

УДК 574.24: 595.142.24

**РЕАКЦИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (СЕМ. *LUMBRICIDAE*) НА ИЗМЕНЕНИЕ  
АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ**

*А. В. Заушинцева, Н. В. Скалон, А. С. Заушинцен, К. С. Зубко*

**REACTION OF EARTHWORMS (FAMILY *LUMBRICIDAE*) TO ABIOTIC FACTORS CHANGE**

*A. V. Zaushintsena, N. V. Skalon, A. S. Zaushintsen, K. S. Zubko*

В районе исследований видовой состав дождевых червей беден, выявлены: *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1879), *Allolobophora parva* (Eisen, 1874), *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843). Широко распространён первый вид, который отмечен во всех исследованных биотопах. По количеству экземпляров размах варьирования (R) составил от 42 до 6 экземпляров на 1 м<sup>2</sup>. Коэффициент вариации по численности люмбрицидов в общей изучаемой популяции по всем экотопам составил 33,5 %. Выявлена сильная реакция животных на загрязнение почвы нефтепродуктами и резкое изменение влажности (R = - 0,88 ± 0,13 и R = - 0,85 ± 0,13) путем активной вертикальной миграции в более оптимальные места обитания.

In the structure of the population of earthworms the following species were revealed: *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1879), *Allolobophora parva* (Eisen, 1874), and *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843). The first species is widespread, it was found in all the investigated habitats. The range of deviation (R) was 42 to 6 specimen per 1 m<sup>2</sup>. The coefficient of variation in number of the studied population of lumbricids in all the ecotopes was 33,5 %. The animals were discovered to have a strong reaction to soil pollution with oil products and to sharp change in humidity (R = - 0,88 ± 0,13 and R = - 0,85 ± 0,13) by means of active vertical migration to more optimal habitats.

**Ключевые слова:** Люмбрициды, дождевой червь, функции, разнообразие, численность, глубина заселения, экология, почва, нефтепродукты.

**Keywords:** lumbricids, earthworm, function, diversity, number, depth of habitation, ecology, soil, oil.

По таксономической принадлежности дождевые черви являются представителями типа Кольчатые черви (*Annelida*), относятся к классу Малощетинковые черви (*Oligochaeta*), к семейству Настоящие дождевые черви, или Люмбрициды (*Lumbricidae*), которое по разным оценкам включает около 200 видов [3]. По мнению ряда исследователей, их недостаточная холодоустойчивость является причиной малого разнообразия в Западной Сибири и на северо-востоке Азии [10; 13].

На территории Кемеровской области изучение люмбрицид проводилось фрагментарно в 60-е годы прошедшего столетия, в основном в южных районах Кузнецкой котловины и в окружающих её предгорьях. В те годы Т. С. Перель из бассейна р. Черновой Нарык (Новокузнецкий район) было описано 2 новых для науки вида (*Eisenia malevici* Perel, 1962 и *Eisenia salairi* Perel, 1968), эндемичных для северо-западной оконечности гор Южной Сибири [12; 13], которые впоследствии были внесены в Красную книгу СССР, России и Кемеровской области (2000; 2012).

Фауна дождевых червей большей части Кемеровской области до настоящего времени остаётся не изученной. Теоретическое обобщение научной литературы по фауне люмбрицид юга-востока Западной Сибири позволили предположить возможность нахождения в Кузбассе около 16 видов [11]. Однако проведённые нами сборы в северной части Кузнецкой котловины (Кемеровский район) и на юге (Новокузнецкий район) выявили обитание только 5 видов.

Исходя из вертикального распределения дождевых червей в почве, их делят на три экологические группы:

- поверхностно-обитающие, в том числе в компостах – *Eisenia foetida*, *Dendrobaena octaedra*, *Lumbricus castaneus* и др.;
- почвенно-подстилочные *Lumbricus rubellus*, *Eisenia nordenskioldi* и др.;
- норники – *Lumbricus terrestris*, *Dendrobaena platura*, обитающие в глубоких слоях почвы.

По многочисленным источникам научной литературы они обладают широким диапазоном адаптивных механизмов приспособления к разным условиям существования и встречаются практически по всему миру, включая такие суровые эколого-географические ниши, как острова Северного Ледовитого океана [1; 8], а также зону тропиков [18]. Исследованиями А. Н. Лейрих [10] установлено убывание видового разнообразия люмбрицидов к северу и в восточном направлении страны и по степени адаптивности к холоду показано 4 группы.

1. Без ограничения к условиям зимовки. Типичным представителем является наиболее холодоустойчивый вид *Eisenia nordenskioldi*, который населяет Северную Азию и проникает в европейскую часть России.

2. Умеренно холодоустойчивые виды. Представители: *Dendrobaena octaedra*, *Drawida ghilarovi* и др., устойчивы к низким температурам у которых рас-

ширяет экоареал вплоть до колонизации европейских тундр.

3. Виды с высокой холодоустойчивостью яйцевых коконов, но их проникновение на восток ограничено не очень теплым летом, недостаточным по продолжительности для прохождения жизненного цикла: *Dendrodrilus rubidus tenuis*, *Octolasion lacteum*, *Lumbricus castaneus*, *L. rubellus*.

4. Виды, у которых черви и коконы не переносят охлаждение до  $-2...-5^{\circ}\text{C}$ , а их распространение ограничено не промерзающими с поверхности местообитаниями (берега водоемов, антропогенные биотопы: *Eiseniafetida*, *Eiseniella tetraedra*, *Aporrectodea rosea*) или глубокими горизонтами почв (*Lumbricus terrestris*).

По мнению исследователя [10], недостаточная холодоустойчивость дождевых червей является причиной их малого разнообразия в Западной Сибири и на востоке страны. Теоретическое обобщение научной литературы и обследования биогеоценозов Н. В. Скалоном и др. [11] позволило выявить 16 наиболее вероятных для Кемеровской области видов.

Фауна дождевых червей большей части Кемеровской области до настоящего времени остаётся не изученной. Теоретическое обобщение научной литературы по фауне лямблицид юга-востока Западной Сибири позволили предположить возможность нахождения в Кузбассе около 16 видов [11]. Однако проведённые нами сборы в северной части Кузнецкой котловины (Кемеровский район) и на юге (Новокузнецкий район) выявили обитание только 5 видов.

Научный и практический интерес к этой группе животных вызван их важным значением для формирования структуры почвы и развития почвенного профиля [4], практическим использованием в вермиккультуре [15]. Дождевые черви выполняют множественные экологические функции, модифицируя и связывая продукты разложения растительных остатков, прошедших через кишечник, с метаболитами почвенной биоты и образуя новые структуры почвенных агрегатов – копролиты. Измельчение растительных остатков повышает микробную активность, влияет на состав микроорганизмов, изменяет качество пищевых ресурсов и условия жизни обитателей подстилки. Норы червей формируют систему макропор и полостей, которые обеспечивают аэрацию и дренаж влаги, облегчают рост корней, активное и пассивное передвижение почвенных животных и микроорганизмов. Погребление растительных остатков способствует уменьшению толщины подстилки, повышению микробной активности в минеральных горизонтах, дезактивации или длительному сохранению покоящихся стадий фитопатогенных грибов и насекомых. Дождевые черви могут принимать участие в распространении бактерий, микоризных и фитопатогенных грибов, нематод, семян растений [16].

Широкий ареал и высокая численность, достаточно короткий жизненный цикл, легкая воспроизводимость в контролируемых условиях и не сложные методы полевого учета позволяют использовать лямблицид для биодиагностики агрогенно- и техногенно нарушенных почв [5; 14] и урбаземов [9]. Большую значимость метод биотестирования с использованием дождевых червей приобретает при оценке результатов

и эффективности рекультивации почв, загрязненных токсичными веществами.

**Цель исследований:** оценка реакции дождевых червей на абиотические факторы. В ходе научного эксперимента нами были поставлены и реализованы следующие задачи:

- определить видовой состав лямблицид на опытном полигоне и в его окрестностях;
- выявить реакцию дождевых червей на загрязнение почвы нефтепродуктами.

#### **Условия, материал и методы исследований**

Исследования проведены в 2010 – 2013 гг. в окрестностях и в зоне опытного полигона Кемеровского государственного университета – экомuzeя «Тюльберский городок» в 62 км к югу от г. Кемерово в Кемеровском районе Кемеровской области.

Тип почвы – серые лесные, подтип – темно-серые лесные, разновидность – тяжело- и среднесуглинистые по механическому составу. Гидротермический режим в годы исследований был разным и характеризовался неустойчивой погодой: 2010 г. – с обилием осадков и среднесуточной температурой воздуха, близкой к многолетней норме; 2011 – сочетание тепла и влаги; 2012 – засушливый; 2013 г. – переувлажненный, с затяжной весной и аномально холодным началом лета, когда фенологические показатели у разных видов растений и животных сдвинулись на 2 – 3 недели.

В качестве объекта исследований изучены дождевые черви в естественных и агробиоценозах в окрестностях полигона и техногенных биогеоценозах в зоне его расположения. Для этого выделены следующие биотопы: в навозной куче на частном огороде, на надпойменной террасе в берёзовом лесу, на дне оврага поросшего осиновым лесом, на разнотравно-злаковом лугу, на экотоне по границе осинового леса и луга, а также в техногенных биогеоценозах в зоне расположения полигона. Сбор материала производили в первой декаде июля и сентября. Для этого выделены учетные площадки, на которых произведено вскрытие почвенного профиля и отобраны почвенные монолиты площадью сечения 25 x 25 см на всю глубину почвенного профиля [7]. Отбор животных проведен по слоям: 0 – 20 см; 21 – 40; 41 – 60; 61 – 80; 81 – 100 см. Работа осуществлена вручную путем просеивания почвы через набор почвенных сит. Выборку червей фиксировали в смеси 2 % раствора формалина с глицерином в соотношении 1:99. Хранили в закупоренных колбах, снабженных этикеткой. Для идентификации видов использовали определители [3; 11]. Критерием оценки ответных реакций на загрязнение почвы нефтепродуктами явились наличие и численность животных по вариантам опыта.

Статистическая обработка полученных результатов проведена методами корреляционного анализа [6] с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0 на ПК.

#### **Результаты исследований**

Оценка естественных местообитаний дождевых червей, их заселенности и специфичности по свойствам почвенного субстрата является необходимым ус-

ловием для прогноза воздействия пертурбаций на сообщества живых организмов и для идентификации свойств окружающей среды, для охраны биоразнообразия и под-

держания функций экосистем [17]. Видовой состав люмбрицид в окрестностях экспериментального полигона в целом оказался бедным (таблица 1).

Таблица 1

**Видовой состав люмбрицид в окрестностях и в зоне экспериментального полигона**

| Биотоп                       | Видовой состав               | *Средняя численность, экз/м <sup>2</sup> | Соотношение видов |
|------------------------------|------------------------------|--|-------------------|
| Навозная куча на огороде     | <i>Eisenia nordenskioldi</i> | 42 ± 8,1                                 | 100,0             |
| Березовый лес                | <i>Allolobophora parva</i>   | 20 ± 1,6                                 | 100,0             |
| Разнотравно-злаковый луг     | <i>Allolobophora parva</i>   | 35 ± 2,1                                 | 71,4              |
|                              | <i>Eisenia nordenskioldi</i> | 10 ± 0,4                                 | 28,6              |
| Край оврага (эктон)          | <i>Eisenia nordenskioldi</i> | 41 ± 2,5                                 | 100,0             |
| Осиновый лес, на дне оврага  | <i>Eisenia nordenskioldi</i> | 32 ± 1,4                                 | 65,6              |
|                              | <i>Allolobophora parva</i>   | 21 ± 1,1                                 | 34,4              |
| В зоне расположения полигона | <i>Eisenia nordenskioldi</i> | 29 ± 1,4                                 | 79,2              |
|                              | <i>Lumbricus rubellus</i>    | 6 ± 0,01                                 | 20,8              |

Примечание: \*Достоверно при P<sub>05</sub>.

Отмечено всего 3 вида. Широко распространённым из них является *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1879), который отмечен во всех исследованных биотопах. По количеству экземпляров размах варьирования (R) составил от 42 (в навозной куче) до 6 (в зоне расположения полигона) экземпляров на 1 м<sup>2</sup>. Коэффициент вариации по численности люмбрицидов в общей изучаемой популяции по всем экотопам составил 33,5 %. Этим подтверждается мнение некоторых исследователей [9; 8], что в структурировании экологической ниши сообщества педобионтов важное значение имеют такие эдафические характеристики, как растительный покров и его видовое разнообразие, мощность подстилки, создающие микроклимат биоценоза, а также твердость почвы, кислотность, влажность, аэрация и др.

Реже встречается *Allolobophora parva* (Eisen, 1874). Вид отмечен в осиновом лесу на дне оврага (21 экз. на 1 м<sup>2</sup>) и на разнотравно-злаковом лугу (35 экз. на 1 м<sup>2</sup>). Примечательно, что в более сухой почве разнотравного луга, где численность червей обоих видов составляла 45 экз. на 1 м<sup>2</sup> вид *Allolobophora parva* доминировал над *Eisenia nordenskioldi*. *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843) был найден только в пробах, взятых в зоне расположения полигона, где он составил 6 экз. на 1 м<sup>2</sup> (20,8 % от численности животных). Изучаемый вид ежегодно встречался в пределах 4,3 % (2012 г.) – 15,7 % (2011 г.) на делянках общего контроля (К общ.) на модельном полигоне (таблица 2).

Таблица 2

**Численность и соотношение видов дождевых червей на вариантах модельного загрязнения почвы нефтепродуктами**

| Год    | Вариант опыта          | Глубина взятия образца, см | Количество, экз/м <sup>2</sup> | *Соотношение видов, % |
|--------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 2010   | К общ.                 | 0 – 20                     | 17 ± 1,5                       | 88,2 : 11,8           |
|        |                        | 21–40                      | 15 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|        |                        | 41–60                      | 3 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>35 ± 1,5</b>                | <b>94,3 : 5,7</b>     |
| 2011   | К общ.                 | 0 – 20                     | 19 ± 1,5                       | 84,3 : 15,7           |
|        |                        | 21–40                      | 13 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|        |                        | 41–60                      | 2 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>34 ± 1,5</b>                | <b>91,2 : 8,8</b>     |
|        | 1.К.                   | 0 – 20                     | 5 ± 1,2                        | 100 : 0,0             |
| 1.О.   | 0 – 20                 | 8 ± 1,3                    | 100 : 0,0                      |                       |
| 2012   | К общ.                 | 61 – 80                    | 21 ± 1,8                       | 95,3 : 4,7            |
|        |                        | 81–100                     | 25 ± 1,8                       | 96,0 : 4,0            |
|        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>46 ± 3,2</b>                | <b>95,7 : 4,3</b>     |
|        | 1.К.                   | 61 – 80                    | 17 ± 1,5                       | 82,4 : 17,6           |
|        |                        | 81–100                     | 20 ± 1,6                       | 85,0 : 15,0           |
|        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>37 ± 1,6</b>                | <b>83,8 : 16,2</b>    |
|        | 1.О.                   | 61 – 80                    | 20 ± 1,6                       | 100 : 0,0             |
| 81–100 |                        | 24 ± 1,6                   | 100 : 0,0                      |                       |

| Год                    | Вариант опыта          | Глубина взятия образца, см | Количество, экз/м <sup>2</sup> | *Соотношение видов, % |
|------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>44 ± 3,2</b>                | <b>100 : 0,0</b>      |
|                        | 2.К.                   | 81–100                     | 13 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|                        | 2.О.                   | 61 – 80                    | 13 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|                        |                        | 81–100                     | 16 ± 1,2                       | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>29 ± 1,8</b>                | <b>100 : 0,0</b>      |
| 2013                   | 4.О.                   | 61 – 80                    | 9 ± 1,3                        | 100 : 0,0             |
|                        |                        | 81–100                     | 11 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>20 ± 1,6</b>                | <b>100 : 0,0:</b>     |
|                        | К общ.                 | 0 – 20                     | 29 ± 1,6                       | 93,1 : 6,9            |
|                        |                        | 21–40                      | 6 ± 1,2                        | 83,3 : 16,7           |
|                        |                        | 41–60                      | 1 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>36 ± 1,6</b>                | <b>91,7 : 8,3</b>     |
|                        | 1.К.                   | 0 – 20                     | 14 ± 1,3                       | 92,9 : 7,1            |
|                        |                        | 21–40                      | 2 ± 0,3                        | 50,0 : 50,0           |
|                        |                        | 41–60                      | 2 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>18 ± 1,6</b>                | <b>88,9 : 11,1</b>    |
|                        | 1.О.                   | 0 – 20                     | 19 ± 1,6                       | 94,7 : 5,3            |
|                        |                        | 21–40                      | 3 ± 0,5                        | 100 : 0,0             |
|                        |                        | 41–60                      | 1 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>23 ± 1,6</b>                | <b>95,7 : 4,3</b>     |
|                        | 2.К.                   | 0–20                       | 15 ± 1,3                       | 86,7 : 13,3           |
|                        |                        | 21–40                      | 4 ± 0,5                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>19 ± 1,6</b>                | <b>94,8 : 10,5</b>    |
|                        | 2.О.                   | 0 – 20                     | 18 ± 1,4                       | 94,5 : 5,5            |
|                        |                        | 21–40                      | 3 ± 0,5                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>21 ± 1,7</b>                | <b>95,3 : 4,7</b>     |
|                        | 3.К.                   | 0 – 20                     | 11 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|                        |                        | 21–40                      | 2 ± 1,3                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>13 ± 1,3</b>                | <b>100 : 0,0</b>      |
|                        | 3.О.                   | 0 – 20                     | 12 ± 1,3                       | 100 : 0,0             |
|                        |                        | 21–40                      | 2 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>14 ± 1,6</b>                | <b>100 : 0,0</b>      |
|                        | 4.К.                   | 0 – 20                     | 8 ± 1,3                        | 100 : 0,0             |
|                        |                        | 21–40                      | 2 ± 0,3                        | 100 : 0,0             |
|                        | <b>Всего в профиле</b> |                            | <b>11 ± 1,3</b>                | <b>100 : 0,0</b>      |
| 4.О.                   | 0 – 20                 | 9 ± 1,3                    | 100 : 0,0                      |                       |
|                        | 21–40                  | 1 ± 0,3                    | 100 : 0,0                      |                       |
| <b>Всего в профиле</b> |                        | <b>10 ± 1,3</b>            | <b>100 : 0,0</b>               |                       |
| 5.О.                   | 0 – 20                 | 6 ± 1,2                    | 100 : 0,0                      |                       |
| <b>Всего в профиле</b> |                        | <b>6 ± 1,2</b>             | <b>100 : 0,0</b>               |                       |

Примечание: \*Соотношение видов (*Eisenia nordenskioldi* : *Lumbricus rubellus*).

В опытных вариантах выявлен в 2012 г. в условиях загрязнения почвы отработкой моторного масла в концентрации 1% (1.К.) в соотношении с *Eisenia nordenskioldi*, как 83,8: 16,2, с численным преимуществом последнего вида. В 2013 г. обнаружен не только при самом низком уровне загрязнения (1.К., 1.О.), но также в вариантах с 5% концентрацией загрязнителя (2.К. и 2.О.). По структурному составу популяции тенденция сохранилась, но в вариантах загрязнения с последующим внесением в почву биопрепарата – нефтедеструктора «Биоойл-Югра» (1.О., 2.О.) насчитано лишь 4,3 – 4,8% представителей вида *Lumbricus rubellus*, в то время как в вариантах 1.К. и 2.К. (без обработки биодеструктором) – более, чем в 2 раза. Результаты отражают гетерогенность почвенной среды,

неоднозначность влияния погодных условий и специфики в распределении энергопотоков [5] и, конечно, уровня загрязнения нефтепродуктами. В научной литературе есть сведения о том, что модифицируя физико-химические условия в почве, создавая новые местообитания, дождевые черви, с одной стороны, положительно влияют на активность и состав почвенных бактерий и грибов [18; 19], а с другой стороны, они сами являются пищевым объектом (и промежуточным хозяином паразитов) широкого спектра хищных и всеядных животных [16], а это не исключает снижения их численности.

Одним из важных условий жизнеспособности люмбрицид является влажность почвы, так как они обладают кожным дыханием и не могут выполнять

эту функцию в условиях сухой среды обитания [8]. Для защиты у них сильно развиты кожные железы, которые выделяют слизь, предохраняющую кожу от высыхания. Иногда складываются особенно неблагоприятные условия, когда изменение влажности происходит быстро и резко, а почва может высыхать на значительную глубину. Условия длительного дефицита почвенной влаги могут привести к гибели, поэтому животные способны к продвижению за влагой в вертикальном направлении вниз почвенного профиля.

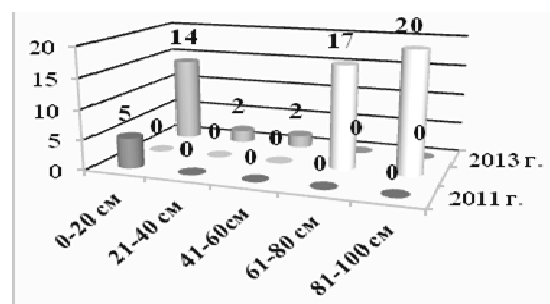
В нашем эксперименте такой случай наблюдался в условиях сильной засухи 2012 г. При вскрытии почвенного профиля животных находили на глубине 61 – 100 см, в том числе и в почвообразующей породе (рис. 1). Отмечены многочисленные ходы разного диаметра. При разрушении почвенных структур обнаружены дождевые черви как в стадии активного перемещения, так и в стадии покоя. В последнем случае они находились в основании убежища, свернувшись в клубок.



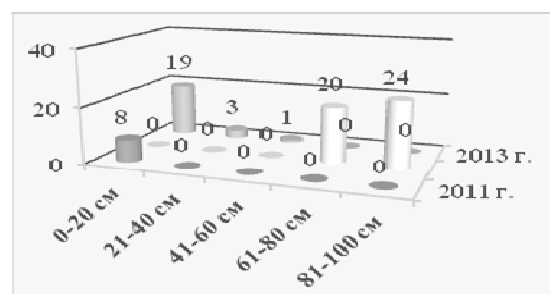
Рис. 1. Отверстия ходов дождевого червя в условиях сильной засухи 2012 г.

Неблагоприятно для них избыточное и длительное увлажнение. Анаэробные условия с недостатком кислорода вынуждают выходить на поверхность и мигрировать в более благоприятные биотопы. Наши исследования позволили выявить не только неравномерность распределения дождевых червей по вертикальной части почвенного профиля, но физиологические и поведенческие нормы реакции на указанные выше стрессовые факторы. На рисунке 2 наглядно видно, что в условиях сильной засухи (2012 г.) животные проникают глубоко в почву, но наибольшее их число в условиях высокого переувлажнения находятся в верхних генетических горизонтах, а часть

выходит на поверхность. Кроме того, по мере очищения почвы от углеводородных загрязнителей фито- и микробиотой отмечено возрастание общей численности почвенных животных. Их активная миграция, особенно вертикальная, позволяет ожидать перераспределения органического вещества и минеральных солей в почве, в результате чего в почвенном профиле будет происходить оптимизация экологических функций, их определенная направленность. Особенно остро стоит вопрос о силе сопротивления биоты техногенному загрязнению изучаемой территории и скорости заселения изучаемых участков.



а)



б)

Рис. 2. Численность дождевых червей в почвенном профиле вариантах с 1% концентрацией загрязнения почвы моторным маслом: а) - 1.К.; б) - 1.О

Расчет парных корреляций по влиянию углеводородных загрязнителей почвы и её влажности на глубину залегания дождевых червей подтвердил сильную отрицательную зависимость ( $R = - 0,88 \pm 0,13$  и  $R = - 0,85 \pm 0,13$ ) (таблица 3).

Таблица 3

**Зависимость глубины заселения почвенного профиля дождевыми червями от абиотических факторов**

| Корреляционные связи                                | Коэффициент корреляции ( $R \pm Sr$ ) | Корреляционные связи                                  | Коэффициент корреляции ( $R \pm Sr$ ) |
|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Глубина залегания – влажность почвы в метровом слое | $- 0,85 \pm 0,13^*$                   | Глубина залегания – температура почвы                 | $- 0,63 \pm 0,09^*$                   |
| Глубина залегания – температура воздуха             | $0,31 \pm 0,09^*$                     | Глубина залегания – концентрация загрязнителя в почве | $- 0,88 \pm 0,13^*$                   |

Примечание: \*Достоверно при  $P_{005}$ .

Менее значимо влияние температуры воздуха ( $R = 0,31 \pm 0,09$ ), но значительно выше – температуры почвы на глубине заселения люмбрицидами ( $R = -0,63 \pm 0,09$ ). Соответственно этой закономерности происходит нарастание численности и площади заселяемой дождевыми червями. В целом полученные данные отражают реакцию живых систем на силу давления абиотических факторов и свидетельствуют о том, что дождевой червь является одним из биоиндикаторов и зоорекультиваторов загрязненной почвы.

### Выводы

1. Видовой состав дождевых червей в окрестностях и в зоне экспериментального полигонабеден. В его структуру входят представители 3 видов: *Eisenia nordenskioldi* (Eisen, 1879), *Allolobophora parva* (Eisen, 1874), *Lumbricus rubellus* (Hoffmeister, 1843).

2. Выявлена сильная реакция почвенных животных на степень загрязнения нефтепродуктами и влажность почвы, что позволяет оценить результаты рекультивации.

### Литература

- Берман, Д. И. О способности дождевого червя *Eisenia nordenskioldi* (Esen.) (*Lumbricidae*) (*Oligochaeta*) переносить отрицательные температуры / Д. И. Берман, А. Н. Лейрих // Доклады АН СССР. – 1985. – Т. 285. – № 5. – С. 1285 – 1261.
- Берман, Д. И. Об устойчивости дождевого червя *Eisenia nordenskioldi* (Esen.) (*Lumbricidae*) (*Oligochaeta*) к экстремально низкой влажности почвы на Северо-Востоке Азии / Д. И. Берман, А. Н. Лейрих, А. В. Алфимов // Доклады АН СССР. – 1985. – Т. 285. – № 5. – С. 1285 – 1261.
- Всеволодова-Перель, Т. С. Дождевые черви фауны России: кадастр и определитель / Т. С. Всеволодова-Перель. – М.: Наука, 1997. – 102 с.
- Гиляров, М. С. Роль почвенных беспозвоночных в разложении растительных остатков и круговороте веществ / М. С. Гиляров, Б. Р. Стриганова // Почвенная зоология (Итоги науки, зоол. беспозвон.). – М., 1978. – Вып. 5. – С. 8 – 69.
- Годунова, Е. И. Состояние почвенной мезофауны на полигоне «агроландшафт» в зависимости от интенсивности антропогенных нагрузок / Е. И. Годунова, М. Б. Патюта // Вопросы современной науки и практики. – 2008. – Т. 2. – № 3(13). – С. 75 – 84.
- Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 381 с.
- Количественные методы в почвенной зоологии / под ред. М. С. Гилярова и Б. Р. Стригановой. – М.: Наука, 1987. – 288 с.
- Кошманова, Т. А. Об устойчивости популяции дождевого червя *Eisenia nordenskioldi* (Esen.) в экстремальных условиях обитания / Т. А. Кошманова, М. В. Лазовская // Естественные науки. – 2010. – № 3(32). – С. 21 – 24.
- Кунах, О. Н. Пространственное варьирование экоморфической структуры почвенной мезофауны урбазема / О. Н. Кунах, А. В. Жуков, Ю. А. Балюк // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – 2013. – Т. 26(65). – № 3. – С. 107 – 126. – (Серия: Биология, химия).
- Лейрих, А. Н. Холодоустойчивость почвообитающих беспозвоночных животных на Северо-Востоке Азии: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А. Н. Лейрих. – СПб., 2012. – 32 с.
- Скалон, Н. В. Определитель дождевых червей Кемеровской области (сем. *Lumbricidae*): учебно-метод. пособие; сост.: Н. В. Скалон, Т. Н. Гагина, Н. С. Теплова. – Кемерово, 2010. – 48 с.
- Перель, Т. С. Новый вид дождевого червя из Западной Сибири – *Eisenia malevici* sp. nov. (*Lumbricidae*, *Oligochaeta*) / Т. С. Перель // Зоологический журнал. – 1962. – Т. 42. – Вып. 3. – С. 454 – 456.
- Перель, Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР / Т. С. Перель. – М., 1979. – 272 с.
- Стриганова, Б. Р. Влияние эдафического фактора на формирование животного населения почв агроценозов / Б. Р. Стриганова // Зоологический журнал. – 2003. – Т. 82. – № 2. – С. 178 – 187.
- Тиунов, А. В. Вермикомпост, вермикомпостирование и компостные черви: направление научных исследований в последнее десятилетие / А. В. Тиунов // Мат. II Междунар. научно-практической конференции «Дождевые черви и плодородие почв», 17 – 19 марта 2004 г. – Владимир; Ковров: X-PRESS, 2004. – С. 9 – 11.
- Тиунов, А. В. Метабиоз в почвенной системе: влияние дождевых червей на структуру и функционирование почвенной биоты: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А. В. Тиунов. – М., 2007. – 44 с.
- Brind'Amour, A. Relationships between species feeding traits and environmental conditions in fish communities: A three-matrix approach / A. Brind'Amour, D. Boisclair, S. Dray and P. Legendre // Ecological Applications. – 2011. – Vol. 21(2). – P. 363 – 377.
- Lee, K. E. Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use / K. E. Lee. – Sydney: Academic Press, 1985. – 411 p.
- Lee, K. E. Soil organisms and sustainable productivity / K. E. Lee, C. E. Pankhurst // Austr. J. Soil Res. – 1992. – V. 30. – P. 855 – 892.
- Sun, Z. Vermiculture and vermiprotein / Z. Sun. – China Agricultural University Press. – 2003. – P. 367.

**Информация об авторах:**

*Заушинцева Александра Васильевна* – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники КемГУ, 8-923-606-38-85, alexaz58@yandex.ru.

*Alexandra V. Zaushintsena* – Doctor of Biology, Professor at the Department of Botany, Kemerovo State University.

*Скалон Николай Васильевич* – доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой зоологии и экологии КемГУ, 8-950-264-09-41, nskalon@kemsu.ru.

*Nikolay V. Skalon* – Doctor of Pedagogics, Professor, Head of the Department of Zoology and Ecology, Kemerovo State University.

*Заушинцен Антон Сергеевич* – соискатель Кемеровского государственного университета, 8-923-608-95-63, alexaz58@yandex.ru.

*Anton S. Zaushintsen* – post-graduate student, Kemerovo State University.

*Зубко Кирилл Сергеевич* – магистрант кафедры зоологии и экологии КемГУ, 8-950-264-09-41, nskalon@kemsu.ru.

*Kirill S. Zubko* – Master's Degree student at the Department of Zoology and Ecology, Kemerovo State University.

*Статья поступила в редколлегию 16.01.2014 г.*