

УДК 594.124+574.5

К. С. Хачетурова, П. П. Кравец

Популяционная структура и рост двустворчатого моллюска *Mytilus edulis* L. в бухтах Сельдяная, Круглая, Левая (губа Чупа, Белое море)

Представлены результаты исследования структуры поселений *Mytilus edulis* L. и скорости роста моллюсков на литорали бухт Круглая, Сельдяная и Левая губы Чупа Белого моря в летний период 2014–2015 гг.; проанализированы пространственное распределение в указанных точках, показатели обилия, размерно-весовая и возрастная структуры, линейный рост раковин. Моллюски формируют многочисленные агрегации на среднем и нижнем горизонтах литорали, что обусловлено характером грунта бухт, представленного каменно-валунным поясом и обеспечивающего мидий обширной поверхностью прикрепления. Увеличение показателей обилия мидий наблюдается одновременно в двух направлениях: от верхнего горизонта литорали к нижнему и от устья губы к ее кутовой части. Наибольший рост обилия поселений мидий характерен для бухты Круглая в 2014 г., а для бухты Левая – в 2015 г. Моллюски данного вида образуют агрегации с высокими биомассой и плотностью на нижнем горизонте литорали, что связано с повышенным водообменом за счет приливно-отливных течений, обеспечивающим мидий пищей (сестоном). Моллюски с наибольшими размерно-массовыми параметрами обнаружены в бухте Сельдяная. В 2015 г. в бухтах Круглая и Сельдяная доминировали моллюски возрастом 3–6 лет. В бухте Левая ядро поселения составляли многочисленные особи от 0 до 2 лет; наблюдалось интенсивное оседание молоди в исследуемый период времени. Наибольшая скорость роста была характерна для мидий из бухты Левая.

Ключевые слова: мидия съедобная, поселения мидий, Белое море, популяционная структура.

Введение

Повышенный интерес к изучению [1–3], использованию и искусственному воспроизводству *Mytilus edulis* L. связан с тем, что эти морские организмы являются одним из важных звеньев различных трофических цепей в прибрежных экосистемах [4]. Они обладают уникальной способностью аккумулировать загрязняющие вещества, выступая в качестве биофильтров [5]: вместе с пищевыми частицами мидии захватывают вредные вещества, которые впоследствии накапливаются в их организмах [6]. В настоящее время актуальным становится подход к изучению аквакультуры мидий, предполагающий ее применение в экологической инженерии (экотехнологии).

Объемы искусственного выращивания мидий увеличиваются, поскольку существует проблема снижения изъятия промысловых объектов из различных морей Мирового океана. Расширение марикультуры поможет сохранить природные популяции как моллюсков, так и других гидробионтов, не нарушая целостности и первозданности морских экосистем [7].

Цель настоящей работы – изучение структуры поселений *Mytilus edulis* L. и скорости роста моллюсков этого вида на литорали бухт Круглая, Сельдяная и Левая губы Чупа Белого моря. В задачи исследования входило изучение пространственного распределения моллюсков, показателей обилия, размерно-весовой и возрастной структуры поселений, а также количественных параметров роста мидий на литорали изучаемых бухт.

Материалы и методы

В процессе исследования, проведенного на Беломорской биологической станции "Картеш" ЗИН РАН, был произведен отбор проб на литорали в бухтах Левая, Круглая и Сельдяная (губа Чупа Белого моря) в летний период 2014–2015 гг.

В исследуемых районах на литорали вдоль продольной оси бухт закладывали по три пробных площадки (в куту, середине и в устье). С каждого горизонта литорали (верхнего, среднего, нижнего) отбирали по три пробы, которые подвергали камеральной обработке. Поверхность каждого моллюска очищали от обрастаний. Далее определяли вес целого моллюска с помощью весов (точностью до 0,01 г), штангенциркулем измеряли длину, ширину и высоту. После этого моллюсков вскрывали, извлекали мягкие ткани и обсушивали на фильтровальной бумаге, затем с использованием весов измеряли вес створок и мягких тканей мидий по отдельности. Массу мантийной жидкости рассчитывали как разницу между массой целого моллюска и суммой масс тела и раковины.

В общей сложности для описания структуры поселений мидий отобрано 162 пробы и исследовано более 2 500 моллюсков.

Возраст мидий определяли посредством подсчета колец зимней остановки роста на раковинах.

Для описания скорости роста мидий было использовано уравнение Берталанфи:

$$L_t = L_\infty \left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right),$$

где L_t – длина раковины в возрасте t , мм; L_∞ – средняя предельная длина мидии; k – коэффициент, характеризующий скорость роста; t_0 – нулевой возраст.

Гидрологическая характеристика губы Чула

Губа Чула расположена на Карельском берегу Кандалакшского залива. В целом гидрологический режим в губе и входящих в нее бухтах подчиняется закономерностям, свойственным заливу, и характеризуется продолжительной холодной зимой и коротким, но сравнительно теплым гидрологическим летом. Температура воды зимой составляет $-1,2$ °С (у поверхности) [7]. Летом она может достигать высоких значений: у поверхности до $+20$ °С; на глубине 20–30 м – до $+10$ °С. Губа Чула замерзает в начале ноября, а вскрывается в мае; лед выходит из губы обычно не раньше конца мая [7]. Содержание кислорода в воде близко к насыщению и колеблется от 8,5 до 5 мл/л в зависимости от глубины и сезона.

Для верхней сублиторали губы Чула обычны присутствие илистых, глинистых и илисто-песчаных грунтов с отдельными валунами.

В губе Чула можно проследить смену биоценозов с глубиной и их поясное распределение, которое характерно для арктических и бореальных бассейнов [8].

Исследуемые бухты во многом отличаются друг от друга по фракционному составу. Так, литораль бухты Круглая в основном представлена илисто-песчаным грунтом с каменисто-валунным поясом, который характерен для устья и середины исследуемого района.

Бухта Сельдяная в значительной степени вытянута в северо-западном направлении от мыса Картеш. Данный район исследования в отличие от остальных бухт губы Чула отличается весьма специфическими особенностями грунта. Грунт исследуемой бухты можно охарактеризовать как очень вязкий, жидкий ил, образующийся вследствие обильного отмирания растительности в условиях опреснения, что в результате приводит накоплению большого количества органики [8].

Бухта Левая вытянута в восточном направлении от мыса Картеш. В целом бухта Левая по структуре грунта схожа с бухтой Круглая: кутовая часть образована илисто-песчаными грунтами, а в средней части и устье бухты преобладают скальные породы. Также нужно отметить, что для устьевой части бухты Левая характерны сильные прибойные волны, поэтому в данном районе трудно заселяться прикрепляющимся формам беспозвоночных организмов [8].

Результаты и обсуждение

Моллюски вида *Mytilus edulis* L. в губе Чула Белого моря обитают как на литорали, так и в сублиторали. Приливно-отливная зона, или литораль, наиболее изменчива по сравнению с сублиторальной зоной за счет большей вариабельности температуры, солености и обеспечения питательными веществами [9]. Мидии выработали множество сложных поведенческих, физиологических и биохимических адаптаций, позволяющих приспосабливаться и выживать в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды. Прикрепленный образ жизни мидий также ограничивает их трофические возможности определенным местом обитания, в котором располагается их поселение [10].

Данные о таких важных популяционных характеристиках, как плотность и биомасса моллюсков, являются информативными показателями при описании пространственного распределения исследуемых организмов. Проанализировав полученные значения, обнаружили, что в 2015 г. данные показатели обилия стали ниже в сравнении с предыдущим годом (рис. 1).

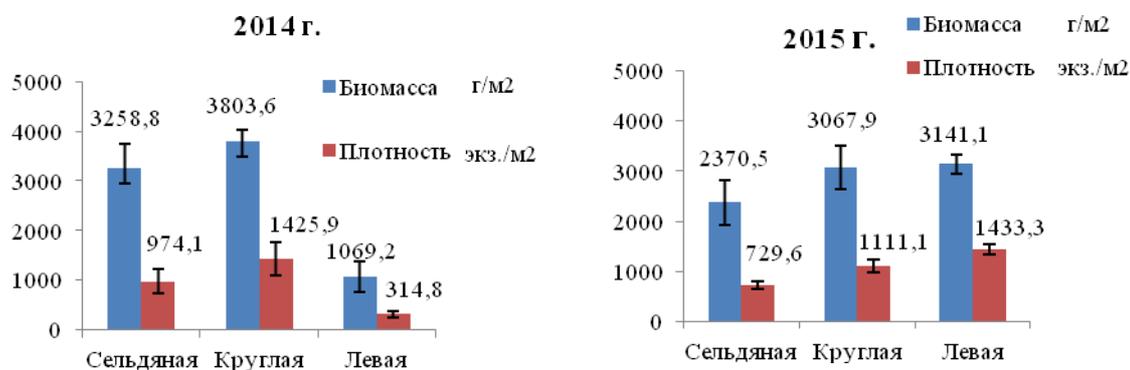


Рис. 1. Показатели обилия *Mytilus edulis* в исследуемых бухтах
Fig. 1. Abundance indices of *Mytilus edulis* in the bays under study

В 2014 г. наибольшая биомасса и плотность поселения моллюсков зарегистрированы в бухте Круглая.

В 2015 г. биомасса поселений моллюсков в бухтах Круглая и Левая были почти одинаковы. Поскольку в устье бухты Левая литораль представлена валунно-каменистым поясом, обеспечивающим моллюсков обширной поверхностью для прикрепления, это объясняет довольно высокие значения не только

биомассы, но и плотности мидий в данном исследуемом районе относительно других. Также стоит отметить, что для остальных бухт в 2015 г. характерно обновление поселений моллюсками-сеголетками, что значительно снижает значения исследуемых параметров.

Наибольшие скопления моллюсков с наибольшими показателями обилия характерны для кутовой части бухт (рис. 2).

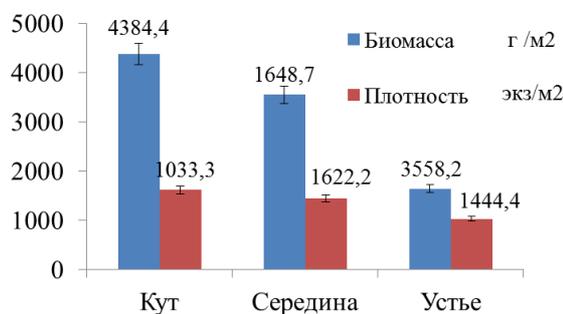


Рис. 2. Плотность и биомасса моллюсков в бухте Круглая
Fig. 2. Population density and biomass of mussels in the Kruglaya Bay

На нижнем горизонте литорали показатели обилия моллюсков гораздо выше, чем на других. Данный факт объясняется тем, что на нижнем горизонте литорали мидии подвержены меньшему осушению в период отлива; это увеличивает время, в течение которого моллюски продолжают питаться, что позволяет накапливать большую биомассу (рис. 3).

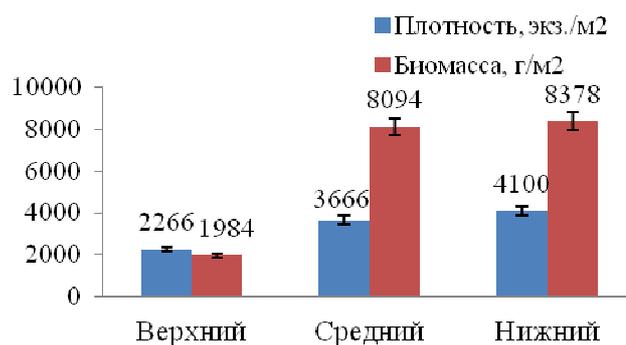


Рис. 3. Показатели обилия моллюсков в куту бухты Круглая
Fig. 3. Mussels' abundance in the apex of the Kruglaya Bay

Данные о размерно-весовой структуре являются одними из наиболее информативных показателей, по которым возможно судить о направленности развития популяции в том или ином исследуемом районе. Проанализировав данные за два года, выяснили, что для 2014 г. наибольшие значения размерно-массовых параметров были характерны для бухты Сельдяная (табл. 1).

Таблица 1. Размерно-весовая структура моллюсков в 2014 г.
Table 1. Size-weight structure of mussels in 2014

Бухта	Длина раковины, см	Масса			
		мидии, г	створок, г	тела мидии, г	мантимальной жидкости, г
Сельдяная	2,78 ± 0,05	3,44 ± 0,16	1,93 ± 0,09	0,82 ± 0,04	1,22 ± 0,06
Круглая	2,57 ± 0,04	2,67 ± 0,09	1,26 ± 0,04	0,5 ± 0,02	1,08 ± 0,04
Левая	2,78 ± 0,09	3,4 ± 0,04	1,58 ± 0,19	0,56 ± 0,06	1,25 ± 0,17

Моллюски из бухты Круглая обладали меньшими размерами по сравнению с другими районами. Причина низких размерных значений заключается в высокой плотности поселения в данном районе: чем больше моллюсков приходится на определенный участок литорали, тем организму сложнее расти и набирать массу, поскольку идет конкуренция внутри поселения за объекты питания.

Согласно данным за 2015 г. в бухте Сельдяная моллюски по-прежнему обладали наибольшими значениями исследуемых параметров (табл. 2).

Таблица 2. Размерно-весовая структура моллюсков в 2015 г.
Table 2. Size-weight structure of mussels in 2015

Бухта	Длина раковины, см	Масса			
		мидии, г	створок, г	тела мидии, г	мантимальной жидкости, г
Сельдяная	2,91 ± 0,07	4,35 ± 0,4	2,03 ± 0,2	0,78 ± 0,06	1,65 ± 0,2
Круглая	2,76 ± 0,08	4,36 ± 0,45	2,12 ± 0,28	1,23 ± 0,09	1,84 ± 0,18
Левая	2,23 ± 0,06	2,19 ± 0,2	0,38 ± 0,03	1 ± 0,11	0,7 ± 0,08

Поселения мидий различных участков литорали отличались не только количеством возрастных классов, но их соотношением. В 2014 г. для бухт Круглая и Сельдяная ядро поселений составляли молодые особи возрастом 0–1 года, что свидетельствует о пополнении поселений молодью. Для бухты Левая характерно преобладание моллюсков более старших возрастов (от 2 лет).

Однако в 2015 г. наблюдалась иная картина: для бухт Сельдяная и Круглая были характерны высокая встречаемость особей возрастом от 3 до 6 лет и совсем незначительное наличие младших возрастных групп. В бухте Левая отмечалось преобладание особей до двух лет. Такое изменение в течение двух лет указывает на закономерное и неравномерное пополнение поселений, связанное с различным оседанием моллюсков в разные промежутки времени (рис. 4).

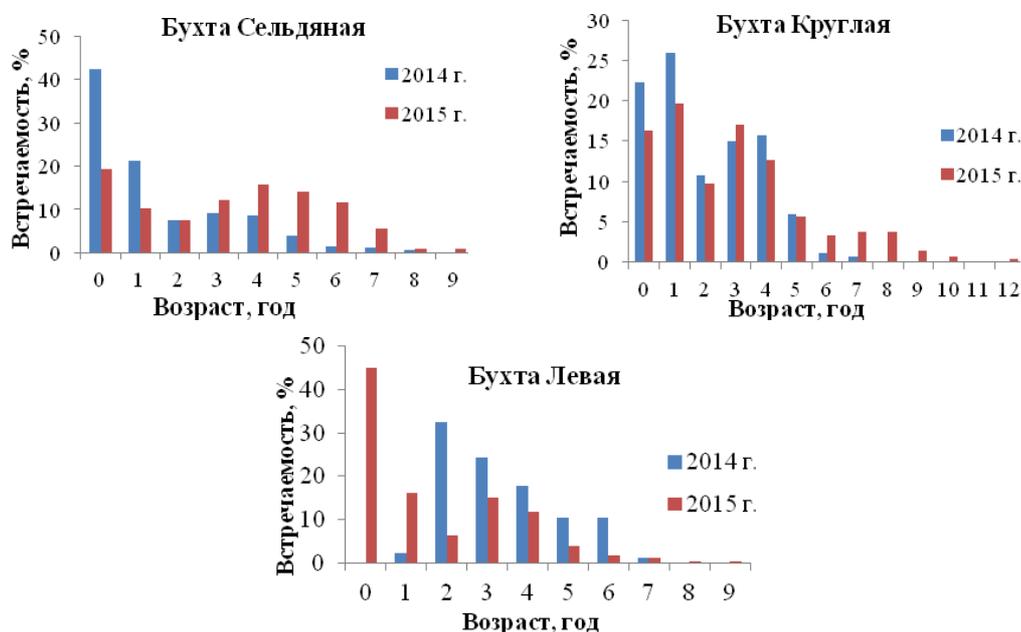


Рис. 4. Возрастная структура моллюсков исследуемых районов
Fig. 4. Age structure of mussels in the areas under study

В процессе анализа годовых приростов раковины было выяснено, что наибольший темп роста характерен для моллюсков бухты Левая (рис. 5).

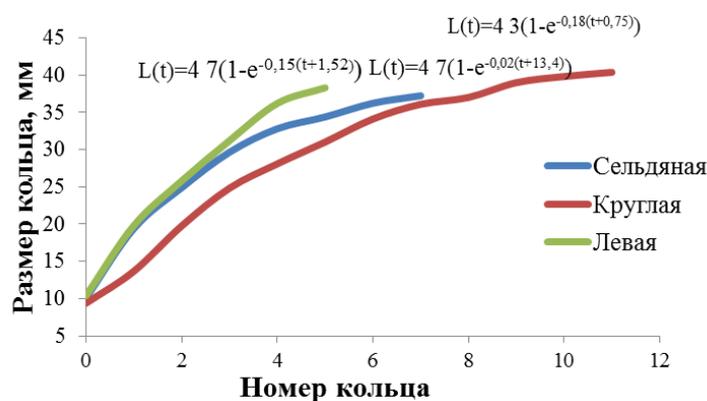


Рис. 5. Скорость роста мидий на литорали исследуемых районов
Fig. 5. Rates of mussels' growth on the littoral in the areas under study

Оценивая темпы роста мидий на различных горизонтах литорали, можно отметить, что максимальный темп роста характерен для моллюсков, обитающих на нижнем горизонте литорали, так как период осушения данного горизонта при отливе много меньше в сравнении со средним и верхним горизонтами, что увеличивает время, в течение которого моллюски продолжают питаться.

Заключение

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) мидии формируют многочисленные агрегации в нижнем горизонте литорали;
- 2) в исследуемых бухтах отмечается увеличение показателя обилия поселений мидий от верхнего горизонта к нижнему и от устья к кутовой части;
- 3) наибольшими размерно-массовыми параметрами обладают моллюски бухты Сельдяная;
- 4) максимальный темп роста характерен для мидий бухты Левая.

Библиографический список

1. Кулаковский Э. Е. Рост мидии обыкновенной в Белом море в естественных условиях и в условиях марикультуры // Экология. 1986. Т. 2. С. 35–42.
2. Лезин П. А. Особенности агрегативного поведения и пространственная организация друз беломорской мидии *Mytilus edulis* L. : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, 2009. 24 с.
3. Сухотин А. А., Кулаковский Э. Е., Максимович Н. В. Линейный рост беломорских мидий при изменении условий обитания // Экология. 1992. № 5. С. 71–77.
4. Бабков А. И. Краткая гидрологическая характеристика губы Чупа Белого моря // Экологические исследования перспективных объектов марикультуры фауны Белого моря. Л. : ЛГУ, 1982. С. 3–17.
5. Шкляревич Г. А., Кершинский А. О. Состояние литоральных поселений *Mytilus edulis* в Кандалакшском заливе Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря : материалы IX междунар. конф., Петрозаводск, 11–14 октября 2004 г. Петрозаводск : ПИН, 2005. С. 333–337.
6. Wayne B. L. Some morphological changes that occur at the metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis*. London : Cambridge University, 1971. P. 259–280.
7. Wayne B. L., Worrall C. M. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations // Marine Ecology Progress Series. 1980. V. 3. P. 317–328.
8. Максимович Я. В., Максимович А. Н., Герасимова А. В. Об организации поселений мидий *Mytilus edulis* L. в условиях литорали Белого моря // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2003. № 4. С. 44–53.
9. Гудимов А. В. Исследование мидий Баренцева моря: от теории к практике // Формирование основ современной стратегии природопользования в Евро-Арктическом регионе. Апатиты : КНЦ РАН, 2005. С. 304–315.
10. Максимович Н. В., Сухотин А. А. Структура и динамика поселений культивируемых мидий в Белом море // Изучение опыта промышленного выращивания мидий в Белом море : труды БиНИИ СПбГУ. СПб. : СПбГУ, 2000. Вып. 46. С. 109–123.

References

1. Kulakovskiy E. E. Rost midii obyknovennoy v Belom more v estestvennyh usloviyah i v usloviyah marikultury [Growth of common mussel in the White Sea under natural conditions and in conditions of mariculture] // Ekologiya. 1986. V. 2. P. 35–42.
2. Lezin P. A. Osobennosti agregativnogo povedeniya i prostranstvennaya organizatsiya друз belomorskoy midii *Mytilus edulis* L. [Features of the aggregative behavior and spatial organization of the drusen of the White Sea mussel *Mytilus edulis* L.] : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Zoologicheskii institut RAN, Sankt-Peterburg, 2009. 24 p.
3. Suhotin A. A., Kulakovskiy E. E., Maksimovich N. V. Lineynyi rost belomorskih midiy pri izmenenii usloviy obitaniya [Linear growth of the White Sea mussels with changing habitat conditions] // Ekologiya. 1992. N 5. P. 71–77.
4. Babkov A. I. Kratkaya gidrologicheskaya harakteristika guby Chupa Belogo morya [Brief hydrological characteristic of the Chupa Inlet of the White Sea] // Ekologicheskie issledovaniya perspektivnykh ob'ektov marikultury fauny Belogo morya. L. : LGU, 1982. P. 3–17.
5. Shklyarevich G. A., Kershinskiy A. O. Sostoyanie litoralnykh poseleniy *Mytilus edulis* v Kandalakshskom zalive Belogo morya [State of littoral settlements of *Mytilus edulis* in the Kandalaksha Bay of the White Sea] // Problemy izucheniya, ratsionalnogo ispolzovaniya i ohrany resursov Belogo morya : materialy IX mezhdunar. konf., Petrozavodsk, 11–14 oktyabrya 2004 g. Petrozavodsk : PIN, 2005. P. 333–337.

6. Bayne B. L. Some morphological changes that occur at the metamorphosis of the larvae of *Mytilus edulis*. London : Cambridge University, 1971. P. 259–280.

7. Bayne B. L., Worrall C. M. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations // Marine Ecology Progress Series. 1980. V. 3. P. 317–328.

8. Maksimovich Ya. V., Maksimovich A. N., Gerasimova A. V. Ob organizatsii poseleniy midiy *Mytilus edulis* L. v usloviyah litorali Belogo morya [On organization of settlements of mussels *Mytilus edulis* L. in conditions of the littoral of the White Sea] // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 3. Biologiya. 2003. N 4. P. 44–53.

9. Gudimov A. V. Issledovanie midiy Barentseva morya: ot teorii k praktike [Studies of blue mussels in the Barents Sea: from theory to practice] // Formirovanie osnov sovremennoy strategii prirodopolzovaniya v Evro-Arkticheskom regione. Apatity : KNTs RAN, 2005. P. 304–315.

10. Maksimovich N. V., Suhotin A. A. Struktura i dinamika poseleniy kultiviruemykh midiy v Belom more // Izuchenie opyta promyshlennogo vyraschivaniya midiy v Belom more [The structure and dynamics of settlements of cultivated mussels in the White Sea] : trudy BiNII SPbGU. SPb. : SPbGU, 2000. Vyp. 46. P. 109–123.

Сведения об авторах

Хачетурова Кристина Сергеевна – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, магистр; e-mail: alicemgree14@gmail.com

Khacheturova K. S. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Undergraduate Student; e-mail: alicemgree14@gmail.com

Кравец Петр Петрович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. биол. наук, доцент; e-mail: kravetspp@mstu.edu.ru

Kravets P. P. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Biol. Sci., Associate Professor; e-mail: kravetspp@mstu.edu.ru

K. S. Khacheturova, P. P. Kravets

**Distribution and population characteristics of *Mytilus edulis* L.
in the Sel'dyanaya, Kruglaya and Levaya Bays
(the Chupa Inlet, White Sea)**

The results of researching the structure of *Mytilus edulis* L. settlements and the growth rate of mollusks on the littoral of the Kruglaya, Sel'dyanaya and Levaya Bays of the Chupa Inlet, the White Sea in summer 2014–2015 have been presented; the spatial distribution, abundance indices, size-weight and age structure have been analyzed. Mussels form the huge aggregations on the middle and lower intertidal zone due to the nature of the bay bed represented by the stone-boulder belt and providing the mussel with large attachment surface. The increase in the abundance of mussels is observed simultaneously in two directions: from the upper horizon of the littoral to the lower one and from the mouth of the bay to its opposite part. In 2014, the highest mussel abundance was registered in the Kruglaya Bay, in 2015 – in the Levaya Bay. Molluscs of this species form aggregations with high biomass and density on the lower horizon of the littoral, which is associated with increased water exchange due to tidal currents that provide mussels with food. Mussels characterized by the largest size-weight parameters have been found in the Sel'dyanaya Bay. Mussels of 3–6 years dominated in the Kruglaya and Sel'dyanaya Bays in 2015. The mussels of 0–2 years dominated in the Levaya Bay the same year; the intensive subsidence of juveniles in the period under study has been observed. The highest growth rate has been observed for mussels inhabiting the Levaya Bay.

Key words: blue mussel, mussel's settlements, White Sea, population structure.