ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА, 2021. Том 22. №1. С. 48–63
PROBLEMS OF FISHIRIES, 2021. Vol. 22. №1. P. 48–63

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 594.32:(591.134+591.526)(262.5) *DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-1-48-63*

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАПАНЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

© 2021 г. Е.М. Саенко[1,2], В.В. Шаганов[2]

[1] Азово-Черноморский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (АзНИИРХ), г. Ростов-на-Дону, 344000

[2] Керченский государственный морской технологический университет (КГМТУ), г. Керчь, 298309

E-mail: saenko_e_m@azniirkh.ru

Поступила в редакцию 18.12.2020 г.

В работе представлены материалы по обследованию участков прибрежного шельфа Чёрного моря у восточного побережья п-ова Крым от м. Такиль до бух. Львиная с различными биотопами (тип грунта, глубина, состояние биоты). Проведен анализ полученных данных по распределению, численности и биомассе, размерно-массовым характеристикам популяции рапаны. Распределение рапаны имело мозаичный характер. Наибольшая численность (1,4 экз./м^2), и биомасса (21,4 г/м^2) рапаны выявлена на песчаных грунтах Черноморского предпроливья. Высокие показатели высоты, массы моллюсков и доля особей 50 мм и выше (49%), определяющие коммерческую ценность промыслового объекта, были у м. Кыз-Аул (52,1 мм и 36,5 г) у м. Ак-Бурун (46,0 см и 25,9 г). Анализ величины уровня Мт/Ммр свидетельствует о большей кормности песчаных грунтов Черноморского предпроливья (средние значения 0,22–0,24 ед.) по сравнению с биотопами Феодосийской бухты (0,18 ед.). Полученные промыслово-биологические данные показали перспективность ведения промысла рапаны в Чёрном море на участке Черноморского предпроливье м. Ак-Бурун — м. Кыз-Аул.

Ключевые слова: *Rapana venosa*, Чёрное море, юго-восточное побережье Крыма, рапана, численность, биомасса, распределение.

ВВЕДЕНИЕ

Rapana venosa (Valenciennes, 1846) — брюхоногий моллюск семейства Muricidae, нативным ареалом обитания которого являются дальневосточные моря. В настоящее время является неотъемлемой частью биоценозов Азово-Черноморского бассейна. Роль его в биоценозах неоднозначна. Как активный хищник моллюск оказывает существенное воздействие на донные биоценозы, и в научной литературе установилось восприятие рапаны как потенциально опасного для экосистемы Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна вселенца (Бондарев, 2010). Для сохранения донных биоценозов и продуктивности моря в целом требуется контроль за численностью и биомассой данного вида. Наиболее доступным и рациональным способом контроля численности и биомассы вида является промысел.

В современный период рапана является значимым объектом промысла практически во всех странах Причерноморья. В Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне за послед-

ние 5 лет объем ежегодной добычи рапаны российскими пользователями увеличился в 2,8 раза (с 1010,7 т в 2015 г. до 2831,925 т в 2019 г.).

Для контроля состояния популяции рапаны и оперативного регулирования ее численности промысловым изъятием требуется регулярный мониторинг распределения, численности и биомассы этого промыслового объекта не только в действующих промысловых районах, но поиск новых.

Информация о современном состоянии популяции рапаны в Чёрном море у берегов Крыма имеется по прибрежной зоне от Межводнинской банки до Карадагского природного заповедника (Бондарев, 2010), в районе оз. Донузлав (Евченко, 2013), от Бакальской косы до пос. Штормовое (Саенко и др., 2018), на песчано-иловых почвах Евпаторийского и Феодосийского заливов Крымского полуострова (Комисарова, 2011), в районе г. Севастополь, включая бухты (Косьян, 2013), в акватории Карадагского природного заповедника (Смирнова, 2016), в акватории Опукского заповедника (Шадрин, Афанасова, 2009). Информация о численности и биомассе скоплений рапаны в Черноморском предпроливье и Восточном Южнобережье Чёрного моря в последние 10 лет в доступной литературе отсутствует.

Ретроспективный анализ динамики размерной структуры популяции рапаны свидетельствует о высокой пластичности вида, стратегия которого направлена на выживание в условиях скудной кормовой базы и восстановление качественных характеристик при улучшении кормовых условий (Саенко, 2007, Смирнова, 2016).

В связи с этим, целью работы стало изучение распределения, численности, биомассы и биологических характеристик рапаны *Rapana venosa* в различных биотопах прибрежной зоны юго-восточного побережья Крыма (Чёрное море).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материала, характеризующего особенности распределения, численность и биомассу рапаны в биотопах, различающихся абиотическими и биотическими условиями, осуществлялся в прибрежной зоне юго-восточного побережья Крыма — в Черноморском предпроливье и Восточном Южнобережье. Выбор участков для проведения работ определялся следующими факторами: глубина, вертикальный уклон дна, характер грунтов. В работе приводится характеристика районов исследования, представленных различными биотопами (песчаные с мелкозернистым песком, с зарослями зостеры, цистозиры, песчано-илистые, сформированные мелкоалевритовыми илами, скальные выходы, выходы известковых пород, чередующиеся песчаными участками, твердые антропогенно-образованные участки).

Отбор проб проводили в июле 2020 г. с использованием легководолазного снаряжения методом трансект на нескольких участках от м. Такиль до бух. Львиная Карадагского природного заповедника (рис. 1, таблица).

Для количественной оценки распределения рапаны пробы отбирали с площади 50–400 м^2 на глубинах до 17 м. В местах закладки учетных площадок оценивались условия обитания рапаны: рельеф дна, тип грунта, видовой состав кормовых объектов. На каждой станции для полноты информации параллельно с отбором проб проводили гидрометеорологические наблюдения, подводную фото- и видеосъемку. Визуально оценивали состояние биоценозов двустворчатых моллюсков.

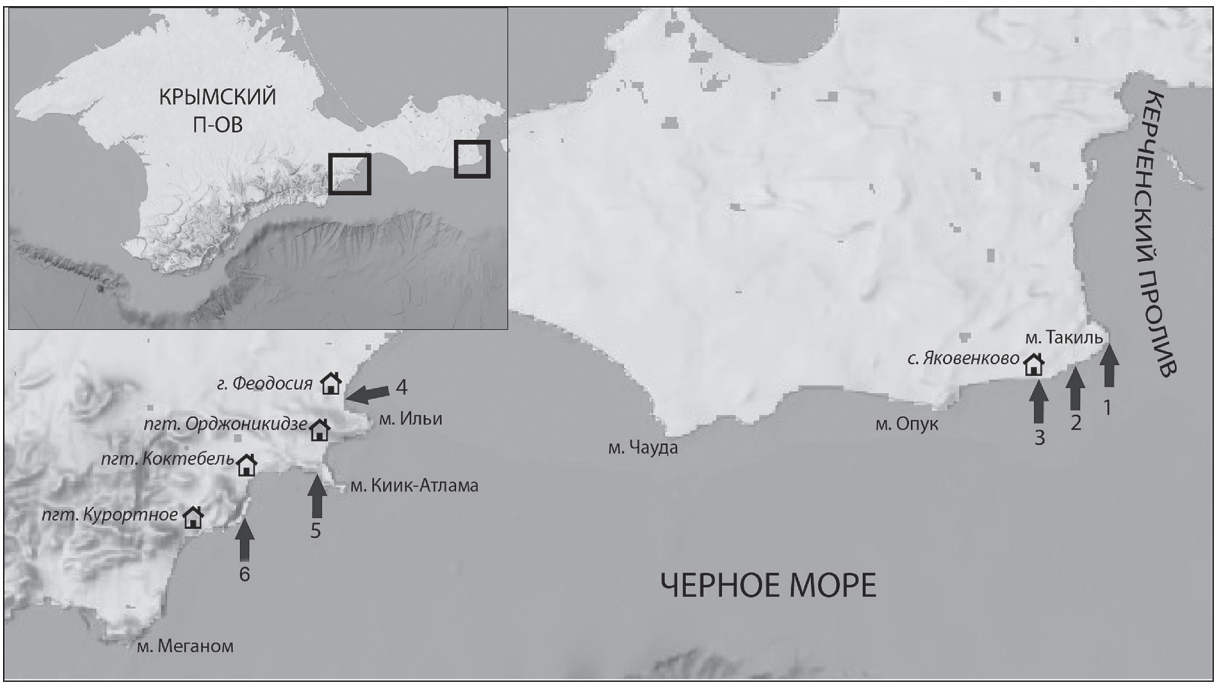

Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора проб *R. venosa*: 1 — м. Такиль, 2 — м. Ак-Бурун, 3 — м. Кыз-Аул, 4 — Феодосийский залив, 5 — бух. Провато, 6 — бух. Львиная.

Таблица. Собранный материал и характер биотопов

Место сбора	Глубина, м	Биотоп	N, экз.
мыс Такиль	0,5–0,7	Песчаный с примесью ракуши, заросли зостеры	15
	0,5–0,7	Скальные выходы, заросли цистозиры	35
	2,0–3,5	Песчаный с примесью ракуши, прикрепленная растительность отсутствует	17
мыс Ак-Бурун	1,7–3,0	Песчаный	479
мыс Кыз-Аул	1,7–2,9	Песчаный	284
Феодосийский залив	2,5–3,0	Выходы известковых пород, чередующиеся песчаными участками	26
	5,0–6,0	Твердые антропогенно-образованные участки	32
бухта Провато	5,5–6,0	Песчаный с мелкозернистым песком	1
бухта Львиная, Карадагский заповедник	9,0–10,0	Скальные выходы, заросли цистозиры	3
	10,0–12,0	Песчаный с мелкозернистым песком	18

Биологический анализ моллюсков включал определение возраста, пола, высоты раковины от апекса до окончания сифонального отростка (Н), массы моллюсков с раковиной (Ммр), массы мягкого тела (Мт) и массы раковины (Мр). Возраст определяли по репродуктивным кольцам (Чухчин, 1961 а). При определении возраста прирост текущего года не учитывали. В расчет возрас-

та принимался только полный годовой цикл. На основе полученных данных рассчитывали удельную численность поселения рапаны (экз./м^2), биомассу (г/м^2), коэффициент упитанности ($К_{уп} = 100 \times Мт/Н^3$) (Чухчин, 1961 б) и коэффициент тугорослости (относительную толщину стенки раковины) ($Т = Мр/Н^3$). Раковины с $Т \leq 0,12$ были отнесены к тонкостенным; от 0,13 до 0,16 — к промежуточным; с $Т > 0,16$ — к грубым (толстостенным) (Студеникина и др., 1998). Кроме того, визуально определяли наличие втянутых под раковину пищевых объектов, их видовую принадлежность, наличие эпибионтов, пораженность раковин рапаны сверлящей губкой *Pione vastifica*. Окончательный анализ полученных материалов проводили в лабораторных условиях. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 1997–2003, вычисляя для рядов данных средние значения, стандартную ошибку среднего (Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Черноморское предпроливье у берегов Крыма протяженностью 5,09 км на западе ограничено м. Чауда, на востоке — м. Такиль. Для данного района Чёрного моря характерен относительно широкий шельф шириной от 20 до 50 км; наибольшая ширина отмечается к югу от Керченского пролива (Промысловое описание…, 1988; Лоция Чёрного моря, 1996). В прибрежной зоне грунт представлен песком без примеси ила, характерный для открытых берегов предпроливья Черного моря. Каменистые грунты имеются главным образом на крупных мысах. Они сформированы известковыми глыбами (размер более 200 мм), щебнем (200–10 мм) и обломками скал. Большое количество подводных камней имеется вблизи берега между мысами Кыз-Аул и Такиль.

Мыс Такиль. Глубины вдоль берега небольшие. Дно пологое. Изобата 100 м отходит от берега более чем на 35 км. Изобата 10 м находится на удалении от берега до 9–10 км. Изобата 5 м проходит на расстоянии до 900 м пролива (Лоция Чёрного моря, 1996).

Преобладающим по площади грунтом в прибрежной зоне является песок без примеси ила, сформированный мелкозернистыми фракциями, состоящими из обломков раковин моллюсков, осадочных и вулканических пород. В прибрежной зоне на песчаном грунте мозаично располагаются редкие заросли морских трав (*Zostera noltei*) и на скальных выходах — бурые водоросли (*Cystoseira bosphorica*). На глубине свыше 1,5 м растительность представлена в основном зелёными водорослями *Cladophora* sp. В бентосных сообществах песчаных биотопов преобладали *Mya arenaria*, *Cerastoderma glaucum*, *Anadara kagoshimensis*. В зарослях цистозиры встречались поселения *Mytilaster* sp. и *Mytilus galloprovincialis*. На обследованном участке было выделено три биотопа: мелководный песчаный с примесью ракуши и зарослями зостеры, мелководный с выходом скальных пород, с зарослями цистозиры и обрастанием митилид, песчаный биотоп на глубине свыше 1,5 м лишенный прикрепленной растительности (таблица).

Рапана встречалась от уреза воды (глубина от 0,5 м) до 3,5 м и присутствовала во всех выделенных биотопах. Численность рапаны варьировала в пределах 0,2–8,8 экз./м^2, а биомасса — 3,4–33,4 г/м^2. Наибольшие численность и биомасса были отмечены в мелководной зоне на выходах скальных пород в зарослях цистозиры, обросших молодью митилид. Большинство особей ра-

паны в основном в песчаном биотопе на глубине свыше 1,5 м на своих раковинах имели обрастания. Обильные обрастания были представлены *Cladophora* sp. Часть раковин было покрыто красной корковой водорослью *Lithothamnion* sp. и ракообразным *Balanus* sp. В обрастаниях также наблюдались кольчатые черви класса Polychaeta. Свежие кладки яиц рапаны на раковинах не были обнаружены, но на твердых поверхностях грунта встречались в небольшом количестве. Преобладающее большинство моллюсков в выборках имели четко выраженный годовой прирост раковины.

Облавливаемая часть популяции моллюсков в мелководной зоне была представлена разновозрастными особями в возрасте от 1+ до 4+ лет. В биотопе зарослей зостеры наиболее многочисленными были 3+ (40% выборки). Средний возраст выборки рапаны, составил 2,9±0,2 года. В биотопе цистозиры с обрастанием митилид преобладали моллюски в возрасте 1+ (48,6% выборки) со средним значением 1,9±0,2 года. На глубине свыше 2,0 м на песчаном грунте рапана была представлена особями в возрасте 1+ — 3+ года (среднее значение 1,8±0,2 года). Наиболее многочисленной группой были особи в возрасте 1+ и 2+, составляющие в сумме 83,4% обследованных особей.

У рапаны, обитающей на песчаных грунтах показатели высоты и массы моллюсков были выше по сравнению с рапаной, собранной в биотопе цистозиры на скальных выходах. Так высота раковины рапаны в биотопах в зарослях зостеры и на грунте, лишенном прикрепленной растительности варьировала от 30 до 65 мм, масса моллюсков с раковиной — от 8 до 65 г, масса мягкого тела — от 2 до 17 г без существенных отличий. Средние значения высоты раковины составляли 43,0±2,38 и 44,2±2,02 мм, массы моллюсков с раковиной 22,6±3,88 и 19,6±2,96 г, массы мягкого тела 5,4±0,95 и 5,6±0,96 г. В выборках наиболее многочисленными (47–60% обследованных особей) были особи высотой раковины 35–40 мм. Доля особей размером 50 мм и выше, представляющих промысловую значимость, составляла 17,6–33,4%. На скальных выходах в зарослях цистозиры наблюдали рапану высотой раковины 30–53 мм, массой моллюсков — 9–24 г, массой мягкого тела 2–5 г. Средние значения были 38,2±0,85 мм, 13,5±0,69 г и 2,8±0,14 г, соответственно. Следует отметить, что лишь показатели массы мягкого тела, характеризующие интенсивность питания, были достоверно ниже ($P \leq 0,05$) аналогичных показателей рапаны, собранной в биотопах с песчаным грунтом. Доля особей с размером раковин 50 мм и выше не превышала 6%.

Соотношение полов во всех выборках показало преобладание в популяции самцов и варьировало от ♀:♂ = = 1 : 1,5 (биотоп с зарослями зостеры) до ♀:♂ = 1 : 2,4 (песчаный биотоп без растительности), в среднем составляя ♀:♂ = 1 : 1,7.

Анализ метрических характеристик рапаны выявил, что уровень тугорослости рапаны, характеризующий темп роста (Чухчин,1961 б) в выборках варьировал в пределах 47–80%. Группа быстрорастущих особей достигала 12%. Тугорослость самцов была более выражена по сравнению с самками. Высокий уровень тугорослости рапаны свидетельствует о низком темпе роста моллюсков на данном участке акватории. Коэффициент упитанности рапаны, характеризующий интенсивность накопления пластических веществ в теле рапаны (Саенко, Марушко, 2018) и косвенно кормность биотопа был в пределах 3,1–13,4 ед. У преобладающего боль-

шинства (56–83%) особей коэффициент упитанности рапаны составлял 5 ед. и выше, что свидетельствовало об удовлетворительной кормовой базе в предпроливье. При этом наибольшее значение (6,7±0,75 ед.) было отмечено в выборке, собранной в биотопе зостеры, наименьшее — цистозиры (5,1±0,22 ед.). Достоверных отличий величины коэффициента упитанности самок (6,1±0,39 ед.) и самцов (5,6±0,26 ед.) в целом по биотопам также не выявлено (P≤0,05). При обработке проб в 10% обследованного числа рапаны имело втянутые во внутрь раковины по 1–2 экз. двустворчатых моллюсков. Среди них встречались *A. kagoshimensis, C. glaucum, Chamelea gallina, M. galloprovincialis* и *M. lineatus*

В районе **м. Ак-Бурун** прибрежная зона мелководная с глубинами менее 10 м, простирается на расстоянии до 2 км (Лоция Чёрного моря, 1996). Дно пологое, песчаное без примеси ила с выходами коренных глин в виде крупных плит, известковых глыб и обломков скал на монотонном песчаном грунте, расположенном в некотором удалении от берега. В прибрежной зоне на песчаном дне мозаично располагались редкие заросли *Z. noltii,* на скальных выходах — водоросли *C. bosphorica, Ulva linza, U intestinalis*. На глубине свыше 1,5 м растительность отсутствовала. В прибрежной зоне на скальных выходах отмечены поселения мидии.

В зоне данного биотопа распределение рапаны носило агрегативный характер. Моллюски концентрировались вблизи каменистого субстрата, располагаясь под ним и на его поверхности. Для данного биотопа характерно наличие твердого субстрата в виде известковых глыб и обломков скал, обросших моллюсками семейства Mytilidae. Рапана численностью 1,4 экз./м^2 и биомассой 46,6 г/м^2 встречалась в диапазоне глубин 1,7–3,0 м. В мелководной зоне была отмечена единично в биотопах зарослей *Z. noltei*, *C. bosphorica, U. linza, U. intestinalis*. На глубине свыше 1,5 м — на мелкозернистом песке. На раковинах рапаны (единично) были отмечены обрастания, представленные *Cladophora* sp. и *Lithothamnion* sp. Соотношение полов показало преобладание в популяции самцов (♀:♂=1:1,5). Выборка была представлена особями в возрасте 1+ — 6+ лет. Среди самцов преобладали особи в возрасте 3+ (28,8%), среди самок — 2+ лет (15,2%). В целом в выборке наиболее многочисленными были особи в возрасте 3+ лет (39,4% общей численности выборки). Высота раковины варьировала от 30 до 82 мм, масса моллюска от 8 до 130 г. Средняя высота раковины составила 46,0±1,21 мм, средняя масса моллюска — 25,9±2,21 г. Наиболее многочисленными были особи высотой раковины 40–49 мм, составившие более половины выборки (45,5% обследованных особей). Доля особей размером 50 мм и выше составляла 27,3%. Масса мягкого тела варьировала от 1 до 18 г, составляя в среднем 5,7±0,44 г. Коэффициент упитанности варьировал в пределах 1,3–15,3 ед. (среднее значение 5,5 ед.). У более 63% особей из выборки коэффициент упитанности был 5 ед. и выше. Достоверных отличий величины коэффициента упитанности самок (5,6±0,53 ед.) и самцов (5,4±0,22 ед.) не выявлено (P≤0,05). Уровень тугорослости варьировал от 0,11 до 0,38 ед., в среднем составляя 0,19 ед. В целом, выборка на 72,7% была представлена тугорослыми особями. Доля быстрорастущих особей, представленных самками, не превысила 3,0%.

Участок для обследования расположен в 5 км южнее **м. Кыз-Аул**. Окаймлен мелководьем с глубинами менее 10 м, простирающимися на расстоянии более

2 км. Прибрежная полоса представляет собой широкую песчаную полосу, тянущуюся от мыса до Опукского природного заповедника. Дно пологое. В районе мыса на удалении 2,6–4,7 км расположены банки Кыз-Аульская, Анисимова и подводные камни с глубинами 5,0–7,5 м. В районе отбора проб грунт был сформирован мелкозернистым песком, состоящим из обломков раковин моллюсков, осадочных и вулканических пород. От уреза воды до глубины 1–2 м простирался мелкозернистый ракушечниковый песок, в последующем с глубиной (10–11 м) сменившийся песком из обломков вулканических пород и ракушечника.

Пространственное распределение рапаны имело случайный (беспорядочный) характер, что было предопределено разряженным распределением кормовых объектов (моллюски песчаных грунтов), а также отсутствием нерестового субстрата для моллюсков. Рапана на обследованном участке отмечена в диапазоне глубин 1,7–2,9 м. Численность в среднем составила 1,1 экз./м^2, биомасса 37,3 г/м^2. На раковинах встречались (около 30% выборки) обрастания водорослями (*Cladophora* sp., *Lithothamnion* sp., *Laurencia* sp.). Преобладающее большинство моллюсков в выборке имело четко выраженный годовой прирост раковины. Облавливаемая часть популяции моллюсков была представлена разновозрастными особями от 2+ до 6+ лет. Самки были представлены особями в возрасте 2+ — 4+ лет, самцы — 2–6+ лет. В возрастной динамике популяции отмечается тенденция роста численности возрастных групп от 1+ к 3+ с последующим снижением доли старшевозрастных групп. Так, наиболее многочисленной группой были особи в возрасте 3+ (49,2% численности выборки), а доля 6+ составляла не более 5,1%. Соотношение полов было равным (♀:♂ = 1:1). Высота раковины моллюсков варьировала от 32 до 76 мм (среднее значение 52,1±0,95 мм). Масса раковины была от 11 до 104 г (среднее значение 36,5±1,78 г). Наиболее многочисленными были особи с высотой раковины 50–59 мм, (32,0% обследованных особей). Доля особей размером 50 мм и выше, имеющих промысловое значение, составляла 48,6%. Масса мягкого тела варьировала от 2 до 20 г, составляя в среднем 8,2±0,54 г. Коэффициент упитанности изменялся от 3,1 до 11,4 ед. (среднее значение 5,5±0,20 ед.). У преобладающего большинства (более 61% особей) в выборке коэффициент упитанности был 5 ед. и выше. Уровень тугорослости варьировал от 0,12 до 0,45 ед., в среднем составляя 0,21±0,12 ед. В целом, выборка на 83,4% была представлена тугорослыми особями. Из кормовых объектов, втянутых под крышку раковины рапаны, были *A. kagoshimensis, C. glaucum*.

Восточное Южнобережье характеризуется открытыми, возвышенными, преимущественно обрывистыми берегами, с глубинами начинающимися у самого берега; прибрежная зона ограничена изобатой 8–15 м (Лоция Чёрного моря, 1996; Геология СССР…, 1969, Бескаравайный, 2008). Восточное Южнобережье характеризуется наличием почти сплошного каменисто-скалистого пояса. По конфигурации это валунно-галечные наносы и крупные глыбы — продукты разрушения берега в результате абразии, гравитационных и денудационных процессов. В отдельных местах скалистого побережья расположены скальные островки, которые представляют собой обвалившиеся блоки горных пород и абразионные останцы (скала Золотые Ворота на Карадаге, Иван-Баба у м. Киик-Атлама и др.). Биотопы данного района существенно

отличаются от биотопов Черноморского предпроливья. Здесь доминирующее значение играют каменистые и скалистые грунты. Распространенные на большие площади биотопы песка более ограничены по площади и формируются на значительных глубинах (5–11 м) после участков с каменисто-скалистыми грунтами.

Феодосийский залив Чёрного моря расположен между мысами Кий-Атлама и Чауда. Глубина моря у входа в Феодосийский залив — 2–28 м, средняя глубина самого залива — 15–20 м. Дно Феодосийского залива пологое. В западной части бухты расположен Феодосийский морской порт (Лоция Чёрного моря, 1996). В обследованном участке дно пологое. Грунты в диапазоне глубин 0,1–6,0 м представлены галькой и песчаными участками (от 0,1–1,5 м), от 1,5–2,5 м — выходами известковых пород, чередующийся песчаными участками и далее (глубина 2,5–6,0 м) песком с обломками известковых глыб. В прибрежной зоне на песчаных участках произрастают редкие заросли зостеры, на твердых поверхностях известковых пород и искусственных ограждений заросли растительности были в основном представлены *Treptacantha barbata*, *U. linza* и *Cladophora* sp. На глубине в сообществах растительности доминировала *T. barbata,* сопутствующими массовыми видами были *Cladophora* sp., *U. linza, Laurencia* sp.

Рапана была отмечена в биоценозах в диапазоне глубин 2,5–6,0 м на мелкозернистом песке вблизи известковых глыб и обломков затонувшего судна. Численность и биомасса в зависимости от глубины варьировали: на участках глубиной 2,5–3,0 м 0,8 экз./м^2 и 21,4 г/м^2, соответственно; на глубинах 5,0–6,0 м численность снижалась до 0,3 экз./м^2, биомасса — до 11,3 г/м^2. На твердых поверхностях (искусственные сооружения) были отмечены единичные кладки рапаны. Среди видов обрастателей были водоросли (*Cladophora* sp., *Lithothamnion* sp., *U. linza, Laurencia* sp., *Phyllophora crispa*, *T. barbata* и др.), моллюски семейства Mytilidae, *Balanus* sp., кольчатые черви класса Polychaeta. Преобладающее большинство моллюсков имели четко выраженный годовой прирост раковины. Соотношение полов показало незначительное преобладание самцов (♀:♂=1:1,2). Выборки с песчаного грунта и искусственного сооружения были представлены особями в возрасте 1+ — 6+ и 2+ — 7+ лет, соответственно. Среди самцов преобладали особи в возрасте 4+ (19,6% общей численности выборки), среди самок — 3+ (17,9%). В целом, в выборке наиболее многочисленными были особи в возрасте 3+ (35,5–36,0% общей численности). Средний возраст рапаны составил 3,3±0,2 года. Высота раковины варьировала от 25 до 73 мм, масса моллюсков с раковиной — от 5 до 102 г. Выборка с искусственного сооружения была представлена более крупными особями. Средняя высота раковины из разных биотопов составила 44,2±1,82 и 50,0±1,92 мм, масса моллюска с раковиной — 28,0±3,65 и 35,3±3,68 г, соответственно. Наиболее многочисленными в выборках были особи с высотой раковины 40–49 мм, составившие более трети обследованных особей (34,5%). Доля особей размером 50 мм и выше в песчаном биотопе составляла 30,7%, с искусственного сооружения — 40,6% общей численности выборок. Масса мягкого тела рапаны в песчаном биотопе варьировала от 1 до 14 г, составляя в среднем 4,5±0,61 г, с искусственного — от 1 до 21 г, составляя в среднем 7,4±0,89 г. Коэффициент упитанности изменялся от 2,5 до 6,9 ед. при среднем значении 4,6±0,19 и 5,2±0,16 ед., соответственно.

Почти половина особей из двух биотопов (38,5 и 62,5%) имели коэффициент упитанности 5 ед. и выше. У самок коэффициент упитанности выше 5 ед. встречался в 1,5 раза чаще, чем у самцов ($P \leq 0,05$). Уровень тугорослости варьировал от 0,16 до 0,51 ед., в среднем составляя 0,23±0,01 ед. Выборки на 97 и 100% были представлены тугорослыми особями.

Бухта Провато расположена в Коктебельском заливе. Акватория мелководна, с пологим дном. Максимальная глубина составляет 10 м (среднее значение 3 м). В районе горы Васюковка находится подводный каньон, сформированный конгломератами и спускающийся на глубину более 20 м (Лоция Чёрного моря, 1996). На мысах формируются скопления крупнообломочного материала в виде валунов и глыб, покрытых в основном зарослями водорослей — представителями родов *Treptacantha, Cystoseira, Laurencia, Cladostephus, Cladophora, Gracilaria, Ceramium, Polysiphonia*. На открытых пространствах с крупной галькой прикрепленная растительность отсутствует. На твердых поверхностях (искусственные берегозащитные сооружения) отмечены поселения моллюсков семейства Mytilidae. Доминирующим грунтом в большей части бухты являются мелкозернистые пески. В зоне песка в прибрежной части произрастают виды морских трав — *Z. marina, Z. noltei*. На песчаном грунте рапана была встречена единично. На площади в 25 м^2 был найден лишь один экземпляр в возрасте 7+ с высотой раковины 7,5 см и массой 72 г.

Бухта Львиная располагается в центральной части берегового хребта Карадагского вулканического массива. Данная акватория характеризуется резким и крутым уклоном дна. От уреза воды до глубины 13 м доминируют крупнообломочные грунты (галечно-валунный грунт и глыбовый навал) и скальные массивы. Каменистый грунт располагается в диапазоне глубин 9–10 м. Песок залегает на глубинах от 13 м и более. Растительность на твердых поверхностях была представлена представителями родов *Ceramium, Cladophora, Cladostephus, Cystoseira, Gracilaria, Laurencia, Padina, Polysiphonia, Treptacantha*. На глыбовом навале и вертикальных скальных стенках в диапазоне глубин 9–10 м моллюски встречались одиночными особями (не более 0,01 экз./м^2 и 0,4 г /м^2). На песке в диапазоне глубин 10,0–11,5 м моллюски встречались группами (0,2 экз./м^2 и 7,5 г/м^2). Из эпибионтов на раковинах рапаны отмечены *Lithothamnion* sp. (11% встречаемости) и единично *Balanus* sp. Отмечаемые ранее представители класса Gymnolatmata (Бондарев, Ревков, 2017) в районе Карадагского природного заповедника (Золотые ворота) нами не были встречены. На твердых поверхностях скальных выступов были отмечены единичные кладки рапаны. Пустые раковины или раковины, занятые раками-отшельниками, в выборке не были отмечены.

Преобладающее большинство моллюсков в выборке имели четко выраженный годовой прирост раковины. Соотношение полов показало преобладание в выборке самцов (♀:♂ = 1 : 1,7). Выборка была представлена особями в возрасте 4+ — 6+. Средний возраст рапаны в выборке составил 4,7±0,2 года. Высота раковины варьировала от 38 до 79 мм (среднее значение 54,1±3,04 мм). Особи высотой раковины 40–49 мм составляли 44,4%, а размером 50 мм и выше — 50,0% общей численности выборки. Масса моллюсков с раковиной была в пределах 15–87 г со средним значением 41,5±5,44 г, масса мягкого тела

в пределах 2–21 г (в среднем 9,1±1,42 г). Коэффициент упитанности изменялся от 3,2 до 7,6 ед. (в среднем 5,2±0,30 ед.). У 61,1% обследованных особей он был 5 ед. и выше. Уровень тугорослости варьировал от 0,14 до 0,35 ед., в среднем составляя 0,21±0,02 ед. Доля тугорослых особей в выборке составила 66,7%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Пространственное распределение рапаны, ее численность, биомасса и размерно-массовая структура локальных популяций в большей мере обусловлена распределением кормовых сообществ, интенсивность развития и видовой состав которых в свою очередь определяются характером донных отложений (Головкина, Набоженко, 2012; Фроленко, Живоглядова, 2020). При проведении гидробиологических исследований в Черноморском предпроливье рапана встречался в песчаных биотопах в диапазоне глубин от уреза воды до 3,5 м и Восточном Южнобережье на глубине от 5 до 11,5 м — на твердых субстратах (каменистых, скалистых грунтах в районе бух. Львиная, на твердых субстратах антропогенного происхождения в Феодосийском заливе).

Распределение рапаны носило мозаичный характер. На песчаных грунтах Черноморского предпроливья его численность варьировала в пределах 0,2–1,4 экз./м^2, биомасса — 3,4–46,6 г/м^2. Наибольшие средние значения численности и биомассы рапаны были отмечены в районе м. Ак-Бурун в песчаных биотопах с преобладанием в бентосных сообществах *M. arenaria*, *C. glaucum*, *A. kagoshimensis* (Головкина, Набоженко, 2012). В Восточном Южнобережье наибольшие численность и биомасса рапаны отмечались на твердых субстратах в Феодосийской бухте (0,8 экз./м^2 и 21,4 г/м^2), наименьшие — в бухте Львиная (не более 0,01 экз./м^2 и 0,4 г /м^2) с преобладанием в обрастаниях скал и твердых субстратов *M. galloprovincialis* и *M. lineatus* (Гудимов, 2008; Ковалева, 2021). Следует отметить, что полученные данные количественного распределения рапаны на скальных выходах Карадагского заповедника были ниже, а на песчаных грунтах (0,2 экз./м^2) сопоставимы с литературными данными, полученными в 2008 г. (Смирнова, 2016). Сравнивая полученные результаты распределения рапаны в песчаных биотопах Черноморского предпроливья с характерным для них высоким уровнем развития поселений двустворчатым моллюском, следует сделать вывод, что численность рапаны лишь в районе мысов Ак-Бурун и Кыз-Аул соответствовала показателям, наблюдаемым в районах активного промысла (Керченский пролив) (Саенко, Марушко, 2017), а в Восточном Южнобережье такое допущение можно сделать по акватории Феодосийской бухты.

Предельный возраст рапаны в прибрежной зоне Черного моря определен в 14 лет. В бух. Круглая (г. Севастополь) максимальный встречаемый возраст составил 12 лет (Бондарев, 2016). Различия условий обитания рапаны отразились на возрастной структуре выборок, собранных в обследованном районе. Популяция рапаны, обитающая на песчаных биотопах Черноморского предпроливья, была представлена особями в возрасте 1–6 лет. Популяция у м. Такиль, характеризовалась как наиболее молодая (среднее значение 2,1±0,1 лет). Доминирующей группой популяции в этом районе были молодые особи в возрасте 1+, составляющие более 37% общей численности (рис. 2). Рапана из этого района характеризовалась наименьшим коэффициентом тугорослости (0,18 ед.) и высоким приростом

раковины в текущем году. Выборку, собранную у м. Кыз-Аул, следует охарактеризовать как более возрастную, представленную особями возрастом 2+ — 6+ с наибольшим средним возрастом (3,5±0,1 лет) в Черноморском предпроливье. Коэффициент тугорослости, характеризующий низкую интенсивность роста (Саенко, Марушко, 2018), был на уровне 0,21 ед.

Возрастной состав популяции в Восточном Южнобережье был представлен моллюсками в возрасте 1+ — 7+ лет. Выборка из Феодосийской бухты (песчаный биотоп) состояла из 5-ти возрастных групп, а собранная с твердого субстрата — из 6-ти возрастных групп. Среднее значение возраста было 3,3±0,2 года. В выборке из Карадагского природного заповедника (бух. Львиная) присутствовали только «старшие» возрастные группы (среднее значение 4,7±0,2 года) (рис. 2). В выборках из различных биотопов по численности доминировали самцы (55–69% общей численности). В половой структуре наблюдалось сокращение доли самок старшего возраста. Такую закономерность и ее направленность отмечали ранее для популяции рапаны в северо-восточной части Черного моря (Студеникина и др., 1998; Саенко, 2007) и для Крымского полуострова (Бондарев, 2010, 2016). В Черноморском предпроливье высота раковины рапаны варьировала от 30 до 82 мм, масса рапаны с раковиной — от 8 до 130 г, масса мягкого тела — от 2 до 20 г. Наибольшие средняя высота раковины и масса моллюсков (52,1 мм и 36,5±1,78 г) были у рапаны, собранной у м. Кыз-Аул. Доля особей размером 50 мм и выше составляла почти 49%. Менее значимыми показателями характеризовалась рапана у м. Ак-Бурун — средняя высота раковины 46,0±1,21 мм, средняя индивидуальная масса — 25,9±2,21 г, масса мягкого тела — 5,7±0,44 г. Доля особей размером 50 мм и выше — около 30% обследованных моллюсков. Такие показатели свидетельствует о том, что промысел рапаны на участке м. Ак-Бурун — м. Кыз-Аул может стать перспективным.

В Восточном Южнобережье высота раковины рапаны варьировала от 25 до 79 мм, масса моллюска с раковиной — от 5 до 87 г, масса мягкого тела — от 1 до 21 г. Наибольшие средняя высота и масса раковины была у рапаны, собранной в бух. Львиная (54,1±3,04 мм и 41,5 г). Доля особей размером свыше 50 мм составляла почти 50% выборки.

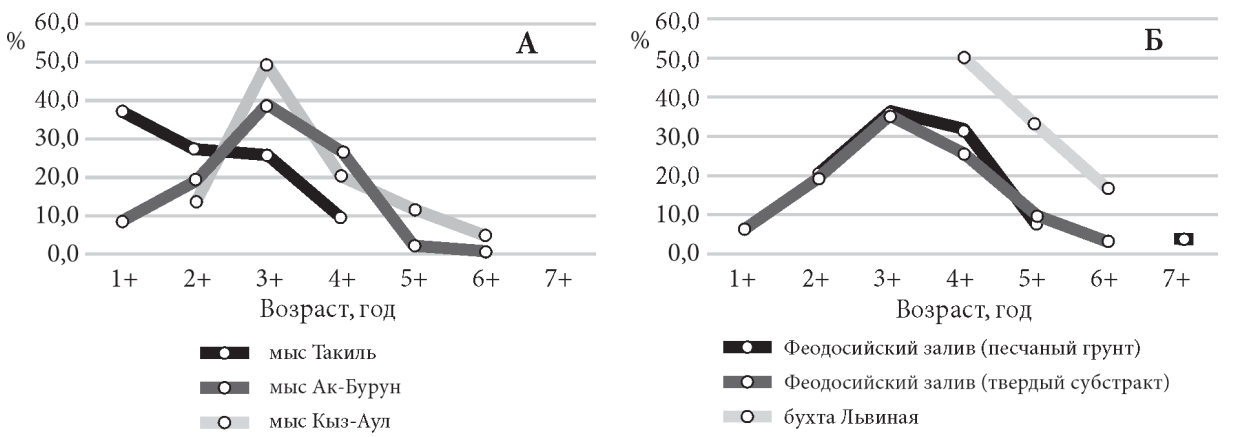

Рис. 2. Возрастная структура популяции рапаны в Черноморском предпроливье (а) и в Восточном Южнобережье (б).

Размерная структура части популяции с учетом половой структуры особей, собранных в Черноморском предпроливье и в Восточном Южнобережье, представлена на рисунках 3 и 4.

На представленных графиках показана перспективность промыслового использования популяции рапаны на участке у м. Кыз-Аул (представлена особями, имеющими коммерческую

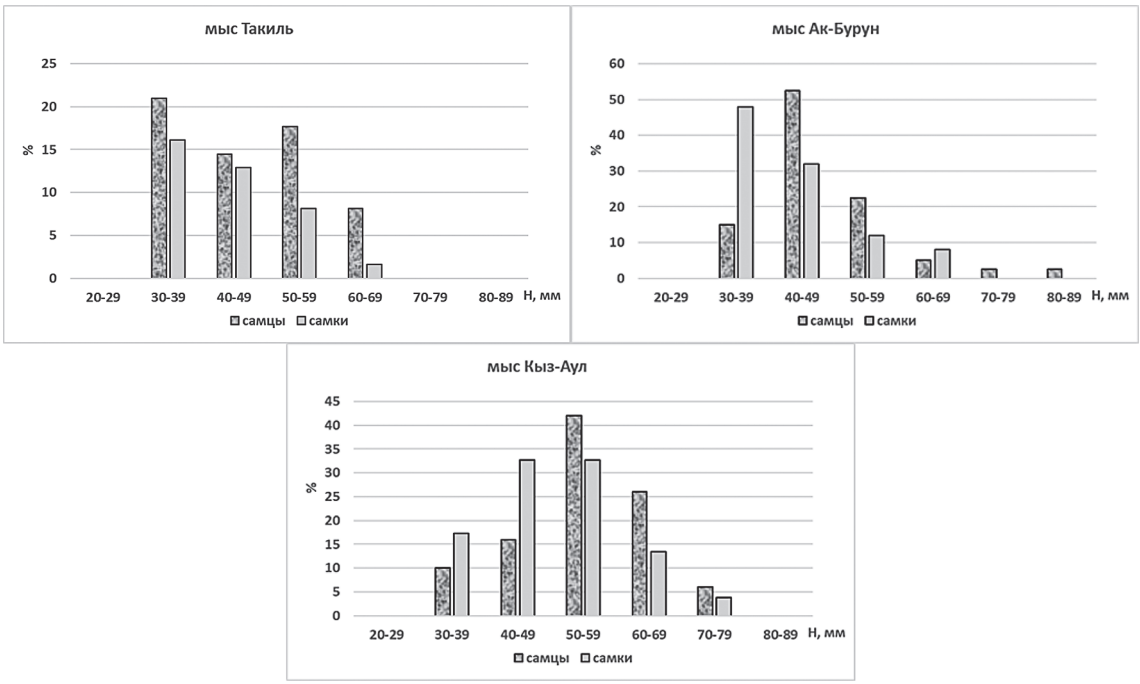

Рис. 3. Размерный состав рапаны из песчаных биотопов Черноморского предпроливья.

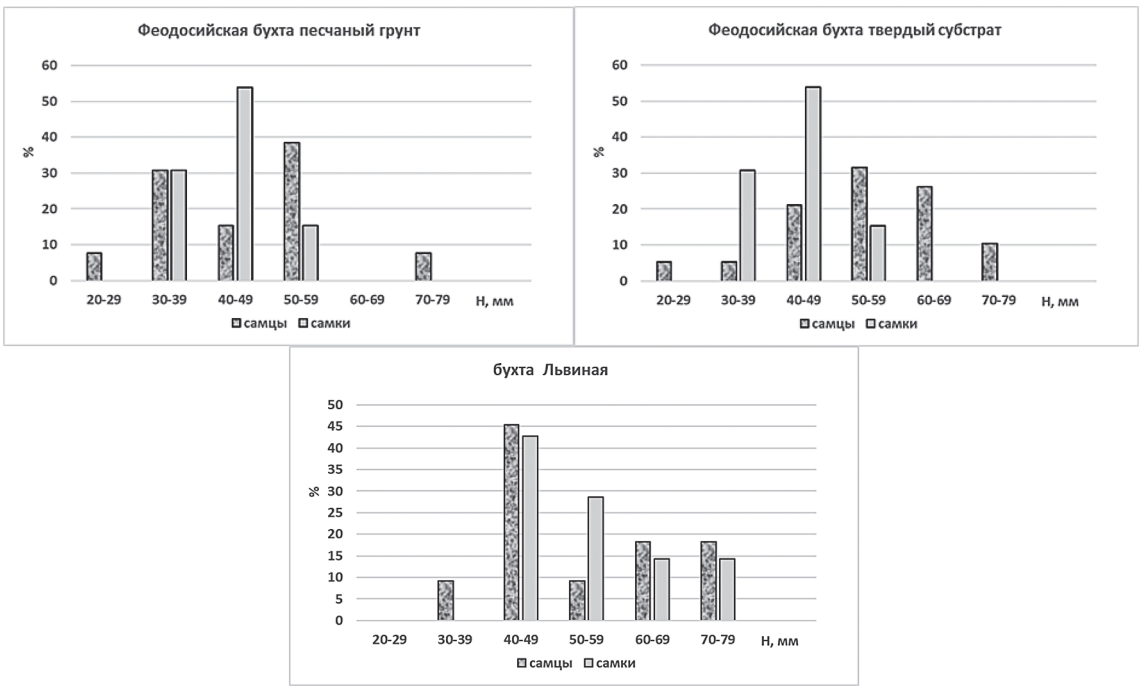

Рис. 4. Размерный состав рапаны из биотопов на участке Восточного Южнобережья.

ценность в объеме не менее половины выборки) и потенциальная перспективность — у м. Ак-Бурун. Аналогично можно охарактеризовать и выборку, собранную в бух. Львиная, как потенциально перспективную. Сравнение поселений из двух биотопов в Феодосийской бухте свидетельствует, что они имеют различную размерную структуру. Этот факт широко обсуждается в научной литературе как разнородность размерных групп рапаны, обитающей на разных типах грунта. Данная разнородность объясняется наличием на твердых субстратах плотных поселений скальных форм *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819) и *M. lineatus* (Gmelin, 1791) (Фроленко и др., 2005; Иванов, 2009; Комисарова, 2011).

Как известно, рапана активный хищник, потребляющий значительные количества двустворчатых моллюсков (Чухчин, 1961 б; Иванов, 1964; Иванов, Руденко, 1969; Иванов, 2018). Обилие кормовых организмов на песчаных грунтах Керченско-Таманского предпроливья Черного моря создает благоприятные трофические условия для развития популяции рапаны с высокой численностью и биомассой, обеспечивающей ее интенсивный промысел в Керченском проливе (Азовское море) и потенциальную возможность промысла в Черноморском предпроливье (Шадрин, Афанасова, 2009, Головкина, Набоженко, 2012). При сопоставлении трофических ресурсов пищевым потребностям водных биоресурсов, в том числе рапаны, используют показатель накормленности (коэффициент упитанности) (Саенко, Марушко, 2018). В выборках Черноморского предпроливья коэффициент упитанности рапаны варьировал в пределах 3,1–15,3 ед. Наиболее широкая его вариация отмечалась у м. Ак-Бурун. Средние значения были на уровне 5,4–5,8 ед., что свидетельствовало об удовлетворительном физиологическом состоянии рапаны в начавшийся нерестовый период. В выборках, отобранных в Восточном Южнобережье, варьирование данного показателя было в пределах 2,5–6,9 ед. (Феодосийский залив) и 3,2–7,6 ед. (Карадаг). Средние значения коэффициента упитанности у рапаны из Феодосийской бухты составили — 4,9 ед., в бух. Львиная — 5,2 ед., что следует охарактеризовать трофические условия обследованных участков как неудовлетворительные, в основном за счет сокращения численности, биомассы и омоложения поселений мидии (Гудимов, 2008; Ковалёва, 2021). Соотношение массы мягкого тела к массе раковины (Мт/Ммр) также опосредованно характеризует интенсивность питания в биотопах и может использоваться для сравнения акватории по кормности (Комисарова, 2011). Анализ величины уровня Ммт/Мр свидетельствует о большей кормности биотопов Черноморского предпроливья с песчаными грунтами (средние значения 0,22–0,24 ед.) по сравнению с биотопами Феодосийской бухты (0,18 ед.). Уровень кормности в бух. Львиная был сопоставим с Черноморским препроливьем. Полученные данные свидетельствуют о том, что качественные и количественные показатели рапаны существенно зависят от экологических условий биотопов.

Таким образом, по комплексу исследованных параметров популяция рапаны, располагающаяся на участке м. Ак-Бурун — м. Кыз-Аул имеет промысловое значение. Принимая во внимание характер и особенности ведения добычи рапаны (предпочтение драгирования с использованием маломерного флота против трудозатратного и дорогостоящего ручного сбора), относительно мелководные для Черного моря участ-

ки с пологим дном и песчаным грунтом являются наиболее приемлемыми для ведения экономичного промысла драгами, акватория, расположенная на участке м. Ак-Бурун — м. Кыз-Аул может стать перспективным промысловым участком.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бескаравайный М.М. Птицы морских берегов южного Крыма: Монография. Симферополь: Н. Оріанда, 2008. 160 с.

Бондарев И.П. Морфогенез раковины и внутривидовая дифференциация рапаны *Rapana venosa* (Valeciennes, 1846) // Ruthenica 2010. V. 20. № 2. С. 69–90.

Бондарев И.П. Популяционные особенности *Rapana venosa* (Gastropoda: Muricidae) бухт Севастополя (Черное море) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, приуроченной к 145-летию Севастопольской биологической станции: в 3 томах. Севастополь, 2016. С. 114–117.

Бондарев И.П., Ревков Н.К. Консорты брюхоногого моллюска *Rapana venosa* (Valeciennes, 1846) в северной части Черного моря. Часть 1: Porefera, Cnidaria, Bryozoa, Cordata // Морской биологический журнал. 2017. Т. 2. № 2. С. 2–33.

Геология СССР. Т. VIII. Крым. Геологическое описание. Монография. М.: Недра, 1969. 576 с.

*Головкина Е.М., Набоженко М.*В. Современное состояние донных сообществ Керченского пролива (Российский сектор) и заливов Таманского полуострова // Вестник южного научного центра РАН. 2012. Т. 8. № 2. С. 53–61.

Гудимов А.В. Мидии Карадага (Черное море): деградация популяции, экология, функциональные адаптации // Доклады Академии наук. 2008, Т. 422, № 3. С. 421–423.

Евченко О.В. Сравнительная характеристика биологических параметров рапаны западного и восточного побережья Крыма // Современные рыбохозяйственные проблемы Азово-Черноморского региона Материалы VIII международной конференции. Керчь: ЮгНИРО, 26–27 июня 2013 г. С. 79–82.

Иванов А.И. Количество пищи, потребляемое черноморской рапаной (*Rapana thomassiana* Grosse) // Зоологический журнал. 1964. Т. XLIII. Вып. 8. С. 1129–1132

Иванов А.И., Руденко В.И. Интенсивность питания рапаны (*Rapana thomassiana* Grosse) в зависимости от размеро в тела и сезонов года // Тр. Азово-Черном. НИИ рыбн. хоз-ва и океанографии «Вопросы экологии и физиологии рыб и беспозвоночных Азово-Черноморского бассейна». 1969. Вып. 26. С. 167–172.

Иванов Д.А. Количественная связь численности и размера рапаны (*Rapana thomassiana* Grosse) с глубиной и грунтом в восточной части Черного моря // Рибне господарство Україні. 2009. № 6. С. 7–10.

Иванов Д.А. Количественная оценка численности *Rapana venosa* и ее влияние на сокращение запасов мидий и других моллюсков в Керченском проливе // Вестник КГМТУ. 2018. № 4. С. 19–29.

Ковалёва М.А. Двустворчатые моллюски в сообществах макрозообентоса естественных твёрдых субстратов у берегов Крыма: Автореф. дис. канд. биол. наук. Спб: ЗИН РАН, 2021. 23 с.

Комисарова М.С. Структура локальных популяций *Rapana venosa* на песчаных субстратах шельфа Крымского полуострова // Экосистемы, их организация и охрана. 2011. Вып. 4. С. 71–77.

Косьян А.Р. Сравнительный анализ *Rapana Venosa* (Valenciennes, 1846) из разных биотопов Черного моря по морфологическим признакам // Океанология. 2013. Т. 53. № 1. С. 53–59.

Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. Пособие для биол. спец. вузов — 4 изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 352 с.

Лоция Чёрного моря. Главное Управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации. Спб, 1996. 575 с.

Саенко Е.М. Биохимические аспекты биологической структуры популяции рапаны в условиях дефицита пищи // Эколого-биологические проблемы вод и биоресурсов: пути решения (к 50-летию образования Куйбышевского водохранилища): матер. Всерос. конф. (г. Ульяновск, 16–17 окт. 2007 г.). Ульяновск: Изд-во УлГПУ, 2007. С. 181–185.

Саенко Е.М., Марушко Е.А. Результаты мониторинга рапаны в Азовском море в 2014–2015 гг. / Труды АзНИИРХ (результаты рыбохозяйственных исследований в Азово-Черноморском бассейне): Сборник научных трудов по результатам исследований за 2014–2015 гг. // Ростов-на-Дону: ФГБНУ «АзНИИРХ», 2017. Том 1. С. 121–125.

Саенко Е.М. Марушко Е.А. Состояние популяции рапаны *Rapana venosa* (Valeciennes, 1846) в северо-восточной части Чёрного моря // Журн. «Водные биоресурсы и среда обитания». 2018. Т. 1. № 2. С. 28–39.

Саенко Е.М., Марушко Е.А., Семик А.М. Динамика численности и особенности распределения рапаны в прибрежных водах Черного и Азовского морей. Современные научные исследования: Актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей IV Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: «МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. С. 35–38.

Промысловое описание Черного моря: Справочное пособие / Под ред. Г.А. Дубинца, Е.П. Губанова. М.: ГУ навигации и картографии МО для МРХ СССР, 1988. 140 с.

Смирнова Ю.Д. Адаптация вселенца Rapana venosa в северной части Черного моря (на примере акваторий Карадагского заповедника) // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2016. № 12(30). URL: *http://7universum.com/ru/nature/archive/item/3950*

Студеникина Е.И., Воловик С.П., Фроленко Л.Н. Состояние популяции рапаны *Rapana thomasiana* Crosse в Черном море и перспективы ее промысла // Труды АзНИИРХ: сб. науч. тр. (1996–1997 гг.). Ростов-на-Дону, 1998. С. 122–127.

Фроленко Л.Н., Живоглядова Л.А. Состояние сообществ *Chamelea gallina* и *Pitar rudis* в северо-восточной части Черного моря осенью 2019 г. // Журн. «Водные биоресурсы и среда обитания». 2020. Т. 3. № 3. С. 45–55.

Фроленко Л.Н., Студеникина Е.И., Головкина Е.М. О состоянии популяции рапаны (*Rapana thomasiana thomasiana*) в северо-восточной части Черного моря // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: матер. 2-й междунар. науч.-практ. конф. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. С. 105–108.

Чухчин В.Д. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте. // Тр. Севастопольской биологической станции. 1961а. Т. XIV. С. 169–177.

Чухчин В.Д. Рапана (Rapana bezoar L.) на Гудаутской устричной банке // Тр. Севастопольской биологической станции. 1961б. Т. XIX. С. 178–187.

Шадрин Н.В., Афанасова Т.А. Питание и распределение *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в акватории Опукского заповедника (Восточный Крым, Чёрное море). (Харчування й розподіл *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) в акваторії Опукского заповідника (Східний Крим, Чорне море); Distribution and feeding of *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846) in water area of the Opukski nature reserve (East Crimea, the Black Sea)). Морський екологічний журнал, 2009. Т. VIII. № 2. С. 24.

THE SPATIAL DISTRIBUTION AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RAPANA IN THE COASTAL ZONE OF THE SOUTH-EASTERN CRIMEA (THE BLACK SEA)

© 2021 y. E.M. Saenko[1, 2], V.V. Shaganov[2]

[1] Azov-Black Sea branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Rostov-on-Don, 344000

[2] Kerch State Marine Technological University, Kerch 298309

Some sections of the Black Sea coastal shelf off the eastern Crimean peninsula have been examined from the Cape Takil to the Lion Bay which are characterized by various habitats (different types of the sea bottom, depth, status of biota). The analysis of the data obtained on the distribution, abundance and biomass, size-mass characteristics of the rapa whelk population was carried out. The distribution of rapana was mosaic. The largest abundance (1,4 ind./m^2), and the biomass (21,4 g / m^2) of rapana was found on the sandy soils of the Black Sea pre-strait. High indicators of height, mass of mollusks and the proportion of individuals of 50 mm and more (49%), which determine the commercial value of the fishing object, were at Cape Kyz-Aul (52,1 mm and 36,5 g) near Cape Ak-Burun (46,0 cm and 25,9 g). Analysis of the value of the Mt / Mmr level indicates a higher nutritional content of the sandy soils of the Black Sea pre-strait (average values 0,22–0,24 units) compared to the biotopes of the Feodosiya Bay (0,18 units).

The obtained fishery and biological data showed the prospects of fishing for rapana in the Black Sea in the section of the Black Sea pre-strait of Cape Ak-Burun — Cape Kyz-Aul.

Key words: Black Sea, south-eastern Black Sea coast Crimea, *Rapana venosa,* abundance, biomass, distribution.