселений в Европе может достигать 2500 экз./м² (атлантический берег Франции) [Montaudouin, Bachelet, 1996].

К настоящему времени структура поселений *C. edule* на Мурманском побережье изучена в основном на примере одного поселения на Восточном Мурмане [Агарова и др., 1976]. Данные о распространении сердцевидки в пределах Мурмана на данный момент фрагментарны – наиболее современными являются материалы Е.Ф. Гурьяновой

с соавторами [Гурьянова и др., 1928–1930а, б; Гурьянова, Ушаков, 1929]. Целью данной работы стало выявление особенностей организации поселений *C. edule* на Мурманском побережье Баренцева моря, описание характера их динамики, а также оценка уровня изменчивости поселений в различном географическом масштабе.

Материал и методика

Материал собирали в июле – августе 2002–2006 гг. Мониторинговые наблюдения проводили на литорали Дальнего пляжа (губа Дальне-Зеленецкая) в 2004–2006 гг. Географическая изменчивость поселений *C. edule* в пределах Мурманского побережья изучена в 2005 г. на примере некоторых литоральных поселений в пределах Кольского залива, Западного и Восточного Мурмана (см. таблицу; рис. 1).

Для оценки распределения сердцевидок на литорали Дальнего пляжа летом с 2002 г. на 9 станциях отбирали количественные пробы (1/10 м²) с небольших глубин. Каждую пробу промывали на почвенном сите с диаметром ячеек 1 мм, после чего из нее выбирали все встреченные сердцевидки. В кутовых частях губ Ярнышная, Шельпинская и Порчниха также отбирались количественные пробы с

Характеристика изученного материала
Characteristics of the material studied

Регион	Акватория	Координаты, с.ш., в.д.	Выборка
Западный Мурман	Печенга	69°35', 31°16'	Качественные сборы
	Ура	69°18', 32°51'	
Кольский залив	Пала	69°11', 33°24'	Качественные сборы и количественные пробы
	Тюва	69°11', 33°38'	Качественные сборы
	Большая Волоковая	69°16', 33°37'	
	Ярнышная	69°5', 36°3'	Качественные сборы и количественные пробы
Восточный Мурман	Дальне-Зеленецкая	69°7', 36°6'	
	Шельпинская	69°6', 36°12'	
	Порчниха	69°5', 36°15'	



Рис. 1. Распределение *Cerastoderma edule* на Мурмане.

Fig. 1. Distribution of *Cerastoderma edule* at Murmansk coast.

площади 1/10 м². В куту Пала-губы (Корабельная бухта) учитывали живых и недавно умерших моллюсков, а также пустые створки при помощи 10 проб с площади 1/22 м². В остальных точках проводили качественные сборы моллюсков.

У всех моллюсков измеряли длину, ширину, высоту раковины, длины годовых приростов, определяли пол. Также качественно проводили оценку заполненности гонады. Описание морфометрии раковины моллюсков производили с использованием коэффициентов: отношения высоты к длине (H/L), отношения толщины к высоте (B/H), толщины к длине (B/L) и отношение возраста особи к ее длине (A/L). Также в анализ были включены параметры: количество вертикальных ребер и положение вершины раковины (определяемое как пропорция длин от вершины

раковины к ее переднему и заднему краям). Анализ главных компонент (РСА) был использован в качестве графического метода ординации данных параметров.

Изучение ростовых параметров произведено с использованием аппроксимации кривых роста по уравнению линейного роста Берталанффи (аналогично методу, описанному [Fabens, 1965]). Помимо ростовых данных *C. edule* на Мурмане, в анализ были включены выборки из Норвежского и Ирландского морей (собственные неопубликованные данные).

Сравнение кривых роста было проведено при помощи анализа остаточных дисперсий [Allen, 1976]. Пропорция F/F_{cr} ($F_{cr}=F$ критическое) (при уровне значимости $\alpha<0.05$) была использована в качестве индекса сходства при построении дендрограмм [Максимович, 1989].

Результаты и обсуждение

Нами описано пять поселений *C. edule* на Мурмане, не входивших в географию работ предыдущих авторов [Гурьянова и др., 1927, 1928–1930]: одно на Западном Мурмане – в губе Печенга, два в Кольском заливе – в кутовых частях губ Тюва и Большая Волоковая, и два на Восточном Мурмане, в губах Шельпино и Порчниха (рис. 1).

В большинстве обследованных нами акваторий поселения располагаются на средней и нижней литорали, что соответствует участкам между глубинами 0.7 и 1.8 м. Наиболее детально исследованы поселения на литорали Дальнего пляжа. Максимальная плотность поселения здесь за весь период исследований составила 32.5 ± 7.5 экз./м², однако усредненная по отмели колебалась в интервале от 2.2 ± 0.8 экз./м² до 15.0 ± 3.7 экз./м² (рис. 2). Увеличение плотности поселения в 2006 г. дает основание полагать, что динамика обилия моллюсков в поселении носит циклический характер. Отмеченные нами изменения в характере распределения, по-видимому, связаны с изменением положения русла ручья, протекающего по отмели. Мак-

симальная плотность поселений за период исследований отмечена в Палагубе (66.0 ± 16.4 экз./м²). Во многих акваториях, в том числе в Шельпино, находки сердцевидок единичны, градиентного изменения значений плотности поселения не отмечено. В среднем по Мурманскому побережью плотность поселения *C. edule* составляет 25 экз./м². Эти значения заметно ниже по сравнению с данными по северо-восточной части Атлантики, где плотность поселений *C. edule* зачастую превышает 1000 экз./м² [Kristensen, 1958; Dankers, Beukema, 1981; Andre, Rosenberg, 1991; Montaudouin, Bachelet, 1996; Ramon, 2003].

По нашим данным, продолжительность жизни *C. edule* на Мурмане может достигать 13 лет, однако такие моллюски единичны. В 2005 г. основу изученных нами поселений составляли особи, возраст которых не превышал 4–5 лет, т.е. осевшие в 2000–2001 гг. На примере поселения на Дальнем пляже показано, что успешное пополнение поселений нерегулярно. Анализ возрастных структур поселения за период исследования показал, что наиболее успешными в отношении пополнения поселений были 2001 и 2004 гг. (рис. 3). Моллюски, осевшие в 2004 г., отмечены также в губе Порчниха в 2005 г., а также в Палагубе в 2006 г.

Таким образом, значения средней продолжительности жизни моллюсков оказы-

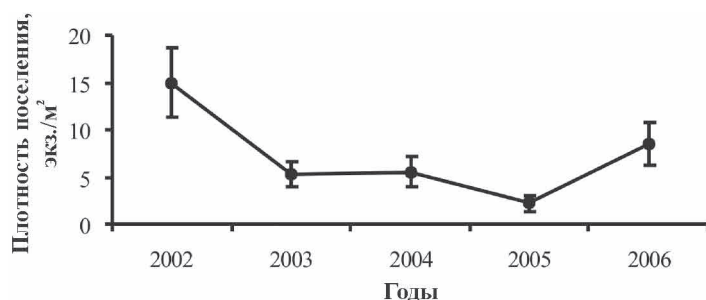
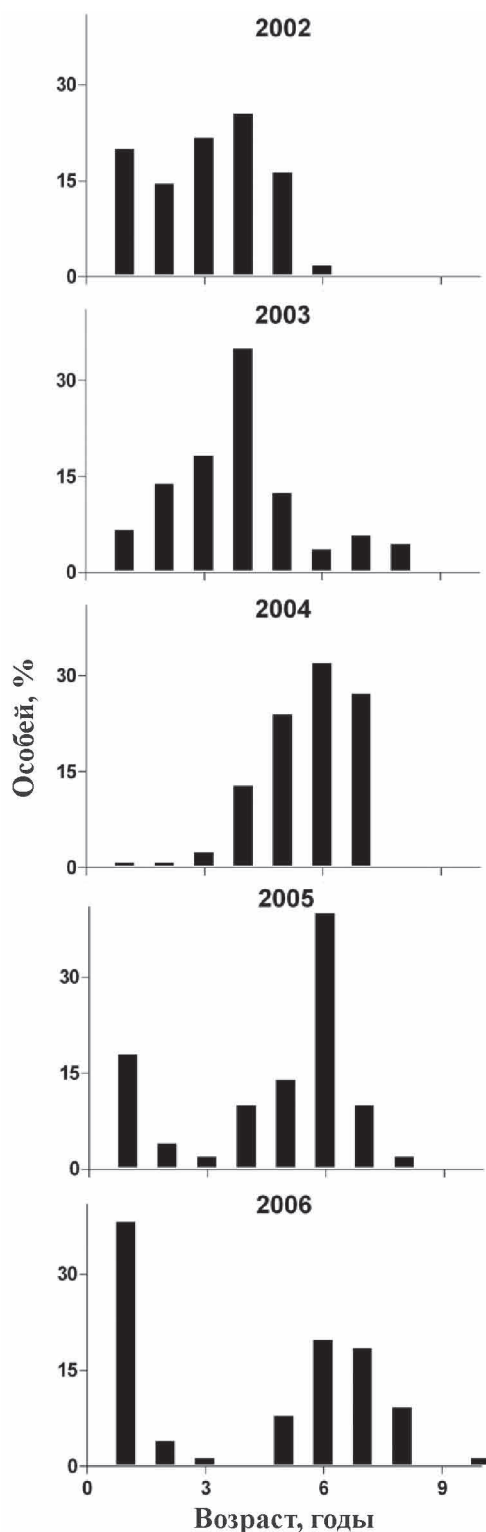


Рис. 2. Динамика усредненного значения плотности поселения *Cerastoderma edule* на Дальнем пляже.

Fig. 2. Dynamics of the average population density characteristics of *Cerastoderma edule* in Dalny beach.



ваются сходной с таковой в Европе, а максимальная – выше (максимальная продолжительность жизни *C. edule* в Атлантике составляет 9 лет) [Fretter, Graham, 1964; Ducrotoy et al., 1991]. Среди изученных нами поселений наибольшей продолжительностью жизни характеризуются *C. edule* из Кольского залива – во всех трех изученных поселениях отмечены моллюски возрастом до 11 лет и более.

Анализ изменчивости формы раковины моллюсков в пределах Мурманского побережья не выявил закономерного изменения формы раковины вдоль береговой линии (рис. 4). Единственной, достоверно отличавшейся от всех остальных, была популяция из Ирландии (Cork). Данные различия основаны на признаках «число вертикальных ребер» и «отношение высоты к длине раковины», с которыми главным образом ассоциирована ось ОХ (объясняющая 51.5% дисперсии). Основные различия между поселениями Мурманска и Норвегии основаны на признаке положения вершины раковины, с которым главным образом ассоциирована ось ОУ (объясняющая 24.6% дисперсии).

Градиентное варьирование темпов роста выявлено не было. Усредненные темпы роста моллюсков в губах Пала и Большая Волоковая, а также в Ирландии (Cork) оказались выше по сравнению с остальными изученными поселениями (рис. 5). В то же время наимень-

Рис. 3. Динамика возрастной структуры поселения *Cerastoderma edule* на литорали Дальнего пляжа.

Fig. 3. Dynamics of age structure of populations of *Cerastoderma edule* in the intertidal zone of Dalny beach.

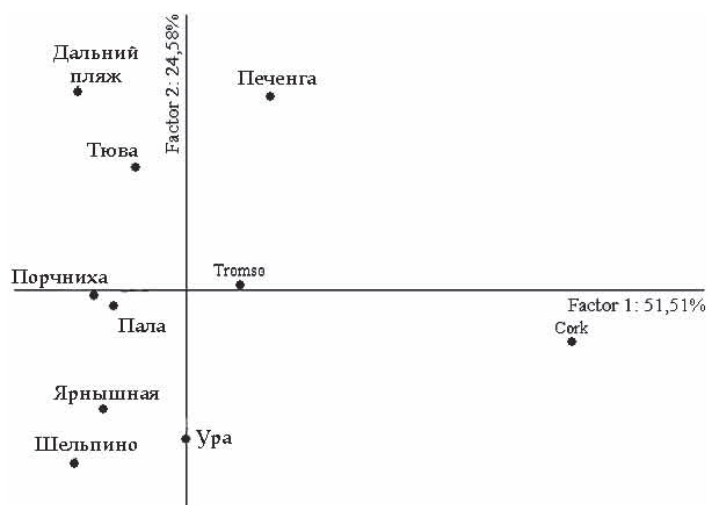


Рис. 4. Ординация поселений *Cerastoderma edule* в пространстве первой и второй главных компонент (основанная на морфометрических параметрах).

Fig. 4. Ordination of settlements of *Cerastoderma edule* in the space of first and second main components (based on morphometric parameters).

шие темпы роста отмечены на литорали Дальнего пляжа, а также в Норвегии (Tromso). Классификация поселений, основанная на пропорции F/F_{cr} , выя-

вила наличие трех кластеров, объединяющих поселения с разными темпами роста (рис. 6). Тот факт, что «точки сравнения» (Tromso и Cork) кластеризуются вместе с выборками Мурманского залива, подтверждает отсутствие градиентов.

Возможно, выделение данных групп поселений может быть связано с особенностями гидрологии изученных акваторий, в частности, с опреснением. Так, вероятно, объединение поселений в первом и втором

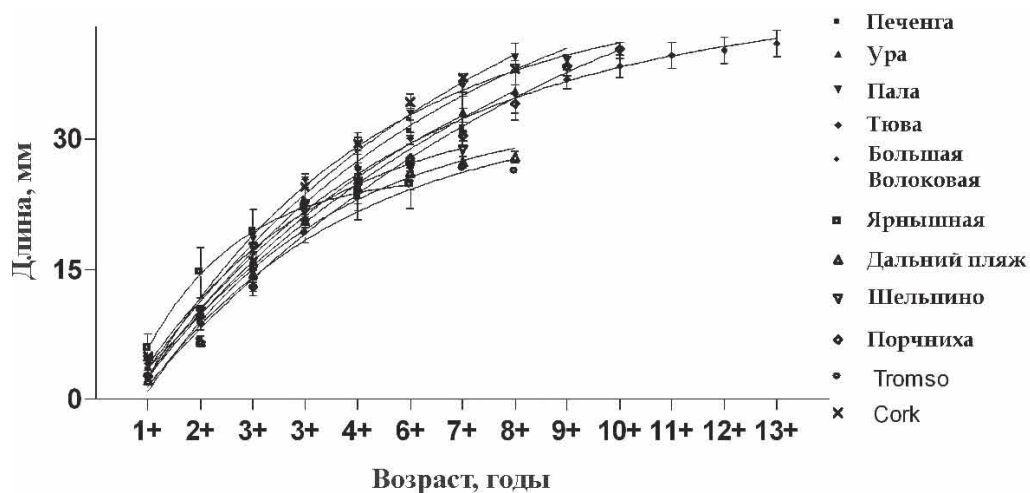


Рис. 5. Темпы роста *Cerastoderma edule*, аппроксимированные согласно уравнению Берталанффи.

Fig. 5. Growth rates of *Cerastoderma edule* approximated according to Bertalanffy equation.

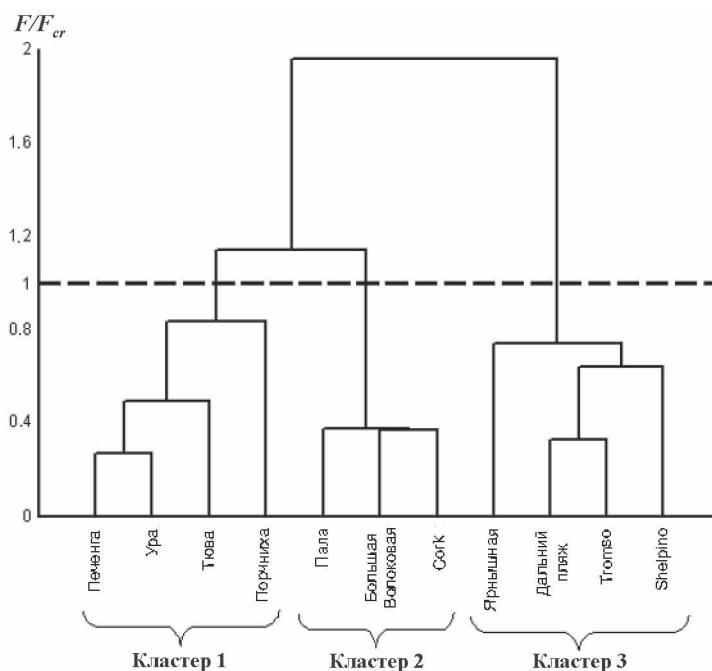


Рис. 6. Классификация поселений *Cerastoderma edule*, основанная на сравнении темпов роста.

Fig. 6. Classification of settlements of *Cerastoderma edule* based on comparison of growth rates.

из бухт, в которые впадают водотоки меньшего размера. Это соотносится с современными представлениями о том, что темпы роста *C. edule*, по-видимому, не являются индивидуальными физиологическими и генетическими характеристиками популяций моллюсков, а связаны с различиями в условиях среды различных акваторий [Montaudouin, 1997].

Соотношение полов в поселениях *C. edule* на Восточном и Западном Мурмане различается. Так, в поселениях Восточного Мурмана соотношение полов близко к 1:1, в то время как в поселениях западного Мурмана преобладают самцы. Половое созревание, по

нашим данным, происходит на 3-м году жизни моллюсков. В плотных поселениях *C. edule* в Северном море нормальным считается соотношение полов с преобладанием самок [Fretter, Graham, 1964]. Возраст полового созревания сердцевидок на Мурмане оказывается выше по сравнению с атлантическими поселениями: на побережье Великобритании *C. edule* становятся половозрелыми и первый раз участвуют в размножении в возрасте 18 мес. [Seed, Brown, 1977]. Точ-

ное время нереста на настоящий момент не установлено, однако во время наших исследований в гонадах половины моллюсков наблюдалось значительное количество половых продуктов, а у 50% гонады были заполнены слабо. На основании этого можно предположить, что нерест происходит в конце августа или начале сентября, что соответствует времени нереста европейских поселений [Newell, Bayne, 1980; Guillou, Tartu, 1994]. Такие поздние сроки нереста на Мурманском побережье могут являться одной из причин смертности моллюсков на ранних стадиях развития вследствие воздействия абиотических факторов в течение осенне-зимнего периода.

Благодарности

Автор выражает благодарность администрации Кандалакшского государственного заповедника за возможность проживания и работы на территории инспекции в Дальних Зеленцах; участникам совместных экспедиций Лаборатории экологии морского бентоса Санкт-Петербургского городского дворца творчества юных, Кафедры зоологии беспозвоночных СПбГУ и Секции естественнонаучного образования

Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей за помощь в сборе и первичной обработке материала; К.В. Шунькиной за помощь в обработке материала и обсуждении работы; В.Н. Солнцеву (Математико-механический факультет СПбГУ) за неоценимую помощь в обработке данных по росту моллюсков; П.П. Стрелкову, А.И. Грановичу и А.В. Полоскину за внимание к работе и полезные консультации.

Литература

- Агарова И.Я., Воронова М.Н., Гальцова В.В., Иоффе Б.И., Летова Н.В., Стрельцов В.Е., Стрельцова С.И. 1976. Распределение и экология донной фауны на литоральной отмели Дальнего пляжа // Экологические исследования песчаной литорали. Апатиты: КФ АН СССР. С. 95–186.
- Гурьянова Е.Ф., Закс И.Г., Ушаков П.В. 1928. Литораль Кольского залива. Ч. 1. Описание основных площадок литорали // Труды Отделения зоологии и физиологии Ленинградского общества естествоиспытателей. Т. 58, вып. 2. С. 89–143.
- Гурьянова Е.Ф., Закс И.Г., Ушаков П.В. 1929. Литораль Кольского залива. Ч. 2. Сравнительное описание литорали Кольского залива на всем его протяжении // Труды Отделения зоологии и физиологии Ленинградского общества естествоиспытателей. Т. 59, вып. 2. С. 47–71.
- Гурьянова Е.Ф., Закс И.Г., Ушаков П.В. 1930а. Литораль Кольского залива. Ч. 3. Условия существования на литорали Кольского залива // Труды Отделения зоологии и физиологии Ленинградского общества естествоиспытателей. Т. 60, вып. 2. С. 17–107.
- Гурьянова Е.Ф., Закс И.Г., Ушаков П.В. 1930б. Литораль Западного Мурмана // Исследования морей СССР. Вып. 11. С. 47–104.
- Гурьянова Е.Ф., Ушаков П.В. 1929. Литораль Восточного Мурмана // Исследования морей СССР. Вып. 10. С. 5–40.
- Максимович Н.В. 1989. Статистическое сравнение кривых роста // Вестник ЛГУ. Вып. 24. С. 18–25.
- Филатова З.А. 1957. Общий обзор фауны двусторчатых моллюсков северных морей СССР // Труды Института океанологии АН СССР. Т. 20. С. 3–59.
- Allen R.L. 1976. Method for comparison fish growth curves // New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. V. 10. P. 687–692.
- Andre C., Rosenberg R. 1991. Adult-larval interactions in the suspension-feeding bivalves *Cerastoderma edule* and *Mya arenaria* // Marine Ecology Progress Series. V. 71. P. 227–234.
- Dankers N., Beukema J.J. 1981. Distributional patterns of macrozoobenthic species in relation to some environmental factors // Ecology of the Wadden Sea. W.J. Volf (Ed.). V. 1, Pt. 4. P. 69–103.
- Ducrotoy J.P., Rybarczyk H., Souprayen J., Bachelet G., Beukema J.J., Desprez M., Dorjes J., Essink K., Guillou J., Michaelis H., Wilson J.G., Elkaim B., Ibanez F. 1991. A comparison of population dynamics of the cockle (*Cerastoderma edule*) in north-Western Europe // Estuaries and Coasts: Spatial and Temporal Intercomparisons. M. Elliot, J.-P. Ducrotoy (Eds.). Fredensborg. P. 173–184.
- Fabens A.J. 1965. Properties and fitting of the Von Bertalanffy growth curve // Growth. V. 29. P. 265–289.
- Fretter V., Graham A. 1964. Reproduction // Physiology of Mollusca. V. 1. New York: Academic Press. P. 127–164.
- Guillou J., Tartu C. 1994. Post-larval and juvenile mortality in a population of the edible cockle *Cerastoderma edule* (L.) from Northern Brit-

- tany // Netherlands Journal of Sea Research. V. 33, N 1. P. 103–111.
- Kristensen I. 1958. Differences in density and growth in a cockle population in the Dutch Wadden Sea // Arch. Neerl. Zool. V. 12. P. 351–453.
- Montaudouin X. 1997. Potential of bivalves' secondary settlement differs with species: a comparison between cockle (*Cerastoderma edule*) and clam (*Ruditapes philippinarum*) juvenile resuspension // Marine Biology. V. 128. P. 148–639.
- Montaudouin X., Bachelet G. 1996. Experimental evidence of complex interactions between biotic and abiotic factors in the dynamics of an intertidal population of the bivalve *Cerastoderma edule* // Oceanologica Acta. V. 19, N 3–4. P. 449–463.
- Newell R.I.E., Bayne B.L. 1980. Seasonal changes in the physiology, reproductive condition and carbohydrate content of the cockle *Cardium edule* (Bivalvia: Cardidae) // Marine Biology. V. 56. P. 11–19.
- Ramon M. 2003. Population dynamics and secondary production of the cockle *Cerastoderma edule* (L.) in a backbarrier tidal flat of the Wadden Sea // Scientia Marina. V. 67, N 7. P. 429–443.
- Seed R., Brown R.A. 1977. A comparison of the reproductive cycles of *Modiolus modiolus* (L.), *Cerastoderma edule* (L.), and *Mytilus edulis* (L.) in Strangford Lough, Northern Ireland // Oecologia. V. 30. P. 173–188.