

А. Е. Пахомов

Днепропетровский национальный университет

**ВЛИЯНИЕ КОПРОЛИТОВ ЛЮМБРИЦИД
(*OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE*)
НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ
В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПОЛЮТАНТАМИ
В ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ**

Проаналізовано роль копролітів люмбрицид, як зоогенного чинника, в умовах забруднення ґрунту полютантами, їх вплив на спрямованість та хід мікробіологічних процесів, гомеостаз ґрунтів у лісових біогеоценозах степової зони.

Введение

В настоящее время в степном Приднпровье в связи с возросшей антропогенной нагрузкой экологическая обстановка оценивается как сильно напряженная с переходом в разряд критической. В наибольшей степени различные трансформационные процессы отмечаются в эдафотопе, где в конечном итоге фокусируются все формы антропогенного воздействия на экосистему. Поэтому чрезвычайно важным является выявление функциональных особенностей биоты, направленных на усиление экологической устойчивости эдафотоба.

В последнее время в лесных экосистемах степной зоны были проведены исследования влияния роющей и экскреторной деятельности позвоночных животных на процессы гомеостаза в условиях загрязнения [11]; подобные работы по влиянию на эдафотоп беспозвоночных животных практически отсутствуют.

Решению этой проблемы и посвящена данная работа, в которой сделана попытка выявить воздействие почвенной мезофауны (на примере дождевых червей) на изменение количественных показателей функциональных групп почвенной микрофлоры. О. Е. Марфенина [8] показала роль почвенных микробных организмов как «дезинфекторов» биосферы, очищающих ее от различных загрязнителей, в том числе от тяжелых металлов. Особенно большую роль в обеззараживании почвенного покрова играют микроорганизмы в иммобилизации металлов [4; 17; 18]. Важной функциональной особенностью микрофлоры является ее высокая степень адаптации к повышенному содержанию тяжелых металлов и способность концентрировать химические элементы почвы, закрепляя их в биомассе и выводя их из биотического цикла путем образования нерастворимых соединений [7]. Одними из важных компонентов микробного сообщества являются актиномицеты и олигонитрофилы.

Актиномицеты – это микроорганизмы–редуценты. Они на начальном этапе поступления органических веществ разрушают труднодоступные структурные компоненты растительного и животного происхождения и вместе с бактериями выполняют в экосистеме функцию по переработке органического вещества, поступившего в почву.

Олигонитрофилы – распространенные в почвах микроорганизмы, способные расти на субстрате с низкой концентрацией азотистых соединений и фиксировать свободный атмосферный азот [5]; они принимают участие во всех важнейших биологических этапах разложения органики.

Материал и методы исследований

Для решения поставленных задач нами были поставлены эксперименты, выявляющие роль дождевых червей в развитии микрофлоры в условиях загрязнения среды тяжелыми металлами (Pb, Ni, Cd).

Эксперимент проводился в природных условиях на Присамарском международном биосферном стационаре в pristine липо-ясеновой дубраве со звездчаткой. На участки почвы размером 1 x 1 м вносились соли азотокислого Pb, Ni и Cd в концентрации 5 ПДК. Все исследования проводились одновременно и на контрольном участке липо-ясеновой-дубравы, который не подвергался действию токсических элементов. Пробы отбирались через 2 и 10 месяцев после внесения в почву поллютантов из почвенных горизонтов до 25 см.

Отбор проб почвы и копролитов дождевых червей, транспортировка, определение и подсчет микрофлоры проводился по общепринятым методикам [1; 6; 8]. Согласно утверждениям Д. Г. Звягинцева [9], при проведении экологических исследований нет необходимости устанавливать все существующие в данной почве виды микроорганизмов, а достаточно ограничиться определением доминирующих форм или процессов.

Для изучения численности микроорганизмов почв использовался метод посева на плотные питательные среды: олигонитрофилы выращивались на среде Эшби, актиномицеты – на среде Чапека [1]. Хотя метод посева на плотные питательные среды не используется для точного подсчета количества микроорганизмов, он дает общее представление о направлении и характере микробиологических процессов [10].

Результаты и их обсуждение

Нами был проведен анализ копролитов дождевых червей на присутствие в них таких групп микрофлоры как олигонитрофилы и актиномицеты с контрольных, не подверженных воздействию поллютантов участков почв. Установлено, что в копролитах дождевых червей актиномицетов и олигонитрофилов больше, чем в почве, где обитают черви (табл. 1).

Таблица 1

Потенциальная активность микрофлоры в копролитах дождевых червей и местах их обитания в условиях загрязнения почвы солями Ni, Cd и Pb

Группы микроорганизмов, питательная среда	Экспозиция, мес.	Количество микроорганизмов, млн. кл./г							
		Контроль		При воздействии поллютантов ¹					
		Почва	Копролиты	Ni		Cd		Pb	
Почва	Копролиты			Почва	Копролиты	Почва	Копролиты		
Олигонитрофилы, среда Эшби	2	0,9 ±0,1	6,8 ±1,4	1,6 ±0,6	6,1 ±2,1	2,8 ±1,1	3,4 ±1,4	2,2 ±0,9	4,7 ±1,8
	10	2,1 ±0,6	18,0 ±1,2	3,8 ±1,9	16,1 ±1,7	8,3 ±2,5	17,6 ±3,1	2,6 ±0,8	7,4 ±2,6
Актиномицеты, среда Чапека	2	0,11 ±0,1	0,5 ±0,1	0,001 ±0,0	0,3 ±0,0	0,1 ±0,0	0,2 ±0,0	0,2 ±0,0	0,3 ±0,1
	10	0,31 ±0,1	1,7 ±0,1	0,9 ±0,2	3,5 ±1,4	1,5 ±0,6	1,6 ±0,3	0,7 ±0,2	0,8 ±0,2

Примечание: ¹ в почвенный горизонт 0–25 см вносились соли азотокислого Pb, Ni и Cd в концентрации, равной 5 ПДК.

В местах воздействия различных поллютантов (табл. 1) в почве отмечено увеличение количества микроорганизмов по сравнению с контрольным участком. Особенно эта тенденция прослеживается на участках с большей продолжительностью воздействия поллютанта на эдафотоп (10 месяцев). Кроме этого выявлено увеличение количества микроорганизмов на зараженных поллютантами участках почвы в копролитах дождевых червей. Показатели этого увеличения ниже, чем в контрольных участках.

В естественных условиях, очевидно, идет несколько иной процесс (подавление в почве вегетативной микрофлоры поллютантами). Мы же использовали в своих исследованиях метод посева на плотные питательные среды, где создавались наиболее благоприятные условия для развития микрофлоры, т. е. определяли не актуальную активность микрофлоры, а потенциальную, по которой нельзя судить о количественных характеристиках, а, как утверждает Е. Н. Мишустин [10], можно говорить лишь о направленности микробиологических процессов.

Таким образом, в копролитах дождевых червей происходит изменение численности функциональных групп микрофлоры, направленное в сторону ее количественного увеличения, как на контрольных, так и на подверженных воздействию поллютантов участках почв. На последних эффективность деятельности дождевых червей ниже. Т. е. дождевые черви способствуют увеличению защитных свойств почвы, что благоприятно сказывается на микробиологической активности, которая значительно усиливает этот процесс.

В кишечнике дождевых червей и, особенно, в их экскрементах (копролитах) интенсивность микробиологических процессов намного выше чем в почве. Здесь образуются гумусовые вещества – фульвокислоты и гуминовые кислоты [14]. Это довольно активные вещества, которые могут образовывать прочные комплексные соединения со многими металлами. Таким образом, тяжелые металлы выводятся из круговорота веществ.

Адсорбция токсикантов органикой почвы и устойчивость этих связей зависит от реакции среды. Известно, что в кислой среде металлы более подвижны (из связанной переходят в ионную форму [2]), чем в нейтральной и щелочной. Повышение *pH* осуществляется за счет выделения *Ca* известковыми железами кишечного тракта *Lumbricidae*, активно вступающего в реакцию в процессе пищеварения [3; 14]. Таким образом, одно из важнейших следствий прохождения почвы и растительных остатков через кишечник животных – это нейтрализация и подщелачивание кислых продуктов распада органических соединений. В нейтральной и щелочной среде металлы прочно связаны, и комплексные соединения являются нерастворимыми, т. е. снижается токсическое действие тяжелых металлов на живые организмы.

В среде, лишенной влаги, прекращается питание большей части микроорганизмов. В копролитах червей, а также в переработанной ими почве содержится большое количество прочносвязанной воды. Это способствует сохранению почвенной влаги – необходимого условия для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов [13].

В обыкновенных черноземах степных биогеоценозов копролиты дождевых червей играют главную роль в микроструктурной организации гумусовых горизонтов. Масштабная структурообразующая деятельность люмбрицид в почвах степных лесов способствует созданию копролитовых горизонтов, которые практически полностью состоят из зоогенных агрегатов [16].

Активность дождевых червей, увеличение количества микрофлоры в копролитах, способность накапливать в тканях значительное количество поллютантов способ-

ствуют зоогенному снижению уровня загрязнения почв [12] и выводу токсических элементов из круговорота веществ. Однако при таком тесном взаимодействии микрофлоры и дождевых червей разделить значение каждого из них пока трудно.

Выводы

Таким образом, люмбрициды в условиях загрязнения почв поллютантами, способствуя увеличению микробиологической активности, являются одним из зоогенных факторов, способствующим процессам гомеостаза почв в степных биогеоценозах степной зоны.

Библиографические ссылки

1. **Бабьева И. П., Агре Н. С.** Практическое руководство по биологии почв. – М., 1971. – 126 с.
2. **Думаускене-Дуж Р. Ф., Лугаускас А. Ю.** Свинец–210 в почвах – как естественный фактор обитания микроорганизмов // Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. – Вильнюс, 1978. – 94 с.
3. **Зражевский В. Н.** Дождевые черви как фактор плодородия лесных почв. – К., 1957. – 138 с.
4. **Илялетдинов А. Н.** Имобилизация металлов микроорганизмами и продуктами их жизнедеятельности // Микроорганизмы как компонент биогеоценоза. – М.: Наука, 1984. – С. 18-31.
5. **Клевенская И. Л.** К вопросу о применении некоторых микробиологических тестов для оценки свойств почв // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М.: Наука, 1976. – С. 250-260.
6. **Козловская Л. С.** Методы изучения взаимоотношений почвенных беспозвоночных с микроорганизмами // Количественные методы в почвенной зоологии. – М.: Наука, 1987. – С. 178-185.
7. **Легунова С. В.** Микробоценоз в почвах с высоким содержанием тяжелых металлов // Тез. докл. науч. конф. «Биология почв антропогенных ландшафтов». – Д.: ДГУ, 1995. – С. 19.
8. **Марфенина О. Е.** Микробиологические аспекты охраны почв. – М.: МГУ, 1990. – 120 с.
9. **Методы почвенной микробиологии и биохимии / Ю. Г. Звягинцев, И. В. Асеева, И. П. Бабьева, Т. Г. Мирчинк.** – М.: МГУ, 1980. – 224 с.
10. **Мишустин Е. Н.** Ассоциация почвенных микроорганизмов. – М.: Наука, 1975. – С. 17-71.
11. **Пахомов А. Е.** Биогеоценозическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: в 2-х кн. – Кн. 2. Трофический тип воздействия. Биотехнологический процесс становления экологической устойчивости эдафотопы. – Д.: ДГУ, 1998. – 216 с.
12. **Пахомов А. Е., Байбуз О. Н., Смирнов Ю. Б.** Трансформация и транслокация тяжелых металлов в системе почва–растение–животное в экспериментальных и природных условиях // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: Біологія, екологія. – Вип. 10, т. 1. – 2002. – С. 27-30.
13. **Самедов П. А., Надиров Ф. Т.** Влияние дождевых червей и мокриц на физико-химические и поверхностные свойства почвы // Почвоведение. – 1989. – № 8. – С. 109-115.
14. **Стриганова Б. Р.** Исследование роли мокриц и дождевых червей в процессах гумификации разлагающей древесины // Почвоведение. – 1968. – № 8. – С. 85-90.
15. **Стриганова Б. Р.** Питание почвенных сапрофагов – М., 1980. – 235 с.
16. **Яковенко В. М.** Екологічна роль біогенного мікроструктурутворення лісових едафотопів південного сходу України // Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – Д., 2003. – 20 с.
17. **Ehrlich H. L.** Manganese as an energy source for bacteria // Environmental biogeochemistry. – Vol. 2. Metals Transfer and Ecological Mass Balances (Ed. J. O. Nriagu). – Ann Arbor, Michigan: Ann Arbor Science Publishers Inc., 1976. – P. 633-644.

18. **Marcus Granato** Evolution of potential use of water hyacinths in treatment of cyanide-containing effluents // Biohydrometallurgical processing. – Universidad de Chile, 1995. – Vol. 11 – P. 211-217.

Надійшла до редколегії 22.04.03.

УДК 574.3:594.382.4

Е. Г. Румянцева

Калининградский государственный университет

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ *HELIX POMATIA (MOLLUSCA, GASTROPODA)* И ВЛИЯНИЕ НА НЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Встановлено, що в Калінінградській обл. структура популяції *Helix pomatia* (Mollusca, Gastropoda) зазнає значних змін під впливом експлуатації: зменшується доля новонарджених особин, знижується кількість виловлених вікових груп, змінюється вікова структура популяції в цілому.

Введение

Каждая популяция любого вида животных или растений обладает определенной возрастной структурой (выражены поколения, возрастные группы и т. д.). Возрастная структура популяции отражает такие важные процессы, как интенсивность воспроизводства, уровень смертности, скорость смены поколений. Изначально она обусловлена генетическими особенностями вида, которые по-разному реализуются в зависимости от условий существования каждой конкретной популяции и даже ее отдельных поколений. Деятельность человека может вносить существенные изменения в эти условия существования, влияя тем самым и на возрастную состав популяций, а потому изучение изменений возрастной структуры популяции под влиянием эксплуатации представляет особенный интерес.

Виноградная улитка *Helix pomatia* Linnaeus, 1758 в качестве объекта исследования в данной работе выбрана не случайно. В течение последних нескольких лет в Калининградской обл. ведется заготовка этого вида моллюсков с целью переработки для использования в пищу и экспорта [1].

В связи с этим предпринятое исследование становится особенно актуальным, тем более, что работ такого плана по изучению наземных моллюсков ранее не выполнялось.

Материал и методы исследований

Изучение возрастной структуры популяции виноградной улитки и влияния на нее эксплуатации проводилось на отдельной, изолированной природной популяции данного вида, обитающей в центральной части Калининградской обл. (в окр. г. Гвардейского).

Отличительной особенностью данной популяции является то, что одна ее часть обитает на охраняемой территории (доступ людей туда ограничен, эксплуатация невозможна), а в другой ее части, населяющей посещаемый людьми участок леса, ре-