

УДК 594.1-113.4(262.5.04)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ТКАНЕВОГО РОСТА У ЧЕРНОМОРСКИХ ВИДОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В ПРИБРЕЖНЫХ БИОЦЕНОЗАХ СЕВАСТОПОЛЯ И ЮЖНОБЕРЕЖНОГО КРЫМА (1987–2018 гг.) *

Щербань С. А.

ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»,

г. Севастополь, Российская Федерация,

e-mail: Shcherbansa@yandex.ru

Представлен обзор собственных и литературных данных по морфофизиологическим и биохимическим показателям процессов тканевого роста у двустворчатых моллюсков Чёрного моря: черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* (Lam.), устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1783), анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) и гребешка *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus, 1889), обитающих в прибрежных биоценозах Севастополя и южнобережного Крыма. Критериями оценки являлись такие основные показатели, как сырая и сухая масса, содержание суммарных рибонуклеиновых кислот (РНК), ДНК, содержание белка, а также ростовые индексы РНК / ДНК и РНК / сырая масса.

Ключевые слова: черноморская мидия, устрица, анадара, черноморский гребешок, сырая масса, суммарные рибонуклеиновые кислоты (сум. РНК), индекс РНК / ДНК, биосинтез белка, мягкие ткани, скорость роста, двустворчатые моллюски, Чёрное море.

Введение

Скорость роста массы тканей является наиболее важным, если не основным показателем продукционного потенциала популяций. Для разных видов двустворчатых моллюсков, обитающих в прибрежных биоценозах, характерна разная скорость аллометрического роста, соотношение объёма и веса раковины, межстворочной жидкости и массы тканей. Это имеет немаловажное значение, в особенности для двустворок, которые являются объектами марикультуры или в перспективе претендуют на эту роль. Мидии, устрицы и анадара относятся к таким видам. Они же и наиболее изученные виды моллюсков Чёрного моря. К примеру, ряд исследователей в последнее десятилетие считают черноморскую анадара перспективным объектом культивирования [Вялова, 2011; Пиркова, 2012; Жаворонкова, Золотницкий, 2014].

Морфометрические методы оценки роста, на наш взгляд, должны дополняться физиологическими и биохимическими параметрами. К таковым относятся величины содержания суммарных фракций рибонуклеиновых кислот (сум. РНК), содержание белка, ростовой индекс (индекс мощности синтеза протеина) РНК / ДНК, индекс РНК / сырая масса и ряд других параметров. В гидробиологической практике можно применять чаще два показателя — содержание сум. РНК и индекс РНК / ДНК в качестве индикаторных параметров «мгновенной скорости» роста организмов (или тканей) на ювенильных и ранних стадиях развития, а также для характеристики особенностей синтеза белка (и его тканевой ретенции) в связи с годовыми жизненными циклами в оценке онтогенетических особенностей тканевого роста.

В вопросах структурно-функционального разнообразия в популяциях двустворчатых моллюсков немаловажную роль играет изучение особенностей генеративного синтеза у самцов и самок, а также особенностей, связанных с принадлежностью к разным фенотипам (для полиморфных видов). Это даёт характеристику эффективности плодовитости и темпов роста внутри

* Работа подготовлена по теме государственного задания ФИЦ ИнБЮМ № 121041400077-1 «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом».

популяции. Изучение процесса белкового синтеза у разных фенотипических групп позволяет выявить наличие сопряжённости функции роста (или её отсутствие) с принадлежностью к разным цветовым морфам.

В последние два-три года исследования были направлены на изучение краснокнижного вида — черноморского гребешка (*Flexopecten glaber ponticus*). 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 г. свидетельствует о факте сокращения его численности [Лисицкая, 2017]. Изучение структуры донных сообществ и её трансформации в наиболее обширных биоценозах мидии, фазеолины и абры на глубинах от 10 до 100 м в конце 70-х — начале 90-х годов показал наличие поселений гребешка в северной и западной частях Чёрного моря, на глубинах до 30 м [Самышев, Золотарев, 2018]. Если мидии, устрицы и в последние два десятилетия анадара встречаются в локальных и поясных сообществах бентали Чёрного моря очень часто, то гребешок — редко. По данным Н. К. Ревкова [Ревков, 2018], в настоящее время при бентосном исследовании акваторий Крыма (за исключением Каркиницкого залива) и Егорлыцкого залива отмечаются лишь редкие находки. Может, и по этой причине работ по росту отдельных популяционных групп в естественной среде крайне мало, а данные по морфометрии, аллометрии роста, годовым приростам и особенностям тканевого роста у *F. ponticus* за последние десятилетия отсутствуют.

Основная цель работ данного направления заключалась в изучении ростовых процессов у представителей двустворчатых моллюсков прибрежных акваторий Чёрного моря. Ставились следующие задачи:

1. Выявить размерно-возрастные, половые и фенотипические особенности тканевого роста (соматического и генеративного) у массовых видов двустворчатых моллюсков в условиях их естественного обитания.
2. Изучить тканевую специфику процессов роста у черноморских моллюсков в экспериментальных условиях, при создании заданных параметров внешнего стресса.
3. Провести мониторинговые исследования линейного, общего весового и тканевого роста на разных популяционных группах черноморской мидий (на протяжении годовых циклов в естественных биоценозах) и молоди устриц (при искусственном выращивании) в условиях Чёрного моря.

Основными критериями оценки являлись такие показатели, как сырая и сухая масса, содержание суммарных рибонуклеиновых кислот (РНК), ДНК, содержание белка, а также ростовые индексы РНК / ДНК и РНК / сырая масса.

Материалы и методы

Работы выполнялись на молоди видов, на взрослых особях разных размерно-возрастных групп, собранных одномоментно на одном полигоне. Период исследований — с 1987 по 2018 г. Отбор проб осуществляли в прибрежных акваториях Севастополя — бухтах Казачьей, Стрелецкой, Карантинной и районах ЮБК — бухте Ласпи и Голубом заливе (пос. Качивели).

В большинстве работ представленные данные характеризовали состояние весовых параметров и уровень «мгновенных скоростей роста» тканей моллюсков в данный период исследований их жизненного цикла (период относительно стабильного роста, покоя, периоды подготовки к нересту и т. д.). Такие работы проводились в период с 1999 по 2018 г. на следующих объектах: мидии, анадара и гребешок. Мониторинговые исследования линейного, общего весового и тканевого роста проведены на массовом виде — черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* в период с 1987 по 1989 г. и на молоди устриц *Crassostrea gigas* в период с 2008 по 2009 г.

Морфофизиологические показатели определяли по следующим критериям: длина и вес раковины, сырая масса общая, масса мягких тканей, относительные величины массы раковины, также рассчитывались аллометрические зависимости. Связи между признаками оценивались по шкале Чеддока [Сысоев, 2003].

Длину каждого моллюска измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 см. Далее осуществляли измерения общей сырой массы особи, сырой массы выделенных мягких тканей, предварительно подсушенных на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрого следа.

В тканях (гепатопанкреас, жабры, нога, мантия, гонады (для мидий и анадары)) и общих гомогенатах (для устриц, молоди анадары и гребешка) определяли содержание свободных нуклеотидов (СН), суммарных рибонуклеиновых кислот (сум. РНК и ДНК-фракций) видоизменённым методом А. С. Спирина [Спирин, 1958; Дивавин, 1980]. В лабораторных исследованиях на анадаре с применением стрессовых нагрузок (голод и аноксия) измеряли аминокислотный пул и содержание белка по методу Лоури [Lowry et al., 1951].

Общая схема обработки тканей имела следующую последовательность: сырые ткани гомогенизировали, в ряде исследований гомогенаты высушивали для получения значений сухих масс, навески гомогенатов массой от 50 до 80–90 мг промывали трижды четырьмя мл смеси Фолча (хлороформ — метанол в соотношении 2 : 1) для устранения пигментных и липидных компонентов. Далее в обезжиренных пробах тканей определяли вышеуказанные биохимические параметры с последующим измерением их значений спектрофотометрически (с помощью прибора СФ-46, методом разностей экстинкций при длинах волн 270 и 290 нм) [Дивавин, 1980]. Результаты измерений выражали в мкг/мг сырой или мкг/мг сухой ткани. На основе полученных значений суммарных РНК и ДНК рассчитывали ростовой индекс РНК / ДНК.

Результаты исследований и обсуждение

Наибольшее количество исследований проведено на черноморской мидии *M. galloprovincialis* в период с 1987 по 2008 г. Одно из первых исследований в данной области имело целью установить корреляции между рядом физиолого-биохимических параметров: сырой массой, сухой массой, содержанием белка, сум. РНК и расчётным ростовым индексом РНК / ДНК — у мидий в условиях аквариальных систем с учётом ряда физически важных параметров внешней среды обитания вида.

Мидии были взяты из локальной природной популяции, населяющей жёсткие грунты в бухте Казачьей, в 1988 году. На значительной выборке (170 экз.) неполовозрелых мидий в течение 30 суток следили за ростом моллюсков в проточной аквариальной системе, при аналогичной температуре морской воды, на естественном корме. Промеры всех характеристик осуществляли с интервалом в двое суток [Shcherban, 1992; Щербань, 1995]. В ходе эксперимента, плавно, параллельно с увеличением массы, увеличивались значения содержания белка: с 8,4 до 11,03 % сырой массы в конце эксперимента и с 51,11 до 62,93 % сухой массы в конце эксперимента. Показатели содержания белка и сум. РНК имели схожую динамику [Shcherban, 1992; Щербань, 1995]. На 12-е сутки эксперимента значения индекса увеличивались с 12,12 до 14,63 у. е. Рассчитывались также уравнения линейной регрессии: зависимость значений индекса РНК / ДНК от содержания белка в сухой и сырой массе мягких тканей. Получены коэффициенты корреляции — 0,74 и 0,77 соответственно, при уровне значимости $p = 0,01$, что свидетельствовало о наличии положительной связи [Shcherban, 1992; Щербань, 1995].

Мониторинговые сравнительные исследования роста природных популяций мидии из района Южного берега Крыма (б. Ласпи) и б. Казачьей (Севастополь) проводились в трёхгодичный период, с 1987 по 1989 г., с целью дать оценку скорости роста при разных условиях обитания, анализируя при этом параметры роста на протяжении годового цикла. Изучалась динамика

линейного и весового роста у разных размерно-возрастных групп в двух прибрежных районах обитания. Мидий собирали со свай в б. Казачьей и с коллекторов мидийной фермы в б. Ласпи. Анализировали 3 группы длиной 30, 50 и 70 мм. Моллюсков помещали в садки, промеры осуществляли каждые 25–35 суток [Аболмасова, Щербань, 1991; Щербань, Аболмасова, 1991]. Рассчитаны годовые приросты. Мидии из б. Ласпи по темпам роста превосходили моллюсков из б. Казачьей. Так, линейный прирост наиболее интенсивен у годовиков из б. Ласпи — 12 мм и 8,7 мм соответственно. Линейные приросты моллюсков с максимальными размерами составляли также 11,0 мм для мидий из б. Ласпи и 8,5 мм для мидий из б. Казачьей. Сравнительный анализ линейного роста всех групп мидий из биотопов обеих бухт выявил более интенсивный рост ласпинской популяции, что мы связывали с интенсивными сгонно-нагонными течениями и, как следствие, более обильным содержанием концентрации органического детрита.

При анализе годовых приростов сырой массы у мидий из б. Казачьей отмечены более низкие значения по сравнению с таковыми в б. Ласпи. Годовые приросты сухого и сырого вещества имели одинаковую тенденцию: увеличение значений с возрастом. Разница прироста по сухому веществу составляла 1,2 раза у особей размером в 50 мм, 1,3 раза — у особей размером в 70 мм и 2,2 раза — у годовиков. Во всех группах в апреле — июне и сентябре — декабре отмечены большие перепады массы тела, что связано с нерестовыми периодами. При таких ростовых различиях сохранялась динамика масс на протяжении годовых циклов. Полученные данные по сухому веществу позволили констатировать синхронность процессов гаметогенеза в популяциях мидий в обеих бухтах [Аболмасова, Щербань, 1991; Щербань, 1995]. Данные нашего мониторингового наблюдения позволили количественно оценить ход репродуктивного цикла, а значительные колебания массы тканей на нерестовых стадиях — связывать с частичным или полным выметом половых продуктов.

У разновозрастных особей мидий, относящихся к разным фенотипическим группам, изучались показатели роста соматической (ткань мантийных лепестков) и генеративной тканей [Щербань, 2000]. Анализ особенностей тканевого роста обозначил специфику белкового биосинтеза. В результате проведённых исследований на трёх видах морф (чёрной, тёмно-коричневой и коричневой) были получены достоверные различия ростовых параметров и выявлен фенотип (чёрная морфа) с максимальным темпом соматического роста [Щербань, 2000]. Также установлено, что тканевые гомогенаты сеголеток мидий имели те же фенотипические особенности, что и гомогенаты соматических тканей половозрелых моллюсков.

Ряд проводимых исследований имел целью установить особенности репродуктивного синтеза у самцов и самок мидий, относящихся к разным морфам (чёрной, коричневой и смешанной (чёрно-коричневой с продольными полосами)) на разных стадиях подготовки к нересту. Материал получали в разные годы и в разных акваториях: весной 1998 г. исследовали одноразмерные мидии ($40,0 \pm 1,5$ мм) коллекторных линий из б. Ласпи, в период с марта по июнь 2005 г. и с апреля по июнь 2007 г. — одноразмерные особи 50–55 мм, собранные с коллекторов мидийного хозяйства в б. Казачьей. Полученные результаты свидетельствовали о том, что максимальные величины суммарных РНК и ДНК получены на стадии вымета, а уровень белкового синтеза в гонадах мидий аналогичных стадий, оцениваемый по содержанию сум. РНК и ростовому индексу РНК / ДНК, одинаков у всех трёх изучаемых морф. Его интенсивность достоверно выше ($p < 0,05$) у коричневой морфы на 4–5-й стадии цикла [Щербань, 2000; Щербань, 2014].

Анализ весенних проб 2007 г. включал ещё один редкий для мидий фенотип — альбиносы. Встречаемость его внутри популяции составляет не больше 3–5 %. Детальная характеристика особенностей генеративного синтеза у основных цветовых морф мидий, включая «альбиносную», представлена в работе авторов [Щербань, Вялова, 2008]. С высокой степенью достоверности данных ($p < 0,01$) определён фенотип депигментированной морфы (альбиносы) с высоким уровнем репродуктивного синтеза.

Более детально изучались особи чёрного фенотипа как наиболее многочисленная фенотипическая группа в популяции. Исследовались все стадии зрелости гонад, определялось содержание суммарных РНК и ДНК в половых продуктах самцов и самок мидий этой морфы на разных стадиях цикла как в условиях природного нереста, так и при его температурной стимуляции. Пол и стадию зрелости гонад определяли по 6-балльной шкале [Финенко, Романова, Аболмасова, 1990].

Полученные биохимические параметры роста в генеративной ткани обоих полов этой цветовой морфы на разных стадиях подготовки их к нересту, а также постнерестовых гонадах показали, что содержание нуклеиновых кислот заметно возрастает по мере их созревания, от 1-й до 4-й стадии, достигая максимума на 5-й стадии (нерест) [Щербань, Вялова, 2008]. Другие исследования (работа проводилась на одноразмерных мидиях длиной $60,1 \pm 4,0$ мм, привезённых с коллекторов фермы в бухте Ласпи (ЮБК) в феврале и апреле 2009 г.) показали, что содержание сум. РНК у самцов 3–4-й преднерестовой стадии в 1,9 раза ниже, чем в гонадах самцов, готовых к вымету; для самок эти различия также были существенны — в 2,1 раза [Karavanceva, Shcherban, 2014]. В условиях природного нереста активность синтеза белка увеличивалась в среднем в 2–3 раза по мере созревания гонад и не различалась у обоих полов [Karavanceva, Shcherban, 2014].

Для получения половых продуктов в лабораторных условиях нерест стимулировали резким повышением температуры морской воды на $7\text{--}9$ °С. Содержание сум. РНК было в 2,1 раза выше у самцов, расчётный параметр скорости синтеза РНК / ДНК в гонадах самцов был выше, чем у самок ($36,10 \pm 6,58$ и $5,40 \pm 0,99$ соответственно). В простимулированных гонадах интенсивность синтеза у самцов в 2,1 раза выше, чем у самок, в условиях природного нереста — одинакова. По количественному содержанию ДНК в половых продуктах определяли предполагаемый объём личиночного материала и оплодотворяющую способность самцов. Выметанные половые продукты самцов характеризовались максимально высоким содержанием ДНК (в 8,9 раза выше, чем у самок). Иными словами, предположительно на 1 выметанную яйцеклетку приходится 9 выметанных сперматозоидов. Такие данные для этого вида получены впервые [Karavanceva, Shcherban, 2014].

Отдельным блоком проводились работы на разновозрастных группах мидий *Mytilus galloprovincialis* и черноморской анадаре *Anadara kagoshimensis* в лабораторно заданных условиях (дефицит пищи, гипоксические и аноксические среды, токсические внешние нагрузки, температурная стимуляция нереста в 1999, 2004, 2006, 2007 и 2009 гг. (температурная стимуляция у мидий см. выше)). В частности, на половозрелой группе мидий, собранных с коллекторных установок в б. Казачьей (Севастополь) в мае 1999 г., изучалось влияние краткосрочной гипоксии на ростовые показатели тканевого биосинтеза. В условиях эксперимента (2 серии — 1-суточная и 4-суточная гипоксия, при остаточном содержании кислорода соответственно 1,2 мл/л и 0,38 мл/л) в гепатопанкреасе и жабрах определяли содержание белка, нуклеиновых кислот, рассчитывали ростовой индекс [Щербань, Вялова, 2001]. Все 3 показателя снижались в обеих сериях, причем без статистических различий: содержание белка падало на 42–50 %, содержание сум. РНК — в среднем на 30 %, индекс РНК / ДНК — в 1,4 и 2,2 раза, что свидетельствовало о тенденции усиления процессов катаболизма в тканях.

В условиях действия ряда токсических веществ, в частности широко распространённого катионного детергента — тетрадецилтриметиламмоний бромид (ТДТМА) — загрязнителя водной среды, процессы соматического роста и регенерации в разных тканях мидий имели свою специфичность. По данным А. А. Солдатова и С. А. Щербань [Солдатов и др., 2005; Щербань, Влияние ... , 2010], введение в среду ТДТМА в концентрации, превышающей нормальные значения в 5 раз, вызывало снижение содержания РНК в исследуемых соматических тканях мидий (жабрах и ноге) в 1,4–1,5 раза. При этом пул свободных нуклеотидов (СН) не претерпевал существенных изменений. Одновременно отмечали понижение значений

индекса РНК / ДНК в среднем в 1,4–1,7 раза, что также отражало угнетение процессов синтеза в данных органах. Уровень белкового синтеза в гепатопанкреасе практически не менялся [Щербань, Влияние ... , 2010]. Таким образом, основной эффект катионного детергента оказан на периферические ткани, которыми являются жабры и нога.

Одним из привычных для Чёрного моря объектов является устрица *Crassostrea gigas*. В последние 30–40 лет тихоокеанская устрица встречается повсеместно у берегов Крыма в виде небольших скоплений. Отнесена к постоянным аллохтонным видам фауны Чёрного моря [Вялова, 2010; Орленко, 1994; Орленко, 2012]. На Южном берегу Крыма её стали выращивать на морской ферме в пос. Качивели с 2005 г. В период 2008–2009 гг. изучалась популяция устриц диплоидных и триплоидных линий с коллекторов этой фермы. Оценивалась скорость роста её молоди (спат двух месяцев при длине 6,5 мм, французские линии) [Вялова, Бородина, Щербань, 2008].

С целью выявления наиболее быстрорастущих линий устриц разной ploидности следили за рядом параметров (сум. РНК, содержание белка и индекс РНК / ДНК), а также динамикой сухого вещества у обеих линий спата в процессе роста в садках (5, 9, и 11 месяцев со дня посадки). По нашим данным, диплоидные линии имели несколько больший объём мягких тканей (в среднем в 1,2–1,3 раза) при относительно равной массе створок и её длине, чем триплоидные. Содержание сум. РНК у триплоидов, однако, значительно выше, чем у диплоидов, уже через 5 месяцев после посадки (РНК = 2,08 мкг/мг ткани у диплоидов и 4,09 мкг/мг у триплоидов, индекс — 12,2 и 16,9 у. е. соответственно). Через 9 месяцев наблюдалось снижение содержания, а следовательно, и темпов роста молоди обеих линий, и к достижению годовалого возраста при средних длинах раковин диплоидов 74–78 мм и триплоидов 80–85 мм значения ростовых параметров вновь увеличивались (сум. РНК = 2,86 мкг/мг ткани у диплоидов и 7,06 мкг/мг у триплоидов). Результаты показали, что в первые 5 месяцев интенсивность ростовых процессов у триплоидных форм достоверно выше и сохранялась такой вплоть до достижения годовалого возраста. Однако сам процесс соматического роста характеризовался скачкообразностью. В последние 5–7 лет нативные исследования по линейным и весовым ростовым параметрам устриц активно продолжаются, но уже с другими видами спата, завезённого, в частности, из Приморья [Вялова, 2018; Вялова, 2019].

Anadara kagoshimensis (анадара) и *Flexopecten glaber ponticus* (гребешок) — два значимых представителя двустворчатых моллюсков в экосистеме бентоса Чёрного моря [Золотарёв, Золотарёв, 1987; Ревков и др., 2004; Ревков, 2016; Ревков, Щербань, 2017; Gomoiu, 1984]. Известные на сегодня данные позволяют рассматривать оба вида как состоявшиеся элементы черноморской экосистемы. В последние несколько лет гребешок стал чаще встречаться на коллекторных установках мидийных ферм. Анадара и черноморский гребешок растут медленнее других массовых видов двустворчатых моллюсков Чёрного моря, таких как мидии, митилястеры и особенно устрицы [Ревков и др., 2002; Ревков и др., 2004; Стадниченко, Золотарев, 2009; Вялова, 2011; Пиркова, 2012; Shcherban, 2012; Shcherban, 2013]. Линейный прирост анадары за один год в среднем составляет до 10 мм [Чихачев, Фроленко, Реков, 1994], по другим данным, — до 15 мм в первый год жизни [Пиркова, 2012]. Для молоди гребешка аналогичные данные отсутствуют.

Исследования особенностей тканевого соматического роста черноморской анадары начались в 2005 г. С 2005 по 2018 г., с интервалами в несколько лет, исследовались особенности роста некоторых популяционных групп моллюска в природной среде обитания, а также специфика тканевого синтеза белка в условиях эксперимента, при дефиците пищи и аноксии [Щербань, Тканевые ... , 2010; Shcherban, 2012; Щербань, 2014]. При этом необходимо уточнить, что проблематика роста этого вида в Чёрном море рассматривалась в нескольких работах, в которых изучались морфометрические показатели, линейные и весовые приросты, описаны параметры скорости линейного роста и особенности аллометрии створок [Чихачев, Фроленко, Реков, 1994; Пиркова, 2012; Финогенова, Куракин, Ковтун, 2012; Жаворонкова, Золотницкий, 2014]. Проведены подобные

исследования в морских акваториях вблизи Керчи, кавказского побережья, Адлера и Севастополя [Пиркова, 2012; Жаворонкова, Золотницкий, 2014]. В частности, авторами установлена положительная аллометрия роста высоты и выпуклости раковины относительно её длины для подращиваемых в садках неполовозрелых групп анадара (возрастного диапазона 0,5–3 года), описана связь длины раковины с высотой и шириной [Пиркова, 2012].

Основное внимание уделялось специфике роста соматических тканей анадара (природные среды обитания). В разные годы исследовались одни и те же 3 размерно-возрастные группы (длина раковины 14–17, 18–23 и 23–28 мм). Моллюсков брали из акватории устрично-мидийных ферм в Голубом заливе (ЮБК) и бухте Карантинной. В качестве исследуемых тканей использовали жабры, ногу, гепатопанкреас и реже мантию. Результаты показали, что наиболее высокая активность тканевого роста у моллюсков природных популяций свойственна жабрам всех размерно-возрастных групп и мантии мелкоразмерных особей (14–17 и 18–23 мм), причём его уровень у всех групп приблизительно одинаков: содержание сум. РНК в жабрах составляло 12,37–16,06 мкг/мг сухой ткани, в мантии — 14,46–16,32 мкг/мг, величина ростовых индексов РНК / ДНК — 6,9 и 8,1 у. е. соответственно. Исключения имелись в показателях структур ноги. У всех групп отмечен стабильно низкий уровень биосинтеза в этой ткани, со значениями индекса в диапазоне 4,3–4,9 у. е. Такая интенсивность синтеза ниже, чем в жабрах, в 2,2–3,0 раза и в среднем в 2,2 раза ниже, чем в гепатопанкреасе [Щербань, Тканевые ... , 2010; Shcherban, 2012]. Величины индекса РНК / ДНК также свидетельствовали о высокой интенсивности биохимических процессов в жабрах и мантии. Эта способность была лучше всего выражена у более мелких моллюсков. Таким образом, в естественных условиях обитания процессы белкового синтеза у анадара имели выраженную тканевую специфику.

К экспериментальной категории работ относились исследования белкового анаболизма в тканевых структурах анадара в условиях дефицита пищи и аноксии. Работа выполнялась на взрослых особях (длина раковины 22–27 мм) осенью 2006 г. Животных подвергли голоданию в течение пятнадцати суток [заданные условия в опыте см. Shcherban, 2012]. Известно, что дефицит пищи обычно приводит к снижению пластических ресурсов (таких как аминокислоты и белки) тканей животных. Подавляются анаболические процессы в ткани, о чём косвенно может свидетельствовать снижение значений содержания белка, индекса РНК / ДНК и других показателей. В наших опытах содержание РНК в жабрах и мантии фактически не менялось в условиях дефицита пищи [Щербань, Тканевые ... , 2010]. При этом жабры реагировали на аноксические условия наиболее активно снижением всех показателей: содержанием свободных нуклеотидов, суммарных РНК и РНК / ДНК в среднем в 1,7–3,4 раза, содержание белка снижалось в 1,3 раза. В то же время в структурах ноги отмечалось снижение значений в 1,3 раза. В гепатопанкреасе уровень сум. РНК в аноксической среде даже несколько возрастал по сравнению с контролем: увеличивался аминокислотный пул и содержание белка (в 1,2 раза), значительно увеличивалось содержание свободных нуклеотидов и РНК (в среднем в 1,5 раза) [Щербань, Тканевые ... , 2010; Щербань, 2014; Shcherban, 2012].

Как отмечалось выше, физиолого-биохимические аспекты роста другого вида — черноморского гребешка изучены достаточно слабо. Для наших целей моллюсков отбирали в осенний период 2018 г. из акватории мидийно-устричной фермы «Марикультура» в бухте Карантинной (р-н Севастополя). Особи гребешка взяты из садков с гигантскими устрицами. Спат и молодь этого вида образуют ценоз с ещё двумя видами двустворок, такими как мидия и анадара. В исследованиях использованы особи трёх размерных групп, с линейными размерами 13–17, 21–24 и 25–30 мм. Первые две группы отнесены к сеголеткам, третья — к однолеткам и старше. Проводился анализ линейных характеристик, величин общей сырой массы моллюсков и относительной доли мягких тканей, рассчитывалась корреляционная зависимость массы тканей от общей массы. Относительные значения содержания мягких тканей в первой группе составляли 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 %). Для всех исследуемых групп моллюска получены прямые корреляционные зависимости между общей массой моллюска и массой мягких тканей с высокими коэффициентами корреляции ($r = 0,97$; $r = 0,82$ и $r = 0,8$ соответственно), что свидетельствовало о положительной аллометрии тканевого роста.

Уровень тканевого роста, по результатам наших исследований, у сеголеток (группы 13–17 и 21–24 мм) оказался в 1,2–1,5 раза выше, чем у более крупных особей (однолетки и старше). Так, значения сум. РНК составляли у первых двух групп соответственно $0,95 \pm 0,18$ мкг/мг ткани и $1,17 \pm 0,19$ мкг/мг ткани, у третьей группы — $0,78 \pm 0,06$ мкг/мг ткани. Величины индекса РНК / ДНК имели близкие значения и находились в узком диапазоне от 5,1 до 6,4 у. е.: $5,10 \pm 1,57$; $5,70 \pm 1,17$ и $6,40 \pm 0,66$ у. е. у трёх групп соответственно [Shcherban, Melnik, 2020].

Поскольку *F. glaber ponticus* относится к полиморфным видам, возможны варианты существования сопряжённости множественных физиологических функций, включая рост, у групп внутри популяции с разным окрасом раковин. Встречаемость и распределение таких групп у этого вида пока не изучены. По результатам наших исследований в популяции данного вида было выделено 7 цветовых морф: бежевая, жёлто-бежевая, коричневая, серо-коричневая, оранжевая, фиолетовая и «мульти». В целом большинство из них в популяции (анализировались 3 размерные группы, в диапазоне длин раковины от 13 до 30 мм) распределялось достаточно равномерно и составляло в среднем от 14 до 20–22 % [Shcherban, Melnik, 2020]. Очень редки особи с фиолетовым и мультиокрасом раковин (всего 8 %). Так, с высоким уровнем процессов тканевого роста было выделено 3 фенотипа: бежевый, серо-коричневый и фиолетовый. По величинам индекса РНК / ДНК у разных морф следовало, что диапазон значений 6,3–7,3 у. е. (бежевый, 1-я и 2-я группы) и 7,5–7,7 у. е. (фиолетовый, 1-я и 2-я группы) позволяет отнести оба фенотипа к фенотипам с высоким уровнем тканевого роста. Близок по значениям этих показателей и коричневый фенотип. Моллюски разных размеров коричневой и серо-коричневой морф отнесены к этой категории (статистически незначимые различия). К моллюскам со средне-низким уровнем соматического роста (значения индекса от 4,7 до 5,8 у. е.) относили особей оранжевой морфы. Отмечено, что значения сум. РНК ($0,86 \pm 0,21$ мкг/мг для жёлто-бежевого в 1,5 раза и $0,48 \pm 0,02$ мкг/мг для «мульти») в среднем в 2–2,5 раза ниже, чем у представителей других морф, что свидетельствует о низком уровне соматического роста особей данного фенотипа. Необходимы дальнейшие исследования в данном направлении с учётом более значительных выборок.

Сравнительная оценка линейно-весовой аллометрии, тканевого роста и морфофизиологических параметров проведена на материалах исследований молодежи анадары и гребешка в осенний период 2018 г. [Щербань, Мельник, 2020]. Отбиралась молодежь с одинаковыми линейными размерами 25–32 мм. Для анадары это возраст от двух до трёх лет, для гребешка — от полутора до двух с половиной лет. Известно, что продолжительность жизни и средние размеры обоих видов приблизительно одинаковы. Возраст составляет приблизительно 6–7 лет. Длина раковины анадары не превышает 60 мм [Золотарёв, Терентьев, 2012], средний размер её в Чёрном море — 11–30 мм [Стадниченко, Золотарев, 2009]. Максимальный линейный размер гребешка 50–55 мм [Крактица, 1972; Ревков, 2018].

По нашим данным, для моллюсков с одинаковой длиной раковины показатель общей массы существенно отличался: от 2,8 до 4,6 г у гребешка и от 6,9 до 18,4 г у анадары. Однако показатели процентного содержания мягких тканей близки у молодежи обоих видов: для гребешка это величина от 16,7 до 23,0 % (в среднем 18,5 %), для анадары — от 17,5 до 20,8 % (в среднем 19,0 %). Такие значения сравнимы с показателями по черноморскому гребешку более крупного размера — 25–40 мм (18–21 %) и близки к показателю приморского гребешка промысловых размеров (20–21 %) [Крактица, 1972]. На основе приведенных данных рассчитаны корреляционные зависимости весовых и линейных параметров. Для обоих видов моллюсков получены прямые корреляции с высокими коэффициентами ($r = 0,74$ и $r = 0,85$), что свидетельствует

о положительной изометрии роста. Сравнительная оценка морфофизиологических параметров (относительные величины массы раковины (МР), мягких тканей (МТ) и межстворочной жидкости (МЖ) от общей массы моллюска) у молоди обоих видов показала, что они практически не имеют различий и их значения находятся в пределах статистической ошибки [Щербань, Мельник, 2020; Shcherban, Melnik, 2020].

Несмотря на наличие близких линейно-размерных и некоторых физиологических характеристик у обоих видов, биохимические параметры тканевого роста различались. Так, результаты свидетельствовали о том, что уровень синтеза белковых структур тканей у анадары в 2,2 раза выше, чем у гребешка. У особой анадары показатель содержания суммарных РНК составлял $1,65 \pm 0,42$ мкг/мг ткани, что в 2,2 раза выше, чем у одноразмерных особей гребешка ($0,78 \pm 0,06$ мкг/мг). Величины индекса РНК / ДНК также различались в 2,1 раза: соответственно $13,69 \pm 2,98$ у. е. (анадара) и $6,40 \pm 0,66$ у. е. (гребешок). Ранее полученные данные по индексу роста у однолеток анадары (длина раковины от 14 до 18 мм) показали, что значения индекса РНК / ДНК имели величину с максимальным значением 9,6 у. е. По результатам этих исследований уровень тканевого соматического роста у молоди анадары можно оценить как высокий, у молоди гребешка — как низкий [Shcherban, Melnik, 2020].

Основные заключения

1. По результатам многолетних исследований на разных онтогенетических группах мидий, анадары, устриц и гребешка было установлено, что скорость линейного, весового и тканевого соматического роста значительно отличается. К видам с высокими показателями роста отнесены мидии и устрицы, с самыми низкими — черноморский гребешок.

2. Исследования на молоди устриц *C. gigas* и анадары *A. kagoshimensis* из их естественных биоценозов свидетельствовали о более высоком уровне соматического роста у этих видов по сравнению с молодью гребешка *F. glaber ponticus*.

3. Данные большого количества исследований особенностей репродуктивного синтеза у самцов и самок мидий в условиях природного нереста показали, что активность синтеза белка в гонадах разных стадий зрелости увеличивалась в среднем в 2–3 раза по мере созревания гонад и не различалась у обоих полов. В простимулированных гонадах интенсивность синтеза у самцов в 2,1 раза выше, чем у самок.

4. В естественных условиях обитания процессы белкового синтеза в соматических тканях анадары и мидий имели свою специфику. Наиболее высокая активность тканевого белкового синтеза у анадары свойственна жабрам всех изучаемых размерно-возрастных групп и мантии мелкоразмерных особей (сеголетки и однолетки). У всех групп отмечен стабильно низкий уровень биосинтеза в ткани ноги: интенсивность синтеза ниже, чем в жабрах, в 2,2–3,0 раза и в среднем в 2,2 раза ниже, чем в гепатопанкреасе. Высокие значения биохимических ростовых параметров у мидий получены также для мантии и жабр.

5. Обозначена тканевая специфика белкового синтеза у изучаемых видов в условиях роста в лаборатории, при создании кислородных стрессовых факторов и токсических нагрузок (на примере анадары и мидий). Выявлены повышенная чувствительность периферической ткани (жабр) ко всем факторам и усиление процессов регенерации в данном органе.

6. При исследовании фенотипических особенностей тканевого роста у мидий и черноморского гребешка как полиморфных видов определены цветовые морфы с высоким темпом тканевого роста. Для мидий это фенотип депигментированной морфы (альбиносы) с высоким уровнем репродуктивного синтеза и фенотип чёрной морфы с высоким уровнем соматического роста, для черноморского гребешка — 3 цветовые морфы из семи изученных (бежевая, серо-коричневая и фиолетовая).

Список литературы

1. Аболмасова Г. И., Щербань С. А. Рост мидии *Mytilus galloprovincialis* на протяжении годового цикла в бухтах Ласпи и Казачья // Экология моря : респ. межвед. сб. науч. тр. / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наук. думка, 1991. – Вып. 38. – С. 88–92.
2. Вялова О. Ю. Использование некоторых технических приемов для оптимизации процесса выращивания тихоокеанской устрицы в Чёрном море // Рыбное хозяйство Украины. – 2010. – № 5. – С. 5–9.
3. Вялова О. Ю. Некоторые результаты выращивания устрицы *Crassostrea gigas*, завезённой из Приморья в Чёрное море (озеро Донузлав, Крым) // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы V междунар. науч.-техн. конф. (Владивосток, 22–24 мая 2018 г.) / Дальневост. гос. техн. рыбохоз. ун-т. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2018. – Ч. 1. – С. 52–55.
4. Вялова О. Ю. Рост и сроки получения товарной триплоидной устрицы в лимане Донузлав (Чёрное море, Крым) // Морской биологический журнал. – 2019. – Т. 4, № 1. – С. 24–32. – <https://doi.org/10.21072/mbj.2019.04.1.03>
5. Вялова О. Ю. Ростовые, морфометрические и биохимические характеристики анадары *Anadara inaequalis* в Чёрном море (акватория Голубого залива, ЮБК) // Промысловые биоресурсы Чёрного и Азовского морей / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского ; ред.: В. Н. Еремеев [и др.]. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2011. – Гл. 5, п. 5.4. – С. 189–192.
6. Вялова О. Ю., Бородина А. А., Щербань С. А. Первые результаты вселения и выращивания тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* различной плоидности в Чёрном море // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : тез. докл. 3-й междунар. науч.-практ. конф. (Владивосток, 8–10 сент. 2008 г.) / Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центр, Всерос. науч.-исслед. ин-т рыб. хоз-ва и океанографии. – Владивосток : ТНИРХЦ, 2008. – С. 231–232.
7. Дивавин И. А. Нуклеиновый обмен черноморских гидробионтов в различных бухтах юго-западного побережья Крыма // Экология моря : респ. межвед. сб. науч. тр. / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наук. думка, 1980. – Вып. 2. – С. 48–51.
8. Жаворонкова А. М., Золотницкий А. П. Характеристика аллометрического роста двустворчатого моллюска анадары (*Anadara inaequalis*) Керченского пролива // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2014. – Вып. 10. – С. 128–133.
9. Золотарёв В. Н., Золотарёв П. Н. Двустворчатый моллюск *Cunearca cornea* — новый элемент фауны Чёрного моря // Доклады АН СССР. – 1987. – Т. 297, № 2. – С. 501–503.
10. Золотарёв П. Н., Терентьев А. С. Изменения в сообществах макробентоса Гудаутской устричной банки // Океанология. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 251–257.
11. Кракатица Т. Ф. Распределение и запасы гребешка *Pecten ponticus* В. D. et D (Mollusca, Bivalvia) в Чёрном море // Зоологический журнал. – 1972. – Т. 51, вып. 1. – С. 136–138.
12. Лисицкая Е. В. Таксономический состав и сезонная динамика меропланктона в районе мидийно-устричной фермы (Севастополь, Чёрное море) // Морской биологический журнал. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 38–49. – <https://doi.org/10.21072/mbj.2017.02.4.04>
13. Орленко А. Н. Гигантская устрица (*Crassostrea gigas* Thunberg) как аллохтонный вид фауны Чёрного моря // Труды Южного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – 2012. – Т. 50. – С. 129–133.

14. Орленко А. Н. Гигантская устрица *Crassostrea gigas* (Bivalvia, Mytiliformes, Crassostreidae) как объект акклиматизации и основные этапы её трансплантации в Чёрном море // Зоологический журнал. – 1994. – Т. 73, вып. 1. – С. 51–54.
15. Пиркова А. В. Рост двустворчатого моллюска *Anadara inaequalis* (Bivalvia) в Чёрном море при садковом выращивании // VII Международная конференция «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона», Керчь, 20–23 июня 2012 г. / Юж. науч.-исслед. ин-т мор. рыб. хоз-ва и океанографии [и др.]. – Керчь : ЮгНИРО, 2012. – Т. 2. – С. 73–78.
16. Ревков Н. К. Гребешок черноморский *Flexorosten glaber* (Linnaeus, 1788) // Красная книга города Севастополя / Гл. упр. природ. ресурсов и экологии г. Севастополя ; ред. кол.: Самойлов С. Ю. [и др.]. – Калининград ; Севастополь : РОСТ – ДООФК, 2018. – С. 347–348.
17. Ревков Н. К. Особенности колонизации Чёрного моря недавним вселенцем — двустворчатым моллюском *Anadara kagoshimensis* (Bivalvia: Arcidae) // Морской биологический журнал. – 2016. – Т. 1, № 2. – С. 3–17. – <https://doi.org/10.21072/mbj.2016.01.2.01>
18. Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Николаенко Т. В., Колесникова Е. А. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов Крымского побережья Чёрного моря // Океанология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 561–571.
19. Ревков Н. К., Костенко Н. С., Киселева Г. А., Анистратенко В. В. Тип Моллюски Mollusca Cuvier, 1797 // Карадаг. Гидробиологические исследования : сб. науч. тр., посвящ. 90-летию Карадаг. ... НАН Украины / НАН Украины, Карадаг. природ. заповедник. – Симферополь : СОНАТ, 2004. – Кн. 2. – С. 399–435.
20. Ревков Н. К., Щербань С. А. Особенности биологии двустворчатого моллюска *Anadara kagoshimensis* в Чёрном море // Экосистемы. – 2017. – Вып. 9. – С. 47–57.
21. Самышев Э. З., Золотарев П. Н. Механизмы антропогенного воздействия на бенталь и структуру донных биоценозов северо-западной части Чёрного моря. – Севастополь : Колорит, 2018. – 208 с.
22. Солдатов А. А., Бочко О. Ю., Головина И. В., Щербань С. А., Вялова О. Ю. Биохимические эффекты полихлорированных бифенилов на организм черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* // Морской экологический журнал. – 2005. – № 1 (отд. вып.). – С. 105–112.
23. Спиринов А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот // Биохимия. – 1958. – Т. 23, № 5. – С. 656–662.
24. Стадниченко С. В., Золотарев В. Н. Популяционная структура морских двустворчатых моллюсков в районе дельты Дуная в 2007–2008 гг. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа : сб. науч. тр. / НАН Украины, Мор. гидрофиз. ин-т. – Севастополь : МГИ, 2009. – Вып. 20. – С. 248–261.
25. Сысоев В. В. Парная линейная регрессия. – Воронеж : Воронеж. гос. технол. акад., 2003. – 66 с.
26. Финенко Г. А., Романова З. А., Аболмасова Г. И. Экологическая энергетика черноморской мидии // Биоэнергетика гидробионтов / АН УССР, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Киев : Наук. думка, 1990. – Гл. 2, п. 22. – С. 32–72.
27. Финогенова Н. Л., Куракин А. П., Ковтун О. А. Морфологическая дифференциация *Anadara inaequalis* (Bivalvia, Arcidae) в Чёрном море // Гидробиологический журнал. – 2012. – Т. 48, № 5. – С. 3–10.
28. Чихачев А. С., Фроленко Л. Н., Реков Ю. И. Новый вселенец в Азовское море // Рыбное хозяйство. – 1994. – № 3. – С. 40.

29. Щербань С. А. Влияние тетрадецилтриметиламмоний бромид (ТДТМА) на белковый биосинтез тканей двустворчатого моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология водных беспозвоночных : материалы междунар. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения Ф. Д. Мордухай-Болтовского, Борок, 30 окт. — 02 нояб. 2010 г. / Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН [и др.]. – Борок : ИБВВ, 2010. – С. 361–363.
30. Щербань С. А. Особенности соматического и генеративного роста у некоторых цветковых морф мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря : сб. науч. тр. / НАН Украины, Ин-т биологии юж морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2000. – Вып. 53. – С. 77–81.
31. Щербань С. А. Процессы роста и регенерации тканей у массовых видов двустворчатых моллюсков Чёрного моря // Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – Гл. 7. – С. 248–270.
32. Щербань С. А. Соотношение между индексом РНК / ДНК, содержанием белка и сухой массой у мидий в условиях кратковременного эксперимента // Гидробиологический журнал. – 1992. – Т. 28, № 3. – С. 60–64.
33. Щербань С. А. Тканевые особенности белкового синтеза у двустворчатого моллюска *Anadara inaequivalvis* (Bruguiere) в условиях нормы и при дефиците пищи // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. – 2010. – № 3. – С. 323–327.
34. Щербань С. А. Эколого-физиологические особенности и биохимические индикаторы роста черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.18. – Санкт-Петербург, 1995. – 27 с.
35. Щербань С. А., Аболмасова Г. И. Рост мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. в бухте Ласпи Чёрного моря // Биология моря. – 1991. – № 2. – С. 82–89.
36. Щербань С. А., Вялова О. Ю. Влияние краткосрочной гипоксии на некоторые ростовые показатели черноморской мидии в условиях дефицита пищи // Экология моря : сб. науч. тр. / НАН Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2001. – Вып. 58. – С. 57–59.
37. Щербань С. А., Вялова О. Ю. Половые и фенотипические особенности содержания РНК в гонадах черноморских мидий // Доповіді НАН України. – 2008. – № 2. – С. 166–170.
38. Щербань С. А., Мельник А. В. Размерно-весовые и биохимические характеристики соматического роста молоди черноморских видов двустворчатых моллюсков *Anadara kagoshimensis* и *Flexorpecten glaber ponticus* // Экосистемы. – 2020. – Вып. 22. – С. 97–104.
39. Gomoiu M. T. *Scapharca inaequivalvis* (Bruguiere) a new species in the Black Sea // Cercetări Marine — Recherches Marines. – 1984. – № 17. – P. 131–141.
40. Karavanceva N. B., Shcherban S. A. Content of nucleic acids in gonads, sperms and eggs of the mussel *Mytilus galloprovincialis* at natural spawning and under thermal stimulation // Hydrobiological Journal. – 2014. – Vol. 50, iss. 6. – P. 47–51. – <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v50.i6.50>
41. Lowry O. H., Rosenbrough A. L., Forr A. L., Randall R. J. Protein measurement with Folin phenol reagent // Journal of Biological Chemistry. – 1951. – Vol. 193, iss. 1. – P. 265–275.
42. Shcherban S. A. Biochemical indicators of processes of the protein synthesis and retention in hydrobionts (a review) // Hydrobiological Journal. – 2013. – Vol. 49, iss. 4. – P. 93–99. – <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v49.i4.80>

43. Shcherban S. A. Relationship between the RNA / DNA ratio, relative protein content and dry weight of mussels in a short-term experiment // Hydrobiological Journal. – 1992.– Vol. 28, iss. 6. – P. 69–74.
44. Shcherban S. A. Tissue peculiarities of the protein anabolism in bivalve mollusk *Anadara inaequalis* in norm, under food deficit and anoxia // Hydrobiological Journal. – 2012. – Vol. 48, iss. 2. – P. 21–29. – <https://doi.org/10.1615/HydrobJ.v48.i2.40>
45. Shcherban S. A., Melnik A. V. Size and age characteristics and phenotypic peculiarities of somatic growth of the Black Sea mollusk *Flexopecten Glaber Ponticus* (Bivalvia, Pectinidae) // Biology Bulletin. – 2020. – Vol. 47, iss. 8. – P. 920–929. – <https://doi.org/10.1134/S1062359020080129>

STUDY OF TISSUE GROWTH PROCESSES IN THE BLACK SEA BIVALVE MOLLUSC SPECIES IN COASTAL BIOCEANOSES OF SEVASTOPOL AND SOUTH COAST OF CRIMEA (1987–2018)

Shcherban S. A.

*A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russian Federation,
e-mail: Shcherbansa@yandex.ru*

The review from personal observation and literary data on the morpho-physiological and biochemical parameters of tissue growth processes of Black sea bivalvia mussels *Mytilus galloprovincialis* (Lam.), *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1783), *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) and *Flexopecten glaber ponticus* (Bucquoy, Dautzenberg & Dollfus 1889), inhabiting from coastal biocenosis near Sevastopol and the southern coast of Crimea is presented. Using the main criteria for assessing somatic growth resulted in the following main indicators, such as wet and dry mass, the content of total ribonucleic acids (RNA), DNA, protein content, as well as the growth indices of RNA / DNA and RNA / wet mass.

Keywords: *Mytilus galloprovincialis*, *Crassostrea gigas*, *Anadara kagoshimensis*, *Flexopecten glaber ponticus*, total wet mass, total RNA, RNA / DNA index, soft tissues, protein synthesis, growth rates, bivalvia mussels, Black Sea.

Сведения об авторе

| | |
|--------------------------------------|---|
| Щербань Светлана Александровна | кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН», Shcherbansa@yandex.ru |
|--------------------------------------|---|

*Поступила в редакцию 02.04.2021 г.
Принята к публикации 12.08.2021 г.*