

- Мальчевский А.С.** Гнездовая жизнь певчих птиц. Л.: Изд-во АН СССР, 1959. 281 с.
- Милованова Г.А.** Материалы по питанию мухоловки-пеструшки и большой синицы // Пути и методы использования птиц в борьбе с вредными насекомыми. М.: Изд-во МСХ СССР, 1956. С. 21–37.
- Новиков Г.А.** Полевые исследования по экологии наземных позвоночных. М.: Советская наука, 1953. 504 с.
- Промптов А.Н., Лукина Е.В.** Опыты по изучению биологии и питанию большой синицы в гнездовой период // Зоол. журн. 1938. Т. 17, вып. 5. С. 777–782.
- Птушенко Е.С., Иноземцев А.А.** Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий. М.: Изд-во Московского университета, 1968. 461 с.
- Сафронов А.А.** Опыт изучения питания мухоловки-пеструшки и большой синицы // Привлечение и переселение птиц в лесонасаждения. М.: Изд-во Гл. упр. по заповедникам, 1954. С. 13–40.
- Хватова Л.П.** Питание большой синицы, полевого воробья и вертишейки // Пути и методы использования птиц в борьбе с вредными насекомыми. М.: Изд-во М-ва сельск. хоз-ва СССР, 1956. С. 40–44.
- Pagani-Núñez E. et al.** The diet of Great Tit *Parus major* nestlings in a Mediterranean Iberian forest: the important role of spiders // Animal biodiversity and conservation. 2011. V. 34, № 2. P. 355–361.
- Tinbergen J.M., Dietz M.W.** Parental energy expenditure during brood rearing in the Great Tit (*Parus major*) in relation to body mass, temperature, food availability and clutch size // Functional ecology. 1994. V. 8. P. 563–572.

УДК 639.422

И.И. Казанкова

Институт природно-технических систем

Ю.С. Баяндина

Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН

Севастополь, Россия

e-mail: ikazani@bk.ru

Морфологические характеристики мидии *Mytilus galloprovincialis* и естественные факторы среды

Аннотация. Приводятся данные по изменчивости индекса высоты и выпуклости раковины у мидий из поселений на искусственных субстратах в различных акваториях прибрежной зоны Крыма, включая Севастопольскую бухту. Показано, что данные морфологические параметры могут быть связаны с плотностью поселений моллюска, которая, в свою очередь, может зависеть от естественных факторов среды.

Ключевые слова: мидия, морфологические параметры, плотность поселений, Черное море, Севастопольская бухта.

Актуальность морфологических исследований *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819, наряду со многими другими аспектами, состоит в том, что

они позволяют выявлять механизмы функционирования популяции этого моллюска как важного средообразующего элемента экосистемы Черного моря. Некоторые морфологические параметры *M. galloprovincialis* также считают возможным использовать в качестве критериев загрязненности акватории (Булатов, 1986; Дехта, 2006; Челядина, Смирнова, 2009). К таким параметрам, например, относится вытянутость раковины, которая оценивается индексом высоты, определяемым как отношение высоты раковины мидии к ее длине (H/L). Полагают, что в загрязненных акваториях лучше выживают мидии с высоким значением индекса высоты, и это связано с тем, что такие особи эффективней используют энергетический ресурс для работы мускула-замыкателя в период воздействия неблагоприятных условий (Дехта, 2006). Также была обнаружена связь индекса выпуклости раковины мидии (отношение ширины створки раковины к ее длине) и содержания в моллюске соединений тяжелых металлов (Ревков и др., 1999; Page et al., 1996; Дехта, 2006). В данном исследовании мы попытались определить возможность изменения формы раковины мидии под влиянием естественных причин.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в полузакрытой Севастопольской бухте, в акватории ее внешнего рейда, расположенной рядом с входом в бухту, в которой располагалась мидийная ферма, а также у открытых берегов южного и юго-западного Крыма, а именно в бухте Ласпи и Голубом заливе (рис. 1). Эти районы различаются гидролого-гидрохимическими условиями. Для вод Севастопольской бухты, в отличие от открытых акваторий, характерны следующие особенности: пониженная соленость, более жесткий температурный режим, ослабленная ветровая активность, пониженные скорости течений, повышенное содержание органических веществ, способствующее возникновению гипоксии вод, а также других загрязнителей.



Рис. 1. Районы исследования: Севастопольская бухта (станции № 1–3), Севастопольское взморье (СВ) (станция № 4), бухта Ласпи (станция № 5), Голубой залив (станция № 6)

Исследовали поселения мидий на искусственных субстратах, представленных веревочными коллекторами, канатами и буйками. Пробы мидий из поселений брались с различных горизонтов глубины – от 0 до 17 м. Всего были проанализированы 24 выборки, в трех из которых, наряду с индексом высоты, исследовался индекс выпуклости (см. таблицу). Численность особей в выборках составляла 30–145 экз., длина их раковины – 6–50 мм. Линейные размеры раковины измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. В девяти случаях визуально оценивалась относительная плотность поселения моллюсков на субстрате.

Время и место сбора мидий, их размерный диапазон и численность в выборках

| Номер выборки | Дата сбора | Место сбора | Глубина, м | Номер экз. | Длина мидии, мм |
|--------------------|------------|---------------|------------|------------|-----------------|
| 1 ^{*,**} | 01.2001 | СВ | 0–1 | 116 | 5–50 |
| 2 ^{*,**} | 01.2001 | СВ | 9 | 129 | 5–43 |
| 3 | 10.2010 | Бухта Ласпи | 0–4 | 34 | 20–33 |
| 4 | 03.2011 | СВ (ст. 3) | 0–1 | 52 | 6–36 |
| 5 | 03.2011 | Бухта Ласпи | 0–1 | 45 | 17–38 |
| 6 | 08.2011 | Голубой залив | 0–1 | 74 | 16–45 |
| 7 | 08.2011 | СВ | 0–1 | 53 | 8–26 |
| 8 | 08.2011 | СВ (ст. 1) | 0–1 | 107 | 16–40 |
| 9 | 09.2011 | СВ | 0–1 | 61 | 12–33 |
| 10 | 10.2011 | СВ (ст. 2) | 0–1 | 68 | 14–34 |
| 11 | 11.2011 | СВ (ст. 1) | 0 | 145 | 13–50 |
| 12 | 07.2012 | СВ (ст. 2) | 0 | 34 | 14–34 |
| 13 | 01.2012 | СВ (ст.1) | 0 | 89 | 17–40 |
| 14 | 10.2012 | Бухта Ласпи | 5–7 | 38 | 11–18 |
| 15 | 11.2012 | СВ (ст. 1) | 0 | 80 | 10–20 |
| 16 | 06.2013 | СВ (ст. 3) | 0 | 44 | 8–9 |
| 17 ^{*,**} | 08.2013 | СВ (ст. 3) | 0 | 88 | 8–26 |
| 18 | 04.2014 | СВ (ст. 3) | 0 | 81 | 12–50 |
| 19 | 10.2014 | СВ | 1–16 | 25 | 14–40 |
| 20 ^{**} | 10.2014 | СВ | 1–4 | 20 | 19–30 |
| 21 ^{**} | 10.2014 | СВ | 14–16 | 30 | 10–50 |
| 22 ^{**} | 10.2014 | СВ | 17 | 30 | 10–50 |
| 23 ^{**} | 11.2014 | СВ (ст. 1) | 0 | 30 | 10–50 |
| 24 ^{**} | 12.2014 | СВ | 4 | 30 | 13–43 |

* У мидий определяли как высоту створки, так и ее ширину.

** Оценивали плотность поселения мидий на субстрате.

СВ – Севастопольское взморье; СВ – Севастопольская бухта.

Результаты и их обсуждение. Средний индекс высоты мидий в исследованных выборках изменялся в диапазоне от 0,52 до 0,62 (рис. 2). Наименьших значений он достигал у Южного берега Крыма (ЮБК) – 0,52. Максимальная величина индекса высоты (0,62) была отмечена в районе СВ на глубине 14–16 м.

В каждом из исследованных районов выборки мидий могли достоверно отличаться друг от друга по данному параметру. В целом в каждом из исследованных районов могли встречаться поселения мидий как с относительно низким средним значением индекса высоты (менее 0,57), так и с относительно высоким значением этого параметра (более 0,57).

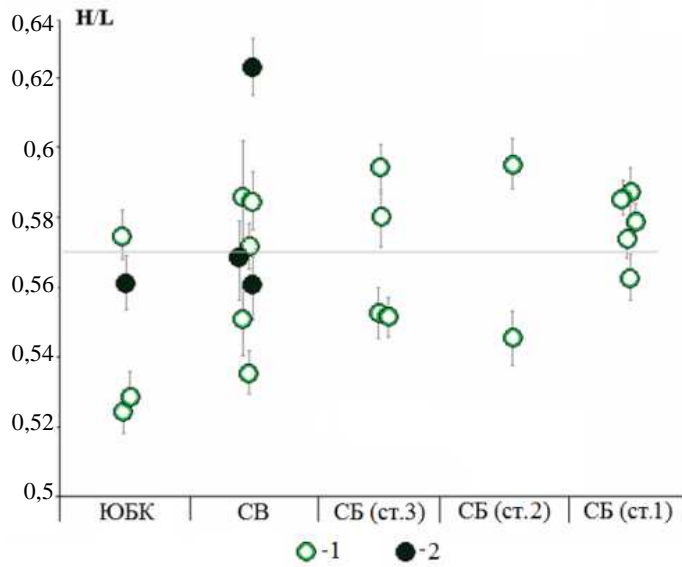


Рис. 2. Среднее значение индекса высоты у мидий в поселениях на искусственных субстратах у берегов южного и юго-западного Крыма в 2001 – 2014 гг.: 1 – поселения, расположенные на горизонтах глубины 0–4 м; 2 – на горизонтах глубины 9–16 м

Различие индекса высоты у мидий наблюдалось не только между выборками, но и между размерными группами в каждой из них (рис. 3).

В районе СВ и у ЮБК в слое 0–4 м в поселениях, в которых каждая размерная группа мидий была представлена более 10 экз., в 90 % случаев (8 из 9) у моллюсков каждой размерной группы, по сравнению с предыдущей группой, индекс высоты уменьшался. В Севастопольской бухте это наблюдалось только в 60 % случаев (8 из 12) и, по сравнению с открытыми акваториями, это уменьшение было не столь значительным.

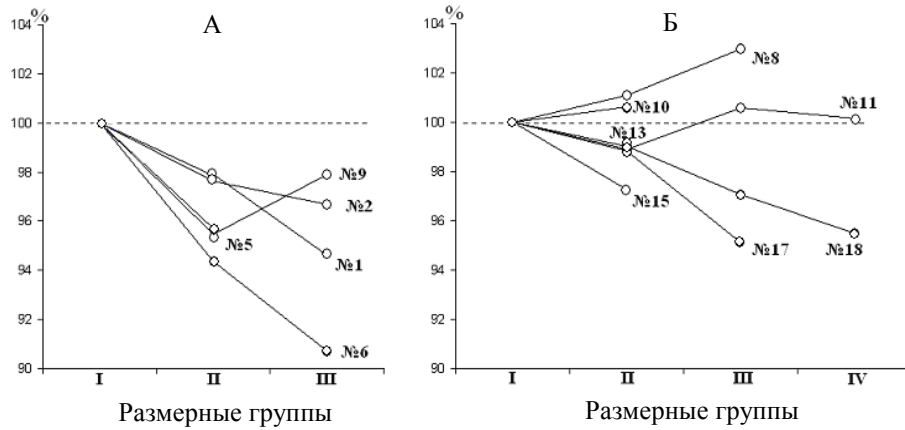


Рис. 3. Индекс высоты у мидий из разных размерных групп из поселений, расположенных в слое 0–4 м: А – Южный берег Крыма и Севастопольское взморье; Б – Севастопольская бухта. За 100% принят индекс высоты у мидий из наименьшей размерной группы в выборке. Шаг размерного класса – 10 мм

То есть в открытых акваториях преобладает тенденция увеличения удлиненности раковины по мере ее роста, в то время как в закрытой акватории данная тенденция ослаблена. Следует отметить, что уменьшение индекса высоты с увеличением длины раковины у мидий наблюдается не только в поверхностных горизонтах воды, но и в глубинных биоценозах Черного моря (рис. 4), а также в других районах Мирового океана (Innes, Bates, 1999).

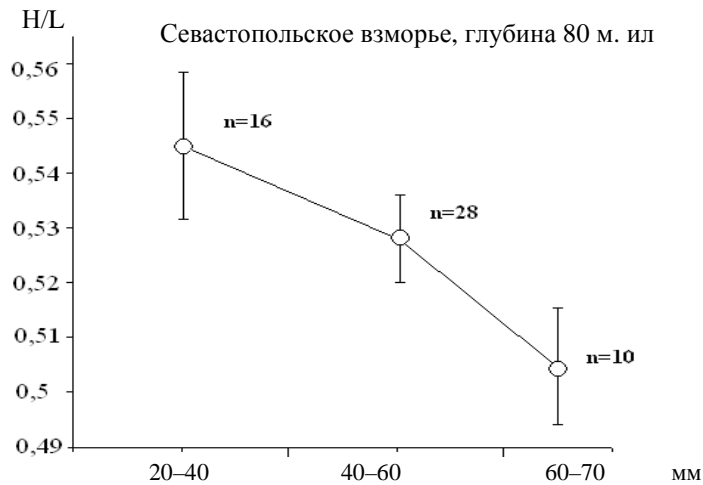


Рис. 4. Индекс высоты в разных размерных группах мидий илового биотопа, расположенного на глубине 80 м

В поселениях повышенной плотности, где мидии на субстрате располагались в несколько слоев, индекс высоты был ниже среднего значения, который в данном исследовании составил 0,57 (рис. 5). В тех случаях, когда поселение на субстрате было неплотным, однослойным, индекс высоты был повышенным.

Особый интерес представляли выборки № 21 и 22 (рис. 5). Их размерный состав, район и глубина обитания были одинаковыми. Мидии были собраны в октябре 2014 г. с канатов мидийной фермы с горизонтов глубины 14–16 и 17 м соответственно. В первом случае поселение располагалось на вертикальном канате и было однослойным, разреженным. Во втором случае мидии росли на горизонтально расположенном канате, их поселение было представлено многослойными друзами, часть которых под собственной тяжестью открепилась от каната и свисала гроздьями скрепленных между собой биссусом особей. В выборке № 21 из разреженного поселения индекс высоты у мидий составил 0,62–0,63 (максимальное значение), в выборке № 22 из многослойного поселения – 0,55.

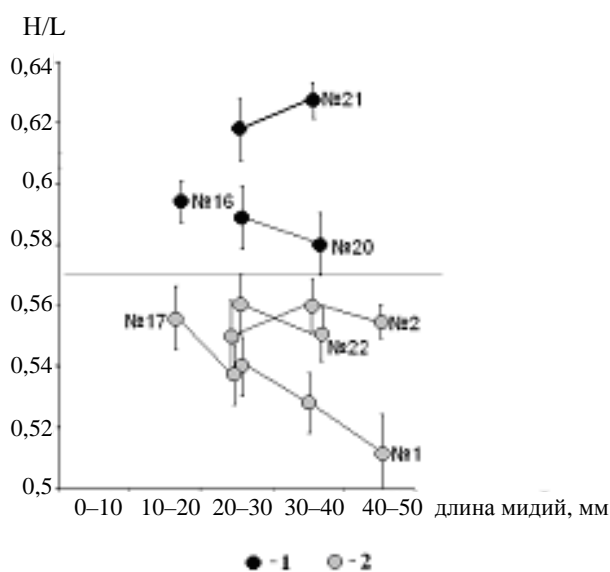


Рис. 5. Индекс высоты у мидий из однослойных (1) и многослойных (2) поселений на искусственных субстратах

Что касается индекса выпуклости, то полученные данные подтверждают большой разброс значений этого параметра в поселениях мидий, отмеченных в (Дехта, 2006) (рис. 6). Из рис. 6 можно также заключить, что с ростом длины раковины направление изменения индекса выпуклости у мидий имеет слабовыраженную тенденцию к совпадению с направлением изменения индекса высоты раковины.

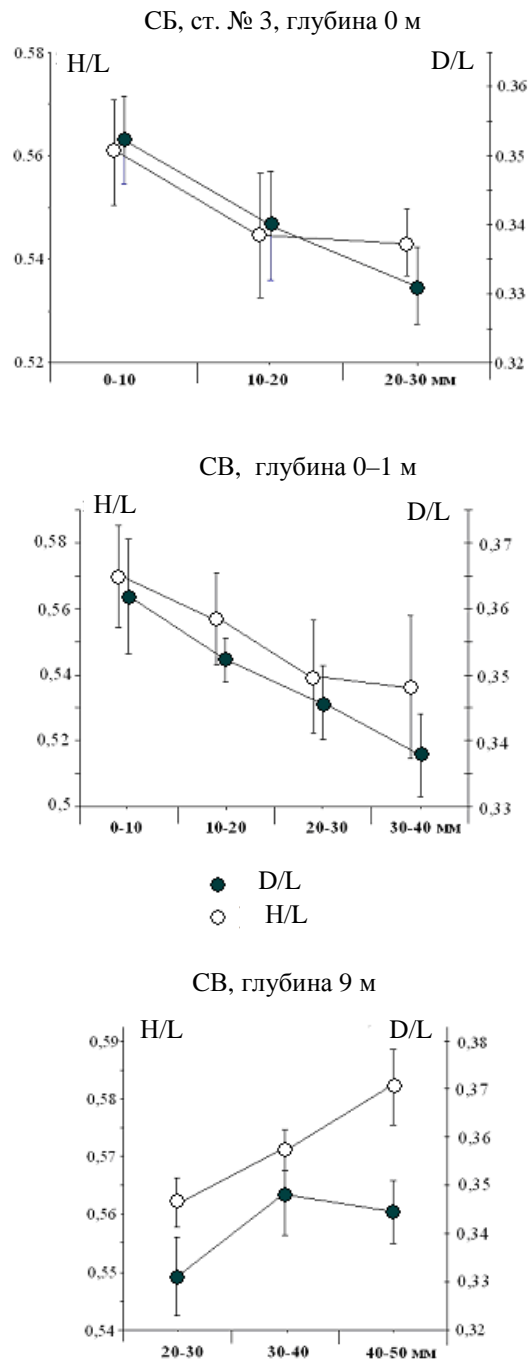


Рис. 6. Индекс высоты (H/L) и выпуклости (D/L) у мидий в зависимости от длины их раковины

Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что изменения индекса высоты и выпуклости раковины мидии могут быть связаны с таким естественным фактором, как плотность поселения моллюска, который может зависеть от пополняемости поселения новыми особями. В свою очередь, приток новых особей в бентосные поселения тесно связан с течениями, доставляющими к субстрату способных к оседанию личинок, распределенных в толще воды неравномерно (Казанкова, 2000). Все эти естественные факторы не связаны с загрязнением вод.

Литература

- Булатов К.В.** Фенетический состав мидийных поселений из различных бухт Крымского побережья // Состояние, перспективы улучшения и использования экологической системы прибрежной части Крыма: Тез. науч.-практ. конф., посв. 200-летию Севастополя. Севастополь, 1986. С. 139–140.
- Дехта В.А.** Консервативная изменчивость в мониторинге и оценке состояния морских экосистем на примере *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Проблемы устойчивого функционирования водных и наземных экосистем: Материалы междунар. науч. конф. (Ростов-на-Дону, 9–12 октября 2006 г.). Ростов н/Д, 2006. С. 102–104.
- Казанкова И.И.** Особенности динамики оседания личинок мидии и митилястера в связи со сгонно-нагонными явлениями у юго-западных берегов Крыма (Черное море) // Экология моря. 2000. № 51. С. 35–39.
- Ревков Н.К., Дивавин И.А., Мачкевский В.К., Валовая Н.А.** Аномалии мидий в аквакультуре // Гидробиол. журн. 1999. 35. (4). С. 53–62.
- Челядина Н.С., Смирнова Л.Л.** Вариабельность морфометрических показателей содержания меди в раковинах коллекторных *Mytilus galloprovincialis* Lam. // Экология моря. 2009. № 78. С. 90–94.
- Innes D.J., Bates J.A.** Morphological variation of *Mytilus edulis* and *Mytilus trossulus* in eastern Newfoundland // J. Marine Biology. 1999. 133 (4). P. 691–699.
- Page D.S., Dassanayake T.M., Gillfillan E.S.** Relationship between tissue concentrations of tributyltin shell morphology in field populations of *Mytilus edulis* // Bull. Environ. Contam. Toxicol. 1996. V. 56. P. 500–504.