

## ПОЧВЕННО-ЗООЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕПНОЙ КАТЕНЫ (НА ПРИМЕРЕ КАМЕННОЙ СТЕПИ)

В. В. Говоров, Е. А. Негрובה, Б. П. Ахтырцев

*Воронежский государственный университет*

Целью исследований, проводившихся в 2002—2003 гг., было определение состава почвенной мезофауны Каменной степи, а также выявление возможной связи между структурой населения беспозвоночных животных и некоторыми свойствами почв. Для этого с водораздела через террасы к пруду была проложена catena, вскрывшая три почвенные разновидности. В районе разрезов, заложённых для характеристики почв, отбирались (согласно методике М. С. Гилярова) крупные почвенные беспозвоночные, которые затем определялись.

### ВВЕДЕНИЕ

Почва формируется под воздействием пяти факторов почвообразования, в том числе и биологического, неотъемлемой частью которого является деятельность почвенных беспозвоночных. Во многих случаях внешнего воздействия отклонения в режимах, протекающих в почвах, настолько малы, что обнаружить их широко применяемыми методами анализа практически невозможно. Мезофауна адекватно реагирует на изменение экологической обстановки, что особенно важно в рамках экологического мониторинга, актуального в связи с возросшим антропогенным воздействием на почву. Беспозвоночные животные могут служить индикаторами различных почвенных таксонов, так как у многих из них обнаруживается специфичность к определенным режимам и свойствам почв. Для биоиндикационного метода особенно важны крупные почвенные беспозвоночные, легко учитываемые путем ручной разборки почвенных проб.

Беспозвоночные животные не способны к значительному перемещению в почвенной толще, они хорошо реагируют на изменение экологической обстановки.

### ОБЪЕКТ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе работы, проводившейся в период с 2002 по 2003 год, лежат результаты полевых и лабораторных исследований образцов, взятых из горизонтов почв catena, размещенной в районе НИИ СХЦЧП им. Докучаева (Каменная степь) и проложенной с водораздельного плато по склону восточной экспозиции к пруду. На catena было заложено три разреза, из них были отобраны образцы (десятисантиметровой колонкой весь гумусовый профиль, затем из центра каждого горизонта) для характеристики химических, физико-химических и физических свойств почв. На основании полевых исследований составлена схема catena (рис. 1).

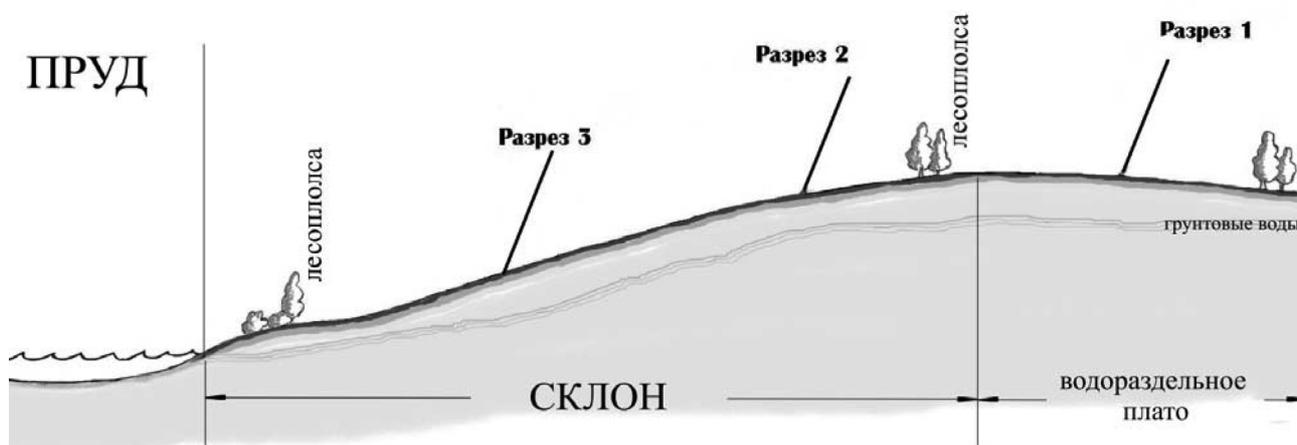


Рис. 1. Схема почвенной catena, проложенной в районе НИИ СХЦЧП им. Докучаева (Каменная степь)

В местах приуроченных к разрезам был отобран материал почвенных беспозвоночных, согласно М.С. Гилярову (1965) [2], методом ручной разборки из объема почвы (25 × 25 см, послойно каждые 10 см до 40 см в глубину). Изучались следующие группы почвенных беспозвоночных: дождевые черви, многоножки, моллюски, личинки насекомых (жесткокрылых и двукрылых), чешуекрылые. Отбор производился в восьмикратной повторности и в тройной временной повторности в сроки: май, июль, сентябрь. Идентификация почвенных животных проводилась по определителям, составленным группой ученых во главе с М.С. Гиляровым (1964) — личинки жесткокрылых; В.Г. Долиным (1978) [4] — Elateridae, А.А. Шилейко (1982) [5] — моллюски; Т.С. Всеволодова-Перель (1997) [1] — дождевые черви. Определение материала проводилось при помощи сотрудников лаборатории почвенной зоологии ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова во главе с Б.Р. Стригановой.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В результате почвенного обследования было выделено три разновидности почв: 1) чернозем обыкновенный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке (водораздел, некосимая залежь); 2) лугово-черноземная среднегумусная маломощная поверхностнослабосолонцеватая глееватая тяжелосуглинистая на оглеенном лессовидном карбонатном суглинке (верхняя часть склона); 3) чернозем обыкновенный малогумусный слабосмытый тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке (нижняя часть склона).

Гумусовый профиль чернозема обыкновенно некосимой залежи (разрез №1) составляет 73 см — самый мощный из трех исследованных почв Каменной степи. С глубины 100 см заметна обильная белоглазка в виде расплывчатых аморфных пятен диаметром 5 см. Лугово-черноземная среднегумусная маломощная поверхностнослабосолонцеватая глееватая тяжелосуглинистая на оглеенном лессовидном карбонатном суглинке почва (разрез 2) сформировалась под густой травянистой растительностью. Гумусовый профиль — 45 см, с признаками солонцеватости, в горизонте В отмечено небольшое количество ржаво-бурых новообразований диаметром до 2 мм, в горизонте С их количество увеличивается, присутствуют зеленоватые пятна различной величины и формы. Гумусовый профиль чернозема обыкновенного малогумусного слабосмытого тяжелосуглинистого на

лессовидном карбонатном суглинке (разрез 3) — 50 см, горизонт А укорочен по сравнению с разрезом №1 и составляет 16 см. С глубины 70 см белоглазка, обильная в горизонте ВС.

Чернозем некосимой залежи легкоглинистый пылевато-иловатый. Почвы склона имеют тяжело-суглинистый гранулометрический состав.

Основные химические и физико-химические свойства исследованных почв Каменной степи приведены в таблице 1.

На залежи обыкновенные черноземы (разрез 1) содержат до 9 % гумуса в слое 0—20 см. Почвы склонов, подверженные смыву, менее гумусированы (6,2 в горизонте А лугово-черноземной почвы (разрез 2); 6,6% в черноземе обыкновенном слабосмытом (разрез 3)). Все изученные почвы обладают нейтральной и слабощелочной реакцией среды. Степень насыщенности основаниями почв Каменной степи больше 90%. Содержание водорастворимого  $\text{Na}^+$  в гумусовом профиле лугово-черноземной почвы (разрез 2) колеблется в диапазоне 1,6—1,9 мг/100 г почвы и постепенно возрастает до 5,8 мг/100 г почвы в горизонте ВС, в остальных почвах количество водорастворимого  $\text{Na}^+$  не превышает 0,8 мг/100 г почвы.

Наблюдения показали, что общее количество мезофауны почв склонов возрастает от мая к сентябрю, тогда как в черноземе обыкновенном водораздела максимум численности приходится на июль (рис. 3), разница в колебании общей численности мезофауны между почвами не достоверна и находится в пределах ошибки опыта. Соотношение общего количества мезофауны по почвам катены за два года исследований сохраняется и достоверно не различается (рис. 2).

Распределение мезофауны по сезону в черноземе обыкновенном водораздела отличается от других

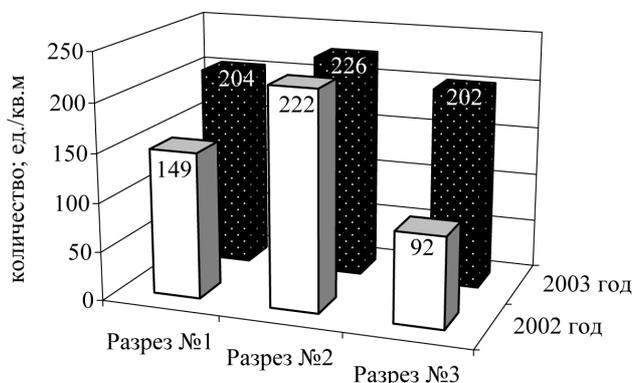


Рис. 2. Межгодовое колебание численности мезофауны в почвах Каменной степи (2002, 2003 гг. (июль))

## Химические и физико-химические свойства Каменной степи

Рельеф	Почва	Глубина, см	рН водной вытяжки	Валовой гумус, %	мг/100 г почвы		ммоль-экв/100 г почвы			V, %
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	H <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	
Водораздел	Чернозем обыкновенный (разрез 1)	0—10	7,3	8,9	6,0	20,6	1,5	34,8	4,7	96
		10—20	7,3	8,5	5,6	16,7	2,3	32,7	4,5	94
		20—30	7,0	7,4	4,8	12,1	2,6	32,5	4,3	93
		30—40	7,1	6,7	5,3	10,1	1,8	31,1	4,1	95
		40—50	7,2	5,6	5,9	8,3	0,4	29,6	4,0	99
		60—70	7,7	2,9	7,1	7,8	—	27,0	3,3	100
		80—90	8,8	1,2	0,2	14,9	—	21,3	2,7	100
		100—110	8,7	0,9	0,2	13,3	—	20,3	3,3	100
Верхняя часть склона	Лугово-черноземная (разрез 2)	0—10	7,1	6,2	10,5	13,7	3,8	31,2	6,4	91
		10—20	7,1	5,1	9,6	17,1	3,4	29,9	6,3	91
		20—30	7,0	4,4	8,2	10,4	3,4	31,0	6,1	92
		30—40	6,9	3,5	5,1	16,0	3,3	31,1	5,5	92
		40—50	6,9	1,9	4,7	11,5	2,0	31,0	4,9	95
		50—60	7,1	1,5	8,7	11,2	1,0	30,8	4,2	97
		70—80	7,5	1,3	0,2	12,1	—	27,4	4,1	100
		90—100	7,6	0,4	0,2	11,8	—	24,2	4,2	100
Нижняя часть склона	Чернозем обыкновенный слабосмытый (разрез 3)	0—10	7,1	5,9	11,0	9,3	0,8	35,2	4,5	98
		10—20	7,5	5,7	8,4	8,6	0,4	34,4	4,1	99
		20—30	7,7	5,3	1,4	16,1	—	32,5	3,9	100
		30—40	7,7	4,4	1,2	15,8	—	28,2	3,6	100
		40—50	7,7	2,3	1,1	16,1	—	28,2	3,5	100
		60—70	8,1	1,8	0,6	13,2	—	23,2	3,0	100
		80—90	8,4	1,3	0,6	12,9	—	19,0	2,7	100

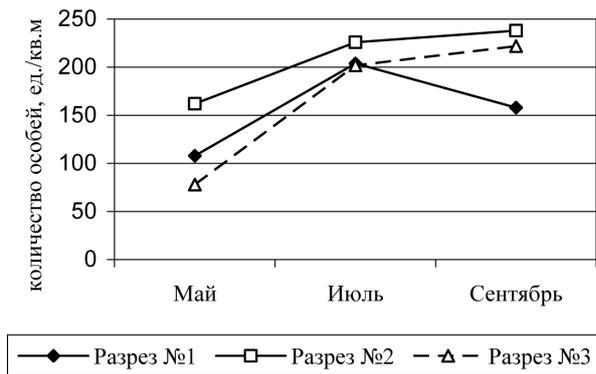


Рис. 3. Колебание численности мезофауны по сезону 2003 года в почвах Каменной степи: разрез №1 — чернозем обыкновенный среднегумусный сред-немощный тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке; разрез №2 — лугово-черноземная среднегумусная маломощная поверхностнослабосо-лонцеватая глееватая тяжелосуглинистая на оглеенном лессовидном карбонатном суглинке; разрез №3 — чернозем обыкновенный малогумусный слабосмытый тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке

исследованных почв Каменной степи (рис. 3). Это связано с менее благоприятными условиями увлажнения данной почвы по сравнению с почвами склона. Дождевые черви чернозема обыкновенного некосимой залежи представлены четырьмя видами: *Aporrectodea caliginosa caliginosa* Sav. (доминант); *A. rosae* Sav.; *Lumbricus rubellus* Hoff.; *Octolasion lacteum* Orley. Здесь происходит изменение количества дождевых червей по сезону с максимумом численности в июле и минимумом в мае и сентябре.

Из многоножек в черноземе обыкновенном некосимой залежи обнаружены *Geophilidae*, *Lithobiidae*, *Diplopoda*. В июле *Diplopoda* доминируют, в мае и сентябре их количество немного меньше других групп многоножек и колеблется в пределах от 16 до 30 экз./м². В составе *Chilopoda* от мая к сентябрю происходит смена доминанта. В мае преобладают *Geophilidae*, в сентябре *Lithobiidae*. Жесткокрылые в данной почве представлены следующими семействами: *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Scarabaeidae*, *Elateridae*, *Tenebrionidae*, *Curculionidae*. *Elateridae* представлены 5 видами: *Agriotes obscurus* L. (доминант); *A. gurgistanus* Fald.; *A. elongates* Marsh., *Brachylacon murinus* L., *Lacon murinus* L. Из семейства пластинчатоусых (*Scarabaeidae*) встречаются: *Rhizotrogus vernus* Germ. (доминирует), *Rhizotrogus aestivus* Ol.; *Tenebrionidae* — *Cylindronotus brevicollis* Kust. Высоко количество моллюсков *Chondrula tridens* Muller. (до 19 экз./м²), *Cochicopa* sp (3 экз./м²). Численность *Diptera* невысока и составляет 4 экз./м².

В 2002 году в черноземе обыкновенном некосимой залежи доминантами являются многоножки *Geophilidae*, *Lithobiidae*, *Diplopoda* (соответственно 9 + 14 + 20 = 43%), субдоминанты — дождевые черви (27%) и *Coleoptera* (30%). В июле 2003 года происходит смена доминанта — личинки *Coleoptera* (44%); субдоминант — дождевые черви (30%). Процент многоножек составляет 24%. Среди трофических групп почвенных беспозвоночных чернозема обыкновенного некосимой залежи в мае и сентябре преобладают сапрофаги, в июле возрастает процент фитофагов, относительное содержание хищников невелико и растет от мая к июлю от 10 до 18%. Подобное распределение трофических групп характерно для почв с хорошо выраженным дерновым процессом.

Количество почвенных беспозвоночных в лугово-черноземной почве возрастает от мая к сентябрю (рис. 3). Такая динамика численности мезофауны характерна для всех исследованных почв склонов Каменной степи. Дождевые черви лугово-черноземной почвы представлены шестью видами: *Aporrectodea caliginosa caliginosa* Sav.; *A. rosae* Sav.; *Lumbricus rubellus* Hoff.; *L. terrestris* L.; *Octolasion lacteum* Orley.; *Dendrobaena schmidti tellermanica* Perel. От мая к июлю численность *Lumbricidae* растет и снижается к сентябрю, род *Aporrectodea* sp. доминирует. На территории Каменной степи вид *Dendrobaena schmidti tellermanica* Perel. отмечен впервые, здесь он обитает в лугово-черноземной почве и в черноземе обыкновенном слабосмытом.

Из многоножек в лугово-черноземной почве верхней части склона обнаружены представители *Geophilidae*, *Lithobiidae*, *Diplopoda*. Их численность в мае и сентябре незначительна по сравнению с серединой лета. Из *Chilopoda* в мае и июле доминируют *Geophilidae*, к сентябрю происходит смена доминанта на *Lithobiidae*. Незначительно количество *Diplopoda* от 2 до 8 экз./м².

В лугово-черноземной почве верхней части склона отмечены следующие семейства жесткокрылых: *Carabidae*, *Staphylinidae*, *Scarabaeidae*, *Elateridae*, *Tenebrionidae*, *Curculionidae*, *Silphidae*. Семейство проволочников здесь представлена 4 видами: *Agriotes obscurus* L.; *A. gurgistanus* Fald.; L., *Lacon murinus* L., *Selatosomus latus* F. (доминант не выделен, общее количество *Elateridae* в данной почве незначительно и составляет от 4 до 9 экз./м², что значительно меньше, чем в других изученных почвах черноземного ряда). В этом типе почв зарегистрированы следующие виды сем. *Scarabaeidae*: *Rhizotrogus vernus* Germ., *Rhizotrogus aestivus* Ol.,

*Rhizotrogus aequinoctialis* Hrbst.; сем. Tenebrionidae — *Cylindronotus brevicollis* Kust.; Silphidae — *Silpha carinata* Hrbst., а также представители Isopoda (10—12 экз./м<sup>2</sup> в зависимости от года и месяца) и Dermaptera (6—24 экз./м<sup>2</sup> в зависимости от года и месяца).

Из всего комплекса мезофауны в лугово-черноземной почве доминируют дождевые черви (57—69%), субдоминанты — многоножки Geophilidae, Lithobiidae, Diplopoda (12—20%), Coleoptera (6—9%), высок процент Isopoda (5%) по сравнению с другими почвами Каменной степи, что свидетельствует о хорошей обеспеченности влагой и о достаточной для обеспечения жизнедеятельности Isopoda водонасыщенности почвенного воздуха, стабильной в течение года. Среди трофических групп почвенных беспозвоночных лугово-черноземной почвы вершины склона преобладают сапрофаги (их доля от мая к июлю несколько уменьшается от 75% до 66%, что характерно для всех исследованных почв Каменной степи), в июле процент фитофагов составляет 14%, относительное содержание хищников растет от мая к июлю от 10 до 20%. Подобное распределение трофических групп характерно для почв с хорошо выраженным дерновым процессом.

Дождевые черви чернозема обыкновенного слабосмытого нижней части склона представлены пятью видами: *Lumbricus rubellus* Hoff.; *L. terrestris* L.; *Aporrectodea caliginosa caliginosa* Sav. (доминирует); *A. rosae* Sav.; *Dendrobaena schmidti tellermanica* Perel. От мая к сентябрю численность Lumbricidae растет. Фауна многоножек представлена в основном Geophilidae, Lithobiidae обнаружены только в июле 2003 года в количестве 5 экз./м<sup>2</sup>, Diplopoda обнаруживаются в количестве до 3 экз./м<sup>2</sup>.

В черноземе обыкновенном слабосмытом нижней части склона обитают такие семейства жесткокрылых как: Carabidae (виды: *Ophonus* sp.), Staphylinidae, Scarabaeidae, Elateridae, Tenebrionidae, Curculionidae, Silphidae. Scarabaeidae представлены видами: *Rhizotrogus vernus* Germ., *Amphimallon solstitialis* L.; Tenebrionidae — *Cylindronotus brevicollis* Kust.; Silphidae — *Silpha obscura* L. Были обнаружены семейства проволочников, представленные 4 видами: *Agriotes obscurus* L. (доминант); *A. gurgistanus* Fald.; *A. ustulatus* Schall., *Selatosomus latus* F. Из моллюсков обнаружены *Chondrula tridens* Muller. (до 3 экз./м<sup>2</sup>), *Vellonia pulchella* Mull. (до 2 экз./м<sup>2</sup>) Численность двукрылых (Diptera) невысока (2 экз./м<sup>2</sup>). Отмечены Isopoda (2 экз./м<sup>2</sup> в июле 2003 года). Из общего комплекса мезофауны доминируют дождевые черви (70; 51%), субдоминанты

— Coleoptera (21; 30%), многоножки (7; 17%). Среди трофических групп почвенных беспозвоночных чернозема обыкновенного слабосмытого нижней части склона преобладают сапрофаги (их доля от мая к июлю несколько уменьшается от 75% до 53%, что характерно для всех исследованных почв Каменной степи), в июле процент фитофагов составляет 27%, относительное содержание хищников растет от мая к июлю от 10 до 20%.

По характеру распространения крупных почвенных беспозвоночных можно судить о некоторых аспектах строения и функционирования почвенного профиля. В почвах одинаковой таксономической принадлежности, но разной степени деградированности прослеживается корреляция между содержанием общего гумуса и количеством беспозвоночных. С глубиной, при снижении содержания общего гумуса уменьшается количество почвенной мезофауны (рис. 4а, 4б). Количество почвенной

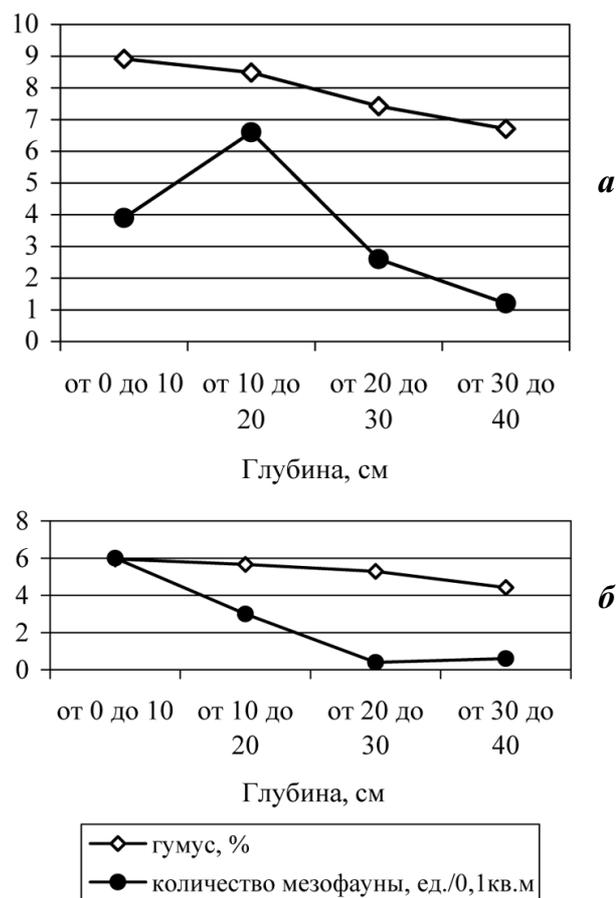


Рис. 4. Зависимость количества почвенной мезофауны от глубины и содержания гумуса: а — в черноземе обыкновенном среднегумусном среднемогущем тяжелосуглинкистом на лессовидном карбонатном суглинке; б — в черноземе обыкновенном слабосмытом малогумусном тяжелосуглинкистом на лессовидном карбонатном суглинке

мезофауны надежно связано с содержанием общего гумуса, что подтверждается статистической обработкой.

Лугово-черноземная почва Каменной степи содержит достаточно много водорастворимого  $\text{Na}^+$ . Elateridae, населяющие почвы Каменной степи, имеют покровы, через которые они могут непосредственно поглощать воду (в виде паров из почвенного воздуха или жидкости из почвенного раствора), несмотря на свою высокую склеротизацию. Они реагируют на присутствие  $\text{Na}^+$  (рис. 5). Происходит не только снижение общего количества личинок щелкунов, но и изменение видового состава сообщества. Для почв с низким содержанием  $\text{Na}$  (чернозем обыкновенный среднегумусный среднемогучий тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке; чернозем обыкновенный малогумусный слабосмытый тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке) характерно значительное преобладание рода *Agriotes* sp., а в лугово-черноземной среднегумусной маломощной поверхностнослабосолонцеватой глееватой тяжелосуглинистой почве на оглеенном лессовидном карбонатном суглинке абсолютное и относительное количество особей этого рода падает. В тоже время отмечаются такие виды проволочников как *Laeon murinus* L., *Selatosomus latus* F.

Среди *Myriopoda* в склоновых почвах Каменной степи доминируют *Geophilidae*, в почве некой залежи водораздела, с высоким содержанием гумуса, на первое место выходят представители *Diplopoda* (табл. 2).

Мезофауна служит не только индикатором отдельных процессов, протекающих в почве, ее свойств, но и почвенных разновидностей. Анализ совокупности беспозвоночных животных может служить для определения идентификационной принадлежности почвы.

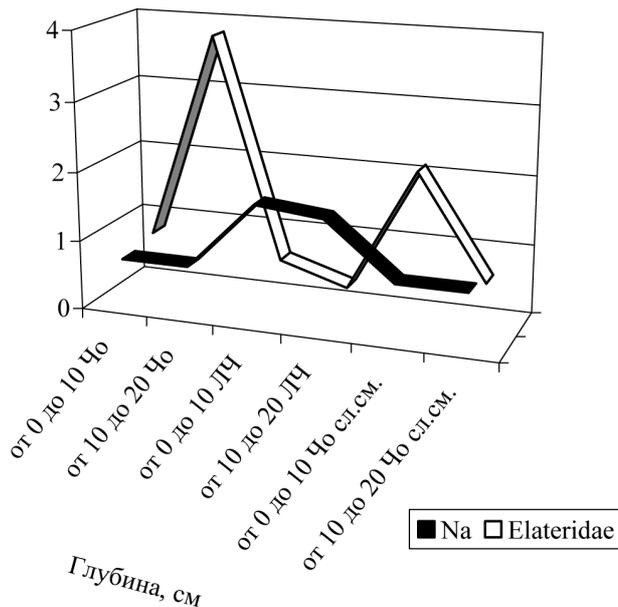


Рис. 5. Изменение численности личинок Elateridae (ед./0,1м<sup>2</sup>) в зависимости от содержания  $\text{Na}^+$  (мг/100 г почвы). Пояснение: от 0 до 10, от 10 до 20 — глубина в см; Чо — чернозем обыкновенный среднегумусный среднемогучий тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке; ЛЧ — лугово-черноземная среднегумусная маломощная поверхностнослабосолонцеватая глееватая тяжелосуглинистая почва на оглеенном лессовидном карбонатном суглинке; Чо сл. см. — чернозем обыкновенный малогумусный слабосмытый тяжелосуглинистый на лессовидном карбонатном суглинке

## ВЫВОДЫ

1. В Каменной степи общее количество мезофауны почв склонов возрастает от мая к сентябрю, тогда как в черноземе обыкновенном водораздела максимум численности приходится на июль.

2. Существует зависимость между мощностью гумусового профиля конкретной почвы, глубиной распространения мезофауны и ее общим количес-

Таблица 2

Процентное соотношение различных групп *Myriopoda* — *Geophilidae*, *Litobiidae* и *Diplopoda* в почвах Каменной степи (июль, 2003 год)

Почва	<i>Geophilidae</i> , %	<i>Litobiidae</i> , %	<i>Diplopoda</i> , %
Чернозем обыкновенный	33,3	29,2	37,5
Лугово-черноземная	72,3	10,6	17,0
Чернозем обыкновенный слабосмытый	78,4	13,5	8,1

твом. Беспозвоночные концентрируются в гумусовом профиле, обильно пронизанном корнями. В черноземах Каменной степи почвенные животные концентрируются в 15-ти сантиметровом слое, надежно фиксируется до глубины 35 см, Lumbricidae найдены в слое 90—110 см. В почве водораздела с глубиной происходит более плавное уменьшение количества мезофауны (по сравнению со склоновыми почвами).

3. Во всех исследованных почвах преобладают сапрофаги. Среди Mugiopoda доминируют Geophilidae. В черноземе обыкновенном водораздела и черноземе обыкновенном слабосмытом среди Elateridae доминируют Agriotes obscurus L., в склоновой почве количество особей данного вида меньше, чем в несмытом черноземе. В лугово-черноземной почве обитают Agriotes obscurus L.; A. gurgistanus Fald.; L., Lacon murinus L., Selatosomus latus F., доминант не выделен, общее количество Elateridae незначительно и составляет от 4 до 9 экз./м<sup>2</sup>. Почвы склона заселяет вид дождевых червей Dendrobaena schmidti tellermanica Perel., во всех исследо-

ванных почвах Каменной степи доминирует Aporrectodea caliginosa caliginosa Sav.

4. Обилие личинок Elateridae зависит от присутствия водорастворимого Na<sup>+</sup>. При концентрации водорастворимого Na<sup>+</sup>, равной 1,6 мг/100 г почвы происходит не только снижение общего количества личинок щелкунов, но и изменение видового состава сообщества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всеволодова-Перель Г.И. Дождевые черви фауны России. Кадастр и определитель / Г.И. Всеволодова-Перель. — М.: Наука, 1997. — 101 с.
2. Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв / М.С. Гиляров. — М.: Наука, 1965. — 278 с.
3. Гиляров М.С. Определитель обитающих в почве личинок насекомых / М. С. Гиляров, В. Г. Долин, Р.Д. Жантiev и др. — М.: Наука, 1964. — 920 с.
4. Долин В.Г. Определитель личинок щелкунов фауны СССР / В.Г. Долин. — Киев, 1978. — 201 с.
5. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea // Фауна СССР. — Т. 3. Моллюски / А.А. Шилейко. — Л.: Наука, 1978. — В. 6. — 384 с.