

М.И. Задевалова, М.Б. Шилин

**БОКОПЛАВ *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.)
В УСЛОВИЯХ ЛИТОРАЛИ НЕВСКОГО ЭСТУАРИЯ (БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ)**

M.I. Zadevalova, M.B. Shilin

**THE AMPHIPOD *Gmelinoides fasciatus* (Stebb.)
IN THE CONDITIONS OF THE LITTORAL ZONE OF NEVSKY ESTUARY
(BALTIC SEA)**

*В статье рассмотрен сезонный ход динамики количественных показателей байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* и его роли в сообществах макробеспозвоночных в условиях литоральной зоны Невского эстуария. Изучены структурные характеристики популяции бокоплавов. Рассмотрены факторы, влияющие на пространственное распределение рачков.*

Ключевые слова: байкальская амфипода, макробеспозвоночные, сезонная динамика, численность, биомасса.

*The article considers seasonal variability of the dynamics of quantitative indicators of Baikal amphipod *Gmelinoides fasciatus* and its role in the communities of macroinvertebrates in the conditions of the intertidal zone Nevsky estuary. Studied structural characteristics of amphipods populations. The factors affecting the spatial distribution of crustaceans.*

Key words: Baikalian amphipod, macroinvertebrates, seasonal dynamics, abundance, biomass.

Байкальский бокоплав (амфипода) *Gmelinoides fasciatus* — эврибионтный и эвриотопный вид, способен обитать в стоячих и текучих водоемах разных климатических зон, различного температурного и кислородного режимов, различной трофности. Рачок способен достигать высоких показателей обилия в прибрежных биоценозах [6]. Амфиподами *G. fasciatus* охотно питаются многие рыбы — елец, окунь, сиг, плотва, лещ и др. В питании окуня *G. fasciatus* может составлять в среднем 65 % от массы пищевого комка [4].

Преднамеренная интродукция байкальского рачка-бокоплава *G. fasciatus* в озера бассейна Балтийского моря проводилась в 1970-е гг. в целях улучшения кормовой базы рыб озер Карельского перешейка [12, 5]. В 1996 г. байкальский вселенец *G. fasciatus* был обнаружен в Невской губе [7], а затем в 1999 г. — в олигогалинной восточной части Невского эстуария [5], за несколько лет достигнув доминирующих позиций в прибрежных биоценозах Невской губы [2].

Известно, что различные участки эстуария Невы существенно различаются абиотическими условиями и структурно-функциональными характеристиками экосистемы [5, 8, 15]. Представляет интерес выявление и оценка действия экологических факторов, влияющих на количественные характеристики поселений *G. fasciatus* во внешней и внутренней частях эстуария.

Целью настоящей работы стало выявление факторов, влияющих на структурные показатели поселений бокоплавов в составе литоральных сообществ Невского эстуария (Балтийское море). В задачи работы входило:

- получить данные по структуре и количественному распределению макрозообентоса на разнотипных литоральных биотопах;
- рассмотреть роль байкальского вселенца в составе сообществ макрозообентоса;
- рассмотреть влияние факторов среды на структурные характеристики популяций бокоплавов в сообществах, существующих на разных биотопах.

Материал был собран в 2009 г. четыре раза (май, июнь, июль, август) на двух участках береговой зоны Невского эстуария: Невская губа (59°59.496', 30°05.703') — участок № 1; восточная часть Финского залива (60°09.710', 29°51.049') — участок № 2. Пробы отбирались на расстоянии 30–80 м от уреза воды, на глубине 0,5–0,7 м. В каждую съемку было взято по три повторности.

Прибрежная зона участка № 1 образована водными растениями: камыш, рдесты, тростник. Заросли водных растений распространяются до 700–800 м вглубь от береговой линии; субстрат представлен каменисто-песчаными грунтами, корневищами, фрагментами отмершей водной растительности. На участке № 2 субстрат прибрежной зоны образован песчано-каменистым грунтами. Вдоль береговой линии на участке № 2 в массе развиваются нитчатые водоросли, *Cladophora glomerata* и др.

Пробоотбор производился при помощи металлической трубы (цилиндра) высотой 80 см с площадью захвата 1/33 м². Зарослевые участки осторожно накрывали пробоотборником, внедряя его нижний край в грунт. Из цилиндра при помощи сита с диаметром ячеей 125 мкм тотально изымали фауну вместе с поверхностным слоем грунта. Пробы промывали через сито с диаметром ячеей 125 мкм. Проба фиксировалась 4 %-ным формалином и хранилась в герметичных пластиковых пакетах. Пробы разбирали тотально под бинокляром, используя бентосную камеру Богорова. Организмы макрозообентоса во всех пробах определены в большинстве случаев до вида. Определены их численность и биомасса. Видовая идентификация не произведена для бокоплавов размером менее 2–3 мм; такие особи были объединены в общую размерную группу («ювенильная группа» Amphipoda juv.).

Состав сообществ макрозообентоса на участках представлен четырьмя типами беспозвоночных: т. Annelida кл. Clitellata (подкл. Oligochaeta и Hirudinea); т. Nemertea; т. Mollusca (кл. Bivalvia и Gastropoda); т. Arthropoda кл. Malacostraca (отр. Isopoda и Amphipoda), кл. Insecta (отр. Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Odonata, Diptera).

При сопоставлении показателей суммарной численности в сообществе на участках 1 и 2 доминантные группы совпадали (табл. 1, 2). В мае и июне в сообществах по суммарной численности лидировали хирономиды, достигая в мае на участке № 1 67 %, на участке № 2 — 80 %; в июне — 67 и 77 % соответственно. В июле доминантной группой были олигохеты, которые составили на участке № 1 — 36 %, на участке № 2 — 50 % суммарной численности сообществ макрозообентоса. В августе лидировали представители отр. Amphipoda, составляя на участке № 1 47 %, а на участке № 2 — 62 % доли суммарной численности в сообществах.

По показателям биомассы в середине лета наблюдались расхождения среди доминирующих групп (табл. 1, 2). В мае на обоих участках лидировали бокоплавы по

показателям суммарной биомассы в сообществах, достигая на участке № 1 51 %, на участке № 2 — 66 %. В июне на участке № 1 лидировали представители отр. Amphipoda, на участке № 2 — сем. Chironomidae, достигая 56 и 33 % суммарной биомассы сообщества соответственно. В июле на участке № 1 лидирующую позицию заняли олигохеты, достигнув 37 %, на участке № 2 — амфиподы — 58 % суммарной биомассы сообщества. В августе доминантной группой в сообществах синхронно стали бокоплавцы, составив 47 % биомассы сообщества на участке № 1 и 70 % — на участке № 2.

Таблица 1

Численность (N , экз./м²) и биомасса (B , г/м²) отдельных таксонов макрозообентоса на участке № 1 в 2009 г.

Вид	май				июнь				июль				август			
	N	N'	B	B'	N	N'	B	B'	N	N'	B	B'	N	N'	B	B'
Amphipoda	1804	23,67	1,51	51,15	1331	23,54	5,45	55,66	902	32,93	0,26	28,82	6116	46,84	16,83	47,46
Oligochaeta	561	7,36	0,26	8,85	209	3,70	0,12	1,20	946	34,54	0,33	36,59	1518	11,63	1,30	3,67
Chironomidae	5093	66,81	0,66	22,46	3773	66,73	1,49	15,18	792	28,92	0,13	14,52	4444	34,04	2,01	5,66
другие	165	2,16	0,52	17,55	341	6,03	2,74	27,96	99	3,61	0,18	20,07	979	7,50	15,33	43,21

Примечание. N' (B') — доля отдельных таксонов в суммарной численности (биомассе) макрозообентоса на участке, %.

Таблица 2

Численность (N , экз./м²) и биомасса (B , г/м²) отдельных таксонов макрозообентоса на участке № 2 в 2009 г.

Вид	май				июнь				июль				август			
	N	N'	B	B'	N	N'	B	B'	N	N'	B	B'	N	N'	B	B'
Amphipoda	77	4,22	0,158	66	1210	14,07	0,077	18,99	418	40,43	0,455	57,73	11099	62,17	24,57	70,44
Oligochaeta	231	12,65	0,05	20,89	473	5,499	0,018	4,442	517	50	0,279	35,44	2431	13,62	0,743	2,129
Chironomidae	1463	80,12	0,026	11,03	6611	76,85	0,132	32,45	77	7,447	0,039	4,883	3388	18,98	2,008	5,756
другие	55	3,012	0,005	2,089	308	3,581	0,179	44,12	22	2,128	0,015	1,953	935	5,237	7,56	21,68

Примечание. N' (B') — доля отдельных таксонов в суммарной численности (биомассе) макрозообентоса на участке, %.

Видовой состав бокоплавов на обоих участках был представлен особями *Gmelinoides fasciatus*. По показателям численности в сообществах представители отр. Amphipoda лидировали в августе на 1 и 2 участках. В другие съемки бокоплавцы занимали вторые места по показателям численности и биомассы, внося значительный вклад в суммарную долю сообществ.

Присутствие ювенильных особей среди бокоплавов варьировало на обоих участках на протяжении съемок (рис. 1). В мае на участке № 1 ювенилы в 4 раза превосходили взрослые особи по численности, тогда как на участке № 2 встречались только половозрелые бокоплавцы, ювенильных особей обнаружено не было. В июне на участке № 1 численность взрослых особей бокоплавов превосходила ювенильные в 7 раз, тогда как на участке № 2 наблюдалась противоположная картина с преобладанием молоди, которая составила 97 % суммарной доле амфипод. В июле на обоих участках

ювенильные особи бокоплавов отсутствовали. В августе по показателям численности на участке № 1 наблюдалось преобладание ювенильных над взрослыми особями в 3,5 раза. На участке № 2 ювенильные особи практически в 2 раза превосходили взрослых по показателям численности.

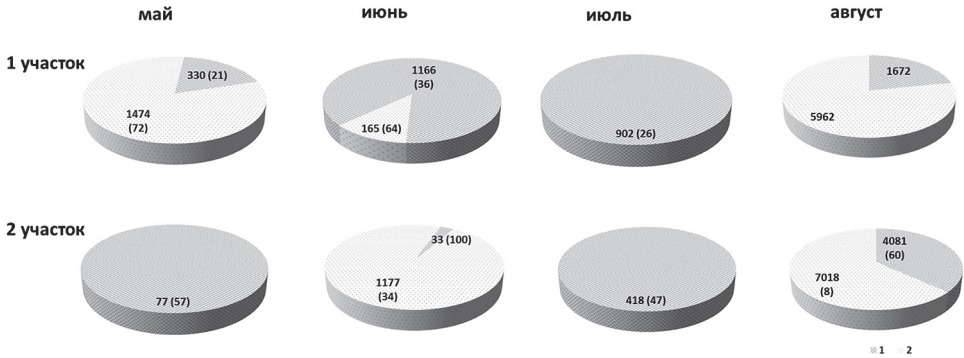


Рис. 1. Численность особей бокоплавов и их молоди (ювенильная группа) в 2009 г. на участках № 1 и 2: 1 — Amphipoda; 2 — Amphipoda juv.; в скобках указана относительная ошибка учета животных, %

В составе сообществ макрозообентоса на исследованных участках обнаружены таксоны, типичные для исследованной акватории. Среди обнаруженных представителей донной фауны по численности и биомассе на разных станциях преобладали или олигохеты, или хирономиды, или амфиподы, что вполне соответствует литературным данным [14, 5].

На пространственное распределение бокоплавов влияют абиотические условия и структурно-функциональные характеристики участков. Невская губа и Восточная часть Финского залива имеют разный гидрологический режим: Невская губа располагается в зоне с соленостью 0,07–0,10 ‰, а за пределами Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений КЗС («дамбы») соленость постепенно увеличивается от 0,1 до 2 ‰ [5]; минерализация и ионный состав в верхнем и нижнем районах различны.

В Невской губе ионный состав значительно ниже и практически схож с р. Невой, тогда как в восточной части Финского залива этот показатель увеличивается в 2 и более раз [14]. В литературе есть указания на то, что одним из основных факторов, лимитирующих распределение и развитие амфипод, является содержание Ca^{++} . Экспериментально было проверено [13] отношение рачков *G. fasciatus* к содержанию концентраций Ca^{++} в воде. Было показано, что рачки благополучно переносят колебания содержания Ca^{++} от 3 до 10^{-12} мг/л [10]. В Невской губе содержание Ca^{++} составляет 9,5 мг/л, а в мелководной части Финского залива — 16,7 мг/л [14], что является критическим для рачков данного вида.

Отсутствие рачков в июле на участке № 2 может быть связано с неблагоприятными проявлениями эвтрофирования — прежде всего, массовым развитием нитчатых водорослей, что приводит к формированию гипоксии в период их разложения [11].

По санитарно-гигиеническим критериям, наиболее эвтрофными районами акватории эстуария р. Невы северного побережья признаны участки курортной зоны от г. Сестрорецка до г. Зеленогорска [9]. Одним из основных источников вторичного загрязнения на этих участках эстуария р. Невы являются нитчатые водоросли *Cladophora glomerata* [5]. С середины лета и до конца сентября происходит массовое отмирание зеленых нитчаток, что усиливает эвтрофирование прибрежных вод Финского залива [3].

В литературе есть данные о том, что по показателям микроэлементов наблюдается тенденция к повышению концентраций от Ладожского озера к восточной части Финского залива таких элементов, как магний, калий, натрий, кремний, сера, алюминий, марганец, стронций [5]. Экспериментально доказано негативное влияние токсичности на *G. fasciatus*. Этот рачок признан индикатором качества донных отложений и воды в Финском заливе и других частях Балтийского моря, а также некоторых других водоемов [1]. Уровень выживаемости *G. fasciatus* снижается при контакте с ионами калия, которые являются основным компонентом техногенной воды. Так, концентрации 10^3 мг/л являются для рачков среднесмертельными [11]. По некоторым данным, наблюдается увеличение концентраций калия от Невской губы к Финскому заливу от 1,75 до 29,84 мг/л [14]. Такое увеличение, по-видимому, сказывается на численности байкальского вселенца за пределами Невской губы. При концентрации 0,01 мг/л кадмия и меди рачки *G. fasciatus* в течение 48 ч реагировали снижением выживаемости [11]. Некоторые авторы наблюдали увеличение концентраций меди от 0,011 до 0,015 мг/л [14]. Это может свидетельствовать о том, что общее увеличение показателей данных микроэлементов негативно сказывается на распределении численности бокоплавов в условиях Финского залива.

В составе сообщества макрозообентоса обнаружены типичные для данной акватории представители донной фауны, среди которых доминировали по численностям и биомассам, в зависимости от сезона и типа биотопа, или олигохеты, или хирономиды, или амфиподы. *G. fasciatus* играет важную роль в формировании и функционировании литоральных сообществ прибрежной зоны исследуемых участков. На пространственное распределение и численные показатели популяций отр. Amphipoda влияют абиотические условия акватории. Другая причина изменения количественных показателей — эвтрофирование и минеральный состав воды.

Литература

1. Berezina N., Strode E., Golubkov S., Balode M. Sediment quality of Gulf of Finland: bioassay with amphipods // Book of abstracts. 8th Baltic Sea Science Congress. St. Petersburg, 2011. — 215 p.
2. Berezina N.A., Panov V.E. Establishment of new gammarid species in the eastern Gulf of Finland (Baltic Sea) and their effects on littoral communities // Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, 2003, vol. 52, iss. 3, pp. 284–304.
3. Salovius S., Bonsdorff E. Effects of depth, sediment and grazers on the degradation of drifting filamentous algae (*Cladophora glomerata* and *Pilayella littoralis*) // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 2004, vol. 298, pp. 93–109.
4. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / Под ред. А.Ф. Алимova, Н.Г. Богущкой. — М.: Товарищество научн. изд. КМК, 2008. — 477 с.

5. *Калинкина Н.М., Березина Н.А., Сидорова А.И. и др.* Биотестирование токсичности донных отложений крупных водоемов северо-запада России с использованием ракообразных // *Водные ресурсы*, 2013, т. 40, № 6, с. 612–622.
6. *Еремина Т.Р., Бугров Л.Ю., Максимов А.А. и др.* Воздействия изменения климата на морские природные системы. Балтийское море // *Второй оценочн. докл. Росгидромета об изменениях климата и их последств. на терр. Росс. Фед.* — М.: Росгидромет, 2014, с. 615–643.
7. *Интегрированное управление водными ресурсами Санкт-Петербурга и Ленинградской области.* — СПб., 2001. — 419 с.
8. *Иоффе Ц.И., Нилова О.И.* Опыты по вселению байкальских гаммарид в озера Северо-Запада // *Известия ГосНИОРХ*, 1975, т. 103.
9. *Механикова И.В.* Морфо-экологические адаптации байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* к условиям существования в водоемах различного типа. Исследов. водн. экосистем Восточной Сибири, Биоразнообразии Байкальского региона // *Труды биол.-почв. ф-та ИГУ*, 2000, вып. 3, с. 104–114.
10. *Нилова О.И.* Некоторые черты экологии и биологии *Gmelinoides fasciatus* Stebb., акклиматизированных в озере Отрадное Ленинградской области // *Известия ГосНИОРХ*, 1976, т. 110, с. 10–15.
11. *Алимов А.Ф., Панов В.Е., Крылов П.И. и др.* Проблема антропогенных интродукций чужеродных организмов в бассейне Финского залива. Экологическая ситуация в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в 1997 году. Аналитический обзор. — СПб., 1998, с. 243–248.
12. *Шилин М.Б., Коузов С.А., Ланге Е.К. и др.* Результаты комплексных экспедиционных исследований на акватории создаваемого государственного природного заповедника «Ингерманландский» // *Учёные записки РГГМУ*, 2014, № 35, с. 7–30.
13. Структура и функционирование эстуарных экосистем. Закономерности гидробиологического режима — водоемов разного типа / Под ред. А.Ф. Алимова, М.Б. Ивановой. — М.: Научный мир, 2004. — 296 с.
14. Финский залив в условиях антропогенного воздействия / Под ред. В.А. Румянцева, В.Г. Драбковой. — СПб., 1999. — 368 с.
15. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы / Под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. — М.: Товарищество научн. изд. КМК, 2008. — 477 с.