

УДК 576.89:594.1

**ПОРАЖЕНИЕ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ Р. ЧЁРНАЯ  
(СЕВАСТОПОЛЬ) ГРЕГАРИНОЙ *NEMATOPSIS PORTUNIDARUM*  
(FRENZEL, 1885)**

*Лебедовская М.В.*

*Научно-исследовательский центр Вооружённых Сил Украины «Государственный океанариум», Севастополь, Украина  
Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, Севастополь  
E-mail: lebedovskaya@email.ua*

Исследована сезонная динамика встречаемости и численности грегарины *Nematopsis portunidarum* (Frenzel, 1885) у двустворчатых моллюсков, обитающих в эстуарной экосистеме, расположенной в устье р. Чёрная (Севастополь). Выявлено, что *Abra ovata* Philippi, 1836 заражена этим паразитом сильнее, чем *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789) (индекс обилия составлял в среднем  $16 \pm 3$  и  $4 \pm 1$  ооцист/мм<sup>2</sup> жабр, соответственно). Сезонная динамика встречаемости и численности грегарины, паразитирующих у этих моллюсков, имеет сходный характер: максимальные показатели отмечены летом (24 и 25 % заражённых моллюсков при ИО =  $23 \pm 6$  и  $6,6 \pm 3,4$  ооцист/мм<sup>2</sup>, соответственно), а наименьшие – весной (19 и 9 % моллюсков, ИО =  $9,7 \pm 3,5$  и  $3,6 \pm 1,5$  ооцист/мм<sup>2</sup>, соответственно). Зависимости численности нематопсиса от длины моллюсков, в которых они паразитируют, не выявлено, что говорит о том, что накопления ооцист грегарины с возрастом моллюска не происходит.  
**Ключевые слова:** двустворчатые моллюски *Abra ovata*, *Cerastoderma glaucum*, грегарины *Nematopsis portunidarum*, встречаемость, численность, индекс обилия.

**ВВЕДЕНИЕ**

Эстуарные экосистемы играют важную роль в формировании продуктивности прибрежной зоны Чёрного моря. При этом значительную часть их видового разнообразия и биомассы составляют моллюски. Эти беспозвоночные известны как хозяева большого количества паразитических видов разных таксонов, для которых они служат окончательными и промежуточными хозяевами. Кроме того, что паразиты могут регулировать численность моллюсков, они и сами по себе вносят значительный вклад в формирование биоразнообразия экосистем и их продуктивности [1].

Одними из наиболее многочисленных и широко распространенных паразитов моллюсков Чёрного моря являются грегарины из рода *Nematopsis* Schneider, 1892 (Apicomplexa, Porosporidae). В акватории черноморского побережья Крыма встречается 4 вида грегарины этого рода: *N. legeri* De Beachamp, 1910; *N. auriticum* Belofastova, 1996; *N. incognito* Belofastova, 1996; *N. portunidarum* (Frenzel, 1885) [2 – 6].

Моллюски играют роль промежуточных хозяев в жизненном цикле нематопсисов, являясь носителями ооцист грегарины, а окончательными хозяевами

служат ракообразные, в которых происходит половое размножение этих паразитов. В Чёрном море окончательным хозяином *N. legeri* и *N. auriticum* является каменный краб *Eriphia verrucosa* Forskal, 1775, *N.portunidarum* – травяной краб *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847, дефинитивный хозяин *N. incognito* не обнаружен [3, 4, 6, 7]. Круг их промежуточных хозяев более широк и для *N. legeri* включает: *Ostrea edulis* (L., 1758), *Mytilus galloprovincialis* Lam., *Rissoa splendida* Eichwald, 1830, *Chamelea gallina* (L., 1758), *Gibbula divaricata* (L., 1758), *Modiolus adriaticus* (Lamarck, 1819), *Polititapes aurea* (Gmelin, 1790), *Polititapes petalina* (Lamarck, 1818), для *N. portunidarum* - *Abra ovata* Philippi, 1836, *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), *Ch. gallina*, *Donax trunculus* (L., 1758), для *N. incognito* – *C. glaucum*, *Ch. gallina*, *Spisula subtruncata* (Da Costa, 1778). Для *N. auriticum* промежуточный хозяин неизвестен [2 – 6].

Двустворчатые моллюски заражаются грегаринами в процессе фильтрации, при оседании на их жабры гимноспор, содержащихся в воде. Гимноспоры раздражают жаберный эпителий моллюсков и стимулируют скопление фагоцитов, которые захватывая гимноспоры, транспортируют их в жаберные лакуны и кровеносные сосуды. В дальнейшем происходит формирование ооцист, которые по размерам превышают элементы крови моллюсков, в результате происходит закупорка кровеносных сосудов, снижается интенсивность дыхания. Количество ооцист в одном моллюске может достигать нескольких миллионов. Грегарины вызывают у моллюсков заболевание, называемое нематопсиозисом. Нематопсиозис обычно не имеет внешних проявлений, однако при обострении болезни жабры приобретают аномальный вид, становятся бледными, на них образуются тёмные пятна. Острая форма заболевания приводит к гипоксии, нарушению углеводного обмена, истощению запасов гликогена и, в конечном итоге, к гибели моллюсков [6, 8, 9].

Данное исследование посвящено изучению зараженности грегариной *N. portunidarum* двустворчатых моллюсков, обитающих в эстуарной экосистеме р. Чёрная (Севастополь), выявлению зависимостей показателей инвазии от сезона и размерных характеристик хозяев.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение двух лет (2011 – 2012 гг.) методом полного паразитологического вскрытия обследовано 504 моллюска, в том числе: *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789) – 122 экз., *Abra ovata* Philippi, 1836 – 219 экз., *Mytilus galloprovincialis* Lam. – 163 экз. Инвазированными грегаринами оказались 59 моллюсков: *C. glaucum* – 16 экз., *A. ovata* – 43 экз.

Перед проведением исследований моллюсков тщательно очищали от ила, промывали в морской воде. Мягкие ткани извлекали из раковины и помещали в чашку Петри с морской водой. С помощью бинокля МБС-10 проводили осмотр внешнего вида жабр, мантии, внутренних органов. Мантию, жабры, печень, гонады исследовали компрессорным методом, который заключался в том, что отдельные органы помещали между двумя тонкими предметными стеклами, тщательно продавливали, растирали до консистенции мазка и исследовали под микроскопом «Studag» с биноклярной насадкой (увеличение x 180). При наличии грегаринов

среднее количество ооцист грегарин подсчитывали в 100 полях зрения размерами 0,2 мм<sup>2</sup>.

При обработке материалов использованы стандартные паразитологические характеристики: экстенсивность инвазии (ЭИ), выраженная в %; интенсивность инвазии (ИИ) и индекс обилия (ИО), выраженные в экз. ооцист на 1 мм<sup>2</sup> жабр. Для анализа типа распределения рассчитан  $\chi^2$  критерий достоверности различий наблюдаемых и теоретических частот, к негативного биномиального распределения (кНБР) и индекс агрегированности  $S^2/ИО$  [10]. Статистический анализ сезонной динамики и анализ линейной корреляции между ИО грегарин и длины моллюска проведены с использованием пакета программ «Statistica-6», анализ типа распределения – программы QR-3 [11].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования мидий, обитающих в устье реки Чёрной, показали, что моллюски свободны от паразитов. В жабрах *C. glaucum* и *A. ovata* были обнаружены ооцисты грегарин *N. portunidarum*. Они были овальными, заострёнными на одном конце, а в поперечном сечении имели округлую форму (рис. 1, 2).

Рис.1

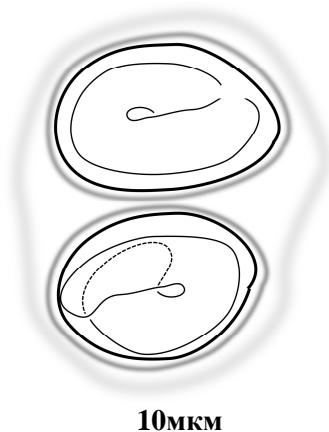


Рис. 1. Ооцисты *N. portunidarum*.

Рис.2

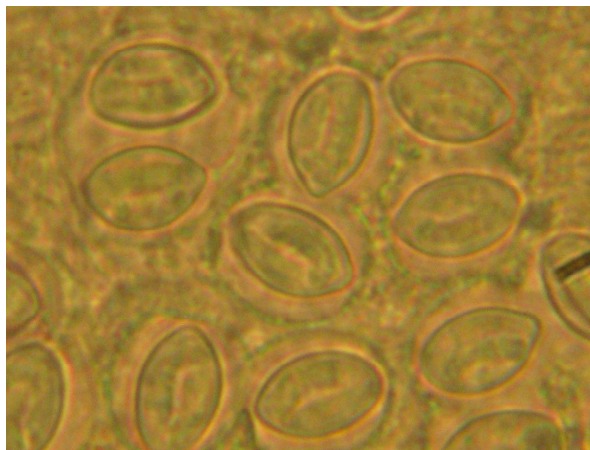


Рис. 2. Ооцисты *N. portunidarum* в жабрах *C. glaucum*.

Размеры ооцист зависели от вида моллюсков. Ооцисты, обнаруженные в жабрах *A. ovata*, имели размеры:  $15 \pm 4 \times 11 \pm 4$  мкм, в жабрах *C. glaucum* –  $16 \pm 5 \times 12 \pm 3$  мкм. В одном фагоците моллюска находилась одна или несколько ооцист (до 6). Остаточных тел в эписпоре не наблюдалось. Спорозоит в ооцисте закручен спирально.

Ооцисты *N. portunidarum* в жабрах моллюсков *C. glaucum* и *A. ovata* в севастопольских бухтах обнаруживала в 1994 г. И. П. Белофастова. Экстенсивность

инвазии грегариными *C. glaucum* составляла от 6 до 36 %, индекс обилия – от 0,4 до 24,4 ооцисты/мм<sup>2</sup>, для *A. ovata* – 14 % и 8 ооцист/мм<sup>2</sup> соответственно [3].

Анализ зараженности этой грегариной моллюсков *A. ovata* и *C. glaucum*, обитающих в устье р. Чёрная, показал, что первый вид заражен этим паразитом сильнее, чем второй: ИО составлял в течение года в среднем  $16 \pm 3$  и  $4 \pm 1$  ооцист/мм<sup>2</sup>, соответственно (рис. 3). Однако сезонная динамика встречаемости и численности грегарин, паразитирующих у них, имеет сходный характер: максимальные показатели отмечены летом (24 и 25 % заражённых моллюсков, ИО =  $23 \pm 6$  и  $6,6 \pm 3,4$  ооцист/мм<sup>2</sup>, соответственно), а наименьшие - весной (19 и 9 % моллюсков, ИО =  $9,7 \pm 3,5$  и  $3,6 \pm 1,5$  ооцист/мм<sup>2</sup>, соответственно) (рис. 3).

Одинаковый характер динамики численности *N. portunidarum* у обоих промежуточных хозяев, очевидно, связан с сезонными изменениями зараженности и плотности популяции в исследуемом биотопе окончательного хозяина этой грегарины – травяного краба.

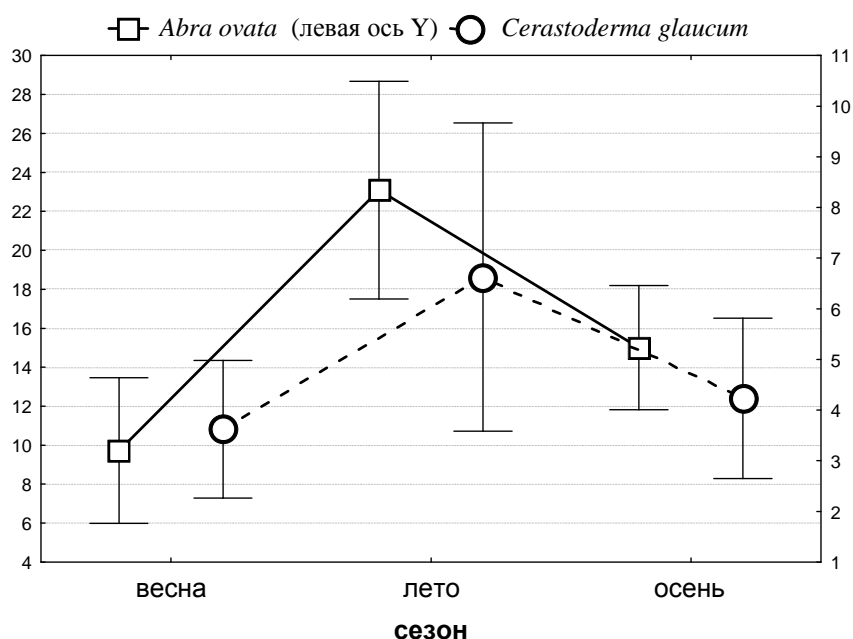


Рис. 3. Сезонная динамика индекса обилия *N. portunidarum* (средняя  $\pm$  SE, ооцист/мм<sup>2</sup>), паразитирующих у *A. ovata* и *C. glaucum* в р. Черная (Севастополь).

Анализ зависимости численности грегарин в моллюсках от длины последних не выявил линейной зависимости между этими показателями. Коэффициент корреляции Пирсона практически равен 0 (-0,03). Максимально заражённые особи *A. ovata* имели средние размеры 15 – 17 мм в длину, *C. glaucum* – 19 – 21 мм (рис. 4). Известно, что с возрастом размер двустворчатых моллюсков увеличивается и максимальный размер раковины положительно связан с наибольшей продолжительностью жизни [12]. Наши данные говорят о том, что накопление

инвазии с увеличением размера, а следовательно, и возраста моллюсков не наблюдается, что, возможно, связано с элиминацией сильно заражённых моллюсков. Это согласуется и с данными по сезонной динамике инвазии, характеризующейся резким сокращением численности грегариин в популяциях обоих моллюсков в течение зимнего периода.

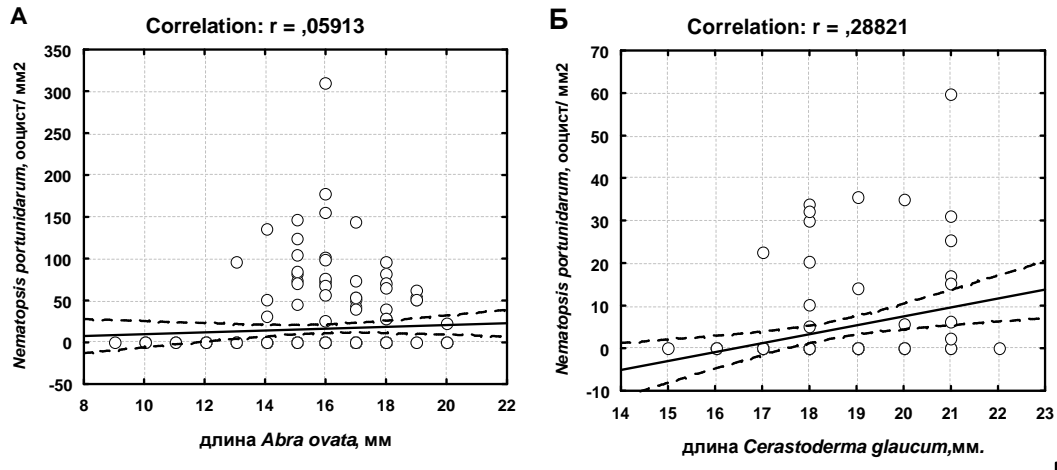


Рис. 4. Линейная зависимость заражённости грегариинами моллюсков от их длины

Грегарины распределены в популяции моллюсков перерасеяно. Отношение  $S^2/m$  в выборках *A. ovata* равнялось: весной – 61, летом – 84, осенью – 109, а кНБР менялось, соответственно, от 0,028, до 0,048 и 0,039. В выборках *C. glaucum* распределение грегариин было менее агрегированным, но значения  $S^2/m$  также были довольно высоки, составляя: весной – 22, летом – 34, осенью – 27, при этом значения кНБР были, соответственно: 0,054, 0,067 и 0,032. Низкие значения кНБР, отмеченные во все сезоны для обоих моллюсков, интерпретируются в литературе как соответствующие популяции хозяев, в которой доминируют особи с высокой устойчивостью к заражению, в силу чего большая часть хозяев слабо заражена и только отдельные особи имеют высокие показатели интенсивности инвазии [10]. Тип распределения грегариин в *A. ovata* наиболее близок к гамма-распределению ( $\chi^2 = 16$  при критическом значении 27 для  $p \leq 0,05$ ) и остается близким к таковому во все сезоны (рис. 5), а в *C. glaucum* – к негативно-биномиальному ( $\chi^2 = 6$  при критическом значении 14 для  $p \leq 0,05$ ), также оставаясь постоянным в течение всего периода исследований (рис. 6). Оба типа распределения описывают его перерасеянный характер и, очевидно, объясняются неравномерностью распределения в среде источника инвазии, которым являются зараженные особи краба *C. aestuarii*.

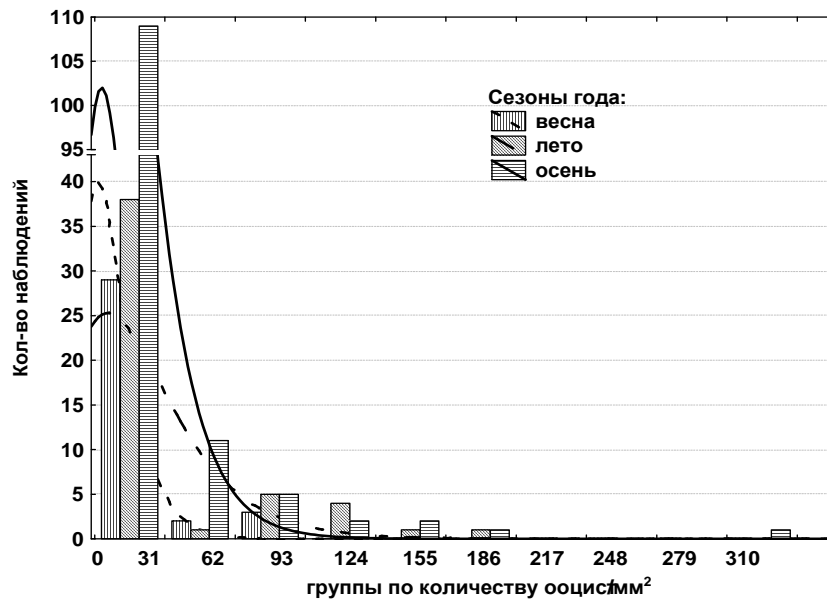


Рис. 5. Тип распределения грегарины в *Abra ovata* в разные сезоны года в р. Черная (Севастополь).

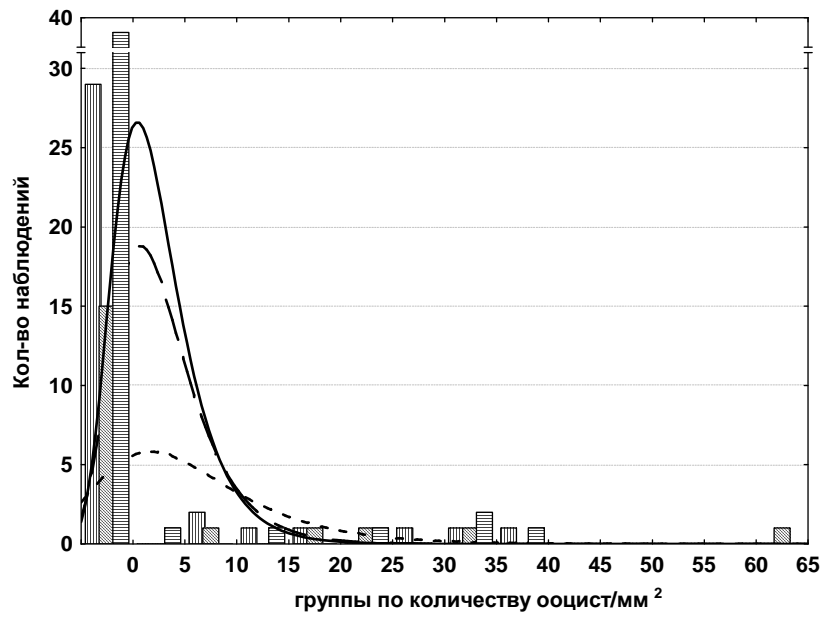


Рис. 6. Тип распределения грегарины в *Cerastoderma glaucum* в разные сезоны года в р. Черная (Севастополь).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Среди трех видов двустворчатых моллюсков, массово обитающих в устье р. Черная (Севастополь), зараженными грегариной *Nematopsis portunidarum* оказались два: *Abra ovata* и *Cerastoderma glaucum*, при этом первый вид заражен этим паразитом в 4 раза больше, чем второй. Однако сезонная динамика встречаемости и численности грегариин, паразитирующих у них, имеет сходный характер: максимум заражения наблюдался в летние месяцы, минимум - весной. Зависимости численности грегариин от длины моллюсков не выявлено, следовательно, накопления инвазии с возрастом не происходит, что, возможно, связано с элиминацией сильно заражённых моллюсков. Это согласуется и с данными по сезонной динамике инвазии, характеризующейся резким сокращением численности грегариин в популяциях обоих моллюсков после зимнего периода.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность Е.В. Дмитриевой за помощь в статистической обработке данных.

## Список литературы

1. Kuris M.A. Ecosystem energetic implications of parasite and free-living biomass in three estuaries /M.A. Kuris, R.F. Hechinger, J.C. Shaw et al. // Nature. – 2008. – 454. – P. 515 – 518.
2. Белофастова И.П. Грегарины рода нематопсис черноморских мидий / И.П. Белофастова // V Всесоюзная конференция по промысловым беспозвоночным (Минск, Нарочь, 1990 г.) : сборник научных трудов. – Минск, 1990. – С. 175 – 176.
3. Белофастова И.П. Грегарины рода *Nematopsis* (Eugregarinida, Porosporidae) – паразиты черноморских моллюсков / И.П. Белофастова // Паразитология. – 1996. – Т. 30, вып. 2. – С. 159 – 173.
4. Белофастова И.П. *Nematopsis legeri* De Beachamp, 1910 (Eugregarinida, Porosporidae) – паразиты моллюсков Черного моря / И.П. Белофастова // Экология моря. – 1997. – Вып. 46. – С. 3 – 6.
5. Гаевская А.В. Паразиты, комменсалы и болезни черноморской мидий / А.В. Гаевская, В.В. Губанов, В.К. Мачкевский. – Киев : Наукова думка, 1990. – 132 с.
6. Гаевская А.В. Паразиты, болезни и вредители мидий (*Mytilus*, *Mytilidae*). I. Простейшие (Protozoa) / А.В. Гаевская. – Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. – 101 с.
7. Hatt P. L'evolution des porosporides chez les mollusques / P. Hatt // Arch. Zool. Exp. Gen. – 1931. – 72. – P. 341 – 415.
8. Найденова Н.Н. Организмы, поселяющиеся в мидиях и их значение в аквакультуре / Н.Н. Найденова, А.И. Солонченко // «Экология, биологическая продуктивность и проблемы марикультуры Баренцева моря»: I Всесоюзная конференция (Мурманск, 1988 г.) : сборник научных трудов. – Мурманск, 1988. – С. 68 – 69.
9. Ковальчук Н.А. Распространение в Чёрном море грегарины *Nematopsis legeri*, возбудителя нематопсидоза мидий и устриц / Н.А. Ковальчук, Е.В. Холодковская, В.В. Губанов // V Всесоюзная конференция по промысловым беспозвоночным : тезисы докладов (Минск, 9 – 13 октября 1990 г.). – Минск, 1990. – С. 180 – 181.
10. Аниканова В.С. Методы сборки и изучения гельминтов мелких млекопитающих / В.С. Аниканова, С.В. Бугмырин, Е.П. – Петрозаводск, 2007. – 146 с.
11. Rózsa L. Quantifying parasites in samples of hosts / L. Rózsa, J. Reiczigel, G. Majoros // Journal of Parasitology. – 2000. – 86. – P. 228 – 232.
12. Ridgway D., Richardson C.A., Austad S.N. Maximum shell size, growth rate and maturation age correlate with longevity in bivalve molluscs // Journal of Gerontology a biol. sci med. sci. – 2011. – V.66, № 2. – P. 183 – 190.

Лебедовська М.В. Ураження двостулкових молюсків р. Чорна (Севастополь) гregarіною *Nematopsis portunidarum* (Frenzel, 1885) / М.В. Лебедовська // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 85-93.

Досліджена сезонна динаміка зустрічальності і чисельності гregarин *Nematopsis portunidarum* (Frenzel, 1885) у двостулкових молюсків, що мешкають в р. Чорній. Виявлено, що *Abra ovata* Philippi, 1836 уражена цим паразитом сильніше, ніж *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789) (ІО складає в середньому  $16 \pm 3$  і  $4 \pm 1$  ооцист/мм<sup>2</sup> зябер). Сезонна динаміка зустрічальності і чисельності гregarин, паразитуючих у них, має схожий характер: максимальні показники відмічені влітку (24 і 25 % уражених молюсків, індекс рясності -  $23 \pm 6$  і  $6,6 \pm 3,4$  ооцист/мм<sup>2</sup>), а найменші - навесні (19 і 9 % молюсків, індекс рясності -  $9,7 \pm 3,5$  і  $3,6 \pm 1,5$  ооцист/мм<sup>2</sup>). Не виявлена кореляція довжини молюсків і чисельності гregarин в них.

**Ключові слова:** двостулкові молюски *Abra ovata*, *Cerastoderma glaucum*, гregarина *Nematopsis portunidarum*, зустрічальність, чисельність, індекс рясності.

## INFECTION OF BIVALVES BY GREGARINES *NEMATOPSIS PORTUNIDARUM* (FRENZEL, 1885) IN THE RIVER CHERNAIY (SEVASTOPOL)

*Lebedovskaya M.V.*

*Ukraine Research Center «State Oceanarium», Sevastopol, Crimea, Ukraine  
National Academy of Sciences of Ukraine A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas,  
Sevastopol, Crimea, Ukraine  
E-mail: lebedovskaya@email.ua*

Invasion of bivalve mollusks, dwelling in the estuarine ecosystem in the mouth of the river Chernaiy (Sevastopol), by gregarines *Nematopsis portunidarum* (Frenzel, 1885) are investigated in the present study.

Among the three species of bivalve mollusks, massively inhabiting the estuary of the river Chernaya (Sevastopol), two species, *Abra ovata* Philippi, 1836 and *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789), are found as intermediate hosts for *N. portunidarum* in this biocenosis. The former mollusk was infected by this parasite greater than the latter one: mean abundances are  $16 \pm 3$  versus  $4 \pm 1$  oocysts/mm<sup>2</sup>. Seasonal dynamics of the occurrence and abundance of *N. portunidarum* are similar in both host species: maximal indexes are found in summer (prevalence are 24 % in *A. ovata* and 25 % in *C. glaucum*, abundance -  $23 \pm 6$  and  $6,6 \pm 3,4$  oocysts/mm<sup>2</sup>, correspondingly) and minimal - in spring (19 and 9 % and abundance  $15 \pm 3,5$  and  $3,6 \pm 1,5$  oocysts/mm<sup>2</sup>, correspondingly).

Analysis of the numbers of gregarines in mollusks in dependence on their lengths did not reveal linear relationship between these parameters. Pearson's correlation coefficients aren't significant level (0,06 in *A. ovata* and 0,3 in *C. glaucum*). The greatest numbers of gregarines are found in *A. ovata* having mean size of 15 – 17 mm in length, and in *C. glaucum* – 19 – 21 mm. No dependence of the gregarines abundance on the length of mollusks has been found, therefore, the accumulation of invasion, obviously, does not occur with age, possibly due to the elimination of highly infected specimens of mollusks. This is consistent with data on the seasonal dynamics of the invasion, characterized by a sharp decrease in the number of gregarines in the populations of both host species during the winter.



The abundance distribution of *N. portunidarum* in the population of the both mollusks is aggregated. The pattern of abundance distribution of gregarines in *A. ovata* is modeled by gamma-distribution ( $\chi^2 = 16$ , when the critical value of  $\chi^2$  is 27 for  $p \leq 0,05$ ) and this pattern remained during all seasons, and in *C. glaucum* – by negative-binomial distribution ( $\chi^2 = 6$ , when the critical value of  $\chi^2$  is 14 for  $p \leq 0,05$ ), and also was constant during the study period. This over interspersed abundance distribution of parasite in hosts population evidently due to the nonuniform distribution in the environment of the source of the infection, which is the infected specimens of crab *Carcinus aestuarii* Nardo, 1847.

**Keywords:** bivalves of *Abra ovata*, *Cerastoderma glaucum*, *Nematopsis portunidarum*, prevalence, abundance, distribution.

### References

1. Kuris M.A., Hechinger R.F., J.C. Shaw J.C. [et al.], Ecosystem energetic implications of parasite and free-living biomass in three estuaries, *Nature*, **454**, 515 – 518 (2008).
2. Belofastova I.P., [Gregarines of genus *Nematopsis* of Black Sea mollusks]. In: V Soviet Union conference on commercial invertebrates (Minsk, 1990): Abstracts, 175 - 176 (Minsk, 1990). (in Russian)
3. Belofastova I.P., [Gregarines *Nematopsis portunidarum* – parasite bivalves of the Black Sea], *Parasitologiya*, **30**, 2, 159 – 173 (1996). (in Russian)
4. Belofastova I.P., [*Nematopsis legeri* De Beachamp, 1910 (Eugregarinida, Porosporidae) – parasite of bivalves from the Black Sea], *Ecologiya moriya*. 46, 3 – 6 (1997). (in Russian)
5. Gaevskaya A.V., Gubanov V.V., Machkevskiy V.K., [Parasite, commensals and diseases of the Black Sea mollusks], Kyiv, 132 (1990). (in Russian)
6. Gaevskaya A.V., [Parasite, diseases and pests of mussels (*Mytilus*, Mytilidae)], Sevastopol, 101 (2006). (in Russian)
7. Hatt P, L'evolution des porosporides chez les mollusques, *Arch. Zool. Exp. Gen.*, **72**, 341 – 415 (1931).
8. Naidenova N.N., Solonchenko A.I. [Organisms, dwelling in mussels and their significance for aquiculture, In: [Ecology, biological productivity and problems of mariculture of Barents seas": I Soviet Union conference]: Abstracts (Murmansk, 1988), 68 – 69 (Murmansk, 1988). (in Russian)
9. Kovalchuk N.A, Holodkovskaya E.V., Gubanov V.V., [Distribution of gregarines *Nematopsis legeri* in the Black Sea, causative agent of diseases of mussels and oysters] In: V Soviet Union conference on commercial invertebrates (Minsk, 1990) : Abstracts, 180 – 181 (Minsk, 1990). (in Russian)
10. Anikanova V.S., Bugmirin S.V., [Methods of collection and studies of helminthes of small mammals], Petrozavodsk, 146 (2007). (in Russian)
11. Rózsa L., Reiczigel J., Majoros G., Quantifying parasites in samples of hosts, *Journal of Parasitology*, **86**, 228 – 232 (2000).
12. Ridgway D., Richardson C.A., Austad S.N., Maximum shell size, growth rate and maturation age correlate with longevity in bivalve mollusks, *Journal of Gerontology a biol. sci med. sci.*, **66**, 2, 183 – 190 (2011).

Поступила в редакцию 18.11.2013 г.