



УДК 594.32:[591.134+591.526](262.5)

СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ РАПАНЫ *RAPANA VENOSA* (VALESCIENNES, 1846) В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

© 2018 Е. М. Саенко, Е. А. Марушко

Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону 344002, Россия
E-mail: saenko_e_m@azniirkh.ru

Аннотация. На основе результатов многолетних экспедиционных исследований выявлены негативные изменения в состоянии популяции рапаны в северо-восточной части Черного моря: снижение биомассы популяции, сокращение числа возрастных групп, снижение размерно-массовых характеристик в условиях оскудения трофических ресурсов биоценозов рапаны. Установлено, что удельная численность рапаны по биотопам и динамика ее биомассы изменялись в 2011–2015 гг., а распределение носило мозаичный характер и определялось трофической обеспеченностью донного биоценоза. Анализ динамики численности и биомассы рапаны в сопоставлении с физиологическими показателями (коэффициент упитанности и относительная толщина стенки раковины) в период 2011–2015 гг. показал их межгодовую флуктуацию. Полученные результаты свидетельствуют, что современное состояние рапаны следует рассматривать как стабильно угнетенное. Популяция находится в условиях острой нехватки кормовых объектов и высокой степени внутривидовой пищевой конкуренции. В этих условиях популяция рапаны представлена большим количеством мелкоразмерных особей, не представляющих интереса для промышленного рыболовства.

Ключевые слова: рапана, *Rapana venosa*, Черное море, численность, биомасса, поселения рапаны, коэффициент упитанности, двустворчатые моллюски, трофические ресурсы

STATUS OF THE VEINED RAPA WHELK *RAPANA VENOSA* (VALESCIENNES, 1846) POPULATION IN THE NORTH-EASTERN BLACK SEA

E. M. Saenko, E. A. Marushko

Azov Sea Research Fisheries Institute, Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: saenko_e_m@azniirkh.ru

Abstract. Based on the results of long-term expeditions carried out to assess the state of *Rapana venosa* population in the north-eastern Black Sea, some negative changes in the rapa whelk population caused by poor trophic conditions were revealed: their density, biomass and the number of age groups decreased and length and weight parameters declined. The distribution density of the rapa whelk in the biotope and the dynamics of its biomass

are found to have changed during the studied period, while the distribution was of a mosaic nature and determined by the trophic supply of the bottom biocenosis. Dynamics analysis of the density and biomass of *R. venosa* put together with the physiological indices (fatness factor, relative shell thickness) showed their interannual fluctuation in 2011–2015. The results obtained indicate that the current state of *R. venosa* should be considered as permanently depressed. The population suffers an acute shortage of food organisms, moreover, high food competition is observed within the species. Under these conditions, the population of *R. venosa* is represented by a large number of small-sized individuals which are of no interest to commercial fishing.

Keywords: veined rapa whelk, *Rapana venosa*, Black Sea, density, biomass, population structure, condition factor, bivalve molluscs, trophic resources

ВВЕДЕНИЕ

Нативным ареалом обитания рапаны (*Rapana venosa* Valenciennes, 1846) являются дальневосточные моря. Первые сведения об обнаружении рапаны в Черном море (Новороссийская бухта) относятся к 1947 г. [1]. Вселенец в благоприятных трофических условиях и в отсутствие естественных конкурентов и хищников сформировал биоценоз, который в 1960-х гг. занимал весь черноморский шельф, включая северо-восточную российскую часть. В конце 60-х гг. XX века был популярен как объект любительского рыболовства, с 1970-х гг. его стали активно добывать во всех причерноморских странах [2]. В северо-восточной части Черного моря промышленный лов рапаны был открыт в конце 1980-х гг. С 2000 г. стало отмечаться ухудшение состояния популяции рапаны вдоль всего черноморского побережья Краснодарского края, а уловы стали сокращаться. В период 2000–2005 гг. годовой вылов рапаны варьировал в пределах 56–224 т. С 2006 г. из-за низких уловов промысел велся эпизодически и на ограниченных участках, и уже в 2007–2011 гг. вылов не превышал 9 т. В последующие годы промысел либо не велся (2012–2013), либо не превышал 2,3 т в год (2014–2015).

Несмотря на снижение объемов добычи моллюска, потребительский спрос на него всегда оставался высоким. В настоящее время популярность рапаны как деликатесного морепродукта продолжает расти. В связи с этим оценка состояния запаса рапаны и перспективы дальнейшего развития промысла являются актуальными и требуют проведения постоянного мониторинга состояния популяции этого вида в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне. В работе представлен ретроспективный анализ биологического состояния рапаны в северо-восточной части Черного моря в период 1995–2010 гг. и приведены результаты экспедиционных исследований, выполненных в период 2011–2015 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ собственных и литературных данных о состоянии популяции рапаны в северо-восточной части Черного моря. В период 1995–1999 гг. пробы отбирали из промысловых уловов драгой, в 2001–2004 гг. — при проведении гидробиологических съемок дночерпателем Петерсена 0,1 м² [3, 4]. В период 2005–2015 гг. сбор данных проводили в июле–августе от м. Панагия до м. Видный в ходе ежегодных экспедиций по стандартной сетке станций (рис. 1).

Пробы отбирали с использованием легководолазного снаряжения. Разрезы (линейные трансекты), вдоль которых исследовали распределение рапаны на разных глубинах (в разных биоценозах), закладывали перпендикулярно береговой линии [5]. Для количественной оценки распределения рапаны отбирали пробы с площади 25 м² (5×5 м) на глубинах 8–12 и 17–20 м, на глубинах 1, 5, 15 м — с площади 0,25 м² (50×50 см). На участках отбора проб определялся тип грунта и рельеф дна. Биологический анализ моллюсков включал определение пола, высоту раковины (Н), массу моллюсков с раковиной (М_{мр}), массу мягкого тела (М_т) и массу раковины (М_р). Возраст определяли по репродуктивным кольцам [6]. На основе полученных данных рассчитывали удельную численность поселения (экз./м²), биомассу (г/м²), коэффициенты упитанности ($K_{yn} = 100 \times M_t / H^3$) [7] и коэффициент тугорослости (относительную толщину стенки раковины) ($T = M_r / H^3$). Раковины с $T \leq 0,12$ были отнесены к тонким; от 0,13 до 0,16 — к промежуточным; с $T > 0,16$ — к грубым (толстостенным) [3]. Кроме того, визуально определяли наличие втянутых под раковину пищевых объектов, их видовую принадлежность. Статистическую обработку данных осуществляли с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 97-2003, вычисляя для рядов данных средние значения, стандартную ошибку



Рис. 1. Район отбора проб рапаны в северо-восточной части Черного моря в 2011–2015 гг.

Fig. 1. Area of rapana sampling in the north-eastern Black Sea in 2011–2015

среднего. Визуально оценивали состояние биоценозов двустворчатых моллюсков. Объем обработанного материала за период 2011–2015 гг. составил 1889 экз. рапаны.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования состояния популяции рапаны ФГБНУ «АзНИИРХ» были начаты в 1995 г. В период 1995–1999 гг. промысел рапаны проводился драгами в местах ее наиболее массового скопления — в Сочинском и Керченско-Таманском промысловых районах. Численность рапаны, по данным драгирования, возрастала с 1,9 (1995 г.) до 13,0 экз./м²

(1999 г.), биомасса, соответственно, — с 141 г/м² до 263 г/м² (табл. 1).

Наиболее высокая численность моллюсков в Керченско-Таманском промысловом районе наблюдалась в районе Анапской банки, в Сочинском районе — на участке Уч-Дере – Лазаревское [3]. Облавливаемая часть популяции рапаны двух поселений была представлена половозрелыми особями в возрасте 2–9 лет, с высотой раковин 4,1–11,0 см и массой 14,3–171,0 г. Наиболее многочисленными были особи в возрасте 3–5 лет, составляя 77–78 % общей численности выборки.

По литературным данным, биомасса донных организмов в биоценозах рапаны в 1997 г. в Сочин-

Таблица 1. Численность и биомасса популяции рапаны в северо-восточной части Черного моря в период 1995–2010 гг.

Table 1. Density and biomass of *R. venosa* population in the north-eastern Black Sea in 1995–2010

Годы Years	Плотность, экз./м ² Density, ind./m ²	Биомасса, г/м ² Biomass, g/m ²	Литературная ссылка Literature reference
1995–1999	1,9–13,0*	141–263*	[3]
2000–2004	5–95* 10–20**	—	[8, 9]
2005–2010	0,1–6,7***	27,2–167,2***	Наши данные / Our data

* Сочинский район; ** Керченско-Таманский район; *** от м. Панагия до Адлера.

* Sochi District; ** Kerch-Taman District; *** over the stretch Cape Panagia – Adler.

ском районе изменялась от 0,3 до 18 г/м² и была представлена наной (*Nana donavani*), молодью мидии (*Mytilus galloprovincialis*), венуса (*Venus gallina*) и ракообразными [3]. В этих условиях коэффициент упитанности у разновозрастных особей в июне на участке Уч-Дере – Лазаревское варьировал от 4,9 до 7,0 ед. без существенных возрастных различий. В конце сентября после завершения нерестового периода коэффициент упитанности был в пределах 4,1–6,1 ед., снижаясь с возрастом. Известно, что толщина раковины рапаны зависит от темпа роста. В.Д. Чухчин [7, 10] отмечал, что в интенсивно растущих поселениях моллюсков наличие не только особей с мелкими раковинами, но и крупных с тонкими раковинами. Е.И. Студеникиной с соавторами [3] был проведен анализ соотношения коэф-

фициента тугорослости у разновозрастных моллюсков двух поселений Сочинского и Керченско-Таманского районов. Было отмечено, что доля тонких раковин у самцов выше, чем у самок. В среднем относительная толщина раковин моллюсков была на уровне 0,17 ед. Анализируя полученные в период 1995–1999 гг. данные, авторы [3] отмечали, что в промысловых уловах высота и средняя масса моллюсков варьировала примерно на одном уровне; тем не менее, прослеживалась тенденция к снижению массы тела моллюсков. Варьирование биологических параметров популяции рапаны в 1995–1999 гг. представлено в табл. 2.

В 2000–2004 гг. на большей площади Сочинского района поселения были представлены моллюсками в возрасте 2–9 лет. Наиболее многочисленны-

Таблица 2. Характеристика биологических параметров популяции рапаны в северо-восточной части Черного моря в период 1995–2010 гг.

Table 2. Characteristics of the biological parameters of *R. venosa* population in the north-eastern Black Sea during the period of 1995–2010

Годы Years	Возраст, лет Age, years	Высота раковины, см Shell height, cm	Масса моллюсков, г Weight of molluscs, g	Коэффициент упитанности, единицы Condition factor, units	Коэффициент тугорослости, единицы Stunted growth rate, units	Литературная ссылка Literature reference
1995– 1999	2–9	4,1–11,0*	14,3–171,0*	4,1–7,0*	0,13–0,17*	[3]
2000– 2004	2–9* 2–11**	6,9–7,3* 7,7–8,0**	86,6–88,4* 115,3–121,8**	–	0,11–0,13	[8, 9]
2005– 2010	2–6***	4,3–5,5***	37–60***	3,4–6,0***	0,12–0,19***	Наши данные / Our data

* Сочинский район; ** Керченско-Таманский район, *** от м. Панагия до Адлера.

* Sochi District; ** Kerch-Taman District, *** over the stretch Cape Panagia – Adler.

ми были 6-летки (24 % популяции). Средняя высота раковин составляла 6,9–7,3 см, средняя масса — 86,6–88,4 г. В Керченско-Таманском районе поселения рапаны были сформированы моллюсками в возрасте 2–11 лет, среди которых наиболее многочисленными были 8-летки (34 % общей численности выборки). Средняя высота раковин составляла 7,7–8,0 см, средняя масса — 115,3–121,8 г. В поселениях рапаны сохранилась тенденция сокращения численности самок с возрастом.

Для рапаны обоих поселений был характерен высокий темп роста. Относительная толщина раковин у рапаны из Сочинского района в среднем составляла 0,13 ед. и варьировала от 0,08 ед. у 2-леток до 0,20 ед. — у 5-леток. Высокая частота встречаемости тонкостенных раковин (до 77 %)

наблюдалась у возрастных групп 3–5 лет (высота раковин 3,1–6,6 см). В возрасте 6 лет и при высоте раковины 5,9–7,7 см особи с тонкостенными раковинами составляли 43–50 %, в возрасте 7 лет с высотой раковины 6,8–7,7 см — 57 %, а свыше 7 лет были отмечены единично. У моллюсков из Анапского района средняя толщина раковин составляла 0,11 ед., изменяясь от 0,08 до 0,22 ед. Моллюски с тонкими раковинами встречались во всех возрастных группах. Тонкостенные раковины наблюдались у 83–89 % особей. Существенных отличий в упитанности рапаны из двух поселений не выявлено. Коэффициент упитанности варьировал в достаточно широких пределах. У рапаны в Сочинских поселениях был в пределах от 3,1 до 8,7 ед. У рапаны из Анапских поселений — от 3,2 до 9,5 ед. (сред-

ние значения $5,3 \pm 0,22$ ед. и $4,9 \pm 0,21$ ед., соответственно, $P \geq 0,05$). У моллюсков обоих районов поселений прослеживалась тенденция снижения коэффициента упитанности с возрастом.

В 2000–2002 гг. в северо-восточной части Черного моря отмечался рост численности и биомассы основных видов двустворчатых моллюсков в биотопах. Средняя биомасса хамелии (*Chamelea gallina*) в биоценозе составляла 126 г/м^2 , анадары (*Anadara inaequalis*) — $585\text{--}910 \text{ г/м}^2$, питар (*Pitar rudis*) — до 760 г/м^2 [9]. Столь высокая биомасса кормовых объектов рапаны способствовала росту численности рапаны. Численность ее в 2000–2002 гг. в поселениях Сочинского промыслового района варьировала от 5 до 95 экз./м² [8], а на отдельных участках Джубга – Адлер и Головинка – Лоо наблюдалось формирование биоценозов рапаны с численностью и биомассой, достигающими 105 экз./м^2 и 396 г/м^2 , соответственно [9], где поселения моллюсков состояли из особей с высотой раковины 1,1–2,4 см. Субдоминантами биоценозов были хамелия и анадара. Однако уже к осени в биоценозах отсутствовала анадара и резко сократилась численность хамелии. С 2003 г. отмечено снижение в биоценозах численности и биомассы анадары в среднем до $1,0 \text{ г/м}^2$. В 2003–2004 гг. в биоценозах донных сообществ встречались лишь мелкие экземпляры двустворчатых моллюсков размером раковин не более 2 мм [11]. Одной из причин отсутствия крупных особей этих моллюсков стало выедание их рапаной. Изменение размерной структуры и биомассы двустворчатых моллюсков было наиболее выражено в местах формирования биоценоза рапаны с высокой численностью и биомассой. В 2007 г. в северо-восточной части Черного моря биомасса хамелии снизилась почти в 2 раза и составила 67 г/м^2 . Биомасса анадары сократилась до $0,2 \text{ г/м}^2$ в районе Архипо-Осиповки и до $5,0 \text{ г/м}^2$ в районе пос. Головинка. Биомасса питар изменялась в пределах $2\text{--}42 \text{ г/м}^2$.

Сокращение трофической емкости среды обитания рапаны, в свою очередь, отразилось на ее популяции и повлекло серьезные биохимические изменения в метаболизме моллюска: повышение оводненности мягких тканей, снижение запасных питательных веществ, особенно гликогена и общих липидов. В результате снижения уровня общих липидов значительно изменился количественный состав спектра липидных фракций, в т. ч. холестерина и фосфолипидов, основных компонентов

мембраны, ответственных за степень микровязкости липидного бислоя и активности мембраносвязанных ферментов, участвующих в метаболизме [12]. Снижение интенсивности общего обмена стало причиной снижения ростовых процессов, упитанности тела и ретенции пластических веществ в тело рапаны, особенно у старших возрастных групп (свыше 3+) [13]. Биомасса тела рапаны снизилась в 1,5–6,0 раз, коэффициент упитанности тела — в 1,5–2,0 раза по сравнению с одновозрастными группами 1995–1999 гг.

В 2003–2004 гг. в пробах стали встречаться особи рапаны, имеющие как внутренние, так и внешние повреждения раковин. В 2005 г. их доля достигала уже более 40 % общей численности. Аквалангисты отмечали большое количество пустых раковин рапаны всех возрастных групп. Доля пустых раковин или раковин, занятых раками-отшельниками, в отдельных пробах превышала 30 %. В 2007 г. аналогичная картина была отмечена и в восточной части Керченско-Таманского района. Частота встречаемости пустых раковин моллюска в штормовых выбросах также повысилась. При экспериментальных тралениях и водозлазных обследованиях дна было отмечено сокращение численности особей с высотой раковин выше 5 см. Такая массовая элиминация вида была приурочена к местообитаниям с высокой численностью. Следствием этого стало изменение возрастной структуры в поселениях. Так, если в 1995–1999 гг. рапана была представлена особями в возрасте 2–9 лет, то в 2006–2010 гг. особи старше 6 лет встречались крайне редко. В местах с наибольшей численностью рапаны максимальный возраст самок не превышал 5 лет. В популяции доминировали самцы (до 60–90 % общей численности). Нерестовые агрегации состояли из самцов в возрасте 2–6 лет и самок 3–4-леток с преобладанием (до 80 %) молодых первонерестящихся самок. Поселения моллюсков с наибольшей численностью ($4,0\text{--}4,9 \text{ экз./м}^2$) наблюдали на глубинах 3–5 м в зарослях макрофитов и на глубине 10–15 м. На песчаных и ракушечных грунтах — $1,8\text{--}6,7 \text{ экз./м}^2$. Глубже 20 м на илисто-песчаных грунтах встречались лишь единичные особи численностью $0,1\text{--}0,3 \text{ экз./м}^2$. Также отмечено распределение рапаны по возрастным группам, обусловленное размерным составом кормовых организмов. В местах оседания сеголеток мидий, анадары или других двустворчатых моллюсков со средней высотой створок 3–15 мм обнаруже-

ны скопления рапаны с размером раковин 2,3–3,5 см (младшие возрастные группы 1+–2+). Рапана с высотой раковины свыше 4,5 см чаще встречалась под мидийными коллекторами, на единичных естественных поселениях мидий и крупных особей анадары со средним размером створок 28–30 мм, в местах расположения ставных неводов. В целом моллюски с наибольшей высотой раковины и массой были отмечены в Керченско-Таманском районе, с наименьшей — в Сочинском районе [14]. Однако на отдельных участках (пос. Шепси) в биоценозе анадары с преобладанием крупных двустворчатых моллюсков (3,4 см) встречались единичные экземпляры рапаны с высотой раковины до 6,8–7,2 см.

В 2011–2015 гг. рапана встречалась практически на всех станциях отбора проб вдоль всего российского побережья Черного моря на глубинах от 1 до 20 м. Для популяции было характерно мозаичное распределение по биотопам. Численность рапаны по разрезам варьировала в пределах 0,1–22,9 экз./м², биомасса — 1,2–251,0 г/м². В 2011–2013 гг. наибольшая численность (1,6–6,7 экз./м²) и биомасса (19,0–63,6 г/м²) рапаны отмечались в Керченско-Таманском районе на участке Анапа – м. Панагия (рис. 2). В 2014 г. максимальные численность и биомасса были зарегистрированы на участке Туапсе – Новороссийск (2,4 экз./м² и 41,2 г/м²), в 2015 г. — в Сочинском районе на

участке Адлер – Туапсе (1,4 экз./м² и 34,2 г/м², соответственно).

Распределение рапаны в донных биоценозах Черного моря было неравномерным и зависело от распределения двустворчатых моллюсков. Наиболее выражено это было на участках Туапсе – Новороссийск и Новороссийск – Анапа. Так, в 2011 г. на глубинах от уреза воды до 6 м рапана встречалась в небольших количествах — не более 0,1–0,7 экз./м². С ростом глубины свыше 12 м частота встречаемости рапаны повышалась до 1,1–1,9 экз./м². Варьирование биомассы от уреза воды до изобаты 20 м было в пределах 2,7–35,7 г/м². Средние значения на участке Туапсе – Новороссийск составили 0,7 экз./м² и 12,5 г/м², а на участке Новороссийск – Анапа — 0,9 экз./м² и 21,9 г/м². Основной причиной миграции рапаны вглубь моря стало визуально наблюдаемое сокращение плотности обрастания сеголетками мидий талломов водорослей и увеличение частоты встречаемости и численности двустворчатых моллюсков *Anadara inaequalvis*, *Chamelea gallina* на глубине 20 м. Средняя численность моллюсков по акватории северо-восточной части Черного моря составила 2,5 экз./м², биомасса — 31,2 г/м².

Поселения были представлены особями в возрасте 2–6 лет и размером раковин 2,2–7,9 см (среднее значение 4,3 см). В поселениях рапаны на

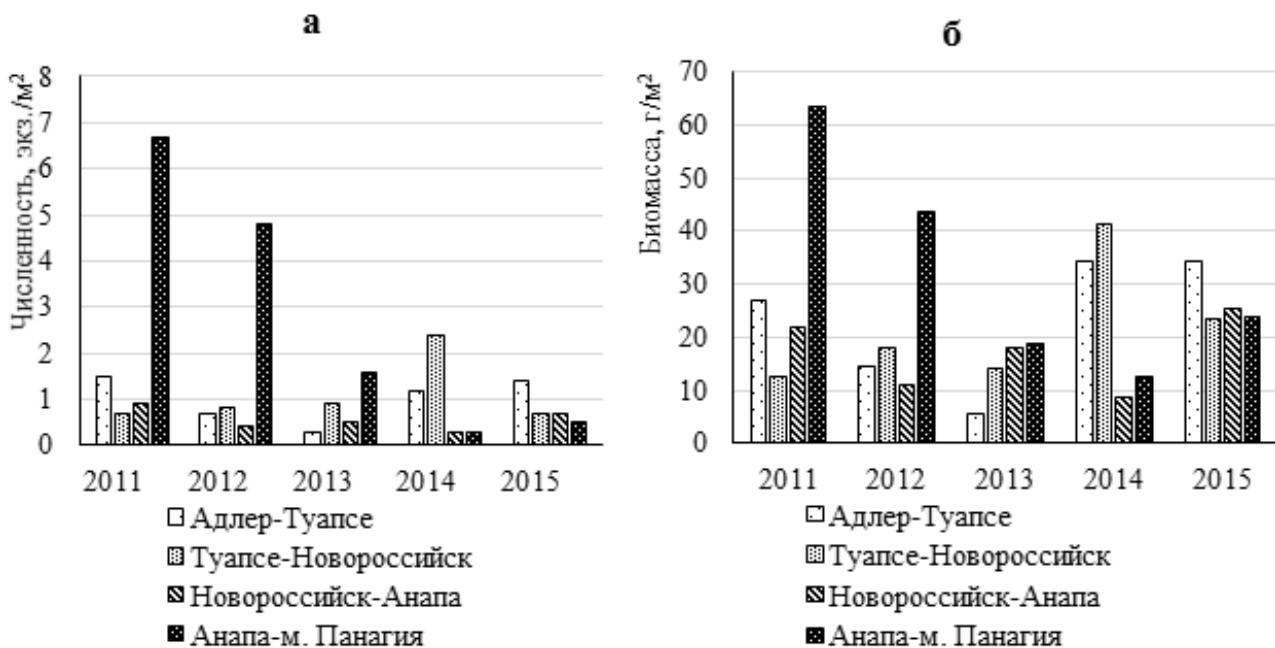


Рис. 2. Численность и биомасса в поселениях рапаны в северо-восточной части Черного моря в 2011–2015 гг.

Fig. 2. Density and biomass of *R. venosa* population in the north-eastern Black Sea in 2011–2015

участке в Новороссийском и Керченско-Таманском районах преобладали особи до 5,0 см (61 %). Доля крупных моллюсков с высотой раковины более 5,0 см составляла 35 % общей численности, особи размером раковины более 7,0 см встречались крайне редко (не более 4 %). В Сочинском районе в биоценозах с высокой численностью, низкой биомассой и отсутствием крупных особей двустворчатых моллюсков преобладали особи рапаны размерной группы 3,3–3,8 см

(75 % общей численности). Доля рапаны высотой раковины свыше 5,0 см не превышала 20 %. Крупные особи (7 см и более) отсутствовали. В среднем по обследованному району коэффициент упитанности рапаны составил $4,3 \pm 0,33$ ед. (табл. 3). Коэффициент тугорослости раковин варьировал в пределах $0,17–0,23$ ед. (среднее значение $0,20 \pm 0,003$ ед.). Доля особей с толстостенными раковинами составляла 70,3 % общей численности выборки.

Таблица 3. Характеристика биологических параметров рапаны в северо-восточной части Черного моря в период 2011–2015 гг.

Table 3. Characteristics of the biological parameters of *R. venosa* in the north-eastern Black Sea in 2011–2015

Годы Years	Кол-во, экз. Number, ind.	Высота раковины, см Shell height, cm	Масса, г Weight, g	Коэффициент упитанности, ед. Condition factor, units	Коэффициент тугорослости, ед. Stunted growth rate, units
2011	529	$4,3 \pm 0,33$	$19,9 \pm 0,39$	$4,4 \pm 0,07$	$0,20 \pm 0,003$
2012	143	$4,5 \pm 0,06$	$22,3 \pm 0,90$	$5,4 \pm 0,22$	$0,19 \pm 0,004$
2013	373	$4,6 \pm 0,04$	$23,9 \pm 0,62$	$4,8 \pm 0,07$	$0,19 \pm 0,003$
2014	321	$4,3 \pm 0,05$	$23,5 \pm 0,95$	$6,0 \pm 0,10$	$0,21 \pm 0,003$
2015	523	$4,8 \pm 0,04$	$31,6 \pm 0,68$	$5,9 \pm 0,08$	$0,20 \pm 0,003$

В 2012 г. средняя численность моллюсков по акватории Черного моря составила $1,7$ экз./м², биомасса – $21,8$ г/м², что было в 1,4–1,5 раза ниже показателей 2011 г. Поселения также были представлены особями возрастом до 6 лет с высотой раковин 3,0–6,1 см (среднее значение $4,5 \pm 0,06$ см). В выборках преобладали особи размером от 3,0 до 5,0 см, доля которых составила 67 % общей численности. Доля крупных моллюсков с высотой раковины более 5,0 см сократилась до 33 % общей численности. Особи с размером раковины 7,0 см и более отсутствовали.

Для всей обследованной акватории четко прослеживалась разнородность в распределении особей рапаны в зависимости от качественного состава кормовых условий донных биоценозов. В местах обитания двустворчатых моллюсков (*Mytilus galloprovincialis*, *Chamelia gallina* и *Anadara inaequalvis* и др.) со средней высотой створок до 1,5 см встречались скопления рапаны с размером раковин 3,0–5,7 см в возрасте 3–4 лет. Крупные особи рапаны (более 4,5 см) чаще встречались на единичных естественных поселениях мидий, в донных ценозах с присутствием крупных особей *Anadara inaequalvis*, в местах расположения мидийных коллекторов и ставных неводов. В местах с визуальной наблюдаемой высокой численностью двустворчатых моллюсков рапана имела четко выраженный годовой прирост раковины и удовлетво-

рительное наполнение раковины мягким телом. Коэффициент упитанности у таких особей в среднем составил 8,4 ед. В большинстве раковин рапаны было отмечено по 1–2 экз. особей двустворчатых моллюсков. В местах с низкой численностью и биомассой кормовых объектов рапана была представлена тугорослыми особями старшего возраста (5+–6+), пережившими долговременное голодание. Наполнение раковин мягким телом у большей части популяции было слабым. Коэффициент упитанности у них составил 3,8 ед. В зависимости от условий нагула и кормовых особенностей биоценоза по показателям физиологического состояния сообщества рапаны условно были охарактеризованы как относительно упитанные и истощенные.

В 2013 г. снижение численности и биомассы моллюсков продолжилось. Максимальные значения численности отмечались в Керченско-Таманском районе ($1,6$ экз./м² и $19,0$ г/м²). Поселения рапаны с низкой численностью и биомассой были отмечены в Сочинском районе на участке Адлер – Туапсе ($0,3$ экз./м² и $5,7$ г/м²). В целом средняя численность моллюсков по обследованной акватории Черного моря в 2013 г. составила $0,8$ экз./м², а биомасса была наименьшей за рассматриваемый период исследований ($14,2$ г/м²). Доля моллюсков размером от 3,0 до 5,0 см была на уровне 2012 г. — 69 % от общей численности. Доля особей с высотой раковины 5,0

и более см составила 31 %, в основном за счет рапаны из поселений в районе Анапа – Панагия. В выборке рапаны в 2013 г., как и в 2012 г., моллюски с высотой раковины более 7,0 см практически отсутствовали. Наименьшие значения коэффициента упитанности отмечались у моллюсков в поселениях на участке Туапсе – Новороссийск (среднее значение 3,5 ед.). Снижение численности рапаны в поселениях Сочинского района, вероятно, положительно сказалось на ее обеспеченности трофическими ресурсами, в результате чего коэффициент упитанности особей в этом районе был наибольшим (5,2 ед.) и соответствовал физиологическому состоянию популяции, испытывающей дефицит кормовых объектов в меньшей степени [15]. В среднем по всему району исследований он составил $4,8 \pm 0,04$ ед.

В 2014 г. при сохранении низкой численности поселений рапаны на протяжении всего района наблюдений наиболее высокая их численность (после относительного снижения пищевой нагрузки на донные биоценозы в 2013 г.) наблюдалась на песчаных биоценозах хамелии и анадары в Новороссийском районе. В результате удельная численность и биомасса по району составили 2,4 экз./м² и 41,2 г/м², соответственно. По сравнению с предыдущими годами (2011–2013), в 2014 г. в Сочинском районе биомасса рапаны возросла в среднем в 4 раза, а в Керченско-Таманском районе от пос. Дюрсо до м. Панагия, наоборот, снизилась на 5–44 %. В среднем на всем протяжении прибрежной акватории северо-восточной части Черного моря численность моллюсков составила 1,1 экз./м², биомасса — 24,0 г/м². В облавливаемой части популяции рапаны диапазон высоты раковин расширился от 2,7 до 10,0 см (среднее значение 4,3 см). При высокой доле моллюсков (79 %) с высотой раковины от 3 до 5 см, в выборке были отмечены моллюски с высотой раковины более 7 см (0,6 %). Доля тугорослых особей сократилась до 52 %, что свидетельствовало о повышении в 2014 г. доли быстрорастущих особей по сравнению с 2013 г. на 15 %. Незначительное в целом по району наблюдений повышение размерно-массовых характеристик моллюсков было обусловлено в основном ростом биометрических показателей рапаны на участке Анапа – м. Панагия. После годового периода существования популяции рапаны в условиях низкой численности был отмечен и рост коэффициента упитанности. Величина его у особей рапаны при его

широкой вариабельности от 1,3 до 12,2 ед. в среднем составила $6,0 \pm 0,10$ ед. Наиболее упитанной (7,1 ед.) рапана была в Сочинском и Керченско-Таманском районах на участках с низкой численностью. У особей рапаны из Новороссийского района коэффициент упитанности был ниже примерно в 2 раза и составлял 3,8 ед., что свидетельствовало о недостаточно удовлетворительных кормовых условиях для рапаны в биоценозах этого района. Подтверждением этому также были незначительные годовые приросты раковин. Усредненные значения коэффициента упитанности рапаны в целом по району наблюдений в 2014 г. были на уровне 6,0 ед., превышая показатели предшествующего года.

В 2015 г. численность моллюсков в районах существенно не изменилась относительно последних лет исследований (2013–2014). На глубине свыше 8–12 м их численность была выше по сравнению с мелководными участками шельфа. Колебания численности по станциям варьировали от 0,1 до 2,8 экз./м², биомассы — от 3,8 до 60,7 г/м². При сравнительно близких значениях численности рапаны рост ее удельной биомассы был обусловлен качественным составом выборки. По литературным данным, максимальное значение биомассы отмечалось на станции у пос. Лоо в донном биоценозе *Anadara inaequalvis*, минимальное — у м. Тонкий в биоценозе с низкой биомассой двусторчатых моллюсков [16, 17]. Среднее значение численности на обследованной акватории составило 0,7 экз./м², биомассы — 26,7 г/м². Высота раковин рапаны облавливаемой части популяции в среднем по обследованной акватории составляла $4,8 \pm 0,004$ см, изменяясь от 2,1 до 7,5 см. Наибольшая величина высоты раковины была отмечена у рапаны на участке Анапа – Панагия. Следует отметить сравнительную однородность размерного состава выборки моллюсков с тенденцией снижения высоты раковин рапаны из района м. Панагия к м. Видный. По сравнению с предшествующими годами (2011–2014), в 2015 г. был отмечен рост доли крупных особей рапаны. Особи высотой раковины 3–5 см составляли в среднем 55 %, варьируя по району наблюдений в пределах 19,1–73,9 % от общей численности. Особи с высотой раковин свыше 5 см составляли в среднем 43 % с колебанием от 24,5 до 80,9 %. Коэффициент упитанности особей рапаны в 2015 г. изменялся от 2,1 до 15,2 ед. и составлял в среднем $5,9 \pm 0,08$ ед.

Относительная толщина раковин рапаны в поселениях была на уровне $0,20 \pm 0,003$ ед.

Проведенная статистическая обработка данных выявила наиболее значимые различия ($P < 0,05$) таких параметров как высота раковины и масса рапаны в 2015 г. (рис. 3).

Таким образом, анализ динамики численности и биомассы рапаны в 2011–2015 гг. наглядно показал их межгодовую флуктуацию в поселениях северо-восточной части Черного моря. Численность рапаны и динамика физиологических показателей (коэффициент упитанности, коэффициент тугорос-

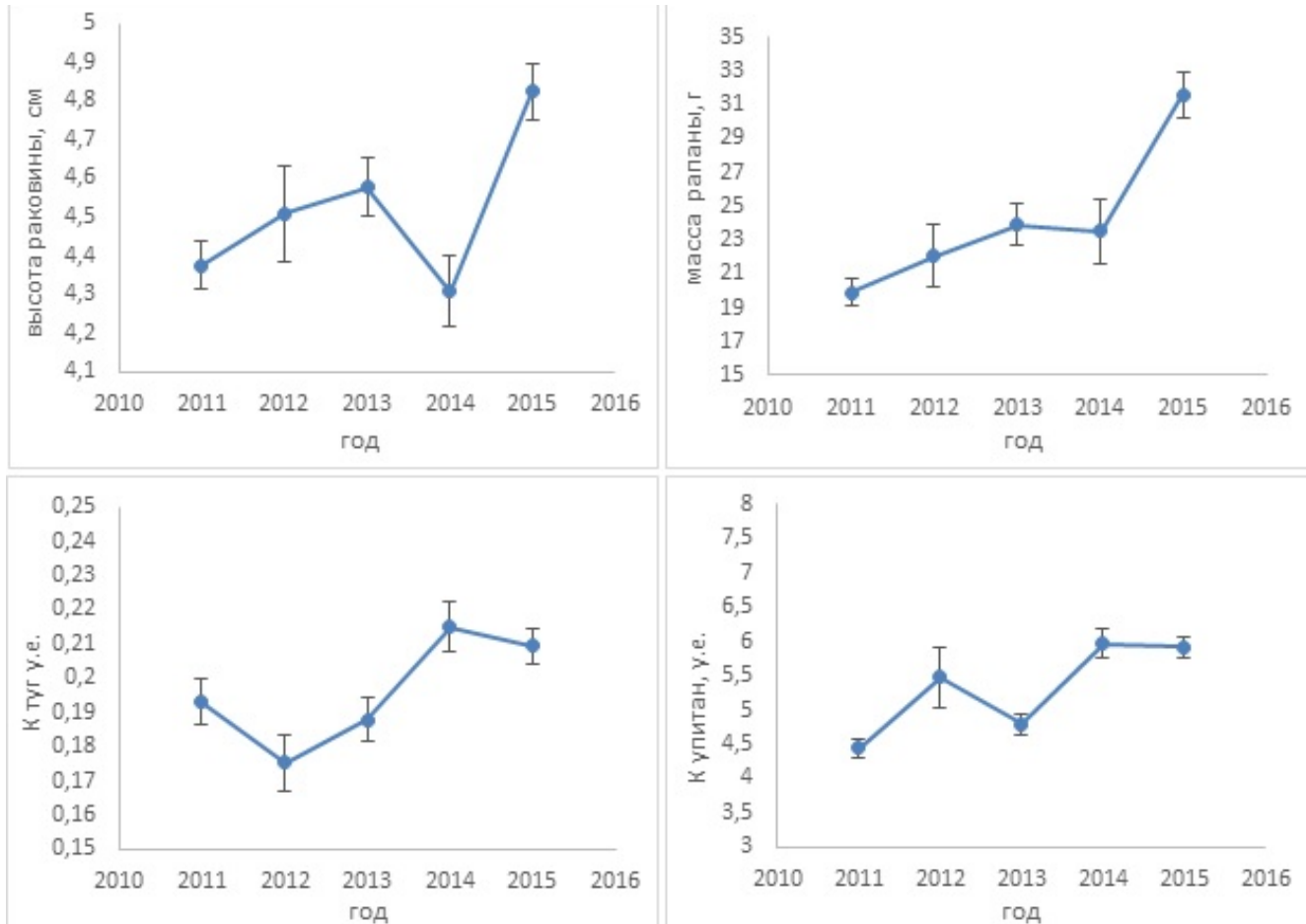


Рис. 3. Изменчивость биологических характеристик рапаны в северо-восточной части Черного моря ($P < 0,05$)

Fig. 3. Variability of the biological characteristics of *R. venosa* in the north-eastern Black Sea ($P < 0,05$)

лости), очевидно, определялись трофической обеспеченностью донных биоценозов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рапана, вселившись в новый ареал с благоприятными трофическими условиями и при практически полном отсутствии хищников, достаточно быстро освоила прибрежную зону Черного моря, образовав поселения с высокой численностью.

Многолетние мониторинговые исследования по оценке состояния популяции рапаны в Черном море свидетельствуют о высокой пластичности вида, способного мобильно реагировать на условия среды обитания, в первую очередь биотические. Так, в

благоприятных трофических условиях к 1980-м гг. в российской прибрежной зоне сформировалась популяция рапаны, для которой был характерен экспоненциальный рост общей численности, обеспечивающий промысловый вылов на достаточно высоком уровне.

Анализ многолетней динамики численности и биомассы поселений рапаны в северо-восточной части Черного моря и изменчивости ее качественных характеристик (высота раковины, индивидуальная масса, коэффициент упитанности моллюсков, относительная толщина раковины) свидетельствует, что основным фактором, влияющим на состояние запаса и определяющим динамику раз-

вития популяции, является величина трофических ресурсов биоценозов рапаны. Зависимость роста биологических параметров и потребительских качеств рапаны прямо пропорциональны росту численности и биомассы потенциальных кормовых объектов рапаны. В свою очередь, рост численности и биомассы потенциальных кормовых ресурсов имеют отрицательную зависимость от удельной численности рапаны.

Состояние популяции рапаны в северо-восточной части Черного моря в период исследований оценивается как стабильно угнетенное. Популяция находится в условиях острой нехватки кормовых объектов и высокой степени внутривидовой пищевой конкуренции. В этих условиях популяция рапаны представлена большим количеством мелкоразмерных особей, не представляющих интереса для промышленного рыболовства. Несмотря на некоторый рост численности особей рапаны с высотой раковины свыше 5 см и улучшение ее физиологических показателей, ожидать существенных положительных изменений качественного состояния популяции рапаны в Черном море в ближайшие годы не следует, как и объемов ее добычи в северо-восточной части Черного моря. Учитывая причинно-следственную взаимосвязь «запас рапаны — численность/биомасса кормовых объектов», основной мерой регулирования воздействия на уровень запаса рапаны может быть принят лишь ее интенсивный промысел. В случае роста спроса на рапану активизация промысла и, соответственно, снижение ее численности на единицу площади дна моря может дать толчок к увеличению темпов роста особей и формированию промыслово значимой части популяции. При осуществлении максимально возможного ее изъятия может частично сниматься пресс на донные биоценозы, что, в свою очередь, будет способствовать улучшению качественных характеристик рапаны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Драпкин Е.И. Новый моллюск в Черном море // Природа. 1953. № 9. С. 92–95.
2. Svennevig N., Curr C., Lien E., Apostolov A., Nikoleishvili D., Telemici A., Abrosimova N., Memisoglu C., Serobaba I., Cosslett C., Jenkins G., Canakci F. Marine aquaculture in the Black Sea Region. Current status and development options // Black Sea Environmental Series. New York: UN Publ., 1996. Vol. 2. Pp. 33–180.
3. 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.) / Под ред. Э.В. Макарова. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 1998. С. 122–127.
4. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне / Под ред. С.П. Воловик, И.Г. Корпаковой. Краснодар: Изд-во АзНИИРХ, Просвещение-Юг, 2005. С. 50–78.
5. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А., Штрик В.А. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 3. Методы ландшафтных исследований и оценка запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 135 с.
6. Чухчин В.Д. Рост рапаны (*Rapana bezoar* L.) в Севастопольской бухте // Тр. Севастопольской биологической станции. 1961. Т. 14. С. 169–177.
7. Чухчин В.Д. Рапана (*Rapana bezoar* L.) на Гудаутской устричной банке // Тр. Севастопольской биологической станции. 1961. Т. 19. С. 178–187.
8. 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-ой междунар. науч.-практ. конф. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. С.105–108.
9. Фроленко Л.Н. Характеристика зообентоса северо-восточной части Черного моря в современный период // Труды АзНИИРХ : сб. науч. тр. (2006–2007 гг.) / Отв. ред. С.А. Агапов. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2008. С. 180–188.
10. Чухчин В.Д. Экология брюхоногих моллюсков Черного моря. Киев: Наукова думка, 1984. 176 с.
11. Фроленко Л.Н. Характеристика биоценоза *Chamelea gallina* в северо-восточной части Черного моря в современный период // Проблемы устойчивости функционирования водных и наземных экосистем : матер. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 9–12 окт. 2006 г.). Ростов-н/Д., 2006. С. 460–462.
12. 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.
13. Саенко Е.М., Шевченко В.Н. Современное состояние популяции рапаны в Азово-Черноморском бассейне // Труды АзНИИРХ : сб. науч. тр. (2006–2007 гг.) / Отв. ред. С.А. Агапов. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2008. С. 188–192.
14. Саенко Е.М. Характеристика популяции рапаны в Азово-Черноморском бассейне // Наука, техника и

- высшее образование: проблемы и тенденции развития : сб. науч. тр. Междунар. конф. Вып. 4. Ростов-н/Д., 2011. С. 192–202.
15. Абросимова Н.А., Саенко Е.М. Физиолого-биохимическое состояние черноморской популяции рапаны в современный период // Труды АЗНИИРХ : сб. науч. тр. (2004–2005 гг.). Ростов-н/Д.: Изд-во АЗНИИРХ, 2006. С. 158–163.
 16. Кучерук Н.В., Басин А.Б., Котов А.В., Чикина М.В. Макробентос рыхлых грунтов северокавказского побережья Черного моря: многолетняя динамика сообществ // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря / Под ред. А.Г. Зацепина и М.В. Флинта. М.: Наука, 2002. С. 289–297.
 17. Чикина М.В. Макрофитобентос рыхлых грунтов Северо-Кавказского побережья Черного моря: пространственная структура и многолетняя динамика: автореф. дис. канд. биол. наук. М.: Изд-во Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 2009. 25 с.
- ### REFERENCES
1. Drapkin E.I. Novyy mollyusk v Chernom more [A new mollusk in the Black Sea]. Priroda [Nature], 1953, no. 9, pp. 92–95. (In Russian).
 2. Svennevig N., Curr C., Lien E., Apostolov A., Nikoleishvili D., Telebici A., Abrosimova N., Memisoglu C., Serobaba I., Cosslett C., Jenkins G., Canakci F. Marine aquaculture in the Black Sea Region. Current status and development options. Black Sea Environmental Series. New York: UN Publ., 1996, vol. 2, pp. 33–180.
 3. Studenikina E.I., Volovik S.P., Frolenko L.N. Sostoyanie populyatsii rapany (*Rapana thomasiana*) i perspektivy ee promysla [The state of population of *Rapana thomasiana* Crosse in the Black Sea and the outlook concerning their catch]. In: *Trudy AzNIIRKH [Proceedings of AzNIIRKH. Collected articles (1996-1997)]*. E.V. Makarov. (Ed.). Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 1998, pp. 122–127. (In Russian).
 4. Metody rybokhozyaystvennykh i prirodokhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom basseyne. [Methods of fisheries and conservation research in the Azov-Black Sea Basin]. S.P. Volovik, I.G. Korpakova. (Eds.). Krasnodar: AzNIIRKH Publ., Prosveshchenie-Yug, 2005, pp. 50–78. (In Russian).
 5. Izuchenie ekosistem rybohozyaystvennykh vodoemov, sbor i obrabotka dannykh o vodnykh biologicheskikh resursakh, tekhnika i tehnologiya ikh dobychi i pererabotki. Vyp. 3. Metody landshaftnykh issledovaniy i otsenka zapasov donnykh bespozvonochnykh i vodorosley morskoy pribrezhnoy zony [Study of ecosystems of fishery water bodies, collection and processing of data on aquatic biological resources, machinery and technology for their harvesting and processing. Issue 3. Methods of landscape research and stock assessment of bottom invertebrates and algae of the marine coastal zone]. Moscow: VNIRO Publ., 2005, p. 135. (In Russian).
 6. Chukhchin V.D. Rost rapany (*Rapana bezoar* L.) v Sevastopolskoy bukhte. [Growth of rapana (*Rapana bezoar* L.) in Sevastopol Bay] In: *Trudy Sevastopol'skoy biologicheskoy stantsii [Proceedings of the Sevastopol Biological Station]*, 1961, vol. 14, pp. 169–177. (In Russian).
 7. Chukhchin V.D. Rapana (*Rapana bezoar* L.) na Gudautskoy ustrichnoy banke [Rapana (*Rapana bezoar* L.) on the Gudauta Oyster Bank]. In: *Trudy Sevastopol'skoy biologicheskoy stantsii [Proceedings of the Sevastopol Biological Station]*, 1961, vol. 19, pp. 178–187. (In Russian).
 8. Frolenko L.N., Studenikina E.I., Golovkina E.M. O sostoyanii populyatsii rapany (*Rapana thomasiana thomasiana*) v severo-vostochnoy chasti Chernogo morya [On the state of rapana (*Rapana thomasiana thomasiana*) population in the north-eastern part of the Black Sea]. In: *Morskie pribrezhnye ekosistemy: vodorosli, bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki : materialy 2-oy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Marine coastal ecosystems: algae, invertebrates and their processing products. Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference]*. Moscow: VNIRO Publ., 2005, pp. 105–108. (In Russian).
 9. Frolenko L.N. Kharakteristika zoobentosa severo-vostochnoy chasti Chernogo morya v sovremenny period [Characteristics of zoobenthos of the north-eastern part of the Black Sea in the present-day period]. In: *Trudy AzNIIRKH [Proceedings of AzNIIRKH. Collected articles (2006-2007)]*. S.A. Agapov. (Ed.). Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2008, pp. 180–188. (In Russian).
 10. Chukhchin V.D. Ekologiya bryukhonogikh mollyuskov Chernogo morya. [Ecology of gastropod mollusks of the Black Sea]. Kiev: Naukova dumka [Scientific Thought], 1984, 176 p. (In Russian).
 11. Frolenko L.N. Kharakteristika biotsenoza *Chamelea gallina* v severo-vostochnoy chasti Chernogo morya v sovremenny period [Characteristics of biocenosis of *Chamelea gallina* in the north-eastern part of the Black Sea in the present period]. In: *Problemy ustoychivosti funktsionirovaniya vodnykh i nazemnykh ekosistem : materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Problems of sustainable functioning of aquatic and terrestrial ecosystems. Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, 9–12 October 2006)]*. Rostov-on-Don, 2006, pp. 460–462. (In Russian).
 12. Saenko E.M. Biokhimicheskie aspekty biologicheskoy struktury populyatsii rapany v usloviyakh defitsita pishchi [Biochemical aspects of the biological structure of the rapana populations in the conditions of food shortage]. In: *Ekologo-biologicheskie problemy vod i bioresursov: puti resheniya (k 50-letiyu obrazovaniya Kuybyshevskogo vodokhranilishcha) : materialy Vserossiyskoy konferentsii [Ecological and biological problems of water and bioresources: solutions (to the*

- 50th anniversary of the Kuybyshev Reservoir. Proceedings of the All-Russian conference*. Ulyanovsk: UISPU Publ., 2007, pp. 181–185. (In Russian).
13. Saenko E.M., Shevchenko V.N. Sovremennoe sostoyanie populyatsii rapany v Azovo-Chernomorskom bassejne [The current state of rapana populations in the Azov and Black Sea Basin]. In: *Trudy AzNIIRKH: sbornik nauchnykh trudov* [Proceedings of AzNIIRKH. Collected articles (2006-2007)]. S.A. Agapov. (Ed.). Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2008, pp. 188–192. (In Russian).
 14. Saenko E.M. Kharakteristika populyatsii rapany v Azovo-Chernomorskom bassejne [Characteristics of Rapana population in the Azov and Black Seas Basin]. In: *Nauka, tekhnika i vysshee obrazovanie: problemy i tendentsii razvitiya : sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoy konferentsii* [Science, technology and higher education: problems and development trends. Proceedings of the International Conference]. Rostov-on-Don, 2011, vol. 4, pp. 192–202. (In Russian).
 15. Abrosimova N.A., Saenko E.M. Fiziologo-biokhimicheskoe sostoyanie chernomorskoy populyatsii rapany v sovremennyi period [Physiological and biochemical state of the Black Sea Rapana population in the present-day period]. In: *Trudy AzNIIRKH: sbornik nauchnykh trudov (2004–2005 gg.)* [Proceedings of AzNIIRKH: collected articles (2004–2005)]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2006, pp. 158–163. (In Russian).
 16. Kucheruk N.V., Basin A.B., Kotov A.V., Chikina M.V. Makrobentos rykhlykh gruntov severokavkazskogo poberezh'ya Chernogo morya: mnogoletnyaya dinamika soobshchestv [Macrozoobenthos of loose soils of the North Caucasus Black Sea coast: long-term dynamics of communities]. In: *Kompleksnye issledovaniya severo-vostochnoy chasti Chernogo morya* [Comprehensive studies of the North-Eastern Black Sea]. A.G. Zatsepin, M.V. Flint. (Eds.). Moscow: Nauka [Science], 2002, pp. 289–297. (In Russian).
 17. Chikina M.V. Makrofitobentos rykhlykh gruntov Severo-Kavkazskogo poberezh'ya Chernogo morya: prostranstvennaya struktura i mnogoletnyaya dinamika [Macrozoobenthos of loose soils of the North Caucasus coast of the Black Sea: spatial structure and long-term dynamics] : avtoref. dis. kand. biol. nauk [Extended abstract of Candidate's (Biology) thesis]. Moscow: P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS Publ., 2009, p. 25. (In Russian).

Поступила 09.07.2018

Принята к печати 27.08.2018