

УДК 594.1:574.625(262.5)

***Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) (Cardiidae) – малоизученный вид двустворчатых моллюсков Черного моря: распространение и некоторые аспекты биологии и физиологии. Обзор**

Щербань С. А., Макаров М. В., Мельник А. В.

Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН

Севастополь, Россия

Shcherbansa@yandex.ru, mihaliksevast@inbox.ru, melnikalexsand@gmail.com

Представлен обзор литературных данных за последние 30–40 лет по встречаемости, численности, биомассе и некоторым вопросам биологии и физиологии малоизученного двустворчатого моллюска *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789), обитающего в прибрежных биоценозах и в различных частях акватории Черного моря. Вид обитает на различных глубинах – от 0,1 до 40 м, преимущественно на рыхлых грунтах и больше характерен для бухтовых акваторий с пониженным водообменом. Собственный локальный биоценоз *C. glaucum* образует редко, чаще являясь субдоминантом в сообществах с двустворчатыми моллюсками рода *Abra* – *A. segmentum*, а также с *Spisula subtruncata*, *Mytilus galloprovincialis* и *Chamelea gallina*. Относительный вклад *C. glaucum* в биоценотическое сходство внутри районов исследований может составлять от 8 до 21 %. По имеющимся в литературе данным по величинам биомасс и численности моллюска, можно констатировать, что диапазоны этих величин довольно широки и составляют от нескольких десятков до сотен и даже тысячи единиц (экз./м² и г/м²). В Северо-Западной части моря (Приднепровско-Бугский район) на глубинах 1–17 м, в период с 1988 по 2000 годы, средняя численность моллюска достигала максимума в 2025 экз./м², биомасса – 86,7 г/м²; у побережья Западного Крыма на таких же глубинах, в 1993–1995 годы, эти показатели были еще выше (3092 экз./м² и 115 г/м²). В акваториях бухт Севастополя максимальная численность отмечена в бухте Казачья – от 353 до 500 экз./м² при биомассе до 128 г/м² (вид доминировал здесь и по биомассе среди всех моллюсков – 54 %). В отдельные периоды с 2011 по 2020 годы церастодерма неоднократно преобладала по биомассе (в среднем 73,5 г/м²), с максимумом в 3475 г/м² среди двустворчатых моллюсков в эстуарии реки Черная. Несмотря на довольно большое число работ, в которых упоминается вид, он, по-прежнему, остается слабоизученным как в отношении популяционных характеристик, так и по показателям жизнедеятельности, причем, как в условиях естественного обитания, так и при создании заданных условий в экспериментальных средах.

Ключевые слова: бухты, биоценозы, встречаемость, численность, биомасса, размерный состав, морфология, размножение.

ВВЕДЕНИЕ

Cerastoderma glaucum (Bruguiere, 1789) (церастодерма, сердцевидка) – двустворчатый моллюск средиземноморского происхождения. Обнаружен в Черном море и описан еще в 40-х годах прошлого столетия (Арнольди, 1949). Входит в уже устоявшиеся донные фаунистические комплексы. Основной массив данных по виду в Черноморском регионе (в глубоководных участках и акваториях Крымского побережья) получен с 1980-х по 2005 годы, по бухтам Севастополя – с 1970-х годов и до настоящего времени. Хорошо изученным районом распространения вида можно назвать Северо-Западную часть моря и Западную часть побережья Крыма. Эпизодически описан в районах Южного и Юго-Восточного Крыма и у берегов Кавказа. В исследованиях этих лет приводятся данные по численности и биомассе церастодермы (в отдельных случаях величины индексов плотности) и оценивается относительная роль вида в биоценотическое сходство внутри районов исследований (Петров, Алемов, 1993; Ревков и др., 2002; Стадниченко, Золотарев, 2009; Алемов, 2021 и др.).

Несмотря на довольно значительный список работ, в которых упоминается вид, он, по-прежнему, остается относительно слабоизученным как в отношении популяционных характеристик, так и по показателям функциональности его жизнедеятельности (причем как в условиях естественного обитания, так и при создании заданных условий в экспериментальных средах). Отсутствие за последние несколько десятилетий информации о

запасах и годовых приростах, популяционных характеристиках, репродуктивных возможностях и особенностях роста на рыхлых грунтах черноморской бентали не позволяет говорить о его достаточной изученности. В последние несколько лет, однако, интерес к виду возрос и стали появляться работы по особенностям морфологии жаберного аппарата, тканевого соматического роста, химического состава и адаптации к некоторым стрессовым факторам (Тимофеев, 2016; Бородина, Задорожный, 2020а, 2020б; Гостюхина, Андреевко, 2020; Gostuykhina, 2020).

Цель работы – обзор литературных данных по распространению, некоторым аспектам биологии и физиологии, а также методам исследований моллюска *Cerastoderma glaucum* в Черном море за последние 30–40 лет.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования церастодермы (рис. 1), проанализированные в данном обзоре, проводились в разные годы в различных районах Черного моря и бухтах Севастополя в ходе прибрежных экспедиций и отчасти в рейсах. Значительное количество бентосных проб было взято в северо-западной части Черного моря на глубинах от 10 до 40 м и глубже; в районе побережья Крыма, а также Кавказа – от глубины 0,1 м и глубже.

Нами проанализированы литературные данные по таким районам: Дельта Дуная; Северо-Западная часть Черного моря – остров Змеиный, Днестрово-Дунайское междуречье; Каркинитский залив (глубоководная часть), п-ов Тарханкут; акватория залива Донузлав (рыхлые грунты); район Севастополя (траверз Учкучевки; бухты: Севастопольская – центральная часть; Карантинная; Круглая; Камышовая); бухта Балаклавская; бухта Ласпи; Ялтинский залив; акватория у Карадага.



Рис. 1. Внешний вид раковины *Cerastoderma glaucum* (фото с сайта <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=image&tid=138999&pic=82464>)

В обзор также включены работы, в которых представлены методы изучения морфологии створок и жаберного аппарата, определения каротиноидного состава и антиоксидантного комплекса в тканях.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Методы исследований. Методы изучения морфологии створок и жаберного аппарата, определения каротиноидного состава и антиоксидантного комплекса в тканях церастодермы представлены в нескольких известных нам публикациях (Тимофеев, 2016; Бородина, Задорожный, 2020а, 2020б; Гостюхина, Андреевко, 2020; Gostuykhina, 2020 и др.). На этапе

изучения морфологии створок и жаберного аппарата у церастодермы измерялась длина (L), ширина (D), высота (H) раковины, рассчитывались показатели её формы – вытянутость (H/L), сагиттальная (D/L) и фронтальная (D/H) кривизна (Тимофеев, 2016). Для выявления изменчивости полифункциональной структуры жабр при разных условиях среды был использован показатель приведенной удельной поверхности жаберного аппарата (S_0), учитывающий показатель S – площадь поверхности жабр и W – их объем. Подробно в методике (Тимофеев, 2016).

Содержание суммарных каротиноидов определялись авторами (Бородина, Задорожный, 2020a, 2020b) в ацетоновых экстрактах. Суть метода подробно изложена в работах (Карнаухов, Федоров, 1982; Карнаухов, 1988). Мягкие ткани гомогенизировали в фарфоровой ступке с пестиком, затем проводили экстракцию 100% ацетоном. Определение содержания каротиноидов в различных тканях церастодермы проводили спектрофотометрическим методом указанных выше авторов. В работе применяли однолучевой спектрофотометр СФ-2000. Расчеты проводили последующему уравнению:

$$C_{кар} = \frac{0,4 \cdot E_p \cdot V}{m},$$

где: $E_p = E_{450} - 2,25$; E_{450} – величина экстинкций при 450 нм; V – объем ацетонового экстракта; m – масса ткани в граммах; $C_{кар}$ – концентрация каротиноидов в мг·100 г⁻¹ сырого веса ткани.

У данного вида проводился анализ активности ферментов антиоксидантного комплекса (АО) тканей, как одного из важнейших элементов формирования адаптаций гидробионтов на самые разные экологические и антропогенные факторы. В тканях сердцевидки (гепатопанкреас, жабры и мышечная ткань) определяли ферменты АО и показатель перекисного окисления липидов (ПОЛ) (Гостюхина, Андреев, 2020; Gostuykhina, 2020). Исследуемые ткани гомогенизировали с использованием ледяной бани. Гомогенаты центрифугировали при 3200g в течение 15 мин. с помощью рефрижераторной центрифуги К-23D. В супернатантах определяли активность ферментов – супероксиддисмутазы (СОД) по реакции ингибирования восстановления нитросинего тетразолия в присутствии НАДН и феназинметасульфата, длина волны 540 нм. Активность каталазы измеряли по интенсивности желтой окраски в результате реакции остаточных количеств пероксида водорода с молибдатом аммония при длине волны 410 нм. Интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) оценивали по накоплению продуктов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой (ТБК-активных продуктов), при длине волны 535 нм. Содержание белка определяли по методу Лоури с реактивом Фолина. Выявленные особенности соотношения активности СОД и каталазы с уровнем продуктов ПОЛ в тканях моллюска отражали адаптации его организма к окислительному стрессу, периодически возникающему в донных биотопах на мелководье.

Наиболее часто применяемые методы сбора и обработки бентосных проб следующие. Макрозообентос на рыхлых грунтах отбираются с помощью ручного дночерпателя, площадью 0,04 м², с твердых субстратов – рамкой, обшитой мельничным газом, площадью 0,04 м² в 2-х повторностях, с макрофитов – мешком из мельничного газа. Бентос промывается через сито, размером ячеек 0,5 мм (Ковалева и др., 2019; Макаров, 2020a, 2020b; Макаров и др., 2021). В работах других авторов иногда использовались дночерпатели другой площади – 0,05; 0,08; 0,09 и 0,1 м². Далее бентосный материал фиксировали 4 % раствором нейтрализованного формалина. В лабораторных условиях отбирали моллюсков, в частности, церастодерму. Рассчитывали численность (экз.) и биомассу (г) на единицу площади поверхности (м²), в некоторых случаях – встречаемость вида (%).

Особенности биологии. Некоторые исследователи относят церастодерму к эврибионтным видам. Однако вопрос об адаптации вида, прежде всего, к содержанию кислорода, остается открытым. По одним данным (Самышев, Золотарев, 2018), вид относили

к пелофильным, не переносящим дефицит кислорода, по другим – к более толерантным, способным переживать локальные заморные явления (Савикин, Набоженко, 2010). Являясь эвригалинным видом, выдерживает соленость до 30 ‰ (Анистратенко и др., 2011), но не обитает ниже 8 ‰, может переносить слабое и кратковременное сероводородное заражение и отсутствует в зоне недостатка кислорода (Савикин, Набоженко, 2010; Анистратенко и др., 2011). Достаточно устойчив к органическому загрязнению, в частности, нефтяному (Алемов, 1999, 2021; Миронов и др., 2003).

По трофической принадлежности и способу питания *C. glaucum* преимущественно сестонофаг (фильтратор) (Давиташвили, Мерклин, 1968; Копий, Бондаренко, 2020). В своих размерных параметрах моллюск скорее близок к видам рода *Abra* и *Chamelea* (Михайлова, 1987; Анистратенко и др., 2011). Длина *C. glaucum* не превышает 35 мм (Михайлова, 1987). В черноморских пробах обычно встречаются экземпляры, не достигающих таких длин (Ivell, 1979; Тимофеев, 2016; Бородина, Задорожный, 2020а; Макаров, 2020b). Особи, размером до 12 мм, относили к сеголеткам и годовикам (Михайлова, 1986). Скорее всего, продолжительность жизни близка к другим видам двустворок, таким как анадара и гребешок, и, составляет до 7 лет и более.

Распространение, встречаемость и некоторые популяционные характеристики.

В донных биоценозах Черного моря, по данным подавляющего большинства бентосных исследований, встречается на илистых грунтах и ракушечниках с такими видами как мидия, абра, мия, спизула и полититапес, крайне редко образуя собственные локальные ценозы. На твердых естественных и искусственных субстратах у берегов Крыма данный вид не отмечен, однако, найден в единичных экземплярах на валунах в районе Утриша (Кавказское побережье) (Макаров и др., 2021). Отмечено, что *C. glaucum* также характерна для открытых частей моря на глубинах 10–40 м на илистом грунте (Скарлатто, Старобогатов, 1972; Михайлова, 1992а; Самышев, Золотарев, 2018).

Северо-западная часть Черного моря. Изучение структуры донных макросообществ и ее трансформации в наиболее обширных биоценозах мидии, фазеолины и абры на глубинах от 10 до 100 м в конце 1970-х – начале 1990-х годов показал наличие поселений сердцевидки в северной и западной частях Черного моря на глубинах до 30 м (Самышев, Золотарев, 2018). Вид отмечался на глубинах от 9 до 40 м в 1983–1985 годы в экспедициях на Днестрово-Дунайском междуречье, площадь биоценоза сердцевидки составляла 0,14–0,28 тыс. км², средняя численность 128 экз./м², средняя биомасса 38,3 г/м². Доминантами второго порядка в эти годы были мидии, полититапес и мия (Самышев, Золотарев, 2018). Авторами были выделены так называемые биономические центры (всего 35) и на их основе биономические зоны (7), позволяющие выделить уровень сходства между этими центрами. Из 7-ми зон церастодерма присутствовала в 3-х в качестве субдоминантов 2-го и 3-го порядков. Биомасса моллюска в этих зонах была низкой и составляла от 4,0 г/м² до 33,3 г/м², что меньше численности руководящего вида *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) в 50–125 раз. В начале 2000 годов (2007–2008) результаты исследований бентосных проб на глубинах от 8 до 24 м в районе дельты Дуная показали, что субдоминантным видом двустворок был *C. glaucum* наряду со *Spisula subtruncata* (da Costa, 1778) (Стадниченко, Золотарев, 2009). Отмечалось, что из 19 станций отбора он найден на 9, то есть встречаемость достигала почти 50 %. Плотность поселений сильно отличалась, составляя от 20 до 440 экз./м².

В Каркинитском заливе церастодерма отмечалась еще в 30-х годах прошлого столетия (Арнольди, 1949). В 1980-е годы, а также значительно позже, в начале XXI века (2007–2009 годы) моллюск являлся одним из объектов исследований сотрудников отдела бентоса ИнБЮМ им. А. О. Ковалевского (Повчун 1990; Болтачева и др., 2016). Летом 2018 года на рыхлых грунтах мелководья южной части Каркинитского залива *C. glaucum* была одним из доминирующих видов по биомассе (в среднем 10,5 г/м²) вместе с другими двустворками *Mytilaster lineatus* (Gmelin, 1791) и *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) (Подзорова и др., 2021).

В Донузлаве церастодерма была отмечена в 1990 году и летом 1997 года (Михайлова, 1992b; Болтачева и др., 2002). В сентябре 2015 года отмечена на морской траве рода *Zostera*

(Ковалева и др., 2019). В 2019 году снова встречена в южной части Донузлава на рыхлых грунтах с примесью хары, среди 28 видов моллюсков (Ревков и др., 2021).

В Северо-Западной части Черного моря в 1988–2000 годы и в Западной части побережья Крыма в 1993–2004 годы вид образовывал одноименный биоценоз с четкими границами (Revkov et al., 2008). В Северо-Западной части (Приднепровско-Бугском районе) на глубинах 1–17 м в эти же годы (1988–2000) средняя численность *C. glaucum* была высокой – 2025 экз./м², средняя биомасса – 86,7 г/м². В Западном Крыму, в 1993–1994 годы, на глубинах до 17 м, эти показатели были еще выше – 3092 экз./м² и 115 г/м² соответственно (Revkov et al., 2008; Тихонова, Соловьева, 2015). Это, возможно, связано с наличием большого количества органической пищи в слоях глубинного грунта.

Севастопольская бухта с эстуарием реки Черная. Значительный объем материала известен для биотопов Севастопольской бухты. Исходными точками, чаще всего, являлись станции у самой вершины бухты, в ее срединной (или внутренней части) и у выхода из бухты. Работы проводились в разные периоды времени. Основной массив данных получен с конца 1980-х по 2005 годы (Петров, Алемов, 1993; Алемов, 1999, 2021; Миронов и др., 2003 и др.).

Наиболее длительные мониторинговые исследования бентосного населения, в состав которого входила и церастодерма, проводились в вершине Севастопольской бухты, а именно в ее контактной зоне с рекой Черная, в период с сентября 2010 по август 2014 года, и с марта 2018 по сентябрь 2020 года на глубине 0,1 м. Пробы отбирались на трех станциях, начиная с низовья реки Черной и далее до ее впадения в бухту. Для участков с пониженной соленостью (станция 1, расположенная в низовье реки – в среднем 9,5 ‰), станция 2 в устье реки – около 13 ‰), численность вида составляла в период исследований 2010–2014 годов от 1 до 159 экз./м²; в 2018–2020 годах – от 13 до 1950 экз./м². По биомассе *C. glaucum* доминировала с максимумом 2347 г/м² в августе 2019 года (Макаров, 2020а). В вершине бухты моллюск отмечался в большом количестве в разные годы и ранее. В целом, в Севастопольской бухте, численность вида с 1988 до 1997 года увеличилась от 50 до 131 экз./м², биомасса от 3,12 до 44,28 г/м², встречаемость от 50 до 100 %. В вершине и центральной части бухты церастодерма образовывала биоценоз с другими моллюсками – аброй, тритией и гидробией (Миронов и др., 2003).

Работы на 19 станциях Севастопольской бухты в 1997 году с разным уровнем органических загрязнителей показали, что донные осадки вершинной и средней частях бухты, в основном, заселены сообществом церастодермы, абры и тритии, причем на большинстве станций доминировала именно *C. glaucum* (Алемов, 1999). Эти участки отмечены как наиболее загрязненные нефтепродуктами (хотя степень загрязнения и не критическая) и наличие поселений церастодермы позволило отнести вид к устойчивым к загрязнениям. Автором приведены средние значения биомассы и численности церастодермы в разных участках бухт: величины биомасс варьировали в пределах от 24,7 до 59,3 г/м²; численности – от 127 до 218 экз./м².

На сильно загрязненных углеводородами станциях относительный вклад моллюсков, особенно сестонофагов снижается. В изучении состояния макрозообентоса в условиях загрязнения бухты применялся индекс смертности, который рассчитывался для некоторых видов двустворок посезонно и изучались биотические отличия в размерной структуре популяции некоторых двустворок. Результаты расчетов индекса смертности для церастодермы показали, что на всех участках, кроме одной станции наблюдались сходные тенденции в сезонных изменениях индекса: весной его значения максимальны – в пределах 95–100 %, летом незначительно снижены – от 60 до 99 % (Петров, Алемов, 1993). Подмечено, что в районах бухты, в наибольшей степени подверженных загрязнению (2 точки), значения индекса всегда сохраняются высокими. Данные кривых размерного состава створок в разных биотопах бухты свидетельствовали о том, что во внутренней, более загрязненной части, почти полной элиминации подвергались моллюски, крупнее 18–20 мм (2–2,5 летнего возраста). В связи с этим, популяция состояла, в основном, из сеголеток и годовиков. Во внешней части бухты в размерном составе танатоценоза высока доля (до 60 %) раковин моллюсков более крупных размеров – 25 мм и более. (Петров, Алемов, 1993). Авторы делают заключения о том,

что в районе выхода из бухты для церастодермы сохранены более-менее условия для обитания устойчивой популяции, в которой смертность моллюсков вызвана естественной элиминацией крупных особей.

Диаграммы размерного состава поселений церастодермы в биотопах Севастопольской бухты свидетельствовали, что в биотопах внутренней части бухты значительно увеличена доля элиминированных особей из старших размерно-возрастных групп (более 18 мм) (Петров, Алемов, 1993; Алемов 1999). В популяции на тот момент исследований отсутствовали особи длиной более 21 мм, тогда как среди створок встречались экземпляры более 30 мм. Данные этих исследований частот встречаемости отдельных размерных групп в популяции церастодермы подтверждались и другими авторами, ссылающимися на распространение вида в других акваториях Черного моря с 1995 по 2002 годы. Церастодерма отмечалась также массово в июле 2001 года в Севастопольской бухте на рыхлых грунтах (Revkov et al., 2008), а также в 2006 году в портовых акваториях была одним из немногих доминирующих видов (Тихонова, Соловьева, 2015).

В одной из работ последних лет по сравнительному анализу межгодовой изменчивости макрозообентоса в различных участках бухты отмечается роль сердцевидки в разнообразии донной фауны (Алемов, 2021). По показателям видового состава биоценозов в акватории бухты автор выделял 3 района: 1 – устье бухты, 2 – вершина и 3 – центральная ее часть. В первом районе, 4 вида определяли 60% видового состава, из них 2 вида двустворок – *Pitar rudis* (Poli, 1795) и *C. glaucum*. Установлено, что в районах 2 и 3 характерным видом первого порядка являлся *C. glaucum* наряду с гастроподой *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805) (Алемов, 2021). Отмечается, что несмотря на значительные различия характеристик донных осадков в этих регионах, они населены единым биоценозом с руководящим видом – брюхоногим моллюском *Tritia reticulata* (Linnaeus, 1758). Приведены табличные данные вклада наиболее значимых видов в биоценотическое сходство внутри 3-х районов. Согласно им, относительный вклад *C. glaucum* составлял от 8 до 21 % (Алемов, 2021).

Карантинная бухта. В бухте моллюск отмечался разными исследователями в 1973, 1979, 1988 и 1994 годы. В 1994 году – доминировал по биомассе среди бентосных двустворчатых моллюсков – 45,3 г/м² (Миронов и др., 2003).

Стрелецкая бухта. Бентосные исследования в этой бухте одни из многочисленных. Церастодерма здесь отмечена в 1973, 1979, 1985, 1991, 1994 и 1997 годах, в вершине и средней части бухты, где она часто доминировала (Миронов и др., 2003). В вершине Стрелецкой бухты на рыхлых грунтах отмечена в ноябре 2003 года. Встречаемость составила 30 % от количества всех видов макрозообентоса (Колесникова и др., 2005).

Бухта Круглая. Моллюск отмечен на рыхлых грунтах в данной бухте в разные годы (Ревков и др., 2006). В 1997 году доминировал по биомассе среди моллюсков – 164,38 г/м² (Миронов и др., 2003).

Камышовая бухта. Церастодерма в акватории данной бухты на рыхлых грунтах отмечалась в 1973, 1979, 1982, 1985, 1988, 1991, 1994 и 1997 годах многими авторами. Максимальная численность была зафиксирована в 1988 году – 59 экз./м² (для вида это низкие значения), а наибольшая биомасса в 1979 году – 91 г/м². В 1997 году вершине и средней части бухты доминировал комплекс видов моллюсков *C. glaucum* – *A. segmentum* – *T. reticulata* (Миронов и др., 2003).

Бухта Казачья. В небольшом количестве был отмечен на вольерах в 1977 и 1986 годах (Миронов и др., 2003). В 1994–2000 годах входил в число доминирующих видов. Несколько годами позже (2003–2006 гг.) особи вида встречались лишь в небольшом количестве и только в 2009 году данный моллюск вновь стал доминировать на одной из станций в восточном рукаве бухты (Тихонова, Алемов, 2012). Также в бухте Казачья в зоне псевдолиторали, летом 2007 года, *C. glaucum* доминировал по биомассе – 21,2 г/м² (Копий и др., 2017). На протяжении последних 10 лет обнаруживался в мелководных пробах грунта наряду с другими моллюсками. Так, в 2011–2012 и 2018–2019 годы на глубине 0,1 м в западной части бухты, на 2-х мелководных станциях изучены, в частности, таксономический состав, численность и биомасса моллюсков, в том числе двустворчатых. С мая 2018 года по июнь 2019 года в

ежесезонных пробах, среди обнаруженных 11 видов, присутствовала и церастодерма. Средняя численность достигала 353 экз./м² (в 2011–2012 годы), 64 экз./м² (в 2018–2019 годы), средняя биомасса была 13 г/м² (в 2018–2019 годы). Отмечено, что данный вид доминировал по биомассе среди всех моллюсков – 54 % (Макаров, 2020b).

Балаклавская бухта. В Балаклавской бухте церастодерма впервые отмечена лишь в июле 1992 года (Миронов и др., 1999). Затем она встречена в июле 2005 года на рыхлых грунтах (Ревков, 2006). По данным автора, численность вида достигала в центральной части бухты 245 экз./м² вместе с другими типичными представителями фауны рыхлых субстратов – двустворками *Abra nitida* (O. F. Müller, 1776) (240 экз./м²) и *S. subtruncata* (235 экз./м²). В ктовой части бухты также наблюдалось массовое развитие *C. glaucum* (численность 107 экз./м² и биомасса 38,9 г/м²). В целом, в биотопе рыхлых грунтов Балаклавской бухты церастодерма входила в группу из 4-х видов, имеющих относительно высокие параметры развития по численности, биомассе и частоте встречаемости. Помимо *C. glaucum*, это также моллюски *Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1791) и *P. rudis*. Если рассматривать полигон в целом, то в ранжированном по индексу плотности видов на первом месте стоит именно *C. glaucum*. Популяция представлена разноразмерными особями: от недавно осевших (1–1,4 мм) до, предположительно, двухлеток, длиной 24,3 мм. Основная же масса моллюсков (до 40 % особей популяции) – это годовики с модальной длиной раковины 8–12 м (Ревков, 2006 и др.).

Также церастодерма отмечена в других бухтах и прилегающих к берегу акваториях около Севастополя, например на разрезе (трансекте) в районе Учкучевки (Миронов и др., 2003).

Анализируя данные, полученные по плотности распределения вида на участках грунта в Севастопольских бухтах, отметим, что в четырех из них (Севастопольская, Казачья, Стрелецкая и Балаклавская), численность была значительно выше и достигала величин в Севастопольской бухте – 218 экз./м² и 261 экз./м²; Казачьей – 353 экз./м²; Стрелецкой – свыше 200 экз./м²; Балаклавской от 107 до 245 экз./м².

Районы Южного, Юго-Восточного Крыма и Кавказа. В 1986 году церастодерма встречена на больших глубинах (диапазон 70–93 м) в акватории Ялтинского залива с индексом плотности 0,006 (Ревков и др., 2014).

Весной 1999 года отмечалась на рыхлых грунтах в районе Карадага на глубине 23 м с низкой численностью (всего 5 экз./м²) и биомассой (1,6 г/м²) (Ревков и др., 2002). В сентябре 2017 года найдена на валунах (2 экз.) на глубине 2 м в районе заповедника Утриш (Макаров и др., 2021).

Наконец, в качестве сравнения мест и условий обитания вида в бассейнах Черного и Азовского морей в последние два десятилетия, можно отметить, что церастодерма отмечалась в Азовском море преимущественно в западной части Таганрогского залива (экспедиция Южного научного центра РАН в 2003–2004 годы). Однако, уже при ежегодном исследовании бентосной фауны залива с 2005 по 2009 годы, этот вид вовсе отмечен не был (Савикин, Набоженко, 2010). В мае 2010 года в этом же районе, мелкие особи церастодермы были вновь найдены на илистом грунте с достаточно высокими показателями плотности и биомассы – 100 экз./м² и 168 г/м² соответственно теми же исследователями (Савикин, Набоженко, 2010). Как отмечают авторы, современные флюктуации ареала указывают на зависимость от прямых биотических составляющих (биогенного стока, количества кислорода в придонном слое и сероводорода в грунте).

Элементы морфологии, физиологии и химического состава. Морфология створок и жаберного аппарата. Морфология створок и морфологические особенности структуры жаберного аппарата данного вида, обитающего в черноморском бассейне, изучена слабо. Нами найдено всего несколько работ, в которых данный аспект исследований церастодермы изучался наряду с морфологией других морских двустворок – *M. galloprovincialis* и *Ch. gallina* (Тимофеев, Оскольская, 2005; Тимофеев, 2016). Особи вида собирались исследователями из большого количества биотопов в бухтах с различной степенью загрязненности: Камышовая, Севастопольская, Южная, Круглая, Казачья, Ласпи, район Карадага. Авторами измерялись

параметры длин, ширины и высоты раковин; рассчитывались показатели её формы – вытянутость, сагиттальная и фронтальная кривизна (Тимофеев, Оскольская, 2005; Тимофеев, 2016). В работах представлены результаты исследования морфологической структуры жаберного аппарата моллюска из этих районов в связи с разным уровнем загрязнения донных осадков в периоды с 1992 по 1995 и 2002–2005 годы. Одним из основных параметров был показатель степени расчлененности жабр – S_0 , который использовали как маркер ответных реакций особей на уровень загрязнения донных осадков. Анализ изменений S_0 жаберного аппарата *C. glaucum* (а также у мидии и хамелии) показал зависимость его значений от содержания органики и пигментов в донных осадках. Согласно данным, за период с 2002 по 2005 годы, по мере увеличения степени загрязнения акваторий показатель возрастал (Тимофеев, Оскольская, 2005). В бухте Южная, у особей с длиной раковины 20 мм, S_0 имело величину 11,7 (содержание органического углерода в осадках достигало 3,52 %, а углеводов – 15,8 мг·г⁻¹), а в бухте Казачья при той же длине – 9,92 (С орг. – 2,84 %, углеводов – 3,5 мг·г⁻¹).

При практически не изменяющейся длине жаберного аппарата (Лж) у моллюсков отмечены изменения числа жаберных филламентов (N), в связи с чем значение индекса N/Лж увеличивалось с уровнем загрязнения района. (Тимофеев, 2016). Так, в частности, для исследуемых особей из бухты Казачья (условно чистая) это отношение равно 31, а для моллюсков из бухты Южная – 45. Отмечалось, что изменения показателя удельной поверхности жабр у одноразмерных особей церастодермы (а также мидии и хамелии) коррелируют с содержанием тяжёлых металлов (Cd, Hg, Cu, Pb и др.) в осадках. Так, минимальная степень расчлененности жабр зафиксирована у моллюсков из б. Казачья, максимальная – у особей из бухты Южная (условно загрязненная) и кутовой части бухты Круглая (Тимофеев, 2016).

Из всех основных аспектов физиологии, таких как рост, питание, размножение, основной и энергетический обмен, для *C. glaucum*, обитающей в Черном море, изучено только размножение.

Размножение. Размножение и процесс постадийного созревания половых клеток у черноморской церастодермы было изучено еще в середине 80-годов прошлого столетия и наиболее полно представлено в работах Т.В. Михайловой (Михайлова, 1986, 1987). Автором отмечается, что на тот момент этот аспект был практически не изучен, имелись лишь единичные работы с описанием морфологии личинок и время появления их в планктоне. Однако, средиземноморский аналог вида уже был изучен, установлен возраст наступления половозрелости и годовые циклы гонад (Ivell, 1979; Zaouali, 1980). В Черном море моллюски достигали половозрелости при длине раковины более 6 мм, но лишь моллюски-годовики (9–12 мм) имели зрелые гонады и, по наблюдениям автора, размножаются с мая по декабрь (Михайлова, 1986). В течение этого периода отмечается два пика нереста – в мае-июне при температуре воды 13–14 °С и августе-сентябре при температуре 21–23 °С (Михайлова, 1987). В работе описан годовой цикл и стадии гаметогенеза у годовиков, двухлеток и старше, особенности оогенеза с подробным описанием морфологии женских половых клеток и вителлогенеза. Отмечалось, что формирование зрелых гонад у молодых моллюсков происходит замедленно, по сравнению с моллюсками второго года жизни и старше.

В последующие годы данное направление не развивалось, подобные работы проводились (и достаточно активно в 90-е и 2000-е годы) на другом представителе черноморских двустворок, наиболее массовом и перспективном объекте *M. galloprovincialis*.

Вопросы изученности роста вида в природе, садках и в условиях эксперимента для черноморской сердцевидки не освещены в литературе.

Химический состав и антиоксидантный комплекс тканей. В 2017 году был впервые изучен качественный состав каротиноидов и его сезонная динамика у *C. glaucum* в районе Севастопольского побережья (бухта Казачья) (Бородина, 2017). Установлено, что видоспецифичным каротиноидом является мактраксантин. Предполагалось, что накопление каротиноидов и их качественный состав зависит от спектра питания вида в разные сезоны годового цикла (Бородина, 2017; Бородина, Задорожный, 2020а, и 2020б). Тканевые

особенности накопления каротиноидов авторы связывали также с масс-размерными характеристиками внутренних органов моллюска, отмечая, что в жабрах содержится относительно небольшая их доля, в гепатопанкреасе – максимальная. Анализ сезонной динамики показателей показал, что высокое накопление происходило весной и августе-сентябре. Также установлено, что увеличение суммарных каротиноидов в мягких тканях моллюска совпадало с периодом созревания гонад и нерестом (Бородина, 2017). В материалах исследований обсуждаются отличия в составе каротиноидов у другого моллюска-фильтратора *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906). Отмечено, что несмотря на схожесть в образе жизни и спектре питания, качественный состав и его изменения на протяжении годового цикла у этих видов существенно разнятся.

Совсем недавно появились результаты эксперимента по влиянию питания культурой одноклеточной зеленой микроводорослью *Tetraselmis viridis* (Norris, Hori & Chihara, 1980) на состав каротиноидов тканей сердцеvidки (Бородина, Задорожный, 2020b). Моллюсков (60 экз. и длиной 25 мм) отбирали из поселений б. Казачья осенью 2016 и 2017 годов. В контрольной группе определено 8 видов пигментов и 4 вида эфиров каротиноидов. Показано, что шестидневная диета на монокультуре *T. viridis* приводила к увеличению общей концентрации соединений в тканях за счет каротиноидов микроводоросли и концентрации других растительных пигментов.

Сердцеvidка является одним из видов двустворок, наряду с анадарой и мидией, у которой в последнее годы активно изучается ферментный комплекс системы антиоксидантной защиты (Гостюхина, Андреевко, 2020; Gostuykhina, 2020). Автором исследовались тканевые особенности активности супероксиддисмутазы (СОД), каталазы и ТБК-активных продуктов в гепатопанкреасе, жабрах и ноге. Особи (26–29 мм) были собраны весной 2018 году на мелководье бухты Казачья. Мидия и анадара – из более глубоководных участков дна. Установлено, что наибольшая активность всех ферментов зарегистрирована в жабрах сердцеvidки. В гепатопанкреасе активность СОД превышала значения в 3 с лишним раза, чем у анадары. *C. glaucum*, отличалась также наиболее высокой активностью СОД и в структурах ноги. Такая активность СОД и каталазы в тканях, отчасти, могла быть связана с малоподвижностью и энергетикой моллюска (Gostuykhina, 2020). Сравнительный анализ показал, что самая высокая активность каталазы во всех тканях зафиксирована в жабрах моллюсков каждого из видов и снижалась в ряду сердцеvidка – анадара – мидия. Ткани сердцеvidки, при этом, отличались наименьшим содержанием ТБК-активных продуктов: во всех исследованных тканях эта величина была в 4,5–16 раз ниже, чем у анадары и мидии. В целом, тканевая специфика активности антиоксидантного комплекса у церастодермы и анадары близка, что, как отмечает автор, свидетельствует об активном участии ферментов в защите жабр от окислительного стресса и наибольшей устойчивостью по сравнению с мидией. В работе сделан акцент на роль природных факторов, в частности, низкой концентрации кислорода, существующей на мелководных участках дна, где собирались моллюски, и их влияние на видоспецифическую адаптацию вида. Более высокая активность СОД в тканях сердцеvidки, чем у анадары и мидии, указывает на особое состояние ее антиоксидантного комплекса (Гостюхина, Андреевко, 2020; Gostuykhina, 2020).

Содержание в тканях других значимых органических соединений, таких как аминокислоты, белок, липиды и углеводы у вида не изучалось.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Распространение моллюска *C. glaucum* в акватории Крымского побережья Черного моря изучено относительно хорошо. По результатам анализа литературных источников *C. glaucum* на разных участках черноморского шельфа Крымского побережья, его северо-западной части и некоторых глубоководных участках моря за последние несколько десятилетий встречался, в основном, на песчано-илистых грунтах, редко образуя собственный локальный биоценоз, чаще – в сообществе с двустворчатыми моллюсками – *A. segmentum*, *S. subtruncata*, *M. galloprovincialis*, *Ch. gallina*.

Результаты первых исследований частот встречаемости отдельных размерных групп в популяции церастодермы, свидетельствующие о преобладании в биотопах особей более мелких размеров, позднее подтверждались многими исследователями, ссылающимися на распространение вида в разных акваториях Черного моря. Причины такого состояния не вполне ясны, но современные флюктуации ареала могут указывать на зависимость вида не только от низких значений солености, но и от биотических составляющих (биогенного стока, количества кислорода в придонном слое и сероводорода в грунте, нефтяных фракций). Степень нагрузки данных факторов также изучена слабо.

По имеющимся литературным данным о величии численности можно констатировать, что диапазон значений очень широк – от нескольких десятков до сотен, и даже тысячи единиц на м².

Как считают большинство исследователей, встречаемость в указанных районах в определенные годы, не означает отсутствие вида в другие временные промежутки, когда съемки просто не проводились. Отмечается факт дискретности поселений, отсутствие встречаемости вида, ранее отмеченного в данном биотопе.

Отмечено незначительное количество работ за последние десятилетия по основным направлениям физиологии, биохимии, химического состава тканей и особенностям роста черноморской сердцевидки. Фрагментарно изучены вопросы размножения, морфологии створок, морфо-физиологии жаберного аппарата, тканевой специфики содержания каротиноидов и биохимических показателей стрессоустойчивости вида. В связи с этим, перспектива таких исследований представляется нам очевидной.

Работа подготовлена по темам госзадания ФГБУН ИнБЮМ № госрегистрации 121041400077-1 «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом», № госрегистрации 121030100028-0 «Закономерности формирования и антропогенная трансформация биоразнообразия и биоресурсов Азово-Черноморского бассейна и других районов Мирового океана», № госрегистрации 121040600178-6 «Структурно-функциональная организация, продуктивность и устойчивость морских пелагических экосистем».

Список литературы

- Алемов С. В. Современное состояние макрозообентоса Севастопольской бухты по данным бентосной съемки 1997 г. // Экология моря. – 1999. – Вып. 48. – С. 73–75.
- Алемов С. В. Межгодовая и сезонная динамика сообществ макрозообентоса Севастопольской бухты (Черное море) в начале XXI века на участках с различным уровнем загрязнения // Труды Карадагской научной станции им. Т. И. Вяземского – природного заповедника РАН. – 2021. – № 1 (17). – С. 3–16.
- Анистратенко В. В., Халиман И. А., Анистратенко О. Ю. Моллюски Азовского моря. – Киев: Наукова думка, 2011. – 172 с.
- Арнольди Л. В. Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря. II. Каркинитский залив // Труды Севастопольской биологической станции. – 1949. – Т. 7. – С. 127–192.
- Болтачева Н. А., Колесникова Е. А., Ревков Н. К. Фауна макрозообентоса лимана Донузлав (Чёрное море) // Экология моря. – 2002. – Вып. 62. – С. 10–15.
- Болтачева Н. А., Ревков Н. К., Бондаренко Л. В. Колесникова Е. А. Таксономический состав макрозообентоса Каркинитского залива (Чёрное море) в начале XXI века // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: Труды всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием. – Севастополь, 2016. – Т. 2. – С. 36–39.
- Бородина А. В. Особенности накопления каротиноидов некоторыми черноморскими моллюсками-фильтраторами *in vitro* // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук. – Ростов на Дону, 2017. – С. 351–353.
- Бородина А. В., Задорожный П. А. Динамика каротиноидов в тканях моллюска-фильтратора *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) в годовом цикле // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2020а. – Т. 56, № 1. – С. 3–12.
- Бородина А. В., Задорожный П. А. Трансформация каротиноидов морского двустворчатого моллюска *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789) при питании культурой зеленой микроводоросли // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2020б. – Т. 56, № 6. – С. 430–439.
- Гостюхина О. Л., Андреев Т. И. Активность супероксиддисмутазы и каталазы в тканях трех видов черноморских двустворчатых моллюсков: *Cerastoderma glaucum* (Bruguère, 1789), *Anadara kagoshimensis*

- (Tokunaga, 1906) и *Mytilus galloprovincialis* Lam. в связи с адаптацией к условиям их обитания // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. – 2020. – Т. 56, № 2. – С. 108–118.
- Давиташвили Л. Ш., Мерклин Р. Л. Справочник по экологии морских двустворок. – М.: Наука, 1968. – 178 с.
- Карнаухов В. Н., Федоров Г. Г. Методы определения содержания каротиноидов и витамина А в клетках животных. – Москва: Пушино, 1982. – 28 с.
- Карнаухов В. Н. Биологические функции каротиноидов. – М.: Наука, 1988. – 215 с.
- Ковалева М. А., Надольный А. А., Макаров М. В., Копий В. Г. Эпифитон морской травы рода *Zostera* в лимане Донузлав (Крым, Черное море) // Понт Эвксинский – 2019: Тр. XI Всерос. науч.-практич. конф. – Севастополь, 2019. – С. 36–37.
- Колесникова Е. А., Болтачева Н. А., Макаров М. В. Макробентос кутовой части бухты Стрелецкой // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка Сер. Біологія. Спец. Випуск. Гидроэкология. – 2005. – № 4 (27). – С. 287–289.
- Копий В. Г., Бондаренко Л. В. Атлас обитателей псевдолиторали Азово-Черноморского побережья Крыма. – Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2020. – 120 с.
- Копий В. Г., Бондаренко Л. В., Аннинская И. Н. Макрозообентос биотопов зоны псевдолиторали бухты Казачья (Черное море, Крым) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2017. – Т. 122, № 2. – С. 34–41.
- Макаров М. В. Сезонная изменчивость таксоценов Mollusca рыхлых грунтов контактной зоны реки Черной и Севастопольской бухты (Юго-Западный Крым) // Экосистемы. – 2020а. – Вып. 21. – С. 109–118. DOI 10.37279/2414-4738-2020-21
- Макаров М. В. Современное состояние малакофауны рыхлых грунтов в вершинной части бухты Казачьей (Черное море) // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020b – № 1. – С. 119–130.
- Макаров М. В., Бондаренко Л. В., Копий В. Г., Ковалева М. А. Макрозообентос в обрастаниях твердых естественных субстратов (валунов) в акватории, прилегающей к заповеднику «Утриш» (Черное море) // Наземные и морские экосистемы полуострова Абрау: история, состояние, охрана. Государственный природный заповедник «Утриш». Анапа, 2021. – Т. 5. – С. 230–236.
- Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. Комплексные экологические исследования Балаклавской бухты // Экология моря. – 1999. – Вып. 49. – С. 16–20.
- Миронов О. Г., Кирюхина Л. Н., Алемов С. В. Санитарно-биологические аспекты экологии севастопольских бухт в XX веке. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – 185 с.
- Михайлова Т. В. Особенности размножения *Cerastoderma glaucum* (Mollusca, Bivalvia) в Черном море // Экология моря. – 1986. – Вып. 23. – С. 64–68.
- Михайлова Т. В. Структура популяции *Cerastoderma glaucum* в некоторых районах северо-западной части Черного моря // Экология моря. – 1987. – № 25. – С. 50–53.
- Михайлова Т. В. Распределение макрозообентоса на нижних горизонтах черноморского шельфа // Экология моря. – 1992а. – Вып. 41. – С. 33–36.
- Михайлова Т. В. Макрозообентос озера Донузлав // Экология моря. – 1992b. – Вып. 42. – С. 15–20.
- Петров А. Н., Алемов С. В. Распределение, количественные характеристики и показатели состояния зообентоса в бухтах, различающихся по степени загрязнения // Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. – Киев: Наукова думка. 1993. – С. 25–45.
- Подзорова Д. В., Макаров М. В., Надольный А. А., Ковалёва М. А. Современное состояние макрозообентоса в прибрежной части Каркинитского залива (Черное море) // Комплексные исследования Мирового океана: Тр. VI всерос. науч. конф. молодых ученых. – М., 2021. – С. 296–297.
- Повчун А. С. Изменения бентоса Каркинитского залива за 50 лет // Гидробиологический журнал. 1990. Т. 26. № 5. С. 20–27.
- Ревков Н. К. Таксоценов моллюсков биотопа рыхлых грунтов Балаклавской бухты (Крым, Черное море) // Экология моря. – 2006. – Вып. 72. – С. 38–46.
- Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Бондаренко Л. В. Многолетние изменения зообентоса в акватории Ялтинского залива (Южный берег Крыма, Черное море) // Морской экологический журнал. – 2014. – Т. XIII, № 2. – С. 49–62.
- Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Николаенко Т. В., Колесникова Е. А. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов Крымского побережья Черного моря // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 561–571.
- Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Ревкова Т. Н., Щуров С. В., Лукьянова Л. Ф. Донная фауна озера Донузлав (Черное море) в условиях промышленной добычи песка // Экосистемы. – 2021. – Вып. 27. – С. 5–22.
- Ревков Н. К., Макаров М. В., Копий В. Г. Таксоценов моллюсков бухты Круглая (Крым, Черное море) // Еколого-функціональні та фауністичні аспекти дослідження моллюсків, їх роль у біоіндикації навколишнього середовища: Збірник наукових праць. – 2006. – Вип. 2. – С. 239–243.
- Савикин А. И., Набоженко М. В. Распространение двустворчатого моллюска *Cerastoderma glaucum* (Piret, 1789) (Bivalvia: Cardiidae) в Таганрогском заливе Азовского моря // Вестник Южного научного Центра РАН. – 2010. – Т. 6 (4). – С. 105–107.
- Самышев Э. З., Золотарев П. Н. Механизмы антропогенного воздействия на бенталь и структуру донных биоценозов северо-западной части Черного моря // Под ред. А.П. Золотницкого, О.Г. Миронова. Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН. – Севастополь: 000 Колорит. – 2018. – 208 с. Скарлато О. А., Старобогатов Я. И. Класс двустворчатые моллюски // Определитель фауны Черного и Азовского морей – Киев. Наук. думка. 1972. – Т. 3. – С. 178–249.

Стадниченко С. В., Золотарев В. Н. Популяционная структура морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная в 2007-2008 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2009. – Вып. 20. – С. 268–261.

Тимофеев В. А. Морфологические изменения жаберного аппарата двустворчатых моллюсков в связи с условиями обитания // Системы контроля окружающей среды. – 2016. – № 4 (24). – С. 118–126.

Тимофеев В. А., Оскольская О. И. Морфофизиологическая характеристика двустворчатого моллюска *Cerastoderma glaucum* L. из разных по экологическому состоянию акваторий Севастополя // Системы контроля окружающей среды: Средства и мониторинг. – 2005. – С. 305–309.

Тихонова Е. А., Алёмов С. В. Характеристика донных осадков и макрозообентоса б. Казачья в первой декаде XXI века // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2012. – С. 88–94.

Тихонова Е. А., Соловьева О. В. Использование макрозообентоса для экологических исследований портовых акваторий (на примере Севастопольской бухты, Чёрное море) // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Серия Биология. Химия. – 2015. – Том 1 (67), № 1. – С. 135–144.

Gostuykhina O. L. Specific Features of Antioxidant Glutathione System in Tissues of the Black Sea Bivalvia Mollusk *Cerastoderma glaucum* (Cardiidae) // Inland Water Biology. – 2020. – Vol. 13, N 2. – P. 313–319.

Ivell R. The biology and ecology of a brackish lagoon bivalvia *Cerastoderma glaucum* bruguière, in an english lagoon, the widewater, Sussex // Journal of Molluscan Studies. – 1979. – Vol. 45 (3). – P. 363–382.

Revkov N. K., Petrov A. N., Kolesnikova E. A., Dobrotina G. A. Comparative analysis of long-term alterations in structural organization of zoobenthos under permanent anthropogenic impact (Case study: Sevastopol Bay, Crimea) // Marine Ecological Journal. – 2008. – Vol. 3 (7). – P. 37–49.

Zaouali J. Etude du cycle sexuel de *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) (Bivalve, Cardiidae) dans le lac de Tunic et de la neer de Bon Grara (Tunisie) // Archive Institute Pasteur. Tunis. – 1980. – Vol. 57, N. 3. – P. 281–295.

Shcherban S. A., Makarov M. V., Melnic A. V. The understudied bivalve species of the Black Sea *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) (Cardiidae): distribution and some aspects of biology and physiology. A review // Ekosistemy. 2022. Iss. 32. P. 73–84.

The article gives a review of literature for the last 30-40 years on the occurrence, abundance, biomass and some aspects of biology and physiology of the understudied bivalve mollusk *Cerastoderma glaucum* (Bruguiere, 1789) inhabiting coastal biocenoses and various parts of the Black Sea. The species was recorded at depths varying from 0.1 to 40 m, predominantly on loose soil and is more typical in water areas in the bays with reduced water exchange. However, *C. glaucum* rarely forms its local biocenosis, more often being subdominant in communities with bivalve molluscs of *Abra* genus – *A. segmentum*, as well as with *Spisula subtruncata*, *Mytilus galloprovincialis* and *Chamelea gallina*. The relative contribution of *C. glaucum* to the biocenotic similarity within the study areas can range from 8 to 21 %. According to the available literature data on biomass magnitude and abundance of the mollusk, it can be stated that the ranges of these values are relatively wide and vary from several tens to hundreds and even to thousands of individuals per m². In the northwestern part of the Black sea (Pridneprovsko-Bugsky district), the average number of molluscs reached a maximum of 2025 ind./m² with biomass of 86.7 g/m² at the depths of 1–17 m in the period between 1988 and 2000; near the western coast of Crimea, at the same depths, these indices were higher (3092 ind./m² and 115 g/m² respectively) in 1993–1995. In the water areas of the bays of Sevastopol, the maximum population was recorded in the Kazachya Bay - from 353 up to 500 ind./m² with biomass of up to 128 g/m² (the species dominated here in in terms of biomass among all mollusks accounting for 54 %). In some periods between 2011 and 2020, *Cerastoderma glaucum* repeatedly prevailed in biomass (73.5 g/m² on average) with a maximum of 3475 g/m² among bivalves in the Chernaya River estuary. Despite a rather significant number of studies mentioning this species, it remains relatively understudied in terms of both population characteristics and vital activity indicators in natural habitat conditions as well as in experimental environments with specifically created conditions.

Key words: bays, biocenoses, occurrence, abundance, biomass, size composition, morphology, reproduction.

Поступила в редакцию 22.11.22

Принята к печати 30.12.22