

УДК 543.545.2:631.468.514.239 Н. А. Сорокина, К. А. Бабий,

факультет естественно-научного образования,
Омский государственный педагогический университет
Научные руководители: канд. хим. наук, доц. В. А. Шелонцев,
канд. биол. наук, ст. научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории систематики и экологии
беспозвоночных ОмГПУ Е. В. Голованова

Изменение анионного состава почвы в результате деятельности дождевых червей

В результате анализа проб почв в ходе полевого имитационного эксперимента методом капиллярного электрофореза было выяснено, что дождевые черви могут влиять на распределение водорастворимых форм хлорид- и сульфат-ионов по слоям. Методом капиллярного электрофореза было определено содержание водорастворимых форм хлорид-, сульфат-, нитрат- и фосфат-ионов в пробах почв полевого имитационного эксперимента в мезокосмах, который проводился в вегетационный период 2019 г. Анализ показал, что в результате жизнедеятельности дождевых червей наблюдаются изменения распределения хлорид- и сульфат-ионов в верхних слоях почвы. Автором статьи определено, что достоверных различий между вариантами во всех слоях не было, что может быть связано с продолжительностью экспозиции эксперимента.

Ключевые слова: анализ почв, капиллярный электрофорез, анионы, дождевые черви.

Введение. Биоразнообразие почвы имеет важное значение в жизни человека, поскольку оно поддерживает широкий спектр экосистемных процессов, функций и услуг. Утрата биоразнообразия приводит к снижению экосистем. Дождевые черви представляют собой группу организмов, которая важным образом влияет на функционирование почвенных экосистем. Также дождевые черви считаются наиболее известными, хорошо изученными представителями почвенной фауны. Дождевые черви относятся к «почвенным инженерам» [4; 5; 8], потому что они способны влиять на физические и химические свойства почв и воздействуют на другую почвенную фауну. В связи с этим влияние люмбрицид на почвенные процессы изучается широко. Известно, что дождевые черви воздействуют на почву, изменяя ее химический и морфологический состав, т. е. изменяют функции почвы [3; 6; 7]. Виды дождевых червей, обитающих в азиатской части России, изучены хуже, а их функции в экосистемах освещены ещё меньше.

Цель работы — изучение влияния дождевых червей на анионный баланс и вертикальное распределение анионов в почве.

Материалы и методы. Полевые работы продолжались с июня по ноябрь 2019 г. Эксперимент проводился с помощью мезокосмов. В качестве мезокосмов были использованы ПВХ-трубы в высоту 50 см, диаметром 25 см. В каждый мезокосм закладывали одинаковую массу почвы, туда же помещали по 5 г подстилки.

В каждый мезокосм запускались дождевые черви по видам: *Eisenia nordenskioldi* (E.nn) и *Eisenia nana* (E.na), так же закладывались и контрольные мезокосмы. Каждый вариант эксперимента был представлен в пятикратной повторности. *Eisenia nordenskioldi* — нативный вид для Западной Сибири, в то время как *Eisenia nana* — вид-вселенец.

В течение всего эксперимента проводилась регулярная поливка мезокосмов и подкладка лиственной подстилки. На последней стадии эксперимента мезокосмы выкапывались и разбирались послойно через каждые 5 см (всего 20 см). Отбор почв для проведения химического анализа производился из каждого слоя.

В каждой пробе определяли содержание хлорид-, сульфат-, нитрат- и фосфат-ионов с использованием компьютеризированной системы капиллярного электрофореза «Капель 104Т» в соответствии с методикой ПНД Ф 16.1:2.2.3:2.2.69-10 [2]. Результаты исследования обрабатывались с помощью программы Statistica.

Результаты. Анализ почв из контрольного мезокосма показал, что содержание изучаемых ионов увеличивается вглубь с каждым слоем. При использовании двухфакторного анализа влияния вида дождевых червей и почвенного слоя на содержание анионов выявлено достоверное различие ($p < 0,001$) между вариантами и между слоями, а также при совместном влиянии двух факторов ($p < 0,01$). Установлена общая тенденция увеличения концентрации анионов с глубиной мезокосма (рис. 1).

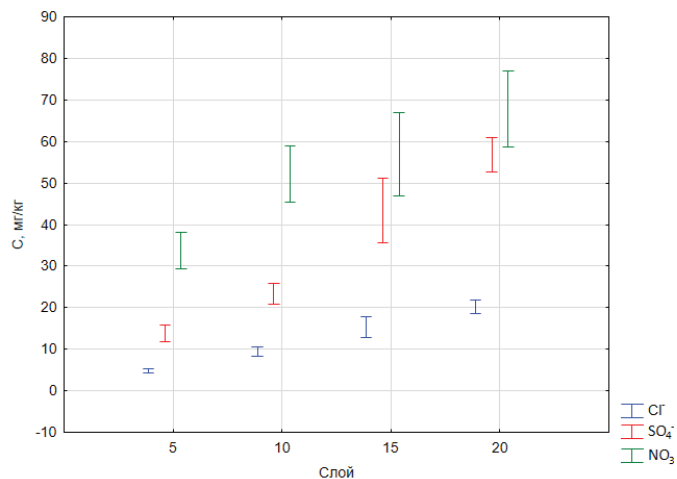


Рис. 1. Диаграмма изменения анионного состава по слоям почвы в мезокосмах

Значение критерия Фишера и уровня значимости изменения анионов по слоям в мезокосмах с различными видами дождевых червей и контроль

Вид Анион	E.na		E.nn		Контроль	
	F	P	F	P	F	P
Cl ⁻	2,70	0,08	26,90	0,000002	3,70	0,03
SO ₄ ²⁻	4,48	0,02	46,40	0,00	2,10	0,14
NO ₃ ⁻	0,59	0,63	1,96	0,16	1,50	0,25

Однофакторный дисперсионный анализ ANOVA не показал достоверных различий между вариантами эксперимента во всех слоях. Несмотря на полученный результат в аналогичном эксперименте с европейскими видами дождевых чер-

вей [1], наблюдались достоверные различия между вариантами.

Тем не менее мы предполагаем, что у дождевых червей есть тенденция оказывать влияние на состав анионов в почве, так как дисперсионный анализ между слоями для каждой варианты показал разную степень значимости различий. К примеру, в мезокосмах с *E. nordenskioldi* градиент по слоям для хлорид-ионов более значимый, чем в контрольных мезокосмах (табл.). На изменение сульфат-иона по слоям наиболее значимо влияет вид *E. nordenskioldi* по сравнению с контрольными мезокосмами и с вариантом, в котором находился вид *E. nana* (табл.). Фосфат-ионы были обнаружены в малом количестве, только в мезокосме с *E. nana* ($F = 13,9, p < 0,0001$).

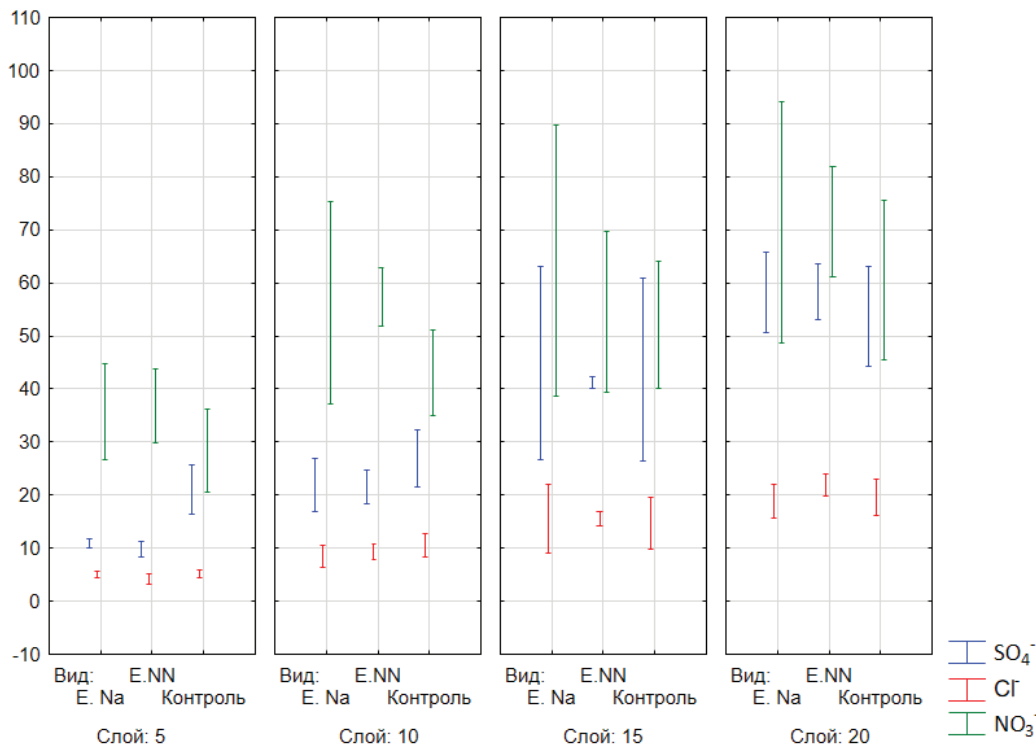


Рис. 2. Содержание анионов в почвах с различными видами дождевых червей

Заключение. Можно наблюдать вертикальное распределение концентрации ионов послонно. Различия в содержании анионов между мезокосмами с дождевыми червями и контролем не наблюдалось, но заметна тенденция влияния дождевых червей на послонный градиент концентраций (рис. 2). Если опираться на статистику показатели незначительно отличаются от данных контрольных мезокосмов. Отсутствие

значимого влияния вида *E. nordenskioldi* на содержание данных анионов в почвах, по-видимому, связано с тем, что этот вид нативный для территории Западной Сибири. В то же время известно, что обитающие на территории Омской области европейские виды *Lumbricus rubellus* и *Aporrectodea caliginosa* [1] могут достоверно влиять на состав водорастворимых форм анионов в почвах.

1. Бабий К. А., Князев С. Ю. Оценка анионного состава почвы под влиянием деятельности дождевых червей // Перспективы развития фундаментальных наук : сб. науч. тр. XV Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 24–27 апреля 2018 г. : в 7 т. Т. 2: Химия. — Томск : Изд. дом Том. гос. ун-та, 2018. — С. 30–32.

2. Методика измерений массовой доли водорастворимых форм хлорид-, сульфат-, оксалат-, нитрат-, фторид-, формиат-, фосфат, ацетат-ионов в почвах, грунтах тепличных, глинах, торфе, осадках сточных вод, активном иле, донных отложениях методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». ПНДФ 16.1:2:2.3:2.2.69-10. — М., 2010. — 41 с.

3. Invasive Earthworms Deplete Key Soil Inorganic Nutrients (Ca, Mg, K, and P) in a Northern Hardwood Forest / K. Resner, K. Yoo, S. D. Sebestyen [et al.] // Ecosystems. — 2014. — P. 89–102.

4. Jones C. G., Lawton J. H., Shachak M. Organisms as ecosystem engineers // Oikos. — 1994. — Vol. 69 (3). — P. 373–386.

5. Lavelle P., Spain A. V. Soil Ecology. — Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2001. — 654 p.

6. Soil chemistry turned upside down: a meta-analysis of invasive earthworm effects on soil chemical properties / O. Ferlian, M. P. Thakur, A. C. González [et al.] // Europe PMC Author Manuscripts, 2019. — P. 1–12.

7. The wave towards a new steady state: effects of earthworm invasion on soil microbial functions / N. Eisenhauer, J. Schlaghamersky, P. B Reich, L. E. Frelich // Biological Invasions. — 2011. — Vol. 13, no. 10. — P. 2191–2196.

8. Wardle D. A. Communities and Ecosystems: Linking the Aboveground and Belowground Components // Princeton : Princeton University press. — 2002. — 392 p.