

**Таксономическое разнообразие и пространственное
распределение мезофауны
в бурых лесных почвах дубово-грабинниковых лесов
Абрауского полуострова (Краснодарский край)**

¹Ф. А. Савин, ²А. Д. Покаржевский, ²К. Б. Гонгальский,
²Ж. В. Филимонова.

¹МГУ им. М. В. Ломоносова, Географический факультет,
кафедра биогеографии, savfe@mail.ru.

²Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, лабо-
ратория биоиндикации, apokarzh@online.ru

Введение

Таксономическое разнообразие, численность и пространственное распределение организмов, особенно крупных, таких как древесные растения или позвоночные, является характерным признаком ландшафта и отражает в определенной степени его внутреннюю структуру и функциональные связи между компонентами. Эта внутренняя структура и функциональные связи со стороны биотических компонентов ландшафта обеспечиваются не только и не столько крупными организмами, а организмами, чьи размеры несопоставимы с масштабами ландшафтов, но чья деятельность сопоставима с физическими и химическими процессами, протекающими в ландшафте, которые, впрочем, эти организмы и регулируют. Недаром В. И. Вернадский (1994) уделял им особое внимание и неоднократно подчеркивал, что биогеохимическая деятельность одноклеточных и мелких многоклеточных организмов определяет облик биосферы. Поэтому учет деятельности таких организмов является одной из важных составляющих исследований ландшафта.

Материалы и методы

Сбор материала проводили в дубово (*Quercus pubescens*)-грабинниковом (*Carpinus orientalis*) лесу на склоне в 1 Топольной щели в 3 км к северу от побережья в окрестностях

Утришской морской станции ИПЭЭ (44°44' с.ш., 37°26' в.д.). Были выбраны участки, мало затронутые выпасом, который представляет здесь основной вид хозяйственной деятельности человека. Для оценки таксономического разнообразия, численности и пространственного распределения почвенной мезофауны в июне 2000 г. буром с площадью сечения 76 см² было отобрано 144 пробы сплошной лентой, размером ленты – 6 проб в ширину и 24 – в длину. Глубина проб была ограничена возможностью бурения до щебеночного слоя и составляла примерно 5–12 см в зависимости от залегания слоя. Пробы закладывали в отдельные пластиковые, пронумерованные мешки для дальнейшей разборки в лабораторных условиях. После ручной выборки животных (Гиляров, 1965) для каждой пробы были установлены следующие характеристики: общий вес пробы, вес почвы, вес подстилки, вес камней (если они присутствовали). Для разделения проб на фракции их просеивали через сита с отверстиями 5 и 2,7 мм, тем самым, отделяя почву от подстилки и камней. После просеивания каждая фракция взвешивалась на лабораторных весах с точностью до 0,1 г. Также были установлены следующие физико-химические параметры отобранной почвы: значение кислотности (рН), влагоудерживающая способность, потери от прокаливания, которые во многом связаны с содержанием органического вещества.

Определение основных физических и химических свойств почвы было проведено стандартными методами (Аринушкина, 1970, Schinner et al., 1995).

Определение материала было проведено А. Д. Покаржевским, С. И. Головачом и К. Б. Гонгальским.

Среднее и стандартное отклонение, коэффициент линейной корреляции рассчитывали с помощью пакетов Statistica 4.5 for Windows и Statgraphics Plus 3.0 for Windows. Схемы распределения строили в MS Excel2000 методом кригинга.

Результаты и обсуждение

Таксономическое разнообразие.

При отборе проб в 2000 г. были отмечены чрезвычайно высокие показатели разнообразия и численности почвенных животных. На участке было встречено 1576 особей различных беспозвоночных, что составило $1379,8 \pm 73,2$ экз./м² (табл. 1). Среди подстилочных животных наиболее обильны были мокрицы рода *Trachelipus* ($154,4 \pm 15,5$ экз./м²) и красноклопы *Pyrhrocoris apterus* ($105,1 \pm 26,1$ экз./м²). В почве многочисленны мелкие кивсяки сем. *Julidae* ($651,5 \pm 43,4$ экз./м²), а дождевых червей практически нет ($0,9 \pm 0,9$ экз./м²). Однако М. С. Гиляров (Гиляров, 1972) для такого же типа почв в Кавказском заповеднике отмечает значительно большее обилие дождевых червей - до 20–40 экз./м². Вероятно, значительную роль играют физико-химические показатели почвы, в частности, доля органического вещества и, особенно, влажность. По сравнению со свежей предгорной дубравой в Тверском лесничестве Краснодарского края, где численность подстилочных зоофагов была невелика (8–33 экз./м²) (Кудряшова, 1973), на Утрише численность только хищных эпигеобионтов была более 65 экз./м² (пауков - $50,3 \pm 7,5$; стафилинид - $8,2 \pm 2,7$; жуужелиц - $6,4 \pm 2,4$). Максимальная численность была отмечена в этой дубраве в начале мая ($33,0 \pm 5,6$ экз./м²), в то время как в июне она составляла менее половины весенней ($14,2 \pm 2,4$). Приведенные М. С. Гиляровым и Т. С. Перель (Гиляров, Перель, 1973) данные по общей численности почвенных беспозвоночных дубравы с бурыми лесными почвами в Сушугинском заповеднике (Приморский край) в 6,3 раза ниже, чем на Утрише. В целом можно отметить, что численность всех трофических групп значительно выше, чем на прочих участках с бурыми лесными почвами, известными по литературным данным.

Таблица 1

Плотность населения беспозвоночных различных таксономических групп в июне 2000 г. (особей на м² ± SE).

Таксономические группы	Плотность, особей на м ² ± SE
тип Круглые черви (Nemathelminthes)	
сем. Мермитиды (<i>Mermitidae</i>)	3,65±2,23
тип Кольчатые черви (Annelida)	
сем. Дождевые черви (<i>Lumbricidae</i>)	
<i>Allolobophora</i> sp.	0,91±0,91
тип Членистоногие (Arthropoda)	
кл. Равноногие (Isopoda)	166,30±16,04
<i>Armadillidium</i> sp.	1,83±1,29
<i>Cylisticus</i> sp.	9,14±5,13
<i>Trachelipus</i> sp.	154,42±15,47
отр. Ложноскорпионы (Pseudoscorpiones)	7,31±2,83
отр. Сенокосцы (Opiliones)	3,65±1,81
отр. Пауки (Aranei)	50,26±7,45
кл. Многоножки (Myriapoda)	
подкл. Двупарноногие (Diplopoda)	753,84±48,04
отр. Кивсяки (Juliformia) (<i>Cylindrojulus</i> sp.)	651,50±43,35
отр. Многосвязы (Polydesmida) (<i>Polydesmus</i> sp.)	52,08±13,30
отр. Кистевики (Pselaphognatha) (<i>Polyxemus</i> sp.)	50,26±9,08
подкл. Губоногие (Chilopoda)	81,32±12,20
отр. Костянки (Lithobiomorpha) (<i>Monotarsobius</i> sp.)	81,32±12,20
кл. Насекомые (Insecta)	
отр. Тараканы (Blattoptera)	5,48±2,20
отр. Клещи (Hemiptera)	105,08±26,08
сем. Лигейды (<i>Lygaeidae</i>)	0,01±0,01
сем. Красноклопы (<i>Pyrrhocoridae</i>)	105,01±26,07
отр. Жесткокрылые (Coleoptera) имаго	15,53±7,92
сем. Жужелицы (<i>Carabidae</i>)	6,40±2,37
сем. Долгоносики (<i>Curculionidae</i>)	0,91±0,91
сем. Стафилиниды (<i>Staphylinidae</i>)	8,22±2,66
отр. Жесткокрылые (Coleoptera) личинки	31,06±14,15
сем. Мягкотелки (<i>Cantharidae</i>)	3,65±1,81
сем. Жужелицы (<i>Carabidae</i>)	6,40±3,26

сем. Долгоносики (<i>Curculionidae</i>)	1,83±1,29
сем. Щелкуны (<i>Elateridae</i>)	4,57±2,01
сем. Светляки (<i>Lampyridae</i>)	-
сем. Пластинчатоусые (<i>Scarabaeidae</i>)	0,91±0,91
сем. Стафилиниды (<i>Staphylinidae</i>)	12,79±3,96
сем. Чернотелки (<i>Tenebrionidae</i>)	0,91±0,91
отр. Верблюбки (<i>Raphidioptera</i>) личинки	0,91±0,91
отр. Чешуекрылые (<i>Lepidoptera</i>) личинки	3,65±1,81
сем. Совки (<i>Noctuidae</i>)	3,65±1,81
отр. Двукрылые (<i>Diptera</i>) личинки	137,98±15,95
тип Моллюски (<i>Mollusca</i>)	-
кл. Брюхоногие (<i>Gastropoda</i>)	10,96±3,04
Всего	1379,76±73,16

Пространственное распределение физико-химических параметров и мезофауны почвы.

Прежде чем перейти к характеристике особенностей пространственного распределения кратко рассмотрим основные физико-химические параметры исследованных бурых лесных почв (табл. 2). Несмотря на то, что почвы на участке щебнистые (чуть более 50 % пробы составляют камни), содержание органического вещества в них довольно высоко (8-9 %). Количество подстилки невелико и составляет около 7 г в среднем на пробу. Реакция почвенного раствора нейтральная.

Таблица 2
Физико-химические параметры почв опытного участка.

Параметры	июнь 2000
Вес пробы (г)	339,7 ± 34,3
Вес подстилки (г)	6,8 ± 1,2
Вес камней (г)	170,2 ± 16,9
Кислотность (рН)	6,79 ± 0,25
Доля органического вещества (%)	8,39 ± 3,87
Влагосудерживающая способность (%)	70,85 ± 23,95
Число проб	144

Распределение почвенных характеристик по опытному участку отражено на картосхемах (рис. 1, 2, 3). Распределение в пространстве основных свойств почвы очень неравномерно. Можно выделить участки с большей или меньшей долей органического вещества, различной кислотности и др. Кислотность варьирует в пределах 6,1–7,1 рН. Выделяются пятна различной величины рН, постепенно переходящие одно в другое. Оказалось также, что при таком масштабе отбора проб доля подстилки и потери массы почвы от прокаливания не связаны строго между собой. Основная часть проб участка потеряла от прокаливания 3–12% массы, хотя выделяются пятна, где этот показатель достигает менее 3 либо 21–24%. Первый случай связан с большой долей щебнистой фракции в пробе, в результате чего проба имеет большую массу, состоящую из щебня. При очень больших потерях от прокаливания в пробах, вероятно, имелись частицы неразложившихся растительных или животных тканей, размером менее 2,7 мм.

Подстилка также неравномерно распределена по участку. Ее аккумуляция, вероятно, связана не только с тем, что преобладающий здесь опад дуба разлагается плохо и может накапливаться годами, но и с особенностями микрорельефа, стока поверхностных вод и т.п. Это и нашло свое отражение в ее распределении, и из картосхем следует, что в некоторых пробах доля подстилки достигала 18% общей массы пробы.

Общее распределение почвенной мезофауны и отдельно доминирующих групп животных отражено на картосхемах (рис. 4, 5, 6). Распределение почвенной мезофауны по ленте очень неоднородно. Есть места, где особи агрегируются в группы (численность достигает 40–45 экз. на 1 пробу), где их численность близка к средней (10–14 экз. на 1 пробу) и где они встречаются редко (менее 5 экз. на пробу). Но, в отличие от других типов почв (Pokarzhevskii et al., 1999, и неопубликованные данные авторов), в ленте не найдено пустых проб. Распределение особей животных в ленте близко к лапласову и логистическому и не соответствует нормальному, также как распределение в пробах кивсяков или мокриц. При сопостав-

лении картосхем пространственного распределения общего числа животных и кивсяков, в частности, хорошо видно, что характер их распределения достаточно однороден. Очевидно, что рассмотренные показатели почвы и их распределение не коррелируют с распределением доминирующих групп животных (табл. 3.).

Таблица 3
Коэффициенты линейной корреляции между отдельными показателями исследованной почвы и численностью доминирующих групп животных в пробах 76 см² (число пар 144).

Показатель	Все животные	Диплоподы	Мокрицы	Пауки
ВУС*	-0,044	-0,071	+0,034	+0,119
Потери от прокалывания	-0,020	-0,001	-0,094	-0,103
Подстилка	+0,692	-0,001	+0,029	+0,327
pH	-0,073	-0,116	-0,018	+0,063

ВУС*- влагоудерживающая способность

Это говорит о том, что при таком размере проб невозможно установить определённой линейной связи. Между тем такие связи, например, между величиной pH и численностью мокриц или кивсяков были установлены достаточно давно (см. обзор Гиляров, 1965). Кроме того, влияние факторов среды зависит и от исследуемой группы животных, и от сезона, и от физико-химических свойств почвы и др. (Гиляров, 1949).

Распределение доминирующей группы животных (*Diplopoda*), вероятно, зависит от аэрированности и влажности почвы и приземной среды (Гиляров, 1965, Гиляров, Стриганова, 1987). Двупарноногие многопожки концентрируются в верхнем слое почвы, хотя и обнаруживаются, в слоях почвы глубже 10--20 см, а по ходам дождевых червей опускаются и до 50 см (Dunger, 1974). И. Гэрэй и Н. Хафеди (Garay, Hafidi, 1990) указывают на зависимость пространственного распределения комплекса макроартропод от толщины подстилки как эдафического фактора. Наибольшие скопления почвенных

животных были обнаружены на участках с искусственно созданным мощным слоем отмерших листьев. У нас варьирование доли подстилки было в значительно меньших пределах, поэтому положительная корреляция в распределении была отмечена только у эпигеобионтных пауков ($R=0,327$).

Можно отметить, что корреляция между распределением животных и каким-либо абиотическим фактором в значительной мере может зависеть от размера пробы. Увеличение размера пробы (объединением нескольких соседних проб) приводило к увеличению значений коэффициента корреляции, особенно для крупных животных, таких как дождевые черви (Pokarzhevskii et al., 1999). Определенные зависимости проявляются, лишь при совпадении размера пробы с минимальным размером пятен распределения абиотических факторов (например, областей низких значений pH), которые, как было обнаружено в т.ч. нами, занимают определенные ограниченные участки. Очевидно, для разных размерных групп животных (например, мелкие *Polydesmidae* и крупные *Lumbricidae*) площадь условной пробы, при которой будут проявляться корреляции, окажется разной.

Активная миграция таких почвенных обитателей как кивсяки или мокрицы, в нашем случае не дает установить соответствия, например, значений pH в определенной точке и численности популяций видов, принадлежащих к этим группам. Вместе с тем при сравнении разных почв такие различия хорошо индицируются (Гиляров, 1965). Таким образом, для почвенной мезофауны подтверждается предположение М. С. Гилярова о том, что весь комплекс факторов в местообитании определяет успех тех или иных популяций и групп животных в формировании присущего отдельной почвенной разности комплекса обитателей.

Работа финансировалась из грантов ФЦП «Интеграция» М0226 и РФФИ 99-04-48577 и 01-04-06227.

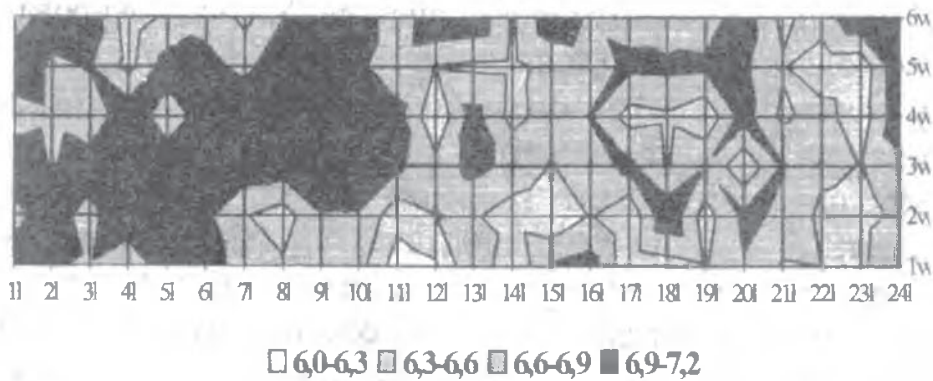


Рис. 1. Пространственное распределение кислотности почвы по опытному участку.

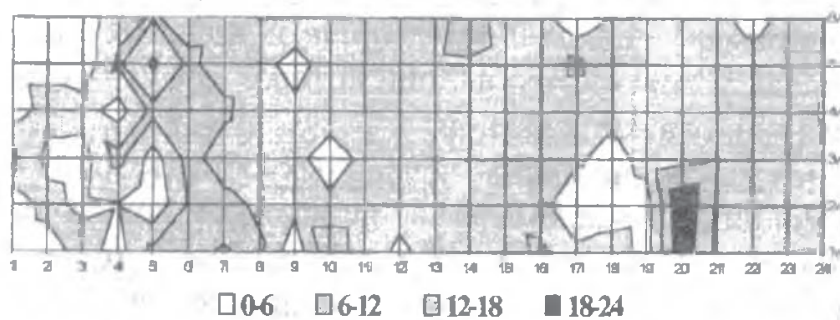
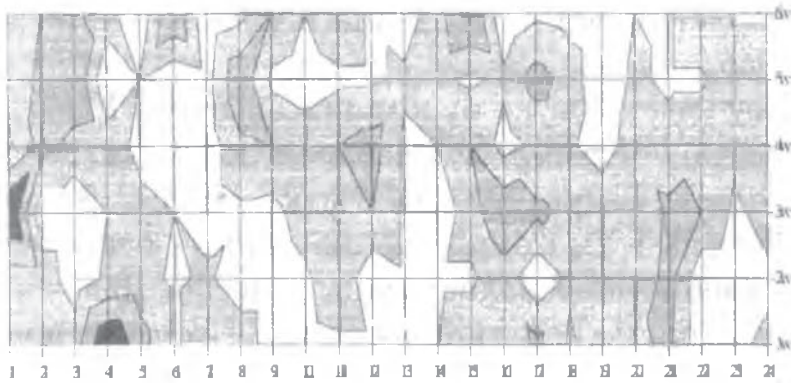
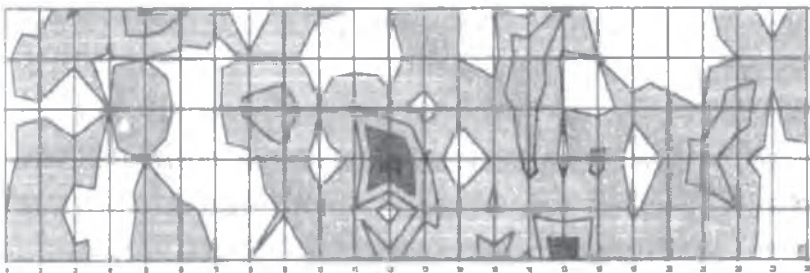


Рис. 2. Пространственное распределение доли органического вещества (в %) по опытному участку.



□ 0-5 ■ 5-10 ■ 10-15 ■ 15-20

Рис. 3. Пространственное распределение доли подстилки (в %) по опытному участку.



□ 0-9 ■ 9-18 ■ 18-27 ■ 27-36 ■ 36-45

Рис. 4. Пространственное распределение почвенной мезофауны по опытному участку (экз.).

Литература

- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ. 1970.- 487 с.
- Вернадский В. И. Живое вещество и биосфера. – М.: Наука. 1994.- 672 с.
- Гиляров М. С. Особенности почвы как среды обитания, и ее значение в эволюции насекомых.- М.: Наука. 1949.–

279 с.

- Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. - М.: Наука. 1965. - 278 с.
- Гиляров М. С. Почвенная фауна буроземов Главного Кавказского хребта. // Проблемы почвенной зоологии. Мат. IV Всес. совещ. Баку, 1972.- М.: Наука. 1972.- С. 37-38.
- Гиляров М. С., Перель Т. С. Комплексы почвенных беспозвоночных хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока как показатель типа их почв // Экология почвенных беспозвоночных.- М.: Наука. 1973.- С. 40-59.
- Гиляров М. С., Стриганова Б. Р. Количественные методы в почвенной зоологии - М.: Наука. 1987. - 288 с.
- Кудряшова И. В. Численность и биомасса, весовая и энергетическая оценки почвообитающих беспозвоночных в широколиственном лесу // Ж. Общ. Биол.- 1973.- Т. 34.- №3.- С. 417-424.
- Dunger W. Tiere im Boden. - Wittenberg: A. Ziemsen Verlag. 1974. - 265 S.
- Garay I., Hafidi N. Study of a mixed forest litter of hornbeam (*Carpinus betulus* L) and oak (*Quercus sessiliflora* Smith) III. Organization of the edaphic macroarthropod community as a function of litter quantity // Acta Oecologica.- 1990.- No 11(1).- P. 43-60.
- Pokarzhevskii A. D., van Straalen N. M., Butovsky R. O. et all. Ecosystems as units of study in soil ecotoxicology // Pollution-induced changes in soil invertebrate food-webs.- V. 2.- Amsterdam-Moscow. 1999. - P. 9-32.
- Schinner F., Öhlinger R., Kandeler E., Margesin R. (eds) Methods in soil biology. 2nd ed.- Berlin: Springer. 1995.- 426 pp.