

Структура макрофауны горно-луговых субальпийских почв высокотравья Кавказа

Мохнаткин В. А.¹, Косенко Н. Р.¹, Цуриков С. М.², Онопченко В. Г.^{1,3}

¹ *Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Москва, Россия*

² *Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва,
Россия.*

³ *Тебердинский национальный парк, Теберда, КЧР, Россия*

DOI:10.18522/2308-9709-2023-43-1

Аннотация

Получены данные о трофических группах, биомассе и численности почвенных беспозвоночных (макрофауна) в наиболее продуктивном сообществе высокогорий Тебердинского национального парка – субальпийском высокотравье. Общая сухая биомасса макрофауны составила $3,84 \pm 2,21$ г/м² (среднее и ст. ошибка). Наименьший вклад в показатели общей биомассы и численности вносят фитофаги, наибольший – детритофаги, в особенности представители Annelida. Сухая биомасса без Annelida составила 2,05 г/м². Суммарная средняя численность на квадратный метр составила 1592 ± 668 особей. Наблюдается резкое увеличение численности представителей Diploroda и Gastropoda по сравнению с альпийскими сообществами, что может говорить о более высоком содержании кальция в почвах субальпийского высокотравья.

Ключевые слова: Кавказ, субальпийское высокотравье, биотические факторы почвообразования, макрофауна, структура сообщества, Annelida.

Soil invertebrates (macrofauna) of mountain-meadow subalpine soils of tallgrass, the Caucasus

Mokhnatkin V. A.¹, Kosenko N. R.¹, Tsurikov S. M.², Onipchenko V. G.^{1,3}

¹ *M. V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;*

² *A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia.*

³ *Teberda National Park, Teberda KChR, Russia*

Abstract

Trophic groups, biomass and abundance of soil invertebrates in the most productive community of highlands in the Teberdinsky National Park – subalpine tallgrass was obtained. The total dry biomass of macrofauna was $3,84 \pm 2,21$ g/m². Phytophages had the lowest total biomass and abundance. Saprophages, especially Annelida, had the highest total biomass and abundance. Dry biomass excluding Annelida was $2,05 \pm 1,49$ g/m². The average amount of invertebrates was $1\ 592 \pm 668$ individuals per square meter. In the soils of subalpine tallgrass, the abundance of Diplopoda and Gastropoda is much higher compared to alpine communities probably do to more high calcium content in the soil.

Keywords: Caucasus, subalpine tallgrass, biotic factors of soil formation, macrofauna, community structure, Annelida.

Введение

Биотические факторы имеют огромное значение в горном почвообразовании, но крайне малоизучены. Почвенные беспозвоночные играют значительную роль в деструкции органического вещества и потреблении первичной продукции, способствуют ускорению биологического круговорота, определяют свойства почв, поэтому их изучение весьма актуально, особенно на эталонных охраняемых территориях, в том числе для инвентаризации биологического разнообразия.

Поэтому изучение почвенных беспозвоночных имеет большое значение как для исследования характера биологического круговорота, так и для инвентаризации биологического разнообразия на

Непосредственное участие в трансформации органического материала в почве принимают беспозвоночные-сапрофаги, питающиеся растительными остатками. Пропуская через свой кишечник большую массу отмерших растительных тканей сапрофаги осуществляют их механическое разрушение и перемешивают с минеральной массой. Эти функции животных не дублируются никакими другими группами живых организмов. Деятельность почвенных животных является одним из основных факторов формирования почвенного покрова на Земле (Стриганова, 1980).

Для данного исследования было выбрано субальпийское высокоотравье, как наиболее продуктивное субальпийское сообщество (Гулов и др., 2022). Основная гипотеза – в субальпийском высокоотравье преобладают сапрофаги, бóльшая биомасса и численность почвенных беспозвоночных по сравнению с менее продуктивными альпийскими сообществами.

Материал и методы исследования

Исследование проведено на Северо-Западном Кавказе, в ущелье Малая Хатипара Тебердинского национального парка, Карачаево-Черкесская Республика, Россия.

Высокотравные сообщества Кавказа развиваются в отрицательных элементах мезорельефа, преимущественно по днищам долин в высотном интервале 1500–2600 метров над уровнем моря. Для почв этих сообществ (горно-луговых субальпийских почв) характерно высокое содержание элементов минерального питания (Волков, 1999) за счет как поступления веществ со склонов, так и бывшего отложения экскрементов скота при интенсивном выпасе. В этих травяных растительных сообществах доминируют крупнолистные корневищные травы, такие как виды родов *Heracleum*, *Angelica*, *Ligusticum*, *Chaerophyllum*, а также *Anthriscus silvestris*, *Telekia speciosa*, *Senecio* spp., *Campanula* spp. и др. (Гулов и др., 2022). Высокотравные сообщества имеют максимальную среди других высокогорных сообществ надземную продукцию, подземная продукция этих сообществ также весьма значительна (Онипченко и др., 2021).

Для учета численности и биомассы отдельных групп почвенной макрофауны мы использовали метод ручного разбора почвенных проб – прямой метод, позволяющий получить данные о числе исследуемых объектов в объеме почвы. В пределах сообщества нами было исследовано 10 почвенных проб, располагающихся на двух условных линиях вдоль склона со случайными расстояниями между ними: от 2 до 20 м. Были отобраны образцы почвы 25 на 25 см, каждый из которых разделяли на три слоя и разбирали отдельно: 0–10 см, 10–25 см и 25–40 см. Почвенных беспозвоночных собирали в 70-ти процентный раствор этилового спирта для транспортировки в стационар. Систематическая диагностика особей проводилась по признакам внешнего строения с использованием бинокля (в том числе с помощью определителя Б. М. Мамаева).

После первичной идентификации беспозвоночные были высушены в течение недели в сушильном шкафу при температуре 50°C и взвешены на микровесах Mettler Toledo XP6.

Для получения значений численности и биомассы были проведены стандартные расчеты статистических параметров – среднего и его ошибки (n=10).

Результаты

В результате исследования обнаружено всего 993 беспозвоночных из разных таксономических групп (таблица 1).

Таблица 1 – Состав, численность и биомасса почвенной макрофауны субальпийского высокоотравья Тебердинского национального парка

Трофическая группа	Высокий ранг	Низкий ранг	Средняя численность на м ²	Стандартная ошибка	Средняя биомасса на м ² , г	Стандартная ошибка, г
Хищники	Coleoptera	Carabidae	3,2	2,13	0,50	0,49
		Staphylinidae	34,4	13,6	0,01	<0,01
	Araneae		35,2	10,1	0,06	0,04
	Chilopoda	Lithobiomorpha	52,4	14,0	0,05	0,02
		Geophilidae	81,6	32,7	0,22	0,19
	Hymenoptera	Formicidae	1,6	1,6	0,01	<0,01
		прочие	8,0	5,6	<0,01	<0,01
Сапрофаги	Diplopoda		33,6	15,9	0,40	0,21
	Annelida	Enchytraeidae	984	440	0,21	0,08
		Lumbricidae	120	34	1,58	0,64
	Diptera (личинки)		104	25	0,16	0,05
	Coleoptera (личинки)		64	19	0,16	0,06
	Hymenoptera (личинки)		1,6	1,6	0,01	0,01
	Isopoda	Oniscidea	38,4	35,0	0,02	0,01
Растительно-ядные	Gastropoda		12,8	4,0	0,06	0,02
	Hemiptera	Lygaeidae	4,8	4,8	<0,01	<0,01
	Coleoptera	Elateridae	1,6	1,6	0,01	0,01
		Curculionidae	4,8	3,7	0,03	0,03
	Lepidoptera (личинки)		6,4	4,0	0,36	0,33
Сумма			1592	668	3,84	2,21
Сумма без Annelida					2,05	1,49

Рассчитанная на квадратный метр поверхности почвы общая сухая биомасса макрофауны составила $3,84 \pm 2,21$ г. Как видно из рисунков 1 и 2, наименьший вклад в показатели общей биомассы и численности вносят фитофаги, наибольший – сапрофаги, в особенности представители типа *Annelida*. Сухая биомасса без *Annelida* составила $2,05 \pm 1,49$ г/м². Суммарная численность всех отобранных беспозвоночных составила 1592 ± 668 особей/м².

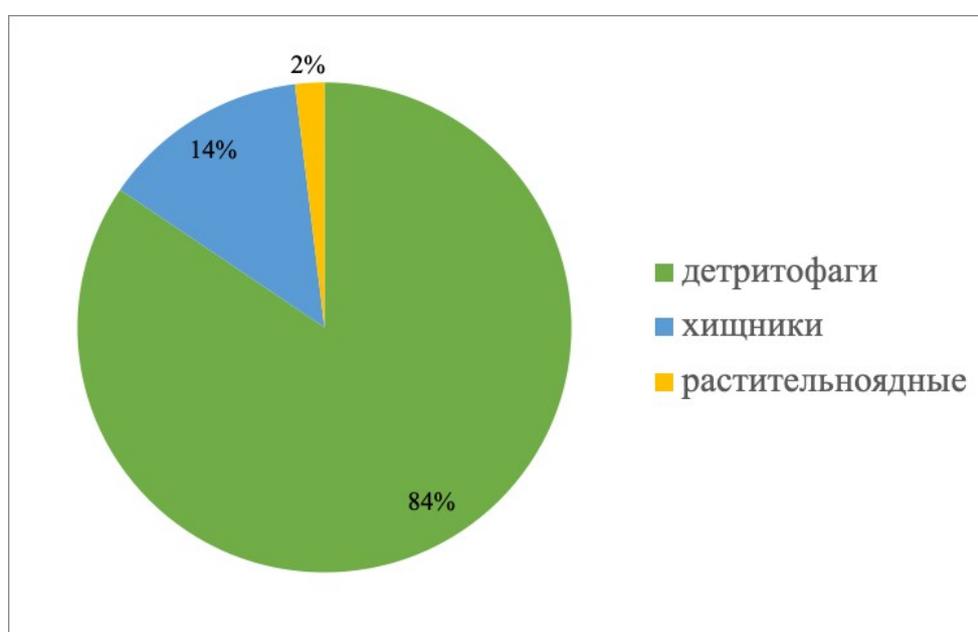


Рис. 1 – Соотношение трофических групп почвенных беспозвоночных по числу особей на квадратный метр

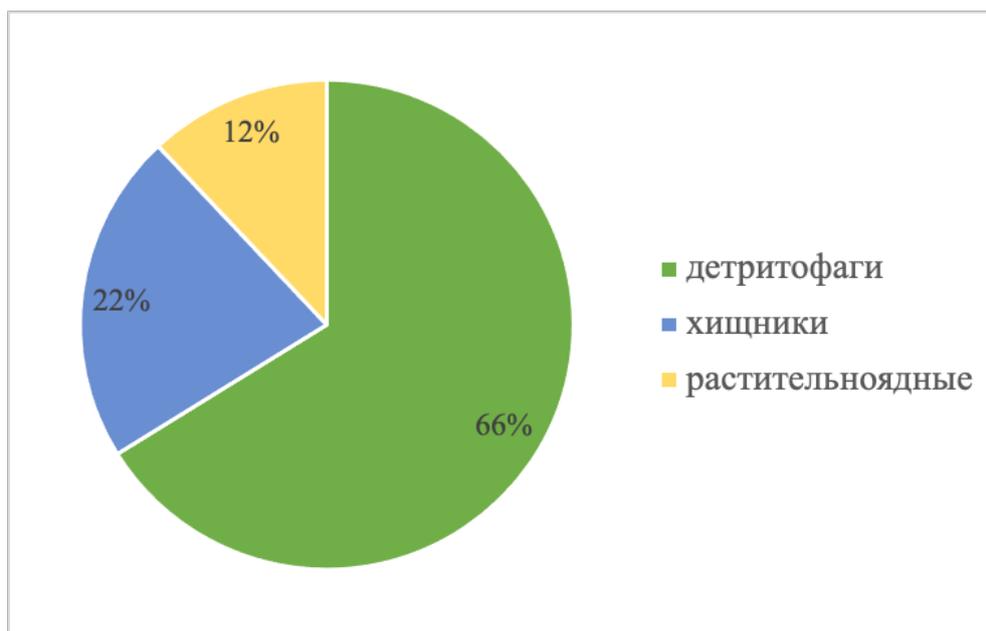


Рис. 2 – Соотношение трофических групп почвенных беспозвоночных по биомассе на квадратный метр

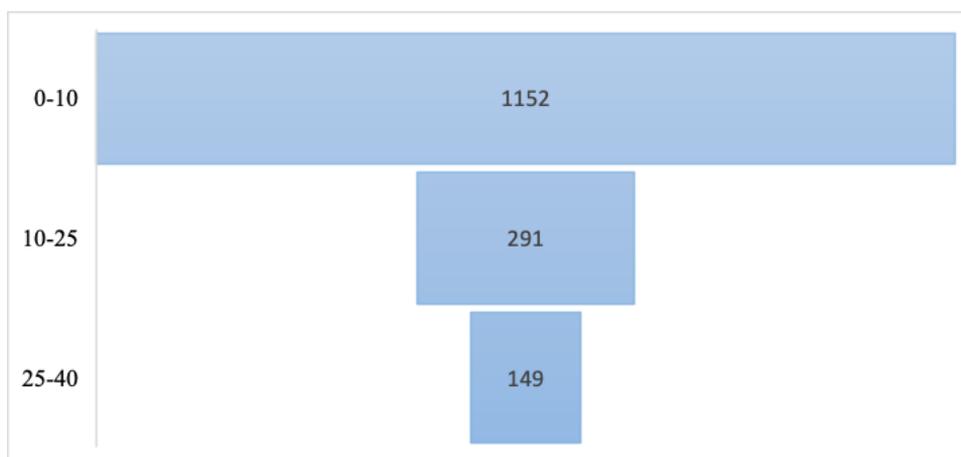


Рис. 3 – Численность почвенных беспозвоночных на квадратный метр по слоям почвы

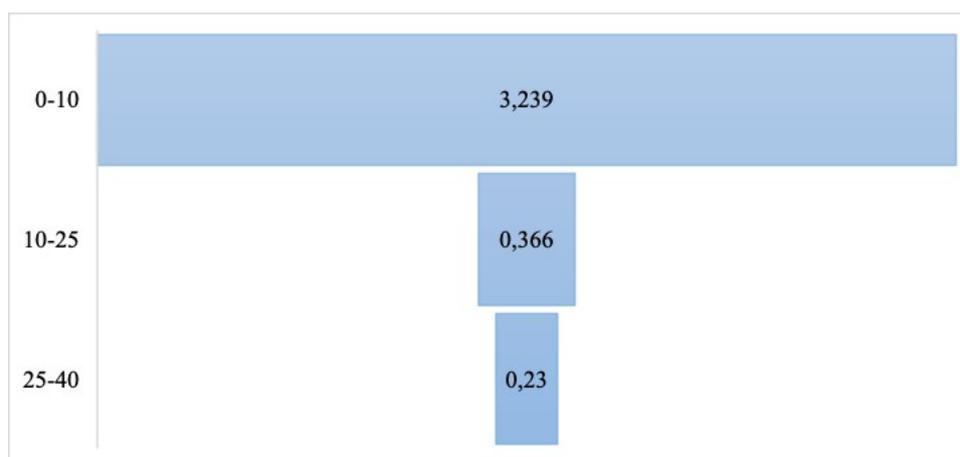


Рис. 4 – Биомасса почвенных беспозвоночных на квадратный метр по слоям почвы, г

Как видно из рисунков 3 и 4, большая часть беспозвоночных сосредоточена в верхнем слое почвы 0–10 см, наименьшая – в нижнем 25–40 см.

Обсуждение

В результате исследования нами впервые получены оценки состава, биомассы и численности почвенных беспозвоночных животных сообществ субальпийского высокоотравья Кавказа.

Сравнение наших данных с альпийскими сообществами показало высокие показатели численности и биомассы почвенных беспозвоночных, в особенности, сапрофагов, в частности, представителей Annelida. В альпийских пустошах численность доходит до 610 ± 148 особей/м², а сухая биомасса достигает 3,45 г/м² (0,15 г/м² без Lumbricidae) (Onipchenko, Zhakova, 1997).

Численность дождевых червей (по предварительным определениям *Dendrobaena schmidti* (Michaelsen 1907) – массовый вид высокогорий Кавказа; Квавадзе, 1985, Всеволодова-Перель, 1997) в субальпийском высокоотравье относительно высока (120 экз/м²), для других высокогорных

сообществ приводится значительно более низкая численность – до 52 экз/м² (Перель, 1979, Квавадзе, 1985).

В изучаемых нами сообществах наблюдается резкое увеличение численности представителей *Diplopoda* и *Gastropoda*, что может говорить о более высоком содержании кальция в почве субальпийского высокоотравья, необходимого этим беспозвоночным для построения наружного скелета, по сравнению с альпийскими биогеоценозами. Повышенное содержание кальция и других минеральных элементов, определяющее высокую продуктивность изученного сообщества, обусловлено его расположением в микропонижении рельефа, куда направлены потоки воды со склонов ущелья и где, соответственно, аккумулируются минеральные элементы.

Изучаемое сообщество субальпийского высокоотравья занимает отрицательные (днища долин) элементы мезорельефа в субальпийской катене. В альпийском поясе аналогичные участки заняты низкопродуктивными альпийскими коврами с длительным залеганием снега и коротким периодом вегетации. Интересно отметить, что почвы альпийских ковров имеют очень низкую численность и биомассу макрофауны (38 особей/м² и 0,08 г/м²) при полном отсутствии дождевых червей (Квавадзе, 1985, Onipchenko, Zhakova, 1997). Таким образом в сходных позициях в мезорельефе альпийские и субальпийские экосистемы отличаются и структурой населения крупных почвенных беспозвоночных.

Заключение

Гипотеза подтвердилась – по данным исследования, большая часть биомассы и численности почвенных беспозвоночных представлена сапрофагами, деструкторами опада. Показатели биомассы и численности представителей макрофауны субальпийского высокоотравья оказались более высокими по сравнению с этими же показателями в альпийских сообществах.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Жерненко А. О. и Давлетзянову И. И. за оказанную помощь в проведении настоящего исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (# 19-14-00038п).

Список литературы

Бабенко А. С., Булатова У. А., Нужных С. А. Методы учета почвенных беспозвоночных. Томский Государственный Университет 2010 – с. 25–32.

Всеволодова-Перель Т. С. Дождевые черви фауны России. Москва: Наука, 1997 – с. 102.

Гулов Д. М., Онипченко В. Г., Мартыненко В. Б., Федоров Н. И., Логвиненко О. А., Узденов У. Б., Хубиева О. П. Состав надземной фитомассы субальпийского высокоотравья в Тебердинском национальном парке. Бюл. МОИП. Отд. биол. 2022. Т. 127. Вып. 5. – с. 3–4.

Квавадзе Э. Ш. Дождевые черви (Lumbricidae) Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1985.

Мамаев Б. М. Определитель насекомых по личинкам. Москва: Просвещение, 1972.

Онипченко В. Г., Гулов Д. М., Ишбирдин А. Р., Макаров М. И., Ахметжанова А. А., Логвиненко О. А., Хубиева О. П., Текеев Д. К., Елумеева Т. Г. Анализ особенностей продукции тонких корней в высокогорных сообществах методом врастания с использованием чайных ситечек. Сибирский экологический журнал, 2021, N 5, с. 569–579.

Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. Москва: Наука, 1979.

Стриганова Б. Р. Питание почвенных беспозвоночных. Москва: Наука, 1980 – с. 5–6.

Coleman D. C., Callaham M. A., D. Crossley. 2017. Fundamentals of soil ecology. 3rd ed. San Diego: Academic Press.

Onipchenko V. G., Zhakova O. E. The structure of large soil invertebrate communities (Mesofauna) in the alpine ecosystems of the Teberda Reserve, the Northwestern Caucasus. *Oecologia Montana*, 1997, v.6, N 1–2 – p. 35–38.

References

Babenko A. S., Bulatova U. A., Nuzhnykh S. A. Methods for counting soil invertebrates. Tomsk State University 2010 – p. 25–32.

Vsevolodova-Perel T.S. Earthworms of the fauna of Russia. Moscow: Nauka, 1997 - p. 102.

Gulov D. M., Onipchenko V. G., Martynenko V. B., Fedorov N. I., Logvinenko O. A., Uzdenov U. B., Khubiyeva O. P. Composition of aboveground phytomass of subalpine tall grasses in Teberdinsky National Park . *Bull. MOIP. Dep. biol.* 2022. V. 127. Issue. 5. - p. 3–4.

Kvavadze E. Sh. Earthworms (Lumbricidae) of the Caucasus. Tbilisi: Metsniereba, 1985.

Mamaev B. M. Key to insects by larvae. Moscow: Education, 1972.

Onipchenko V. G., Gulov D. M., Ishbirdin A. R., Makarov M. I., Akhmetzhanova A. A., Logvinenko O. A., Khubieva O. P., Tekeev D. K., Elumeeva T D. Analysis of the production of fine roots in alpine communities by the ingrowth method using tea strainers. *Siberian Ecological Journal*, 2021, N 5, p. 569–579.

Perel T. S. Distribution and patterns of distribution of earthworms in the fauna of the USSR. Moscow: Nauka, 1979.

Striganova B. R. Nutrition of soil invertebrates. Moscow: Nauka, 1980 - p. 5–6.

Coleman D. C., Callaham M. A., D. Crossley. 2017. Fundamentals of soil ecology. 3rd ed. San Diego: Academic Press.

Onipchenko V. G., Zhakova O. E. The structure of large soil invertebrate communities (Mesofauna) in the alpine ecosystems of the Teberda Reserve, the Northwestern Caucasus. *Oecologia Montana*, 1997, v.6, N 1–2 – p. 35–38.