

Основной титульный экран

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ПРАВИТЕЛЬСТВО КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

БАЛТИЙСКИЙ МОРСКОЙ ФОРУМ

**Материалы X Международного Балтийского морского форума
26 сентября-1 октября 2022 года**

Том 3

X Национальная научная конференция

«Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»

Электронное издание

**Калининград
Издательство БГАРФ
2022**

31. Токранов А.М. Трофические группировки рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах // Принципы экологии (электронный журнал). - 2019. - № 3(33). - С. 101-110.

32. Трофические группировки донных и придонных рыб различных семейств отряда Scorpaeniformes в прикамчатских водах / А.М. Токранов // VIII Международный Балтийский морской форум: VIII Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: Сборник материалов: в 6 томах. - Калининград: Изд-во БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – Т. 3. - С. 107-117.

33. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях. - Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. - 484 с.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF RIBBED SCULPIN *TRIGLOPS PINGELII* (COTTIDAE) OF THE KARA SEA

¹ Tokranov Alexey Mikhailovich, Doctor of Biological Sciences, Senior Scientist

² Orlov Alexey Markovich, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

³ Emelin Pavel Olegovich, junior researcher

¹ Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,

Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, e-mail: tok_50@mail.ru

² Shirshov Institute of Oceanology RAS, Moscow, Russia, e-mail: orlov@vniro.ru

² A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS, Moscow, Russia

³ Russian Research Institute of Fishery and Oceanography, Moscow, Russia,
e-mail: emelin@vniro.ru

*Based on the 2019 studies, the biological features (size-age and size-sex structures, sexual dimorphism, fecundity, diet composition) of ribbed sculpin *Triglops pingelii* (Cottidae) of the Kara Sea are presented. This small species of sculpins with short life cycle is characterized by sexual dimorphism in size (males are smaller than females) and relative size of fins. Its fecundity is varied from 100 to 316 eggs. Ribbed sculpin is nectobenthochthyophage, which diet in the Kara Sea consists mostly of Amphipoda, Mysidacea and juveniles of fishes.*

УДК 639.42.061

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ МИДИЕВЫХ ХОЗЯЙСТВ НА ВОСТОЧНОМ МУРМАНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

¹Тюкина Ольга Сергеевна, старший преподаватель кафедры биологии и водных биоресурсов

²Кравец Пётр Петрович, канд. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой биологии и водных биоресурсов

³Деркач Светлана Ростиславовна, д-р хим. наук, профессор, профессор кафедры химии

⁴Ковалева Татьяна Олеговна, старший преподаватель кафедры биологии и водных биоресурсов

^{1,2,3,4}ФГАОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»,
Мурманск, Россия, e-mail: ¹tyukinaos@mstu.edu.ru; ²kravetspp@mstu.edu.ru;

³derkachsr@mstu.edu.ru; ⁴kovalevato@mstu.edu.ru

Исследованы прибрежные поселения мидии в губе Териберская на восточном побережье Баренцева моря с целью выявления наиболее подходящего района для организации мидиевого хозяйства. Изучены показатели обилия и размерно-весовая и возрастная структуры поселения моллюсков. Определено содержание тяжёлых металлов и радионуклеидов в мягких тканях мидии для оценки возможности использования в пищевых целях.

Введение

Продовольственная безопасность является одной из важных проблем государства. Важнейшим направлением в решении данной задачи, помимо растениеводства и животноводства, является промысел и культивирование водных биологических ресурсов [1]. В настоящее время особое внимание необходимо уделять не только изъятию, но также культивированию и восполнению водных биоресурсов. Активно развивающейся отраслью аквакультуры в настоящее время является марикультура [2,3]. Это важно, в том числе и для Мурманской области, обладающей значительным количеством незамерзающих заливов, губ и бухт на Баренцевоморском и Беломорском побережьях [4,5] и высокой продуктивностью прибрежных экосистем [6].

Одним из основных объектов марикультуры являются моллюски [2,3]. Наиболее массовым представителем двустворчатых моллюсков сублиторали и литорали Баренцева моря является мидия (*Mytilus*) (рис. 1А) [7]. Мидия обладает высокими вкусовыми качествами мяса, является диетическим продуктом, богато белками, полиненасыщенными жирными кислотами (омега-3 и омега-6), витаминами (А, В1, В2, С, Е, РР) и минеральными элементами (кальций, магний, калий, натрий, фосфор, железо), белковые гидролизаты из мидий обладают ценными лечебно-профилактическими свойствами [8-14]. Створки мидий на 95-99% содержат карбонат кальция, благодаря чему могут использоваться как добавка в кормовой продукции [14,15].

На Мурманском побережье мидии обычно встречаются на литорали повсеместно. Однако они распределены крайне неравномерно и не образуют четко выраженного пояса. Поселения мидии занимают участки от 0,5 до 2,5 м над нулем глубин, с соленостью от 5 до 34 ‰, предпочитают каменистые и скальные грунты, но могут селиться и на песчаных участках дна при наличии небольших камней или гальки [7].

В условиях северных морей культивирование мидий осуществляется подвесным способом на искусственных субстратах, которые размещают в верхнем трёхметровом слое воды вблизи природных поселений мидий. Эксперименты Полярного филиала ФГБНУ "ВНИРО" ("ПИНРО" им. Н.М. Книповича) на Баренцевом море, проводившиеся на первой опытной мидиевой ферме в начале 1980-х годов, показали возможность выращивания на Мурмане мидии съедобной при длительности культивирования 3 года (до товарных размеров 50 мм), что характеризует мидии Баренцева моря как перспективный объект марикультуры [16].



Рис. 1. Мидии: А – внешний вид моллюска, Б – литоральное поселение мидии губы Лодейная, В – сублиторальное поселение губы Завалишина

В следствие увеличение интереса к данному гидробионту возникает необходимость в освоении перспективных районов для культивирования мидии в прибрежных водах Баренцева моря. С этой целью выбрали в качестве потенциального полигона губу Териберская. Важным критерием выбора полигона послужило то, что на побережье располагается одноимённого сельское поселение. Необходимо отметить наличие всех необходимых коммуникации: линия электропередачи, пресная

вода, подъездная дорога [17]. Для эффективного функционирования хозяйства потребуются работники, которых можно найти из местных жителей, что является экономически выгодным решением. Также для данного района характерно развитие туристической деятельности (строительство гостиничных комплексов, морская рыбалка, организация туристических походов). В связи с этим, данное поселение является одним из важных центров привлечения финансовых инвестиций.

Одним из ключевых условий выращивания мидий является наличие в районе организации аквакультуры скоплений моллюсков, поскольку основными поставщиками личинок на коллекторы, являются репродуктивные части местных поселений мидий. Важным параметром состояния популяции является её ежегодное пополнение молодь. Данные о структуре (размерно-весовой и возрастной) поселений помогут оценить возможности использования разных способов культивирования.

Последние масштабные исследования по структуре и запасам мидии в прибрежной зоне Кольского полуострова проводились в 2000х годах [7,18]. В связи с этим представляет интерес изучение естественных поселений мидий в исследуемых районах.

Цель представленной работы – оценить возможность организации мидиевых хозяйств в губе Териберская с учетом состояния прибрежных поселений моллюсков.

Материалы и методы

Работы проводились в июне 2022 г. в районе губы Териберская Баренцева моря (рис. 2). Исследовалось три района губы с запада на восток: губа Лодейная, губа Корабельная и губа Завалишина. Для первого района характерны довольно широкий литоральный пляж шириной до 150 м, глубины до 70 м. Для второго района характерны небольшие глубины в центральной части 7-8 м. Для третьего района характерны более благоприятные глубины для мидиевого хозяйства в средней части (15 м). За последние несколько лет, в связи с активным развитием внутреннего туризма, в губе Териберская развился активный трафик движения моторных лодок и катеров. Наибольшая активность сложилась в губе Лодейная, т.к. на ее побережье находится два населённых пункта и основная туристическая инфраструктура.

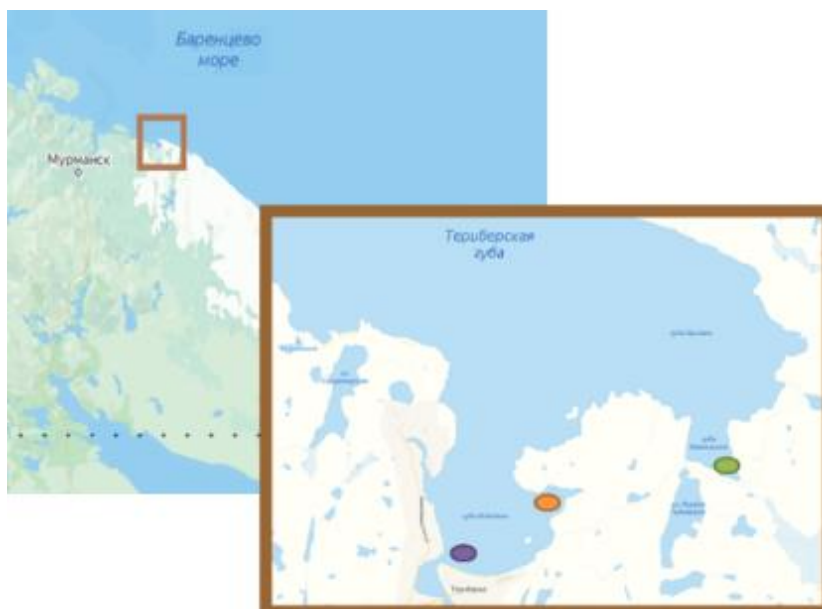


Рис. 2. Карта района исследования:

● - губа Лодейная, ● - губа Корабельная, ● - губа Завалишина

(https://yandex.ru/maps/10897/murmansk-oblast/geo/teriberskaya_guba/2523733986/?from=tab-bar&ll=35.168792%2C69.207632&source=serp_navig&z=11.58)

В исследуемых областях на литорали вдоль заливов закладывались пробные площадки. Пробы моллюсков собраны во время отлива (рис. 1Б), с использованием учетной рамки размером 10х10 см.

Поверхность каждого моллюска очищали от эпибионтов. При помощи штангенциркуля измерялась длина, высота и толщина раковины с точностью до 0,1 мм. С помощью весов определяли вес целого моллюска с точностью до сотых граммов. Далее с помощью скальпеля разрезали мускулы-замыкатели, после чего мягкие ткани животного отделяли от раковины и извлекали тело моллюска. Выделенное тело и створки раковины обсушивали фильтровальной бумагой и по отдельности взвешивали. По разности между массой целого моллюска и суммой массы мяса и створок раковины находили массу заключенной в раковине жидкости (полостная жидкость) [19]. Выявлена доля промысловых мидий (от 5 см).

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

Также были проведены водолазные исследования поселения мидии в губе Завалишина методом вертикальных трансект, перпендикулярных берегу [19]. Трансекту закладывали на глубине от 5 м и с использованием рамки площадью 0,25 м² собирали мидии для их последующей камеральной обработки (рис. 1В).

В общей сложности для описания структуры поселений мидий отобрано 53 пробы и исследовано более 3500 моллюсков.

Были также отобраны пробы мидии на определение содержание тяжелых металлов (Кадмий, Мышьяк, Ртуть, Свинец) и радионуклидов (удельная активность стронция – 90, удельная активность цезия – 137) в мягких тканях на соответствие ГОСТ 33283-2015 Мидии живые. Технические условия, ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ЕАЭС 040/2016 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Исследование образцов проведено на базе ГОБВУ «Мурманская областная станция по борьбе с болезнями животных».

Математическая обработка проводилась с использованием пакета MS Excel 2010. В тексте работы указываются значения доверительного интервала, в таблице 1 – стандартной ошибки. В расчетах популяционных и размерно-весовых характеристик не учитывались особи возрастной группы 0+ с длиной раковины от 9 мм и менее.

Результаты и обсуждение

Мидии встречались повсеместно в литоральной зоне исследованных районов губы Териберская на каменистых грунтах, исключая песчаные грунты нижней литорали губы Лодейная. На верхних горизонтах литорали губ Корабельная и Завалишина наблюдалось большое количество пустых створок моллюска. На нижнем и среднем горизонтах всех исследованных районов наблюдалось большое количество осевших сеголеток мидии.

Данные о таких важных популяционных характеристиках, как плотность и биомасса моллюсков, являются информативными показателями при описании пространственного распределения исследуемых организмов (рис.3). Плотность моллюска во всех трех губах оказалась примерно одинаковой: в губе Лодейная – $2,64 \pm 0,85^*$ тыс. экз./м² (* – доверительный интервал), в губе Корабельная – $2,63 \pm 0,54$ тыс. экз./м², губе Завалишина – $3,03 \pm 0,99$ тыс. экз./м². В зоне сублиторали губы Завалишина наблюдалось резкое уменьшение численности – $0,55 \pm 0,22$ тыс. экз./м², что может быть связано с преобладанием песчаных грунтов. В отличие от плотности показатель биомассы поселения мидии значительно разнился: в губе Лодейная – 3397 ± 2122 г/м², в губе Корабельная – 2761 ± 849 г/м², губе Завалишина – 739 ± 273 г/м², в зоне сублиторали губы Завалишина – 583 ± 233 г/м².

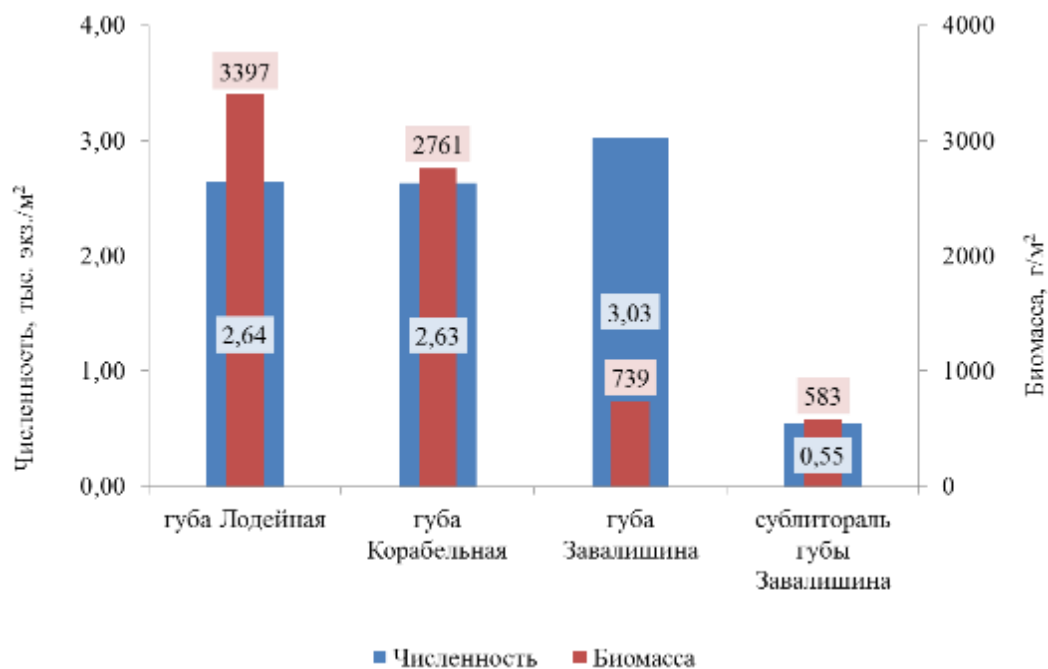


Рис. 3. Показатели обилия мидии в исследуемых районах

Данные о размерно-весовой структуре по губам представлены в таблице 1. По таблице можно проследить уменьшение рассматриваемых показателей с запада на восток по литорали губы Терiberская: от больших средних массы моллюска (2,1 г) и длины раковины (2,0 см) в губе Лодейная, до наименьших показателей (0,4 г и 1,2 см соответственно) в губе Завалищина. Однако, не смотря на значительное уступание по плотности поселения мидии на сублиторали поселению на литорали, наибольшие средние значения показателей размерно-весовой структуры отмечены для сублиторальных моллюсков (3,1 г и 3,0 см соответственно). К сожалению, моллюски промысловых размеров встречались единично в бухтах Корабельная и Лодейная, а также на сублиторали бухты Завалищина.

Таблица 1

Размерно-весовая структура моллюсков

Район исследования	Длина раковины моллюска, см	Масса мидии, г	Масса створок моллюска, г	Масса тела моллюска, г	Масса мантийной жидкости, г
губа Лодейная	2,0 ± 0,52	2,1 ± 0,11	0,9 ± 0,08	0,7 ± 0,05	0,5 ± 0,5
губа Корабельная	1,9 ± 0,34	1,3 ± 0,07	0,5 ± 0,03	0,4 ± 0,02	0,4 ± 0,05
губа Завалищина	1,2 ± 0,19	0,4 ± 0,01	0,2 ± 0,01	0,1 ± 0,01	0,1 ± 0,01
сублитораль губы Завалищина	3,0 ± 1,01	3,1 ± 0,32	2,1 ± 0,2	1,6 ± 0,17	0,8 ± 0,17

Примечание: «±» стандартная ошибка.

В пробах присутствовали особи возрастом от 0+ (осевших в весенний период 2022 года) до 6+. Доминировали мидии возрастом 0+, 1+ и 2+, что может быть связано с ежегодным интенсивным оседанием молоди, что является благоприятным фактором для оседания личинок на коллекторы аквакультуры.

Так как мидии – это фильтрующие моллюски с характерным для них явлением накопления в тканях тяжелых металлов и радионуклеидов, в рамках исследования было определено содержание этих показателей в мягких тканях моллюсков (табл. 2). Все полученные значения показателей не превышали нормы и были незначительными. Данный фактор очень важен для выращивания мидии для пищевой продукции.

Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в теле моллюска

№ п/п	Наименование показателя	Ед. измерения	Результат испытаний	Погрешность (неопределенность)	Норматив
Токсичные элементы					
1	Кадмий	мг/кг	0,037	0,007	не более 2
2	Мышьяк	мг/кг	0,86	0,13	не более 5
3	Ртуть	мг/кг	0,008	0,002	не более 0,2
4	Свинец	мг/кг	0,29	0,05	не более 10
Радионуклеиды					
1	удельная активность стронция – 90	Бк/кг	6,9	±6,6	100
2	Удельная активность цезия - 137	Бк/кг	менее 1	±3,1	130

Заключение

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии промысловых запасов мидии на литорали исследованных районов губы Териберская. Кроме того, изъятие моллюска в сублиторальной зоне сопровождается существенными финансовыми затратами и потому нерентабельно. Таким образом, культивирование мидии в прибрежной зоне актуально и является единственным способом получения необходимых объемов для удовлетворения возрастающего спроса на продукцию из данного гидробионта. Выше перечисленное, а также то, что выращивание мидии является наиболее простым и наименее затратным видом деятельности в области аквакультуры, создают достаточно высокий потенциал развития аквакультуры моллюсков на восточном побережье Мурмана.

Из исследованных трех районов губы наиболее подходящим для размещения мидиевого хозяйства является губа Завалишина, т.к. в отличие от остальных не испытывает активного трафика моторных лодок и катеров и характеризуется подходящими глубинами и водным обменом. Кроме того, имеется приток пресных вод с биогенами и отмечено интенсивное оседание молоди. В конце июня 2022 года состоялся аукцион и на момент написания материала территория губы Завалишина взята в рыбноводное пользование для ведения деятельности в области аквакультуры [20].

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-16-20046) и Министерства образования и науки Мурманской области (соглашение № 103).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О нас. Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО) [Электронный ресурс] // <https://www.fao.org/about/ru/> (дата обращения 01.09.2022)
2. Воробьев, В. В. Кластеры – основа устойчивого развития промышленной марикультуры в Российской Федерации. Часть 1. Тенденции в развитии мирового рыболовства и аквакультуры // Рыбное хозяйство. – 2021. – №6. – С. 31-39.
3. Воробьев, В. В. Кластеры – основа устойчивого развития промышленной марикультуры в Российской Федерации. Часть 2. Состояние и перспективы развития промышленной марикультуры // Рыбное хозяйство. – 2022. – №1. – С. 20-26.
4. Общая информация о Мурманской области [Электронный ресурс] // <https://gov-murman.ru/region/index.php> (дата обращения 01.09.2022)
5. Лоция Баренцева моря. В 2-х частях. – СПб.: ГУН и О, 2001, 1995. – 264 с., 464 с.
6. Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева и Белого морей и Северной Атлантики в 2019 г. / ПИНРО им. Н.М. Книповича; отв. ред. Е.А. Шамрай. – Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2019. – 139 с.
7. Кравец, П. П. Популяционный анализ поселений мидий *Mytilus edulis* L. в экосистемах Баренцева моря: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук // Петрозаводский государственный университет. Петрозаводск. – 2011. – 25 с.

8. Битютская, О.Е., Систематизация способов комплексной переработки мидий // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2019. – № 5-6. – С.9-15.
9. Патент 2576870 «Способ производства консервов «Салат овощной с мидиями», опубликовано: 10.03.2016, Бюл. № 7.
10. Патент 2548109 «Способ получения основы для поликомпонентного пищевого продукта из мидий», опубликовано: 10.04.2015 Бюл. № 10.
11. Патент 2743019 «Способ получения масляной композиции, обогащенной полиненасыщенными жирными кислотами и каротиноидами из мидий *Calloprovincialis*, опубликовано 12.02.2021 Бюл. № 5.
12. Табакаева, О. В., Табакаев, А. В. Микронутриентный состав пищевых частей промыслового двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* // Вопросы питания. – 2016. – № 1. – С. 92-98.
13. Hyunga Jun-Ho, Ahnb Chang-Bum, Jea Jae-Young. Blue mussel (*Mytilus edulis*) protein hydrolysate promotes mouse mesenchymal stem cell differentiation into osteoblasts through upregulation of bone morphogenetic protein // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 242. – P. 156–161.
14. Meram Chalamaiah, Wenlin Yu, Jianping Wu. Immunomodulatory and anticancer protein hydrolysates (peptides) from food proteins: A review // Food Chemistry. – 2018. – Vol. 245. – P. 205–222.
15. Safamehr, A. Safamehr, A., Langille, M. L., Anderson, D. M., MacIsaac, J. L., Evaluation of composition and in vitro solubility rate of by-products of the Atlantic shellfish industry as alternative calcium sources // Journal of Applied Poultry Research. – 2013. – Vol. 22. – № 3. – P. 529-538.
16. Федоров, А. Ф. Продукционные возможности мидии (*Mytilus edulis* L.) в марикультуре Мурмана. Апатиты, КФАН СССР, 1987. – 104 с.
17. Золотницкий, А.П., Сытник, Н.А., Крючков, В.Г. Биоэкологическое обоснование и разработка проекта создания морской фермы по культивированию мидий в северо-восточной части Черного моря // ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И ЭКОЛОГИЯ ВОДОЕМОВ: материалы VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. – Калининград: КГТУ. – 2018, с. 9-19.
18. Песов, А. Э. Промысловые двустворчатые моллюски (*Bivalvia*) верхней сублиторали Баренцевоморского побережья Кольского полуострова: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук // ВНИРО. Москва. – 2008. – 25 с.
19. Блинова, Е. И., Вилкова, О. Ю., Милютин, Д. М. и др. Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. Вып. 3: Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны. – М.: ВНИРО, 2005. – 139 с.
20. Торги по приватизации, аренде и продаже имущества [Электронный ресурс] // <https://i.rts-tender.ru/main/auction/Trade/Privatization/View.aspx?Id=88523&Guid=5c72848e-6ec1-4d40-b60e-fc258bfd0283> (дата обращения 01.09.2022)

BIOECOLOGICAL ASPECTS OF THE ORGANIZATION OF MUSSEL FARMS IN THE EASTERN MURMAN OF THE BARENTS SEA

¹Tyukina Olga Sergeevna, senior lecturer

²Kravets Petr Petrovich, Ph.D., Associate Professor, Head of department

³Derkach Svetlana Rostislavovna, Doctor of Sciences, Professor, professor of the department

⁴Kovaleva Tatyana Olegovna, senior lecturer

^{1,2,3,4}Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia, e-mail: ¹tyukinaos@mstu.edu.ru;

²kravetspp@mstu.edu.ru; ³derkachsr@mstu.edu.ru; ⁴kovalevato@mstu.edu.ru

The coastal settlements of mussels in the Teriberskaya Bay were studied in order to identify the most suitable area for organizing a mussel farm. Abundance indicators and size-weight and age structure of mollusk settlements were studied. The content of heavy metals and radionuclides in the soft tissues of the mussel was determined to assess the possibility of using it for food purposes.