

### НАСЕЛЕНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDA) В ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЕ ТЕХНОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ КБР

Рапопорт И.Б., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия  
Темботова Ф.А., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия  
Улигова Т.С., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия  
Саблирова Ю.М., Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, Нальчик, Россия

В условиях возрастающего антропогенного воздействия все более актуальными становятся проблемы, связанные с адаптацией биологических систем к действию токсических факторов. Т.е. способностью популяций поддерживать некоторый нормированный уровень численности за счет толерантности особей, их фертильности, плодовитости, а также наличия генетической гетерогенности, достаточной для того, чтобы посредством отбора приспособиться к изменяющимся условиям среды (Жуйкова и др., 1999). Перспективными в этом направлении являются исследования, проводимые в техногенных аномалиях, животное население которых находится в экстремальных условиях обитания.

Нальчикский гидрометаллургический завод, расположенный в пределах городской черты, давно привлекает внимание экологов специфичностью отходов производства, получаемых в процессе обогащения руды, содержащей вольфрам и молибден. Отработанная руда, сбрасываемая в так называемые «хвосты» наряду с целевыми продуктами (вольфрамом и молибденом) содержит целый спектр токсичных металлов-спутников, таких, как мышьяк, кадмий, ртуть, медь, железо, алюминий, содержащихся в значительных концентрациях, а также различные анионы и другие опасные для окружающей среды вещества.

Сотрудниками ИЭГТ КБНЦ РАН проводятся комплексные исследования влияния загрязнения среды отходами производства на различные звенья трофодинамической цепи. Изучаются морфофизиологические и гематологические показатели мелких млекопитающих (Темботова, 1989, 1990, 2002, 2003; Бассель, 1989), обитающих в техногенной зоне. В течение ряда лет осуществляется изучение содержания вольфрама, молибдена и некоторых других металлов в системе почва - растение (Гедгафова, 1999, 2001; Улигова, 2001; Рапопорт, 2001), мелких млекопитающих рода *Apodemus* (Гедгафова, 2001; Улигова, 2003) и дождевых червей (Рапопорт, 2002). Целью нашей работы<sup>1</sup> является исследование биоразнообразия и структуры фауны почвенных олигохет, обитающих в зоне техногенной аномалии.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор материала проведен на прибрежном участке хвостохранилища Нальчикского гидрометаллургического завода в пределах 1-3 м от его водного зеркала. Двенадцать почвенных проб отобраны в апреле-июне 2001, пятнадцать – в апреле – начале июня 2003 г. и десять – апреле-мае 2004 г.

Педобионты вручную отбирались из почвенных монолитов (50x50x35см) и (25x25x35см) по общепринятой методике (Гиляров, 1975). В ходе работы учитывались: показатели обилия, вертикальная стратификация основных групп почвенных беспозвоночных, видовой состав дождевых червей семейства Lumbricidae. Определение видовой принадлежности люмбрицид в 2001 проведено Т.С. Перель, далее

<sup>1</sup> Работа выполняется при финансовой поддержке программы «Биоразнообразие в горных условиях»

осуществлялось Рапопорт И.Б.<sup>2</sup> по определителю Т.С. Перель (Всеволодова-Перель, 1997). Одновременно проводился отбор проб почвы с последующим установлением содержания гумуса и pH (Аринушкина, 1970; ГОСТ). Концентрации ТМ в дождевых червях *Aporrectodea rosea* (Sav., 1826) (Oligochaeta, Lumbricidae) определялись фотоэлектроколориметрически по известным методикам (Ковалевский, Гололобов, 1969; Ягодин, 1987; Книпович, 1978; ГОСТ).

#### КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Территория, на которой расположено хвостохранилище Нальчикского гидрометзавода, расположена в пределах лесостепного пояса терского варианта поясности (Соколов, Темботов, 1989) и характеризуется умеренно-континентальным климатом с мягкой зимой и теплым летом. Значительная часть осадков приходится на теплый период года, их сумма за вегетационный период составляет 65-75% годовой. Чаще всего летние осадки выпадают в виде ливневых дождей, почвы, расположенные на склоновых участках, подвержены водной эрозии. Количество испаряемой влаги с поверхности почвы в вегетационный период в 1,5-2 раза превышает поступление ее в виде атмосферных осадков. Гидротермический коэффициент, отражающий соотношение суммы осадков за период с  $t > 10^\circ$  и суммы температур за тот же период составляет от 0,9 до 1,5 (увлажнение умеренное). Продолжительность безморозного периода 177-197 дней (Почвы Кабардино-Балкарской АССР ..., 1984).

Местность характеризуется наличием серых лесных почв, сформированных на повышенных формах рельефа предгорной равнины под широколиственными и кустарничковыми лесами и послелесными лугами в условиях периодического промывного режима, при относительно высокой влагообеспеченности и достаточно высокой сумме годовых температур (Керефов, 1968, 1977; Молчанов, 1989; Почвы Кабардино-Балкарской АССР ..., 1984). Почвообразующие породы – карбонатные и бескарбонатные глины.

Территория гидрометзавода расположена среди вторичных лесо-луговых сообществ. К берегу хвостохранилища примыкают посадки широколиственных пород деревьев и крупных кустарников (ложная акация, клен остролистный, ива серая, ясень, боярышник, шиповник, черемуха, лещина, бузина и др.). Травяной покров – разнотравно-злаковое сообщество с преобладанием металлофитной флоры (мятлик луговой, бескильница длинночешуйчатая). На затененных участках наряду с ежевикой сизой, ясноткой белой и геранью Роберта на момент сборов отмечены: бутень, живучка ползучая, подмаренник цепкий, клевер ползучий, вероники персидская и нитевидная, ясколка кавказская, первоцвет крупночашечковый и др. Гумусовый слой серых лесных почв 5-15 см. Содержание гумуса низкое: 1,86-2,75% (0-5см) и 0,96-1,72% (20 см) при нейтральной и кислой реакции почвенного раствора (pH в пределах 4,42-6,9).

Проведенными в 2001 году исследованиями (Рапопорт, 2002) установлено, что загрязнение тяжелыми металлами носит мозаичный характер. Пределы содержания молибдена и вольфрама в почвенных пробах НГМЗ 7,2 и 30 мг/кг сухого веса соответственно, превышение по сравнению с фоном в среднем в 4-8,5 раза, в отдельных местах до 25-65 раз. Содержание меди и железа в почве отличается меньшей вариабельностью, в среднем превышая контрольные показатели в 2,6 и 1,7 раз.

Контрольные пробы брались лесостепном поясе терского варианта поясности (окрестности поселка Белая Речка, 5 км к северу от Нальчика, 800 м н.у.м., опушка букowego леса, у ручья) в сходных по ландшафту и флористическому составу природных сообществах. Почвы – горные серые лесные с гумусовым слоем 25-35 см, pH 4,25-6,45.

<sup>2</sup> Авторы выражают Т.С. Перель глубокую признательность за подтверждение определения видовой принадлежности дождевых червей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее массовой группой почвенной мезофауны санитарной зоны гидromеталлургического завода являются дождевые черви. Всего на исследованной территории за период наблюдений 2001-2004 гг. выявлено 10 видов почвенных олигохет (табл. 1), два из которых – *Dendrobaena schmidtii* (Michaelson, 1907) и *D. mariupolienis mariupolienis* (Wysotsky, 1898) – крымско-кавказские эндемики. *A. caliginosa caliginosa* (Savigny, 1826), *A. jassyensis* (Michaelson, 1891), *Aporrectodea rosea* (Savigny, 1826), *D. octaedra* (Savigny, 1826), *Lumbricus rubellus* Hoffmeister, 1843, *L. terrestris* Linnaeus, 1758, *Eiseniella tetraedra tetraedra* (Savigny, 1826), *Octolasion lacteum* (Örley, 1885) – космополиты.

Таблица 1  
Видовой состав дождевых червей в районе хвостохранилища НГМЗ и контрольной территории (окрестности пос. Белая речка)

| Вид                                   | НГМЗ, почвы хвостохранилища | опушка букового леса, у ручья |
|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| <i>A. caliginosa:</i>                 |                             |                               |
| <i>A. caliginosa caliginosa</i>       | +                           | -                             |
| <i>A. caliginosa trapezoides</i>      | -                           | +                             |
| <i>A. jassyensis</i>                  | +                           | -                             |
| <i>A. rosea</i>                       | +                           | +                             |
| <i>D. mariupolienis mariupolienis</i> | Единично                    | Единично                      |
| <i>D. octaedra</i>                    | Единично                    | +                             |
| <i>D. schmidtii schmidtii</i>         | +                           | +                             |
| <i>E. fetida</i>                      | -                           | +                             |
| <i>El. tetraedra tetraedra</i>        | Единично                    | +                             |
| <i>L. rubellus</i>                    | +                           | +                             |
| <i>L. terrestris</i>                  | +                           | -                             |
| <i>O. lacteum</i>                     | +                           | +                             |

В почвенных пробах, взятых на территории НГМЗ (табл. 2) в мае-июне 2001 года, беспозвоночные встречались преимущественно в подстилке и верхнем (0-5 см) почвенном горизонте. Общая численность варьировала от минимальной 60 экз./м<sup>2</sup> до максимальной 300 экз./м<sup>2</sup>. Основу животного населения составляли дождевые черви (92%). При общей численности мезофауны, близкой к фоновой (48-332 экз./м<sup>2</sup>, в среднем 185 экз./м<sup>2</sup>, с преобладанием Lumbricidae: 158±34 экз./м<sup>2</sup>), в почвенных пробах загрязнённой территории наблюдалось снижение величины биомассы педобионтов по сравнению с контролем в 1,5 раза.

В составе почвенной мезофауны техногенной территории наряду с дождевыми червями обнаружены отдельно встречающиеся Myriapoda (преимущественно Juliorpoda), личинки и имаго жуков (Carabidae), проволочники (личинки Elateridae), единичные личинки короткоусых двукрылых (Brachycera) и брюхоногие моллюски (Gastropoda), биомасса которых по сравнению с люмбрицидами невысока. Из групп, представленных на Белой речке, на склоне хвостохранилища НГМЗ не отмечено уховерток, голых слизней, мокриц.

Среди люмбрицид в пробах НГМЗ доминировал собственно – почвенный *A. rosea*, который по нашим данным, является фоновым видом для степного, лесостепного поясов Кабардино-Балкарии. Реже встречались: *D. schmidtii*, обитающий в затененных участках с хорошо увлажняемой почвой и норник *D. mariupolienis*. В верхнем почвенном слое

собраны единичные экземпляры *A. jassyensis*, *A. caliginosa caliginosa* – широко распространенных в пойменных почвах Кабардино-Балкарии, в опаде отмечен *D. octaedra* и подстилочный *El. tetraedra tetraedra*.

Таблица 2

Средние показатели обилия почвенной мезофауны (экз./м<sup>2</sup> и г/м<sup>2</sup>) и дождевых червей (экз./м<sup>2</sup>) в почвенных пробах НГМЗ

| Время отбора проб   | Средняя общая численность беспозвоночных | Средняя общая биомасса беспозвоночных | Средняя общая численность дождевых червей |
|---------------------|--|---------------------------------------|---|
| 2001<br>апрель, май | 167±38                                   | 37,00±9,39                            | 154±38                                    |
| 2003<br>апрель, май | 237±62                                   | 57,42±42,24                           | 142±29                                    |
| 2003<br>июнь        | 532±28                                   | 47,79±2,74                            | 340±24                                    |
| 2004<br>апрель, май | 215±49                                   | 42,47±11,55                           | 114±35                                    |

Преобладающими видами дождевых червей фоновой территории в пробах 2001 г. были: в слое почвы 0-10 см и подстилке – почвенно-подстилочный *L. rubellus* и *A. rosea* (до 112 экз./м<sup>2</sup>), обитающий на глубине 5-25 см. Несколько реже встречались: *D. schmidtii* – почвенно-подстилочный вид (Перель, 1975, 1979; Всеволодова-Перель, 2003) и подстилочный *D. octaedra*. Спорадически отмечены: *D. mariupolienis*, собственно почвенные *O. lacteum*, *A. caliginosa trapezoides* (Dugès, 1828). В растительном опаде найдены единичные экземпляры *E. fetida* (Savigny, 1826), широко распространенного на Кавказе (Перель, 1975, 1979).

В пробах, взятых на территории завода в 2003 году, беспозвоночные встречались преимущественно в подстилке и верхнем (0-5 см) почвенном горизонте. Общая численность мезофауны в мае варьировала от минимальной 106 экз./м<sup>2</sup> до максимальной 581 экз./м<sup>2</sup>; в июне ее значения менялись в пределах 531-535 экз./м<sup>2</sup>. В мае доля дождевых червей составляла 59,9% от общей численности почвенной мезофауны, достаточно хорошо были представлены Myriapoda и Gastropoda, отмечались гусеницы сем. Noctuidae, личинки и имаго жуков (Elateridae и Carabidae). В начале июня 2003 г. доля дождевых червей в общей численности почвенных беспозвоночных увеличилась до 63,9%, был замечен возросший вклад имаго (в среднем 40 экз./м<sup>2</sup>) и личинок (92 экз./м<sup>2</sup>) насекомых. Средняя численность Myriapoda, в основном представленных двупарноногими многоножками, в июне составила 42 экз./м<sup>2</sup> (против 19 экз./м<sup>2</sup> в мае). На фоне увеличения общей численности мезофауны наблюдалось незначительное снижение биомассы почвенных проб от мая к началу июня 2003 года, что связано с возрастанием доли ювенильных особей Lumbricidae. По сравнению с аналогичным периодом 2001 года отмечено значительно большее количество моллюсков и личинок *Insecta* при несколько меньшей биомассе почвенных беспозвоночных, что может быть обусловлено необычно сухой и теплой погодой весенне-летнего сезона 2003 г.

Как в апреле-мае, так и в июне по биомассе преобладали дождевые черви. Среди люмбрицид доминировал *A. rosea* (138 экз./м<sup>2</sup>), субдоминантом являлся *A. jassyensis*. Достаточно хорошо были представлены: кальцефильный *O. lacteum*, отдельные экземпляры которого наряду с норником *L. terrestris* отобраны непосредственно в

заболоченной сточными водами почве хвостохранилища и *L. rubellus*. Спорадически встречался *D. octaedra*.

В пробах 2004 года численность беспозвоночных колебалась от 56 до 485 экз./м<sup>2</sup> при абсолютном преобладании люмбрицид (53%). Обращало на себя внимание значительное количество Мугарода (42 экз./м<sup>2</sup>) и несколько меньшая, чем в предыдущие годы, средняя численность насекомых и их личинок (13 экз./м<sup>2</sup> и 11 экз./м<sup>2</sup> соответственно), представленных в основном имаго *Staphylinidae* и личинками жуков-щелкунов (*Elatridae*). Наименьшая численность отмечена у мокриц (в среднем 2 экз./м<sup>2</sup>). Люмбрициды были представлены фоновым *A. rosea*, в заболоченных участках отмечены *O. Lacteum*, *L. terrestris* *A. jassyensis*, под мезофитной растительностью – *D. schmidtii* и *L. rubellus*.

При определении зольного состава Lumbricidae (Папопорт, 2002) сбора 2001 г., в качестве модельного вида был выбран собственно почвенный *A. rosea*, практически в одинаковом количестве отмеченный в почвах техногенной и контрольной территории. В результате исследований обнаружено повышенное (в 2,82-6,77 раз) по сравнению с контролем содержание молибдена в особях, обитающих на территории НГМЗ, на фоне снижения в 4,25-2,25 раз концентрации железа. Исследованиями ряда авторов (Жулидов и др., 1980; Покаржевский и др., 1989; Ганин, 1995) показано, что содержание микроэлементов в организмах беспозвоночных не всегда является видовой характеристикой и больше зависит от ландшафтных условий миграции микроэлементов. Макроэлементный состав животных относительно стабилен при рассмотрении особей из разных частей ареала. Согласно современным представлениям (Покаржевский, 1985) по размеру изменчивости концентраций в живом веществе железо приближается к макроэлементам. Следовательно, снижение содержания железа в дождевых червях *A. rosea* свидетельствует о крайне неблагоприятных условиях обитания вида.

Основные выводы сводятся к следующему:

1. Всего на территории санитарной зоны Нальчикского гидрометзавода обнаружено 10 видов дождевых червей, два из которых (*D. schmidtii* и *D. mariupoliensis*) относятся к эндемикам Кавказа, остальные являются космополитами.
2. Почвенная мезофауна, обитающая в условиях техногенного пресса, отличается высокими показателями обилия, основной вклад в которые вносят дождевые черви сем Lumbricidae.
3. Видовой состав люмбрикофауны НГМЗ сохраняет основные зональные особенности, свойственные лесостепи Центрального Кавказа. Биотопическое распределение дождевых червей, биомасса и численность больше зависят от гидротермического режима микроместообитаний, чем от повышенных концентраций тяжелых металлов, содержащихся в почвах хвостохранилища.
4. Наблюдаемая стабильность численности, биомассы и структуры фауны почвенных олигохет свидетельствует о больших пределах нормы реакции группы, способной поддерживать жизнеспособность даже при значительном дефиците железа в организмах особей на фоне аномально-высокого содержания тяжелых металлов в среде обитания.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Аринюшкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ, 1970. 487 с.
- Бассель А.А., Барагунова Е.А., Темботова Э.Ж. Изучение морфофизиологических показателей лесной мыши для оценки промышленного загрязнения экосистем // Тезисы докладов I научно-практической конференции «Экология-I». Нальчик, 1989. С.127-128.
- Всеволодова-Перель Т.С. Дождевые черви фауны России. Кадастр и определитель. М.: Наука, 1997. 102 с.

Ганин Г.Н. Тяжелые металлы в почвенных беспозвоночных российского Дальнего Востока // Экология, 1995. № 5. С. 368-372.

Гедгафова Ф.В., Улигова Т.С. Содержание тяжелых металлов в объектах природной среды, подверженных техногенному загрязнению // Мат. Межд. научно-практ. конф. «Биосфера и человек». Майкоп, 1999. С.173-176.

Гедгафова Ф.В., Улигова Т.С., Ланцов В.И., Рапопорт И.Б. Содержание тяжелых металлов в почве и злаке бескильница длинночешуйчатая (*Puccinellia dolicholepis* V. Kresz) в условиях техногенного загрязнения г. Нальчика. // Известия КБНЦ РАН, 2001. № 2. С. 62-64.

ГОСТ 26483-85-ГОСТ 26490-85. Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности. Обменных катионов, содержания нитратов, обменного алюминия и подвижной серы методами ЦИНАО.

ГОСТ 50689-94. Почвы. Определение подвижных соединений молибдена по методу Грига в модификации ЦИНАО.

Жуйкова Т.В., Позолотина В.Н., Безель В.С. Разные стратегии адаптации растений к токсическому загрязнению окружающей среды тяжелыми металлами (на примере *Taraxacum officinales* L.) // Экология, 1999. №3. С. 189-196.

Жулидов А.В. Содержание некоторых макроэлементов в теле жуков // Экология, 1980. №3. С. 91-93.

Жулидов А.В., Дубова Н.А., Покаржевский А.Д., Хачиков Э.А. Индивидуальные особенности аккумуляции ртути беспозвоночными // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. М: Наука, 1986. С. 219-222.

Керефов К.Н., Фиапшев Б.Х. Почвенные районы Кабардино-Балкарии и их сельскохозяйственные особенности. Нальчик, 1968. 127 с.

Керефов К.Н., Фиапшев Б.Х. Природные зоны и пояса Кабардино-Балкарской АССР. Нальчик, 1977. 120 с.

Книпович Ю.Н. Анализ минерального сырья. М., 1978. 146 с.

Ковалевский В.В., Гололобов А.Д. Методы определения микроэлементов в органах и тканях животных, растениях и почвах. М.: Колос, 1969. 272 с.

Методы почвенно-зоологических исследований // Под ред. М.С. Гилярова. М.: Наука, 1975. С.12-269.

Молчанов Э.Н. Структура почвенного покрова Центрального Кавказа // Тр. Высочегогорного геофизического института. М., 1989. С. 97-106.

Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М.: Наука, 1979. 275 с.

Покаржевский А.Д. Геохимическая экология наземных животных. М.: Наука, 1985. 240 с.

Почвы Кабардино-Балкарской АССР и рекомендации по их использованию. Нальчик: СевКавНИИГИПрозем, 1984. С.1-201.

Рапопорт И.Б., Гедгафова Ф.В., Улигова Т.С. Исследование накопления тяжелых металлов системой почва-растения в условиях техногенного загрязнения г. Нальчика // Тез. докл. конф. молодых уч.. Нальчик, 2000. С. 27-29.

Рапопорт И.Б., Ланцов В.И., Гедгафова Ф.В., Улигова Т.С. Некоторые данные о влиянии молибдена и вольфрама на почвенную мезофауну техногенных территорий окрестностей г. Нальчика // Тез. докл. Междунар. конф. «Биогеография почв». Сыктывкар, 2002. С. 41.

Соколов В.Е., Темботов А.К. Млекопитающие. Насекомоядные. М.: Наука, 1989. С.3-27.

Темботова Э.Ж., Барагунова Е.А., Бассель А.А. Некоторые итоги и задачи гематологических исследований в горах Кавказа в связи с биоиндикацией среды человека // Тез. докл. Научно-практ. конф. «Экология-1». Нальчик, 1989. С.74-75.

Темботова Э.Ж., Барагунова Е.А., Бассель А.А. Показатели крови мелких млекопитающих в условиях техногенных экосистем // Материалы по горной экологии. Нальчик: Изд-во КБГУ, 1990. С.116-132.

Темботова Э.Ж., Берсекова З.А., Колган Н.С., Чалаев А.Х. Адаптивные особенности системы крови мелких млекопитающих при загрязнении экосистем промышленными отходами // Сб. докл. II Регион. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа». Сухум: Изд-во АГУ, 2002. С. 254-260.

Темботова Э.Ж., Берсекова З.А., Колган Н.С., Емжуева М.М. Гематологическая оценка эффективности гомеостаза природных популяций мелких млекопитающих в условиях техногенных экосистем // Об основах системного взаимодействия человека и окружающей среды. Майкоп, 2003. С. 259-262.

Улигова Т.С., Гедгафова Ф.В., Рапопорт И.Б. Особенности накопления тяжелых металлов бескильницей длинночешуйчатой (*Puccinellia dolicholepis* V.Kresz) // Сб. докл. II Регион. конф. «Биологическое разнообразие Кавказа». Сухум: Изд-во АГУ, 2002. С. 306-313.

Улигова Т.С., Гедгафова Ф.В., Рапопорт И.Б., Чалаев А.Х. О содержании тяжелых металлов и некоторых морфофизиологических показателях у лесных мышей р. *Arvometus* в условиях техногенного загрязнения г. Нальчика // Матер. Междунар. научно-практ. конф. «Биосфера и человек». Майкоп, 2003. С.96-98.

Ягодин Б.А. и др. Практикум по агрохимии. М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.