

СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ У РАЗЛИЧНЫХ ФЕНОТИПОВ *LEKANESPHAERA MONODI* (ARCANGELI, 1934) В СООБЩЕСТВЕ ОБРАСТАНИЯ ОДЕССКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

А. Ю. ВАРИГИН

*Институт морской биологии НАН Украины,
ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65011,
e-mail: sealife_1@mail.ru*

Виявлено відмінності в співвідношенні статей у різних фенотипів рівноногого ракоподібного *Lekanesphaera monodi*, який входить до складу угруповання обростання прибережної зони Одеської затоки Чорного моря. Визначено співвідношення самців і самок у п'яти основних фенотипів *L. monodi* (*uniformis*, *maculosa*, *lineata*, *albus* і *rubrum*), що мешкають на підводній поверхні гідротехнічних споруд у трьох районах затоки на глибині від 1 до 2,5 м в умовах різного ступеня водообміну з відкритим морем. Встановлено мінливість в співвідношенні статей у *L. monodi* при переході від відкритої акваторії до напівзакритої з утрудненим водообміном. Співвідношення статей у різних фенотипів *L. monodi* залежить від конкретних умов мешкання в угрупованні обростання Одеської затоки Чорного моря. Найбільша кількість самців відзначено в першому відкритому районі серед особин фенотипу *lineata*. У другому і третьому районах найбільше самців було серед особин фенотипів *maculosa* і *uniformis*, відповідно. Частота зустрічальності цих трьох фенотипів була найбільшою у всіх досліджених районах. При переході від відкритого району до району з випуском дренажних вод і потім – до напівзакритого, загальна частка цих фенотипів збільшувалася з 84,5 до 88,6 і 91%, відповідно. У той же час фенотипи *albus* і *rubrum* були досить рідкісними. Їх зустрічальність в цьому ж ряду районів відповідно зменшувалася з 15,5 до 11,4 і 9%. У всіх вивчених районах в кількісному відношенні самки переважали над самцями. Найбільша відносна кількість самок була виявлена серед представників фенотипу *maculosa*, а самців – серед особин фенотипів *lineata*, *maculosa* і *uniformis*. Серед особин фенотипів *albus* і *rubrum* на одного самця доводилося від двох до трьох самок. Фарбування зовнішніх покривів *L. monodi* носить адаптивний характер. Всі п'ять вивчених фенотипів малопомітні на загальному тлі угруповання обростання, що дозволяє їм уникати нападу хижаків.

Ключові слова: Lekanesphaera monodi, фенотипи, співвідношення самців і самок, Одеська затока, Чорне море.

Введение. Как известно, *Lekanesphaera monodi* (Arcangeli, 1934) является представителем равноногих ракообразных семейства Sphaeromatidae, который широко распространен у побережья Средиземного и Черного морей (Reizopoulou et al., 2014; Kirkim et al., 2014). Обычно эти ракообразные обитают в условиях солоноватоводных лагун, эстуариев и морских заливов (Mancinelli et al., 2005; Marzano et al., 2003, 2007; Silva et al., 2006). В Черном море этот вид предпочитает твердые субстраты, покрытые мидиями и макрофитами (Sezgin, Aydemir, 2010; Teaca et al., 2006). Он обладает высокой степенью эврибионтности и хорошо приспособлен к жизни в прибрежной зоне моря, для которой характерна значительная изменчивость действия различных факторов среды (Кусакин, 1979). Так, *L. monodi* выдерживает повышение температуры морской воды до 31 °С и обладает адаптивными возможностями к жизни в широком диапазоне солености среды (Паули, 1954).

По способу питания этот вид относится к полифагам. Питается как растительной, так и

животной пищей, но предпочитает первую (Gaudencio, Cabral, 2007). Иногда потребляет останки погибших животных. Ведет обычно скрытный образ жизни, прячась среди талломов водорослей или под камнями. При малейшей опасности сворачивается в шар. Наряду с другими мелкими ракообразными служит пищевым объектом для некоторых видов рыб (Kvach, Zamorov, 2001).

Известно, что *L. monodi* является раздельнополым животным. У него хорошо выражен половой диморфизм (Кусакин, 1969). Самцы обычно на четверть крупнее самок. На II плеоподу у них расположен саблевидный мужской отросток, обычно далеко выдающийся за дистальный край эндоподита. Самки вынашивают оплодотворенные яйца во внутренних выводковых мешочках, образованных парными впячиваниями кожных покровов на вентральной стороне их грудных отделов (Кусакин, 1979). Кроме того, у этих ракообразных ярко выражен цветовой полиморфизм. Окраска у них весьма разнообразна и носит, как правило, приспособительный характер.

Представители черноморских равноногих ракообразных, обитающие у побережья Крыма, ранее использовались как удобные модельные объекты для изучения процессов энергетического обмена, роста и продукции у морских организмов (Аболмасова и др., 1986, Печень-Финенко и др., 1986, Маккавеева, 1974). В северо-западной части Черного моря исследования половой и фенотипической структур популяции этих ракообразных не проводились. Цель работы состояла в определении соотношения полов у различных фенотипов *L. monodi*, обитающих в прибрежном сообществе обрастания трех районов Одесского залива, где эти ракообразные являются массовым видом.

Материалы и методы. Материал собирали летом 2014 года во время массового размножения изучаемых ракообразных. Пробы с подводной поверхности траверсов отбирали с помощью металлической рамки, размером 20×20 см, обтянутой мельничным газом. Эти траверсы расположены в различных участках Одесского залива. Первый из них находится в открытой не защищенной волноломом акватории с наиболее интенсивным водообменом, второй расположен в зоне сброса городских дренажных вод, а третий – в полужамкнутой акватории причала с затрудненным водообменом. В первом участке волновое воздействие проявляется в наибольшей степени, во втором – значительно слабее, а в третьем – практически отсутствует. Глубина у стенки траверса в первом и втором участках составляет 2,5 м, в третьем – не более 1 м.

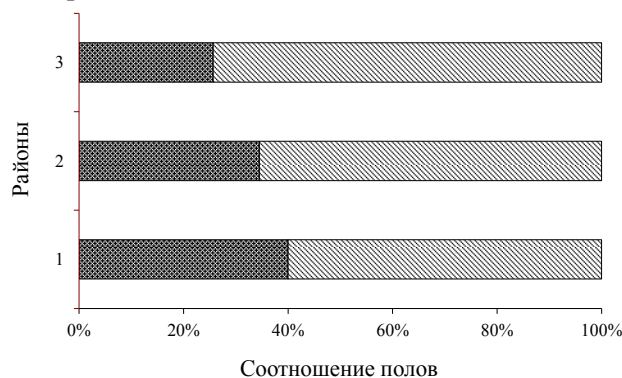


Рис. 1. Общее соотношение полов у особей *Lekanesphaera monodi* из различных районов Одесского залива.

Районы: 1 – открытый, 2 – с выпуском дренажных вод, 3 – полужамкнутый. Светлой штриховкой отмечены самки, темной – самцы

Собранные пробы промывали через систему сит с минимальным размером ячеей 0,5 мм. Отобранных животных идентифицировали, определяли их пол и фенотип, а также измеряли длину (расстояние от переднего края головы до конца тельсона) с точностью до 0,1 мм. При этом различали пять основных фенотипов: *uniformis* (темный монохромный или одноцветный), *maculosa* (пятнистый, выраженный в чередовании темных и светлых пятен), *lineata* (линейчатый, с хорошо различимой продольной полосой), *albus* (белый однотонный) и *rubrum* (красноватый однотонный). Всего исследовано 635 экземпляров *L. monodi*.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований было выявлено, что в первой открытой акватории общее соотношение самцов и самок без учета их фенотипической принадлежности составляет 1:1,5. При этом средняя длина самцов здесь была $6,38 \pm 0,69$ мм, а самок – $4,84 \pm 0,41$ мм. Во второй акватории, находящейся в зоне сброса дренажных вод общее соотношение самцов и самок было 1:1,9. Средняя длина самцов здесь была $6,60 \pm 0,87$ мм, а самок – $4,58 \pm 0,45$ мм. В третьей полужамкнутой акватории общее соотношение самцов и самок было 1:2,9 (рис.1). Средняя длина самцов здесь была $6,84 \pm 0,53$ мм, а самок – $4,83 \pm 0,76$ мм.

Как следует из полученных данных, при переходе от открытой акватории к полужамкнутой средняя длина самцов *L. monodi* возрастает, а самок – остается примерно одинаковой.

Fig. 1. The total sex ratio *Lekanesphaera monodi* individuals from different parts of the Odessa Bay.

Areas: 1 – open, 2 – to the issue of drainage water, 3 – half-closed. Light shading marked female, dark – males

При этом во всех случаях самки количественно преобладают над самцами, хотя это превосходство заметно усиливается при переходе от одного района к другому. Так, если в открытом районе с интенсивным водообменом на трех самок приходилось два самца, то в полузакрытом мелководном районе на одного самца приходится уже примерно три самки (рис. 1).

В первом открытом районе среди особей фенотипа *uniformis* соотношение самцов и самок составляло 1:1,5; *maculosa* – 1:2,3; *lineata* – 1:1,1; *albus* – 1:1,2 и *rubrum* – 1:1,5. Во втором районе с выпуском дренажных вод среди особей фенотипа *uniformis* соотношение самцов и самок составляло 1:1,7; *maculosa* – 1:1,6; *lineata* – 1:2,3; *albus* – 1:2 и *rubrum* – 1:3. В третьем полузакрытом районе среди особей фенотипа *uniformis* соотношение самцов и самок составляло 1:1,4; *maculosa* – 1:6; *lineata* – 1:3,4; *albus* – 1:1,5 и *rubrum* – 1:2 (Рис. 2).

Как видно из данных, представленных на рис. 2, наибольшее количество самцов отмечено в первом открытом районе среди особей фенотипа *lineata*. Во втором и третьем районах больше всего самцов было среди особей фенотипов *maculosa* и *uniformis*, соответственно. Частота встречаемости этих трех фенотипов была наибольшей во всех исследованных районах. При переходе от открытого района к району с выпуском дренажных вод и затем – к полузакрытому, общая доля этих фенотипов

увеличивалась с 84,5 до 88,6 и 91%, соответственно. В то же время фенотипы *albus* и *rubrum* были достаточно редкими. Их встречаемость в этом же ряду районов соответственно уменьшалась с 15,5 до 11,4 и 9% (рис. 3).

При последовательном переходе от открытой акватории к полузакрытой среди особей фенотипов *lineata* наблюдалось постепенное снижение доли самцов и, соответственно, увеличение доли самок (до трех самок на одного самца). Наибольшее относительное количество самок было обнаружено среди представителей фенотипа *maculosa*. При переходе от открытой акватории к полузакрытой количество самок этого фенотипа увеличивалась так, что на каждого самца уже приходилось не менее шести самок.

Среди особей фенотипа *uniformis* соотношение полов в трех изученных районах оставалось примерно одинаковым (на трех самок приходилось два самца). Среди представителей фенотипа *albus* в открытом и полузакрытом районах на двух самцов приходилось три самки, а в районе с выпуском дренажных вод на одного самца было две самки. Среди особей фенотипа *rubrum* в первом открытом районе на двух самцов приходилось три самки, во втором районе на одного самца – три самки и в третьем полузакрытом районе на одного самца – две самки.

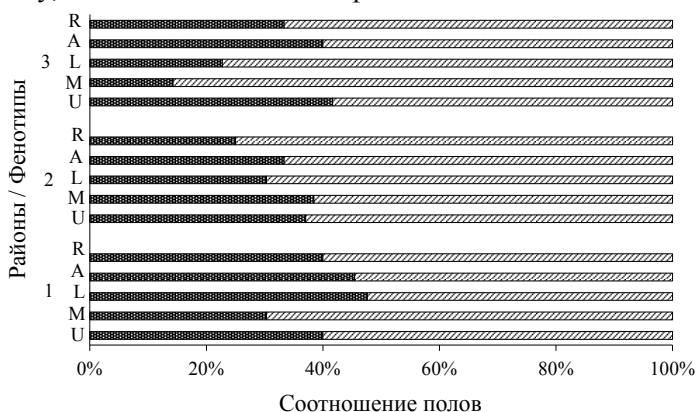


Рис. 2. Соотношение полов у особей разных фенотипов *Lekanepsphaera monodi* в трех районах Одесского залива.

Фенотипы: U – *uniformis*, M – *maculosa*, L – *lineata*, A – *albus*, R – *rubrum*. Районы: 1 – открытый район, 2 – с выпуском дренажных вод, 3 – полузакрытый. Светлой штриховкой отмечены самки, темной – самцы.

Fig. 2. The ratio of sexes in individuals of different phenotypes *Lekanepsphaera monodi* in three districts of the Odessa Bay.

Phenotypes: U – *uniformis*, M – *maculosa*, L – *lineata*, A – *albus*, R – *rubrum*. Areas: 1 – open, 2 – to the issue of drainage water, 3 – half-closed. Light shading marked female, dark – males.

Такие отличия в соотношении полов у представителей пяти основных фенотипов *L. monodi* вызваны, по-видимому, различными условиями их обитания в изученных районах моря. Так, в полузакрытом мелководном районе с ограниченным водообменом в летний период вода прогревается значительно интенсивнее, чем в других изученных районах Одесского залива. Это приводит к тому, что в нем процесс размножения ракообразных проходит значительно интенсивнее и заканчивается раньше, чем в других районах. В итоге самцы после завершения своей репродуктивной деятельности начинают массово погибать, что сказывается на соотношении полов в этом районе. Причем наиболее интенсивно гибнут пестро окрашенные самцы фенотипов *maculosa* и *lineata*. Известно, что подобная массовая гибель самцов после выполнения своей основной функции отмечена у представителей семейства *Sphaeromatidae*, обитающих у берегов Крыма (Маккавеева, 1974).

Как уже отмечалось, окраска этих ракообразных носит адаптивный характер. Особи фенотипа *uniformis* с темной монохромной окраской покровов, соотношение полов у которых во всех изученных районах было примерно одинаковым, сливаются с общим фоном подводной поверхности траверсов. Представители фенотипов *maculosa* и *lineata* с наиболее пестрой окраской менее заметны на фоне поселений мидий, раковины которых также

окрашены в разные цвета. Ракообразные фенотипа *albus* с покровами белого цвета неотличимы от многочисленных домиков усоногих раков *Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854), расположенных как на субстрате, так и на раковинах мидий. А особи фенотипа *gubrum* с красноватой окраской совсем незаметны среди красных водорослей родов *Ceramium* и *Callithamnion*, составляющих значительную часть фитокомпоненты сообщества обрастания в этих районах моря.

Выводы. Соотношение полов у различных фенотипов *L. monodi* зависит от конкретных условий обитания в сообществе обрастания Одесского залива Черного моря. Частота встречаемости фенотипов *uniformis*, *maculosa* и *lineata* была наибольшей во всех исследованных районах и составляла от 84,5 до 91%. Встречаемость фенотипов *albus* и *gubrum* была гораздо ниже и колебалась в пределах от 9 до 15,5%. Во всех изученных районах в количественном отношении самки преобладали над самцами. Наибольшее относительное количество самок было обнаружено среди представителей фенотипа *maculosa* (полузакрытый район), а самцов – среди особей фенотипов *lineata* (открытый район), *maculosa* (район с выпуском дренажных вод) и *uniformis* (полузакрытый район). Среди особей фенотипов *albus* и *gubrum* на одного самца приходилось от двух до трех самок.

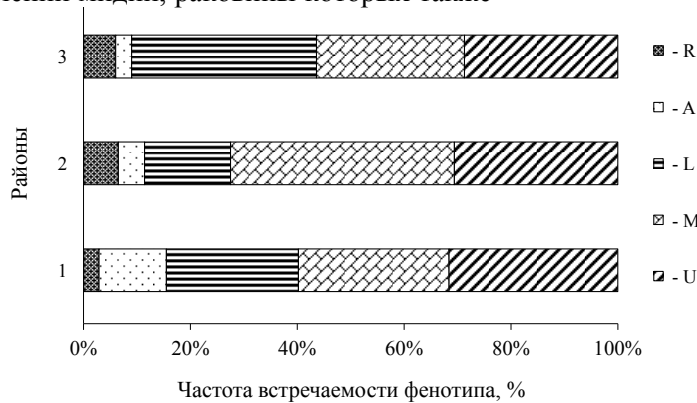


Рис. 3. Частота встречаемости фенотипов *Lekanisphaera monodi* в различных районах Одесского залива.

Районы: 1 – открытый, 2 – с выпуском дренажных вод, 3 – полузакрытый. Фенотипы: U – *uniformis*, M – *maculosa*, L – *lineata*, A – *albus*, R – *rubrum*

Fig. 3. The frequency of phenotypes *Lekanisphaera monodi* in different areas of the of the Odessa Bay.

Areas: 1 – open, 2 – to the issue of drainage water, 3 – half-closed. Phenotypes: U – *uniformis*, M – *maculosa*, L – *lineata*, A – *albus*, R – *rubrum*

Окраска наружных покровов *L. monodi* носит адаптивный характер. Все пять изученных фенотипов в той или иной степени приспособлены сливаться с общим фоном в различных участках сообщества обрастания, что позволяет им избегать нападения хищников.

Список литературы:

- Аболмасова Г.И., Печень-Финенко Г.А., Романова З.А. Баланс энергии двух популяций равноногих ракообразных в Черном море // Экол. моря. – 1986. – вып. 24. – С. 64–69.
- Кусакин О. Г. Отряд Isopoda // Определитель фауны Черного и Азовского морей. – Киев: Наук. думка. – 1969. – С. 408–440.
- Кусакин О.Г. Морские и солоноватоводные равноногие ракообразные (Isopoda) холодных и умеренных вод северного полушария. Подотряд Flabellifera. – Л.: Наука. – 1979. – 742 с.
- Паули В.Л. Свободноживущие равноногие ракообразные Черного моря (Isopoda non parsitica). – Тр. Севастопольск. биол. ст. – 1954. – 8. – С. 100–135.
- Печень-Финенко Г.А., Аболмасова Г.И., Романова З.А. Энергетический бюджет двух видов равноногих ракообразных // Экол. моря. – 1986. – вып. 23. – С. 54–64.
- Маккавеева Е.Б. Рост и продукция *Sphaeroma serratum* Fabr. в Черном море // Биол. моря. – 1974. – вып. 32. – С. 43–52.
- Gaudencio M.J., Cabral H.N. Trophic structure of macrobenthos in the Tagus estuary and adjacent coastal shelf // Hydrobiologia. – 2007. – 587. – P. 241–251.
- Kirkim F., Ozcan T., Sezgin M., Culha M., Katagan T. Marine isopods (Crustacea) of Sinop Bay (Black Sea, Turkey) // J. Black Sea/Mediterranean Environment. – 2014. – 20, N 3. – P. 264–269.
- Kvach Y., Zamorov V. Feeding preferences of the round goby *Neogobius melanostomus* and mushroom goby *Neogobius cephalagres* in Odessa Bay // Oceanol. Stud. – 2001. – 30, N 3-4. – P. 91–101.
- Mancinelli G., Sabetta L., Basset A. Short-term patch dynamics of macroinvertebrate colonization on decaying reed detritus in a Mediterranean lagoon (Lake Alimini Grande, Apulia, SE Italy) // Mar. Biol. – 2005. – 148. – P. 271–283.
- Marzano C.A., Liaci L.S., Fianchini F., Gravina F., Mercurio M., Corriero G. Distribution, persistence and change in the macrobenthos of the lagoon of Lesina (Apulia, southern Adriatic Sea) // Oceanologica Acta. – 2003. – 26. – P. 57–66.
- Marzano C.N., Baldacconi R., Fianchini A., Gravina F., Corriero G. Settlement seasonality and temporal changes in hard substrate macrozoobenthic communities of Lesina Lagoon (Apulia, Southern Adriatic Sea) // Chem. and Ecol. – 2007. – 23, N 6. – P. 479–491.
- Reizopoulou S., Simboura N., Barbone E., Aleffi F., Basset A., Nicolaidou A. Biodiversity in transitional waters: steeper ecotone, lower diversity // Mar. Ecol. – 2014. – 35. – P. 78–84.
- Sezgin M., Aydemir E. Rocky bottom crustacean fauna of Sinop (Black Sea, Turkey) coast // Zool. Baetica. – 2010. – 21. – P. 5–14.
- Silva G., Costa J.L., de Almeida P.R., Costa M.J. Structure and dynamics of a benthic invertebrate community in an intertidal area of the Tagus estuary, western Portugal: a six year data series // Hydrobiologia. – 2006. – 555. – P. 115–128.
- Teaca A., Begun T., Gomoiu M.-T. Recent data on benthic populations from hard bottom mussel community in the Romanian Black Sea coastal zone // Geo-Eco-Marina Coastal Zones and Deltas. – 2006. – 12. – P 42–51.

References:

- Abbolmasova G. I., Pechen-Finenko G. A., Romanova Z. A. Energy balance of two populations of isopods in the Black Sea // Ecol. morya. – 1986. – Is. 24.– P. 64–69.
- Kusakin O. G. Isopoda // Opredelitel fauna Chernogo i Azovskogo. – Kiev: Nauk. dumka. – 1969. – P. 408–440.
- Kusakin O. G. Marine and brackish isopods (Isopoda) of cold and temperate waters of the northern hemisphere. Suborder Flabellifera. – L.: Nauka. – 1979. – 742 p.
- Pauli V. L. Free-living isopods Black Sea (Isopoda non parsitica). – Tr. Sevastopol. biol. st. – 1954. – 8. – P. 100–135.
- Pechen-Finenko G. A., Abbolmasova G. I., Romanova Z. A. Energy budget of two species of isopods // Ecol. morya. – 1986. – Is. 23.– C. 54–64.
- Makaveeva E. B. The growth and production of *Sphaeroma serratum* Fabr. in the Black sea // Biol. morya. – 1974. – Is. 32. – P. 43–52.
- Gaudencio M.J., Cabral H.N. Trophic structure of macrobenthos in the Tagus estuary and adjacent coastal shelf // Hydrobiologia. – 2007. – 587. – P. 241–251.
- Kirkim F., Ozcan T., Sezgin M., Culha M., Katagan T. Marine isopods (Crustacea) of Sinop Bay (Black Sea, Turkey) // J. Black Sea/Mediterranean Environment. – 2014. – 20, N 3. – P. 264–269.
- Kvach Y., Zamorov V. Feeding preferences of the round goby *Neogobius melanostomus* and mushroom goby *Neogobius cephalagres* in Odessa Bay // Oceanol. Stud. – 2001. – 30, N 3-4. – P. 91–101.
- Mancinelli G., Sabetta L., Basset A. Short-term patch dynamics of macroinvertebrate colonization on decaying reed detritus in a Mediterranean lagoon (Lake Alimini Grande, Apulia, SE Italy) // Mar. Biol. – 2005. – 148. – P. 271–283.
- Marzano C.A., Liaci L.S., Fianchini F., Gravina F., Mercurio M., Corriero G. Distribution, persistence and change in the macrobenthos of the lagoon of Lesina (Apulia, southern Adriatic Sea) // Oceanologica Acta. – 2003. – 26. – P. 57–66.
- Marzano C.N., Baldacconi R., Fianchini A., Gravina F., Corriero G. Settlement seasonality and temporal changes in hard substrate macrozoobenthic communities of Lesina Lagoon (Apulia, Southern Adriatic Sea) // Chem. and Ecol. – 2007. – 23, N 6. – P. 479–491.

13. Reizopoulou S., Simboura N., Barbone E., Aleffi F., Basset A., Nicolaidou A. Biodiversity in transitional waters: steeper ecotone, lower diversity // *Mar. Ecol.* – 2014. – 35. – P. 78–84.
14. Sezgin M., Aydemir E. Rocky bottom crustacean fauna of Sinop (Black Sea, Turkey) coast // *Zool. Baetica.* – 2010. – 21. – P. 5–14.
15. Silva G., Costa J.L., de Almeida P.R., Costa M.J. Structure and dynamics of a benthic invertebrate community in an intertidal area of the Tagus estuary, western Portugal: a six year data series // *Hydrobiologia.* – 2006. – 555. – P. 115–128.
16. Teaca A., Begun T., Gomoiu M.-T. Recent data on benthic populations from hard bottom mussel community in the Romanian Black Sea coastal zone // *Geo-Eco-Marina Coastal Zones and Deltas.* – 2006. – 12. – P. 42–51.

THE SEX RATIO AT THE DIFFERENT PHENOTYPES OF *LEKANESPHAERA MONODI* (ARCANGELI, 1934) (CRUSTACEA, ISOPODA) IN THE FOULING COMMUNITY OF THE ODESSA BAY, BLACK SEA

A.Yu. Varigin

The sex ratio at the different phenotypes of isopods Lekanephaera monodi in the fouling community of the coastal zone of Odessa Bay, Black Sea are identified. The ratio of males and females in the five phenotypes L. monodi (uniformis, maculosa, lineata, albus and rubrum), living on the surface of the underwater hydrotechnical structures in three areas of the bay at a depth of 1 to 2,5 m in conditions of varying degrees of water exchange with the open sea are determined. The variability in the sex ratio at L. monodi at the transition from the open water area to the half-closed with a difficult water exchange is established. The sex ratio among different phenotypes L. monodi depends on the specific environmental conditions in the fouling community of Odessa Bay, Black Sea. The greatest number of males observed in the first open area among individuals phenotype lineata. The second and third parts of most males were among individuals phenotypes maculosa and uniformis, respectively. The incidence of these three phenotypes was highest in all the areas studied. In the transition from the open area to area with the release of drainage water, and then – to the half-closed, the total share of these phenotypes was increased from 84,5 to 88,6 and 91%, respectively. At the same time, phenotypes albus and rubrum were quite rare. Their occurrence in the same range of districts respectively decreased from 15,5 to 11,4 and 9%. In all areas studied quantitatively females prevailed over males. The largest relative number of females was found among the phenotype maculosa, and males – among individuals of phenotypes lineata, maculosa and uniformis. Among individuals of phenotypes albus and rubrum to one male had between two and three females. Coloration of the integument of L. monodi has an adaptive character. All five investigated phenotypes inconspicuous on the general background of fouling communities, allowing them to avoid predators.

Key words: Lekanephaera monodi, phenotypes, the ratio of males and females, Odessa Bay, Black Sea

Одержано редколегією 09.07.2015