

УДК 577.1:591.134:594.12

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНЫЕ И ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОМАТИЧЕСКОГО РОСТА ЧЕРНОМОРСКОГО ГРЕБЕШКА (*FLEXOPECTEN GLABER PONTICUS*, BIVALVIA, PECTINIDAE)

© 2020 г. С. А. Щербань^а, *, А. В. Мельник^а, **

^аФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь 299011, Россия

*e-mail: Shcherbansa@yandex.ru

**e-mail: melnikalexsand@gmail.com

Поступила в редакцию 23.04.2019 г.

После доработки 09.06.2019 г.

Принята к публикации 19.08.2019 г.

Представлены предварительные результаты морфо-физиологических и биохимических показателей соматического роста черноморского гребешка (*Flexopecten glaber ponticus* (Vucsguoу, Dautzenberg et Dollfus 1889)), обитающего в прибрежных биоценозах в окрестностях Севастополя. Данный вид является одним из немногих видов морских черноморских моллюсков, которые включены в Красную книгу города Севастополя и Крыма и которые имеют статус “Сокращающийся в численности”. На примере трех размерных популяционных групп, с линейными размерами 13–17, 21–24 и 25–30 мм, исследованы особенности соматического роста мягких тканей. По значениям содержания суммарных РНК в тканевых гомогенатах было показано, что у особей первой и второй групп (сеголетки) уровень синтеза белковых структур тканей в 1.2–1.5 раза выше, чем у более взрослых особей. В популяции данного вида было выделено 7 цветовых морф (фенотипов). Определены фенотипы с высоким уровнем синтеза белковых структур – бежевый, фиолетовый и серо-коричневый. Моллюски, относящиеся к фенотипу смешанного типа “мульти”, имели самые низкие показатели тканевого биосинтеза, в среднем в 2.5 раза ниже, чем у представителей других морф. Полученные результаты свидетельствуют о сопряженности ростовых процессов с окрасом раковин моллюска. Рассчитаны корреляционные зависимости весовых параметров. Для всех групп моллюска получены прямые корреляционные зависимости между общей массой моллюска и массой мягких тканей с высоким коэффициентом корреляции, что может свидетельствовать о положительной аллометрии роста.

Ключевые слова: черноморский гребешок, фенотипические группы, общая сырая масса, суммарные рибонуклеиновые кислоты, расчетный индекс РНК/ДНК, биосинтез белка, скорость роста, двустворчатые моллюски

DOI: 10.31857/S0044513420040091

Среди 48 видов двустворчатых моллюсков, обитающих в Черном море, черноморский гребешок (*Flexopecten glaber ponticus*) – единственный представитель семейства Pectinidae. Вид является одним из немногих представителей черноморских моллюсков, включенных в Красную книгу города Севастополя и Крыма, со статусом “Сокращающийся в численности”. В Базе данных по моллюскам WoRMS *F. glaber ponticus* приведен как единственный подвид *Flexopecten glaber* (Linnaeus 1788).

Основная часть ареала вида приходится на средиземноморский бассейн. Известно, что там вид обитает на глубинах от 3 до 900 м и более (Ревков, 2018), в Черном море до 30–40 м, преимущественно на илисто-песчаных, ракушечных грун-

тах и на мидийно-устричных банках (Кракатица, 1972; Ревков, 2003, 2018). В начале прошлого века в морской акватории Севастополя гребешок встречался в большом количестве на устричниках и в глубинных слоях прибрежного песка (Ревков, 2003). Изучение структуры донных сообществ и ее трансформации в наиболее обширных биоценозах мидии, фазеолины и абры на глубинах от 10 до 100 м в конце 70 – начале 90-х годов показал наличие поселений гребешка в северной и западной частях Черного моря на глубинах до 30 м (Самышев, Золотарев, 2018). В настоящее время при бентосном исследовании акваторий Крыма (за исключением его северной и северо-западной Части – Каркиницкий и Егорлыцкий залив) отмечаются лишь редкие находки (Ревков, 2018).

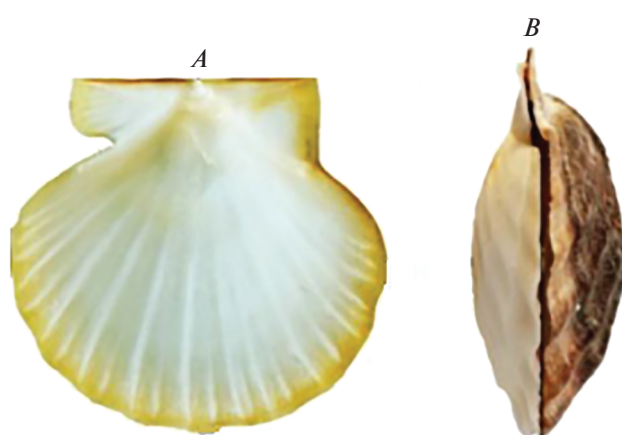


Рис. 1. *Flexopecten glaber ponticus* (фото И. П. Бондарева, 2018 г.): А – правая створка, вид изнутри; В – вид раковины сбоку.

Причина снижения численности, скорее всего, это исчезновение устричников, заиление донных субстратов, а также выедание хищной рапаной в последние 15–20 лет (Кракатица, 1972; Ревков, 2003). Зафиксированный максимальный линейный размер 55 мм (Кракатица, 1972; Ревков, 2018). В прибрежных зонах моря, и в Севастопольских бухтах, в частности, его максимальные размеры также могут достигать 50–55 мм.

F. glaber ponticus относится к гермафродитным и полиморфным видам. Размножается в теплое время года, присутствие половозрелых особей отмечается с мая по август. Половозрелость наступает при длине раковины около 40 мм (возраст 2–2.5 года) (Скарлато, Старобогатов, 1972; Пиркова, Ладыгина, 2017). Окраска створок – от молочно-бежевого до оранжево-красной и коричневой. Редко встречаются особи мульти окраса, включающего 4–5 и более поперечно оформленных цветовых полос разных оттенков.

В целом, отсутствие информации о запасах, популяционных характеристиках, сезонной динамике встречаемости и репродуктивных возможностях черноморского гребешка в природных местах обитания не позволяют говорить о достаточной изученности вида, а значит и его роли в освоении морской акватории Крыма. По крайней мере, отсутствие личинок в планктоне в период с 2014 по 2017 годы свидетельствует о факте сокращения его численности (Лисицкая, 2017). Неизученными остаются и вопросы роста (линейного и весового), а также физиолого-биохимические особенности этих процессов. В частности, не исследовались ранее и особенности тканевого биосинтеза у природных популяций этого вида.

Цель данной работы – выявление размерно-возрастных и фенотипических особенностей соматического роста тканей черноморского гре-

бешка (*Flexopecten glaber ponticus*) в условиях его естественного обитания.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объект исследований представлен на рис. 1 (часто встречаемый окрас).

Моллюсков для исследований отбирали из акватории мидийно-устричной фермы ООО НИО “Марикультура”, расположенной в бухте Карантинная (район Севастополя) в ноябре 2018 г. Карта-схема приведена на рис. 2.

Особь гребешка взяты из садков с гигантскими устрицами, установленных на глубине 4–5 м. Спат гребешка, оседающая на устричные коллекторы, образует ценоз с еще двумя видами двустворок, такими как мидия и анадара. После отбора моллюсков содержали в аквариуме с проточной системой в течение одних суток – период краткой адаптации. Анализ проводили на молоди трех размерных групп, длиной 13–17, 21–24 и 25–30 мм.

Из исходного материала было отобрано 48 особей, которых сортировали по линейным параметрам на 3 группы. Внутри каждой выборки моллюсков дифференцировали по окраске раковины (фенотипическим группам или морфам). Всего выделено 7 цветовых морф: бежевая, желто-бежевая, коричневая, серо-коричневая, фиолетовая, оранжевая и “мульти”. К последней относили моллюсков, имеющих на правой, более выпуклой раковине, продольные полосы четырех-пяти цветовых оттенков: коричневого, красного, желтого, бежевого и реже зеленого.

Объем выборочных совокупностей составлял 11–13 особей для каждой из трех размерных групп и для фенотипических групп 7–9 особей, за исключением желто-бежевой. Длину каждого моллюска измеряли штангенциркулем с точностью до 0.1 см. Далее, индивидуально, осуществляли измерения общей сырой массы каждого моллюска, сырой массы выделенных мягких тканей, предварительно подсушенных на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрого следа. Сырые ткани гомогенизировали. Навески гомогенатов, массой от 50 до 80–90 мг, промывали трижды 4 мл смеси Фолча (соотношение хлороформ (2) – метанол (1)) для устранения пигментных и липидных компонентов. Далее, в обезжиренных пробах тканей определяли содержание суммарных РНК и ДНК видоизмененным методом Спирина (Дивавин, 1984). Исследуемые показатели измеряли спектрофотометрически на приборе (СФ-26) методом разностей инстинкций, при длинах волн 270 и 290 нм (Дивавин, 1984). Результаты измерений выражали в мкг/мг сухой ткани. На основе полученных количественных значений суммарных РНК и ДНК рассчитывали индекс РНК/ДНК.

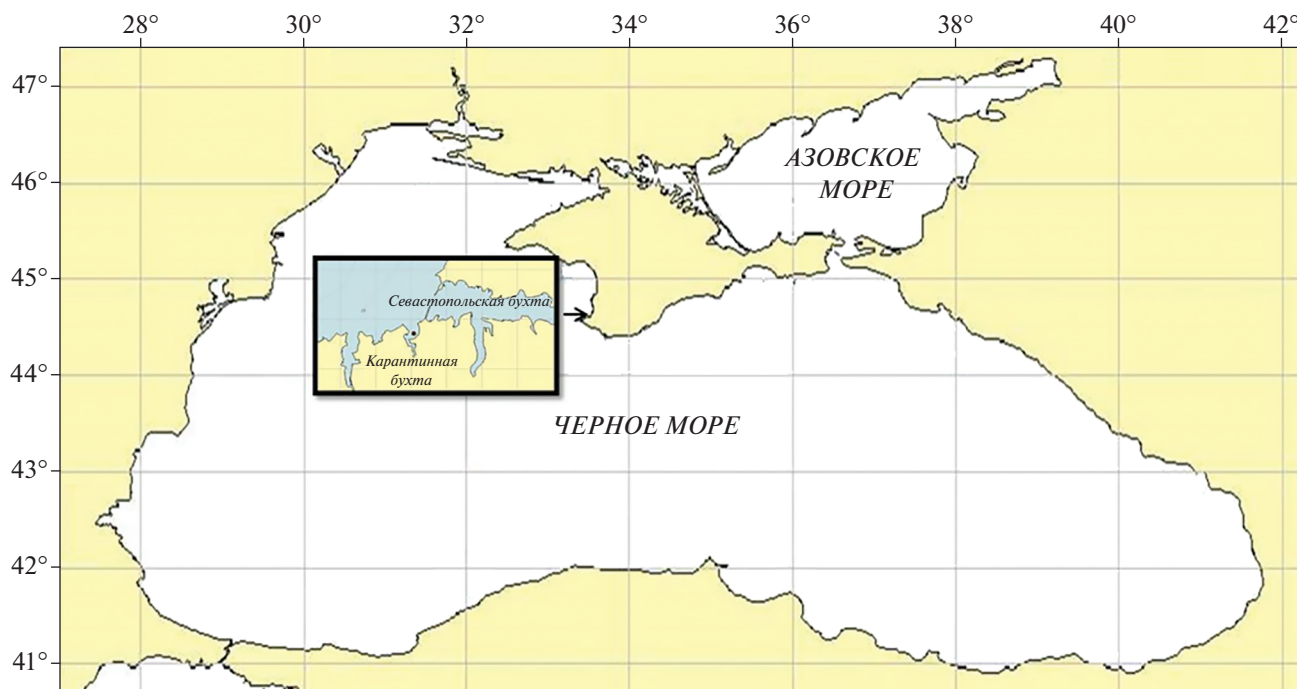


Рис. 2. Карта-схема сбора материала.

Статистическая обработка и графическое оформление данных выполнены с применением стандартного пакета Excel 97. На графиках представлены величины стандартных отклонений. Связи между признаками оценивались по шкале Чеддока (Сысоев, 2003). Их критерии: $0.1 < r < 0.3$: слабая; $0.3 < r < 0.5$: умеренная; $0.5 < r < 0.7$: заметная; $0.7 < r < 0.9$: высокая; $0.9 < r < 1$: весьма высокая.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Морфо-физиологические характеристики

Анализ линейных характеристик, величин общей сырой массы моллюсков, а также относительной доли мягких тканей показал значительный цифровой диапазон как для значений общей массы, так и в процентном содержании мягких тканей по отношению к общей массе у всех групп (табл. 1). Так, для размерной категории моллюсков 13–17 мм общая масса находилась в диапазоне от 420 до 820 мг, для категории 21–24 мм – от 1520 до 2800 мг и для категории 25–30 мм – от 2800 до 4610 мг соответственно. Масса мягких тканей от общей массы в первой размерной группе составляла от 5.9 до 13.2% (среднее 9.5%), во второй размерной группе от 11.9 до 19.3% (среднее 15.6%), в третьей – от 16.7 до 23.0% (среднее 18.5%), рис. 3. Получен достаточно высокий показатель для группы 25–30 мм (одно и двухлетки) в 18.5%, сравнимый с показателем по черномор-

скому гребешку более крупного размера – 25–40 мм (18–21%) и с величиной, полученной для приморского гребешка промысловых размеров (20–21%) (Кракатица, 1972).

Рассчитана корреляционная зависимость масс мягких тканей от общей массы для каждой из групп (рис. 4). Связь между исследуемыми признаками у всех групп оценивается как весьма высокая, что свидетельствует о положительной изометрии тканевого роста. Рассчитана также корреляция между длиной и общей массой моллюска. Она показала аллометрическую зависимость (рис. 5).

Особенности соматического роста тканей особей, относящихся к разным размерным группам моллюска

Для каждой из трех групп моллюска рассчитывали значения двух показателей – содержание суммарных РНК и индекса РНК/ДНК (рис. 6).

У сеголеток (13–17 и 21–24 мм) уровень соматического роста в 1.2–1.5 раза выше, чем у более крупных особей (однолетки). Так, значения суммарных РНК составляют у первых двух групп соответственно 0.95 ± 0.18 и 1.17 ± 0.19 мкг/мг ткани, у третьей – 0.78 ± 0.06 мкг/мг ткани. Статистическая обработка данных показала наличие достоверных различий в значениях по группам по этому показателю. Величины индекса РНК/ДНК имели близкие значения и находились в узком

Таблица 1. Линейные размеры, общая сырая масса и доля мягких тканей черноморского гребешка

13–17 мм			21–24 мм			2–30 мм		
Длина, мм	Общая масса, мг	Доля мягких тканей, %	Длина, мм	Общая масса, мг	Доля мягких тканей, %	Длина, мм	Общая масса, мг	Доля мягких тканей, %
13	420	5.9	24	2500	15.2	29	4200	18.9
15	660	11.3	21	1910	18.6	27	3000	16.7
15	630	13.0	23	2233	18.5	27	3450	17.6
13	430	12.4	24	2800	15.3	26	3290	17.5
13	445		21	1825	17.7	28	4300	17.6
16	780	12.4	24	2480	17.9	28	4100	19.6
17	820	12.8	24	2600	13.6	25	2800	19.4
14	530	11.1	23	2285	15.7	26	3300	17.7
15	625		21	1660	14.1	25	3000	16.7
13	440	9.7	22	1910	19.3	27	3750	23.0
17	680	13.2	22	1520	13.3	30	4610	18.5
16	705	12.7	22	1690	11.8			
17	675	13.0						

диапазоне от 5.1 до 6.4 у.е.: 5.1 ± 1.57 ; 5.7 ± 1.17 и 6.4 ± 0.66 у.е. у трех групп соответственно.

Особенности роста тканей особей, относящихся к разным фенотипическим группам моллюска

Одной из задач исследований было выяснение сопряженности уровня тканевого соматического

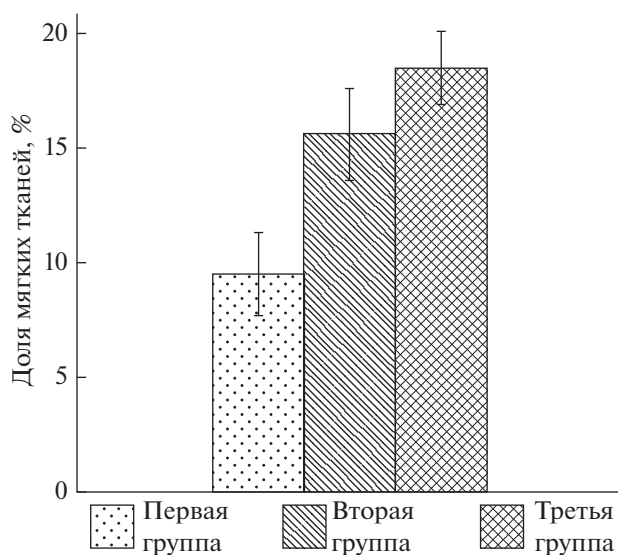


Рис. 3. Относительное содержание мягких тканей у черноморского гребешка.

Размерные группы: первая – моллюски длиной от 13 до 17 мм; вторая – моллюски длиной от 21 до 24 мм; третья – моллюски длиной от 25 до 30 мм.

роста с принадлежностью к той или иной цветовой морфе.

На основании данных выборки, дифференцированной по цветовому окрасу раковины, была рассчитана долевая часть каждой из морф. Данные проиллюстрированы на диаграмме (рис. 7).

В целом, большинство цветowych морф в популяции распределяются достаточно равномерно. Каждая из морф представлена, в среднем, от 14 до 20–22%. Очень редки особи с фиолетовым и “мульти” окрасом раковин. Так, особей с “мульти” и желто-бежевой окраской не было во второй и третьей группе, а фиолетовая и коричневая морфы присутствовали в двух размерных выборках из трех. Наиболее широкой цветовой гаммой морф характеризовалась первая категория (сеголетки, 6 морф из 7). Скорее всего, популяция насчитывает больше семи цветowych морф, однако в нашу выборку они не попали.

Отличительные особенности процесса роста тканей у отдельных фенотипов гребешка, оцениваемые по суммарному содержанию РНК и расчетному индексу, представлены на рис. 8. Отмечены различия как по фенотипам в целом, так и по группам внутри каждой из цветowych морф. Так, с высоким уровнем процессов тканевого роста можно выделить 3 фенотипа: бежевый, серо-коричневый и фиолетовый. Близок по значениям коричневый фенотип (группа 2). У моллюсков, относящихся к сеголеткам (1 и 2-я группы), внутри отдельных морф получены более высокие значения суммарных РНК в сравнении с группой 3. Два из семи исследуемых фенотипов – желто-бежевый и “мульти” – представлены только одной

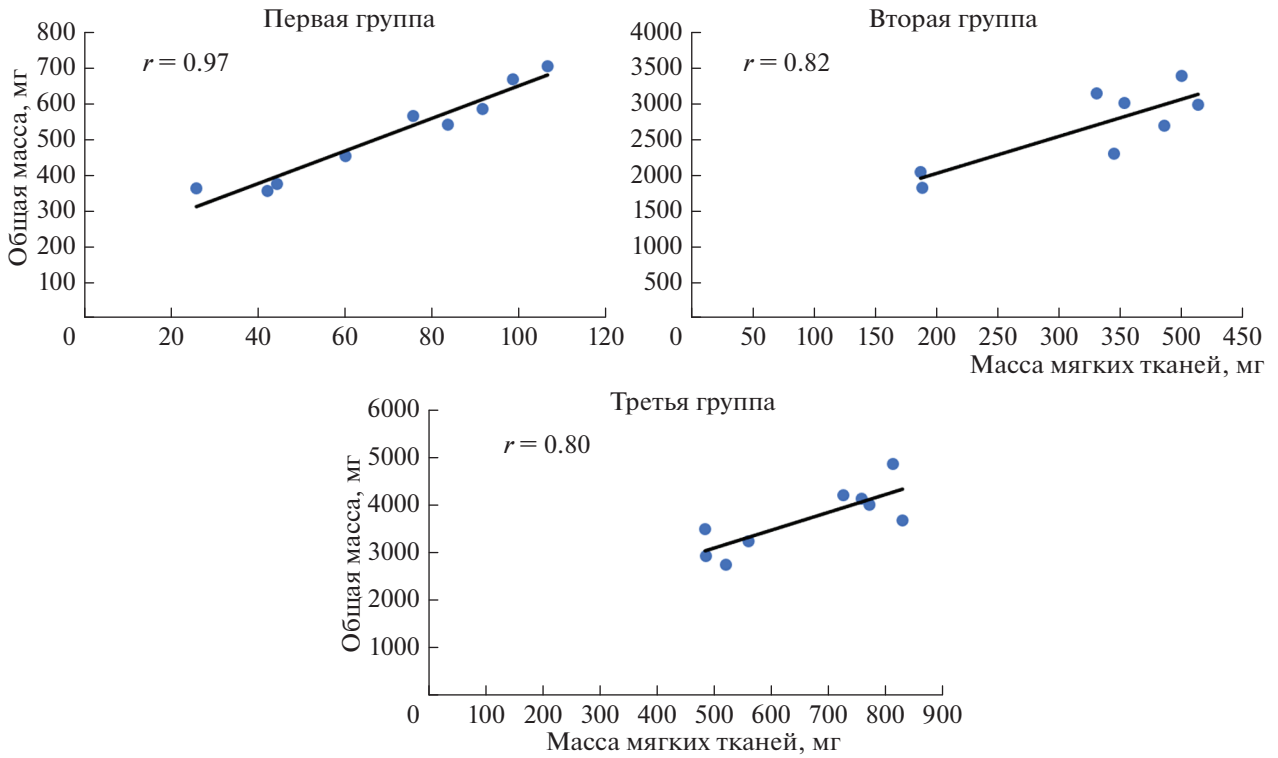


Рис. 4. Корреляционная зависимость массы мягких тканей от общей массы у черноморского гребешка. Размерные группы как на рис. 3.

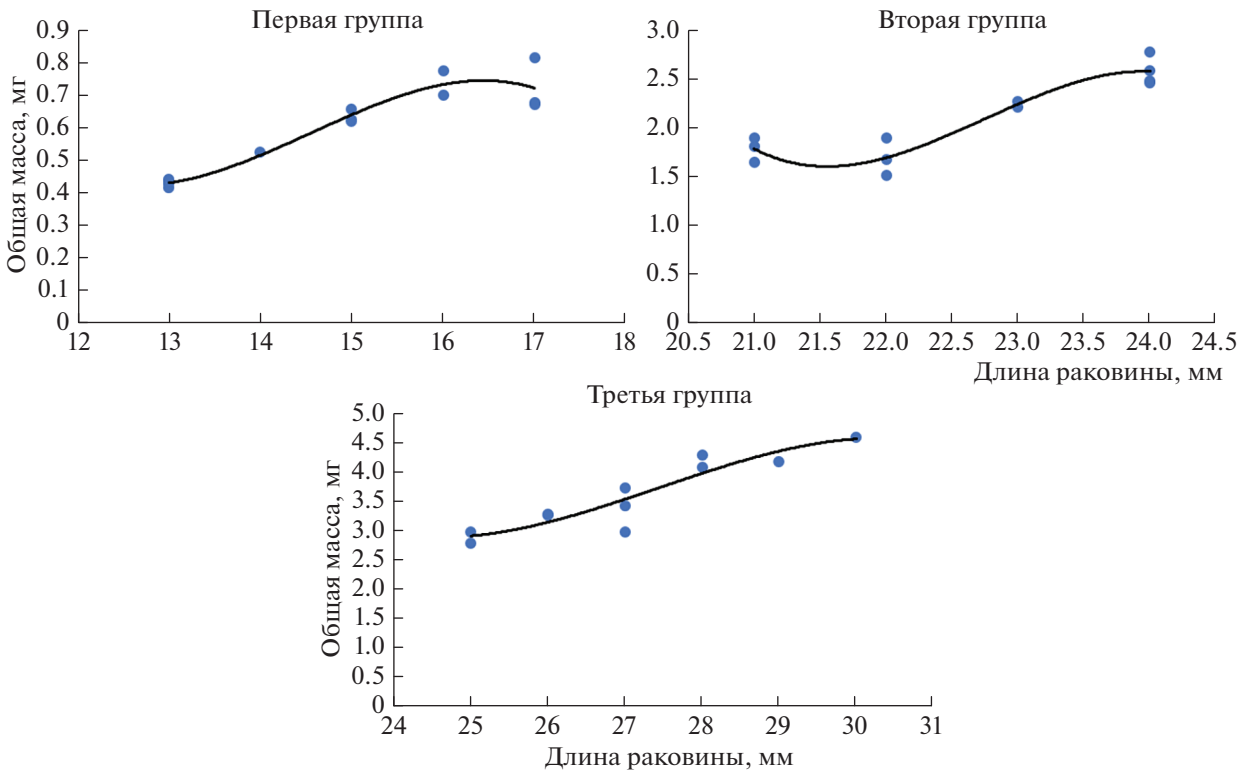


Рис. 5. Корреляционная зависимость между длиной и общей массой у черноморского гребешка. Размерные группы как на рис. 3.

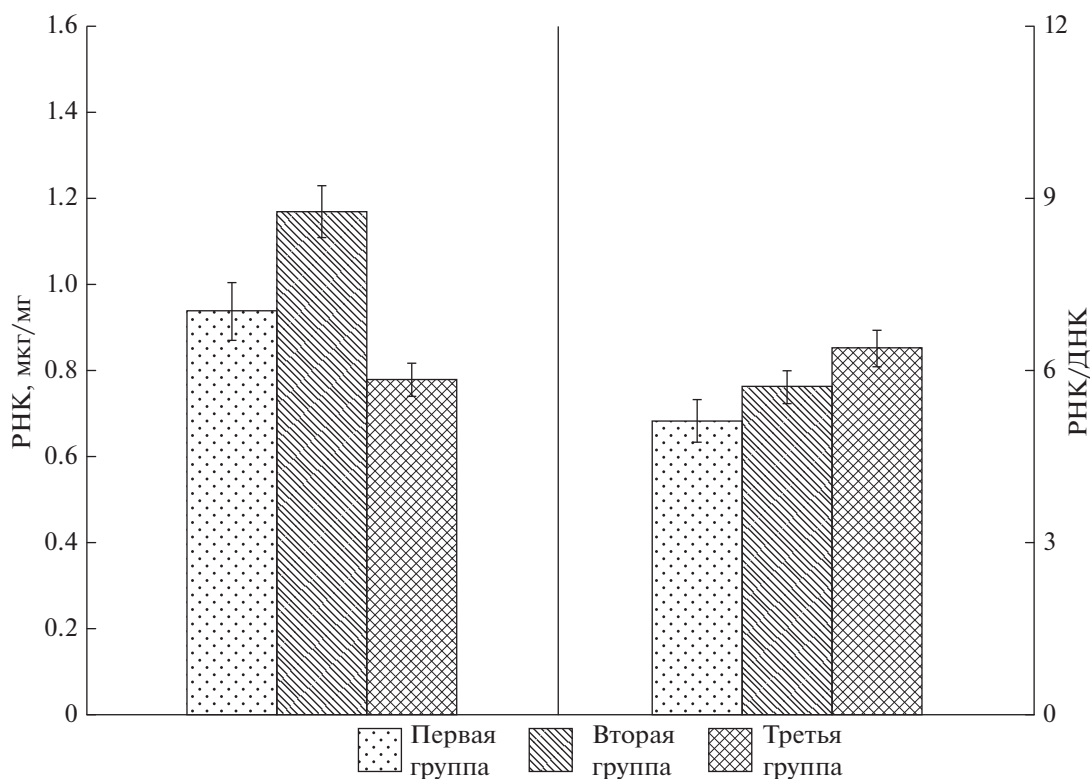


Рис. 6. Содержание суммарных РНК и значения индекса РНК/ДНК для тканевых гомогенатов разных размерных групп черноморского гребешка. Размерные группы как на рис. 3.

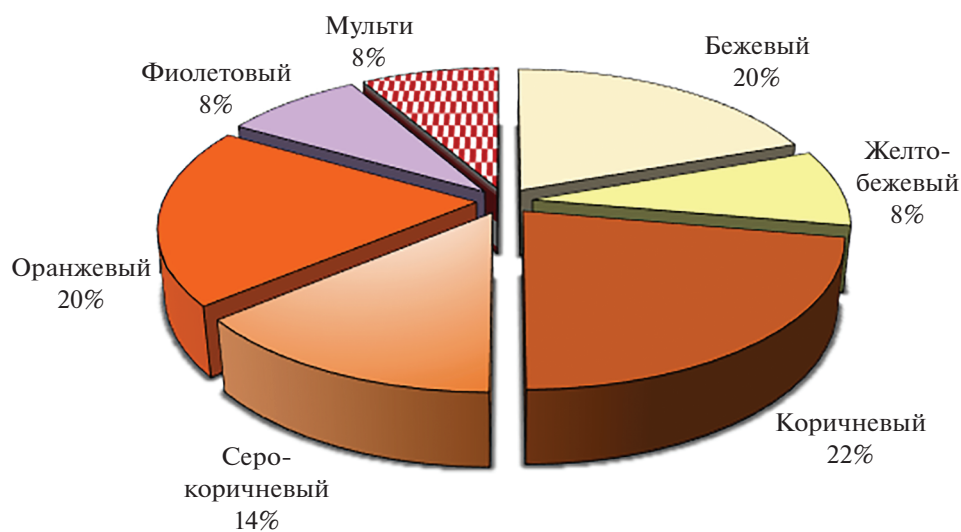


Рис. 7. Доля разных фенотипических морф в популяции черноморского гребешка.

группой и ограниченным количеством особей, поэтому результаты по ним мы относим к предварительным. При этом, значения 0.86 ± 0.21 мкг/мг для желто-бежевого в 1.5 раза (за исключением оранжевой морфы) и 0.48 ± 0.02 мкг/мг для “мульти”, в среднем в 2–2.5 раза ниже, чем у представителей других морф, что свидетельствует

о низком уровне соматического роста у особей данного фенотипа.

Согласно данным ростового индекса следует, что диапазон значений у бежевого фенотипа (6.3–7.3 у.е., первая и вторая группы) и фиолетового (7.5–7.7 у.е., первая и вторая группы) позволяет отнести их к фенотипам с высоким уровнем

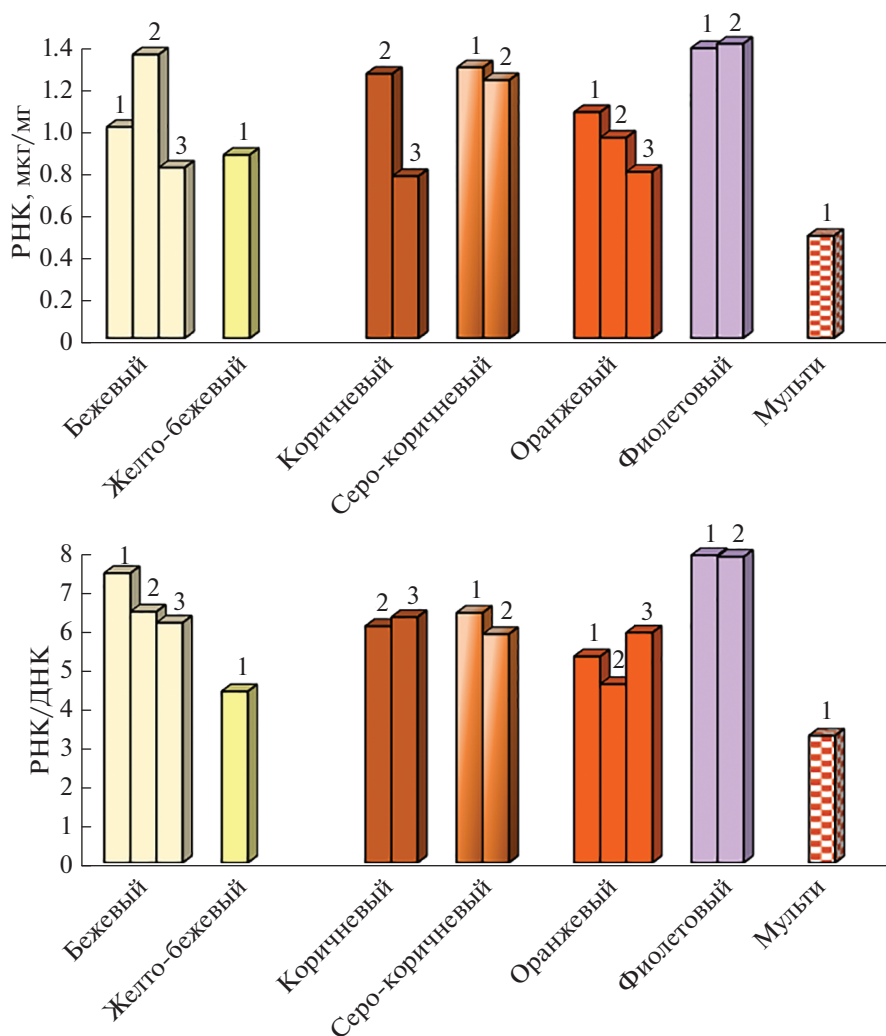


Рис. 8. Содержание суммарных РНК и величины индекса РНК/ДНК в тканевых гомогенатах разных фенотипических морф черноморского гребешка. Размерные группы как на рис. 3.

тканевого роста. Моллюсков разных размеров коричневой и серо-коричневой морф также можно отнести к этой категории (статистически незначимые различия), моллюски оранжевой морфы имеют средне-низкий уровень тканевого роста (значения от 4.7 до 5.8 у.е.).

ОБСУЖДЕНИЕ

При изучении ростовых процессов у животных и гидробионтов, в частности, применяются методы, предусматривающие получение и анализ морфометрических, физиологических и биохимических параметров. При использовании биохимических методов чаще всего проводится оценка таких показателей как содержание суммарных фракций РНК, содержание белка, расчетного индекса РНК/ДНК и др. Такой подход применялся на стандартных гидробиологических объектах, таких как устрицы, голубая мидия, аме-

риканские леши, атлантические виды сельди и окуня (Hetzl, Wright, 1983; Robinson, Ware, 1988; Megurk, Kusser, 1992; Clemmesen, 1994; Stillman et al., 1996; Mayrand, Pellerin-Massicotte, 1997; Rooker, Holt, 1999; Bowen et al., 2005 и др.). Объектом таких исследований являлся и чилийский гребешок (*Argopecten purpuratus* (Lamarck 1819)) (Martinez et al., 1992). Как отмечено выше, на черноморском виде гребешка подобных исследований не проводилось.

Анализ диапазоны варьирования ростового индекса у двустворчатых моллюсков, в частности черноморских, показал, что он достаточно широк и варьирует в пределах от 3 до 16 у.е. (Щербань, 2018). Исследования на молоди черноморского вида устриц *Crassostrea gigas* и анадары (*Anadara kagoshimensis*) (Shcherban, 2012; Щербань, 2018) из их естественных поселений свидетельствовали о более высоком уровне соматического роста у этих видов по сравнению с *F. glaber ponticus*. Значения

индекса РНК/ДНК, полученные для гребешка, были значительно ниже. Сравнительный анализ содержания суммарных РНК у особой аналогичных размерных групп анадары (длиной 14–17 и 22–27 мм) показал, что уровень тканевого биосинтеза у анадары на порядок выше, а значения индекса РНК/ДНК имели величину, с максимальным значением 9.6 у.е (Щербань, 2010, 2018; Shcherban, 2012).

Общеизвестны две гипотезы относительно причин возникновения разнообразия цветовых оттенков раковин моллюсков. Согласно первой — цветовые закономерности наследуются. В частности, считается, что окраска раковины является маркером комплекса генов, детерминирующих и ряд физиологически значимых признаков. Вторая гипотеза базируется на данных о адаптивности отдельных группировок и популяций к ряду факторов среды обитания (в большей степени освещенности). Среди факторов выделяют пищевой и глубинный (Золотарев, 2013). Скорее всего даже для одного и того же вида (например, для *Mytilus edulis* и *Mytilus galloprovincialis* в отдельности) возможны сочетания обоих вариантов, не противоречащих друг другу (Щурова, Золотарев, 2008; Щербань, 2000; Куликова, Андреевко, 2014 и др.).

В литературе по данной тематике имеются данные о сопряженности окраса раковин двусторчатых моллюсков с рядом важных физиологических функций (плодовитость, выживаемость, рост, особенности энергетического и пластического обмена). Таких исследований достаточно много, в частности, проведенных на черноморской и средиземноморской мидиях разных морф. Так, для разноокрашенных мидий *M. galloprovincialis* была обнаружена разница в прочности и скорости образования биссуальных нитей, плодовитости и выживаемости (Булатов, 1984 и др.), темпах соматического роста мягких тканей (Щербань, 2000; Щербань, Вялова, 2008), выживаемости клеток жаберного эпителия (Щурова, Золотарев, 1990), резистентности к паразитам (Мачкевский, Шадрин, 1990). Для беломорской мидии (*M. edulis*) — отличия в ростовых параметрах (Сухотин, Сергиевский, 1995). Есть данные, свидетельствующие о наличии такой сопряженности и изменчивости морфометрических показателей в процессе роста для исландского гребешка (*Chlamys islandica*) (Золотарев, 2010).

Окрас раковин черноморского гребешка крайне разнообразен, причем вне зависимости от глубин и мест обитания, в отличие, например, от мидий, у которых насчитывают 3–4 “стойких” фенотипа (Булатов, 1984; Щербань, 2000; Щурова, Золотарев, 2008; Куликова, Андреевко, 2014 и др.). К примеру, преобладание той или иной морфы мидий связывают с обитанием на определенных грунтах и в меньшей степени с фактором освещенности. У *F. glaber ponticus*, расселенного в Черном море на глубинах от 3–5 до 40 м, встречаемость и распределение в популяции разных фе-

нотипических групп не изучена, но наши предварительные результаты показали, что они распределяются, за редким исключением, достаточно равномерно (рис. 7). Исландский гребешок, близкородственный к черноморскому гребешку, исследован более полно. Известны данные о фенотипическом разнообразии и размерно-возрастной структуре поселений этого моллюска на глубинах до 110 м (Золотарев, 2003, 2013). Изучены закономерности распределения фенотипов и частота их встречаемости в различных районах Баренцева и Белого морей (Золотарев, 2013). Автором описаны 7 фенотипов (белой, лиловой и оранжевой окраски раковин и их сочетаний), которые были разделены на 2 группировки — мелководная и глубоководная, граница между которыми определялась глубиной фотической зоны. Делается вывод о том, что преобладание тех или иных фенотипов в данных зонах обусловлено особенностями питания, однако не исключаются и генетические различия между группировками (Золотарев, 2013).

Ранее нашими исследованиями на природных популяциях другого полиморфного моллюска — черноморской мидии (*M. galloprovincialis*) из района Южного берега Крыма (бухта Ласпи) и бухты Казачья (Севастополь) получены данные по ростовым характеристикам соматической ткани (мантийные лепестки) и гонад у разновозрастных фенотипических групп (Щербань, 2000). В результате проведенных на трех видах морф (черной, темно-коричневой и коричневой) исследований были получены достоверные различия биохимических ростовых параметров и выявлен фенотип (черная морфа) с максимальным темпом роста (Щербань, 2000). Также установлено, что тканевые гомогенаты сеголеток мидий имели те же фенотипические особенности, что и гомогенаты соматических тканей половозрелых моллюсков. Результаты данного исследования показали, что для неполовозрелых групп черноморского гребешка выявлены условно три морфы с высоким уровнем соматического роста, одна — с низким и несколько фенотипических морф — с приблизительно одинаковыми показателями тканевого роста.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для неполовозрелых особей популяции черноморского гребешка, которые составляют размерные группы 13–17 и 21–24 и 22–27 мм, получены прямые корреляционные зависимости между общей массой моллюска и массой мягких тканей с высокими коэффициентами корреляции ($r = 0.97$; $r = 0.82$ и $r = 0.8$), что свидетельствует о положительной аллометрии тканевого роста. По показателям содержания суммарных РНК в тканях было показано, что у двух групп моллюска, с линейными размерами 13–17 и 21–24 мм (сеголетки), уровень синтеза белковых структур тканей (а, следовательно, интенсивность соматического роста) в

1.2–1.5 раза выше, чем у более крупных особей (однолетки и старше). У черноморского гребешка с различной окраской раковины (фенотипические группы) выявлены различия в показателе “мгновенной скорости” соматического роста. Определены фенотипы с высоким уровнем синтеза белковых структур – бежевый, фиолетовый и серо-коричневый. Моллюски, относящиеся к фенотипу смешанного типа – “мульти”, имели самые низкие показатели тканевого роста, в среднем в 2.5 раза ниже, чем у представителей других морф. Исключение составляла желто-бежевая морфа.

Полученные результаты могут свидетельствовать о сопряженности ростовых процессов с окрасом раковин моллюска.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотруднику отдела марикультуры и морской фармакологии ФГБУН ИМБИ С. Щурову за помощь в предоставлении исходного живого материала.

Работа подготовлена по темам государственных заданий ФГБУН ИМБИ “Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом”. Регистрационный № НИОКТР: АААА-А18-118021490093-4 и “Структурно-функциональная организация, продуктивность и устойчивость морских пелагических экосистем”. Регистрационный № НИОКТР: АААА-А18-118020790229-7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Булатов К.В., 1984. Генетическая природа окраски раковины у черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Доклады АН УССР. Серия Б. № 6. С. 53–56.
- Дивавин И.А., 1984. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря. Вып. 2. С. 48–51.
- Золотарев П.Н., 2003. Размерно-возрастная структура поселений исландского гребешка (*Chlamys islandica*) в Баренцевом и Белом морях // Донные экосистемы Баренцева моря. Труды ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО. Т. 142. С. 216–227.
- Золотарев П.Н., 2010. Морфометрия раковин исландского гребешка (*Chlamys islandica*, Pectinidae, Bivalvia) из Баренцева и Белого морей // Зоологический журнал. Т. 89. № 10. С. 1200–1204.
- Золотарев П.Н., 2013. Фенотипическая структура поселений исландского гребешка (*Chlamys islandica*, Pectinidae, Bivalvia) в Баренцевом и Белом морях // Зоологический журнал. Т. 93. № 7. С. 751–758.
- Кракатица Т.Ф., 1972. Распределение и запасы гребешка *Pecten ponticus* В.Д. et D (Mollusca, Bivalvia) в Черном море // Зоологический журнал. Т. 51. Вып. 1. С. 136–138.
- Куликова А.В., Андреев Т.И., 2014. Цветовой полиморфизм раковин и активность некоторых ферментов в тканях *Mytilus galloprovincialis* // Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии. Под ред. Шульмана Г.Е., Солдатова А.А. Ин-т биологии южных морей НАН Украины. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика. С. 229–236.
- Лисицкая Е.В., 2017. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Черное море) // Морской биологический журнал. Т. 2. № 4. С. 38–49.
- Мачкевский В.К., Шадрин Н.В., 1990. Популяционные аспекты взаимодействия мидии *Mytilus galloprovincialis* и метацеркарий *Parvatrema duboisi* // Морфология и экология паразитов морских животных. АН СССР. Мурманский морской биологический ин-т. Апатиты. С. 48–52.
- Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., 2017. Мейоз, эмбриональное и личиночное развитие черноморского гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889) (Bivalvia, Pectinidae) // Морской биологический журнал. Т. 2. № 4. С. 50–57.
- Ревков Н.К., 2003. Таксономический состав донной фауны крымского побережья Черного моря // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма. Под ред. Еремеева В.Н., Гаевского А.В. НАН Украины. Ин-т биологии южных морей. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика. С. 209–222.
- Ревков Н.К., 2018. Черноморский гребешок *Flexopecten glaber ponticus* (Linnaeus, 1788) // Красная книга города Севастополя. Отв. ред. Довгаль И.В., Корженевский В.В. Калининград – Севастополь: ИД РОСТ – ДООФК. С. 347–348.
- Ревков Н.К., Щербань С.А., 2017. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Черном море // Экосистемы. Вып. 9 (39). С. 47–57.
- Самышев Э.З., Золотарев П.Н., 2018. Механизмы антропогенного воздействия на бенталь и структуру донных биоценозов северо-западной части Черного моря // Под ред. Золотницкого А.П., Миронова О.Г. Ин-т морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН. Севастополь: 000 “Колорит”. 208 с.
- Скарлато О.А., Старобогатов Я.И., 1972. Класс двустворчатые моллюски – Bivalvia // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Академия наук УССР Ордена Трудового Красного Знамени Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. Киев: Наукова думка. Т. 3. С. 178–250.
- Стадниченко С.В., Золотарев В.Н., 2009. Популяционная структура морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная в 2007–2008 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сборник научных трудов НАН Украины. Под ред. Иванова В.А. Морской гидрофизический ин-т. Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика. Вып. 20. С. 248–261.
- Сухотин А.А., Сергиевский С.О., 1995. Полиморфизм окраски и особенности роста беломорских мидий в условиях марикультуры // Труды Зоол. ин-та РАН. Т. 264. С. 141–158.
- Сысоев В.В., 2003. Парная линейная регрессия. Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия. 324 с.
- Щербань С.А., 2000. Особенности соматического и генеративного роста у некоторых цветковых морф ми-

- дий *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря. Вып. 53. С. 77–82.
- Щербань С.А., 2010. Тканевые особенности белкового синтеза у двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* (Bruguere) в условиях нормы и при дефиците пищи // Наукові записи Тернопільського національного педагогічного університету. Серія біологія. Спец. вып. Гідроекологія. № 3 (44). С. 323–327.
- Щербань С.А., 2018. Биохимические индикаторы пластического роста у представителей морских Bivalvia (Черное море) // Экосистемы. Вып. 14 (44). С. 110–119.
- Щербань С.А., Вялова О.Ю., 2008. Половые и фенотипические особенности содержания РНК в гонадах черноморских мидий // Доповіди НАН України. № 2. С. 166–170.
- Щурова Н.М., Золотарев В.Н., 1990. Фенотипические различия выживаемости клеток жаберного эпителия у мидий из Черного моря в воде различной солености // Биология моря. № 4. С. 31–35.
- Щурова Н.М., Золотарев В.Н., 2008. Анализ фенотипической структуры поселений мидий *Mytilus galloprovincialis* Черного моря по окраске наружного призматического слоя раковин // Морской экологический журнал. Т. VII. № 4. С. 88–96.
- Bowen K.L., Johannsson O.E., Smith R., Schlechtriem C., 2005. RNA/DNA and protein Indices in Evaluating Growth and Condition of Aquatic Organisms: A Review // Ann. Conf. Great Lakes Research. V. 48. P. 34–39.
- Clemmesen C.M., 1994. The effect of food availability, age, or size on the RNA/DNA of Individual herring larval: laboratory calibration // Marine Biology. V. 118. № 3. P. 377–382.
- Hetzel E.W., Wright D.A., 1983. The use of RNA/DNA ratios as an indicator of nutritional stress in the american oyster, *Crassostrea virginica* // Estuaries. V. 6. № 3. P. 259–265.
- Mayrand E.J., Pellerin-Massicotte, Vincent B., 1997. Small scale variability of biochemical indices of growth in *Mya arenaria* (L.) // Journal of Shellfish Research. V. 13. P. 199–205.
- Martinez G., Torres M., Uribe E. et al. 1992. Biochemical composition of broodstock and early juvenile *Chilean scallops, Argopecten purpuratus* L. held in two different environments // Journal of Shellfish Research. V. 11. № 2. P. 307–313.
- Megurk M.D., Kusser W.C., 1992. Comparison of three methods of measuring RNA and DNA Concentration of Individual Pacific Herring *Clupea pallasii* Larval // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 49. P. 967–974.
- Robinson S.M., Ware D.M., 1998. Ontogenetic development of growth rates in larval Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*, measured with RNA:DNA ration in the Strait of Georgia, British Columbia // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. V. 45. № 8. P. 1422–1429.
- Rooker J.R., Holt G.J., 1999. Application of RNA/DNA ratios to evaluate the condition and growth of larval and juvenile red drum (*Sciaenops ocellatus*) // Marine Freshwater Research. V. 47. P. 12–18.
- Shcherban S.A., 2012. Tissue peculiarities of the protein anabolism in bivalve mollusk *Anadara inaequivalvis* in norm, under food deficit and anoxia // Hydrobiology Journal. V. 48. № 2. P. 21–29.
- Stillman H.B., Dahlhoff E.P., Somero G.N., 1996. Biochemical indicators of physiological state in the intertidal mussel *Mytilus californianus* // The Physiologist. V. 37. P. 921.

SIZE AND AGE CHARACTERISTICS, AND PHENOTYPIC PECULIARITIES OF THE SOMATIC GROWTH OF THE BLACK SEA MOLLUSK, *FLEXOPECTEN GLABER PONTICUS* (BIVALVIA, PECTINIDAE)

S. A. Shcherban^{1,*}, A. V. Melnik^{1,**}

¹Kovalevsky Institute of the Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol 299011, Russia

*e-mail: Shcherbansa@yandex.ru

**e-mail: melnikalexsand@gmail.com

The paper presents a preliminary analysis of the morphological, physiological, and biochemical parameters of the somatic growth in the Black Sea scallop, *Flexopecten glaber ponticus* Bucguoy, Dautzenberg et Dollfus 1889, from a coastal site near Sevastopol, Crimea. The species is one of the few marine Black Sea mollusks listed in the Red Book of Sevastopol and Crimea with the status “Diminishing in numbers”. The peculiarities of soft tissue somatic growth have been studied in three size groups differing in linear diameter: 13–17, 21–24, 25–30 mm. An analysis of total RNA in tissue homogenates has shown that the rate of protein synthesis in the first and second groups (underyearlings) is 1.2–1.5 times higher compared to adults. The population reveals 7 colour morphs (phenotypes). Three phenotypes (beige, violet and grey-and-brown) are characterized by high-level protein synthesis. Mollusks of a mixed “multi” phenotype have the lowest level of tissue biosynthesis, usually being 2.5 times lower than that for other morphs. The results obtained indicate that the growth processes are linked to the colour of the mollusk shell. High direct correlations between the weights of total wet mass and tissue mass observed in all mollusk groups may be evidence of positive growth allometry.

Keywords: *Flexopecten glaber ponticus*, phenotypic groups, total wet mass, total RNA, RNA/DNA index, protein synthesis, growth rate, bivalve mollusks