



УДК 631 468 502 53(1-924 85)

## РЕГЕНЕРАЦИЯ ФАУНЫ САПРОФАГОВ В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ БИОТОПАХ БЕЛЛИГЕРАТИВНЫХ ЛАНДШАФТОВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

П. В. Голеусов,

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»  
308015, г. Белгород, ул. Победы, 85, Goleusov@bsu.edu.ru

Представлены результаты определения численности основных групп сапрофагов (*Lumbricidae*, *Diplopoda*, *Omscoidea*, *Mollusca*) в биотопах беллигеративных ландшафтов лесостепной зоны с различными субстратно-фитоценозными условиями. Установлено, что за 57 лет регенерационных сукцессий практически полностью восстанавливается численность сапрофагов, однако видовой состав представлен в основном видами доминантами фоновых экосистем.

Results of inventories of numerosity of the basic groups saprophages (*Lumbricidae*, *Diplopoda*, *Omscoidea*, *Mollusca*) in biotopes of war disturbed landscapes of a forest steppe zone with various substratum-phytocenosis conditions are submitted. It is established, that for 57 years reclaiming succession numerosity of saprophages practically is completely restored, however the species structure is submitted basically predominant species of a background ecosystems.

**Ключевые слова:** фауна сапрофагов, регенерационные сукцессии, антропогенно нарушенные ландшафты лесостепь

**Keywords:** fauna of saprophages, regenerative succession, anthropogenically disturbed landscapes, forest steppe zone

Антропогенные нарушения земной поверхности часто приводят к полному уничтожению базовых функциональных блоков экосистем: биоценозов и почв. Однако с первых дней стабилизации экспонированных субстратов начинается континуальный процесс регенерации биоты. Рост продукции фитоценозов в ходе восстановительной сукцессии сопровождается увеличением количества мертвого органического вещества опада, ежегодно поступающего в почвенную подсистему и трансформируемого ее сапротрофным комплексом. Эффективность функционирования этого комплекса определяется наличием специфических групп организмов — деструкторов мертвой органики, осуществляющих ее размельчение, гумификацию и минерализацию. Последние два процесса имеют фундаментальное значение для устойчивого существования экосистем: первый обеспечивает формирование почвенного плодородия (гумусообразование), второй — возврат элементов-биофилов в цикл биологического круговорота. Ведущую роль в осуществлении этих процессов играют целлюлозоразрушающие микроорганизмы [1]. Однако большое значение для активизации микробиологической трансформации органического вещества опада имеет его переработка сапротрофной фауной почвы. Более того, в кишечнике сапрофагов происходит частичная минерализация и гумификация растительных остатков [2]. Исходя из этого, уровень развития фауны сапрофагов может быть использован в качестве индикатора «зрелости» всего комплекса редуцентов в формирующихся экосистемах. В наших исследованиях мы стремились определить численность и видовую принадлежность наиболее «ценных» с точки зрения почвообразования представителей сапрофагов, относящихся

к двум эколого-функциональным группам [2]: гумификаторов (*Lumbricidae*) и минерализаторов (*Diplopoda, Oniscoidea, Mollusca*).

Восстановление почвенной фауны исследовано в экотопах с локально нарушенным почвенно-растительным покровом — беллигеративных ландшафтах, созданных в период Курской битвы (1943 г.). Элементы этих ландшафтов сохранились преимущественно в лесных массивах и представляют собой фрагменты траншей, окопов и ходов сообщения, ямы блиндажей, воронки от взрывов и т. п. Выбросы почво-грунтов сформировали новые местообитания, заселение которых происходит из фоновых, относительно сохранившихся экотопов. Исследования, проведенные в апреле—мае 2000 г. в окрестностях г. Белгорода, охватывали различные субстратно-фитоценотические условия обитания почвенной фауны. Учет подстилочных форм сапрофагов (*Diplopoda, Oniscoidea, Mollusca*) проводили на площадках 0,25 м<sup>2</sup>, почвенные формы (*Lumbricidae, Coleoptera*) учитывали в раскопах 50×50×20 см. Учеты проводили в 3—4 кратной повторности в сходных местоположениях (межкрупное пространство, выровненные участки отвалов почво-грунтов, с одинаковой мощностью подстилки и сходным покрытием травянистой растительностью). Помимо сапрофагов, в учетах почвенной мезофауны отмечали общую численность представителей *Lythobiomorpha* и *Geophilomorpha*, выполняющих регулирующую функцию по отношению к сапрофагам. Первичные определения видов проводили в полевых условиях, после чего животных фиксировали в 70 %-ном этиловом спирте для определения в камеральных условиях. Всего было исследовано 32 объекта.

Новообразованные экотопы нарушенных земель предъявляют достаточно жесткие требования к заселяющим их видам почвенных обитателей. Лимитирующими факторами экспансии сапрофагов являются влажность местообитаний, тип растительности со свойственными ему количеством и питательностью опада [3]. Большое значение имеют также такие характеристики субстрата, как механический состав (особенно для почвенных форм *Lumbricidae*), а для отдельных групп и химический (например, наличие кальция — для мокриц и кивсяков [2]). Исследования, проведенные на разновозрастных отвалах в лесной и лесостепной зонах [4] констатировали начало становления комплекса крупных сапрофагов в возрасте экосистем 7—10 лет. По нашим данным,

локально нарушенные участки с 7-летним восстановлением травянистой растительности на лессовидном суглинке дождевые черви могут заселять с численностью, достигающей  $245 \pm 32$  экз./м<sup>2</sup>. Собственно говоря, именно к этому возрасту появление крупных сапрофагов становится экологически оправданным, так как в травянистых сообществах уже образуется достаточное количество микробиологически устойчивого лигнифицированного опада корней и надземных частей (повышается участие злаков), а в лесных сообществах начинается смыкание молодняков и формируется подстилка. К 45-летнему возрасту экосистем численность дождевых червей и их видовой состав приближаются к фоновому уровню [5]. Однако эффективность восстановления почвенной фауны находится в сильной зависимости от благоприятности трофических и эдафических условий биотопов, что четко показали результаты наших учетов фауны почв в беллигеративных ландшафтах.

Для молодых педосистем характерно отставание развития почвенного плодородия от формирования структуры фитомассы [6], а продукционное звено биологического круговорота выходит на стационарный уровень раньше, чем деструкционное [7]. Значительная часть органического вещества (до 1/3) накапливается в почвенном детрите. Согласно нашим данным, в 57-летних лесных почвах отношение горизонтов А1:А0 (гумусово-подстилочный коэффициент [8]) составляет всего 2,5—6,0 (в зрелых темно-серых лесных почвах — 10—15, соответственно). В почвах травянистых экосистем этого же возраста дерновый горизонт Ad составляет 30—50 % гумусированного слоя. Таким образом, в молодых экосистемах имеются трофические предпосылки для вторжения в новообразованные эдафотопы сапрофагов, способных эффективно перерабатывать мертвую органику.

Отбор по трофическому признаку наиболее характерен при формировании комплекса *Lumbricidae*. Расселение дождевых червей начинается экспансией вида-доминанта зональных сообществ *Nicodrilus caliginosus* (Sav.). В половине из числа объектов, в которых мы проводили учет фауны, этот вид был единственным представителем *Lumbricidae* (особенно это характерно для травянистых экосистем), хотя и имел довольно высокую численность (до 148 экз./м<sup>2</sup>). Являясь собственно почвенным видом, он обладает широким спектром питания благодаря способности эффективно

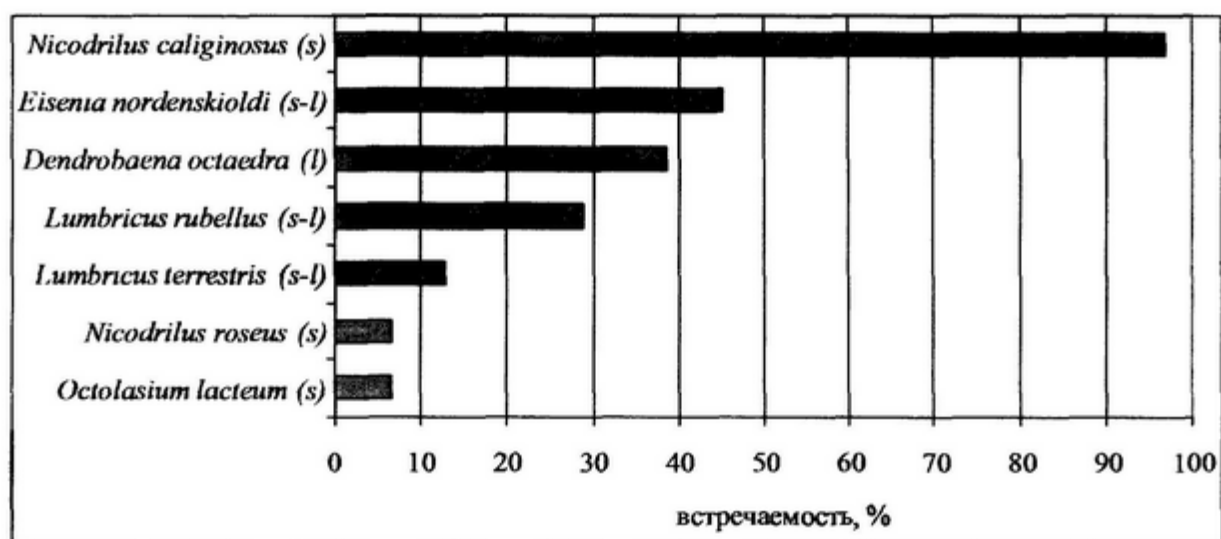


Рис. 1. *Lumbricidae* 57-летних экосистем:  
(s) — почвенные; (l) — подстилочные; (s-l) — почвенно-подстилочные

усваивать растительные остатки, заглатываемые с почвой [9]. Экологическая устойчивость *N. caliginosus* даже выше, чем у видов, питающихся на поверхности почвы, но хуже переносящих экстремальные условия недавно экспонированных субстратов. Таким образом, данный вид наилучшим образом восполняет «дефицит функции» деструкции органического вещества в молодых экосистемах.

Как следует из рис. 1, среди почвенно-подстилочных видов в молодых почвах наиболее часто встречаемым является *Eisenia nordenskioldi* (Eisen), однако по численности он обычно уступает поверхностнообитающему виду *Dendrobaena octaedra* (Sav.), доминанту соответствующей группы в зональных лесных экосистемах. Показательно, что в биопедоценозах с наиболее развитым и хорошо гумусированным почвенным профилем (сформировавшихся на лессовидных суглинках, элювии мела) при достаточном увлажнении встречались и типично «климаксные», собственно почвенные виды дождевых червей — *Nicodrilus roseus* (Sav.) и *Octolasion lacteum* (Oerley). Общая численность *Lumbricidae* в исследованных экосистемах имеет широкий диапазон изменчивости в зависимости от условий биотопов (рис. 2), и составляет в среднем  $86 \pm 14$  экз./м<sup>2</sup>. Лишь в отдельных объектах она достигает фонового уровня. В климаксных экосистемах лесостепной зоны, как показано Т. С. Всеволодовой-Перель и С. Э. Надточий [10] для заповедного участка «Лес-на-Ворскле» (ГПЗ «Белогорье»), численность дождевых червей достигает 274 экз./м<sup>2</sup>.

В целом численность дождевых червей несколько выше в лесных экосистемах, по срав-

нению с травянистыми. Это может быть связано с тем, что в последних условия обитания (в первую очередь, увлажнение) более контрастны по сезонам года и неблагоприятные эдафические условия (в почвах на мело-мергельных породах, песках) сказываются сильнее. В благоприятных условиях (суглинистые почвы) травянистые экосистемы по численности дождевых червей могут превосходить лесные (рис. 2).

Восстановление численности первичных разрушителей опада, *Diplopoda*, к 57-летнему возрасту экосистем практически завершается (в среднем —  $18 \pm 3$  экз./м<sup>2</sup>). Доминируют (как и в климаксных экосистемах — Богач и др., 1984) крупные, подвижные виды *Megaphyllum rossicum* (Tim.) и *Rossiulus kessleri* (Lohm). Эти два вида, очевидно, обладают наибольшей экологической устойчивостью среди *Diplopoda*, и играют роль «пионеров». Представители *Oniscoidea*, распределение которых сильно зависит от влажности местообитаний, с различной плотностью заселили новообразованные экотопы, в наиболее благоприятных условиях их численность сопоставима с климаксным уровнем. За полувековой этап развития молодых экосистем полностью восстанавливается численность косянок (доминирует вид *Monotarsobius curtipes* (C. Koch)) и геофилид (доминант — *Geophilus proximus* (C. L. Koch)).

Проведенные исследования показали, что к 53—57-летнему возрасту экосистем стабилизируется численность и структура почвенной фауны сапрофагов. При этом функцию заселения новых экотопов выполняют виды-доминанты «фоновых» экосистем. Обладая наибольшей экологической устойчивостью, эти виды наи-

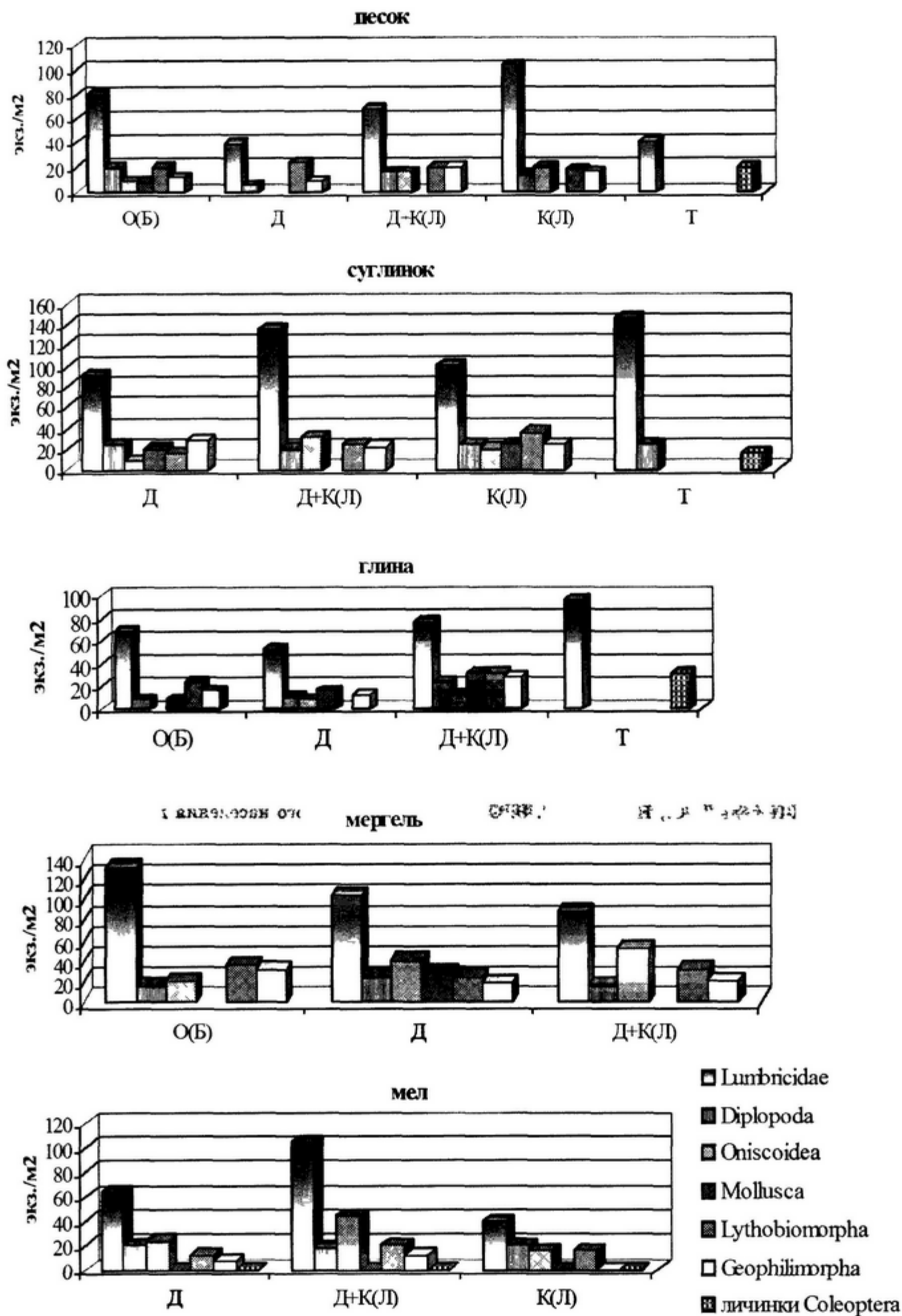


Рис. 2. Численность основных групп почвенной фауны в молодых экосистемах с различными субстратно-фитоценозическими условиями:

О(Б) — леса из мелколиственных пород (осина, береза); Д — дубовые леса; Д + К(Л) — дубовые леса с участием клена и (или) липы; К(Л) — кленовые (липовые) леса; Т — травянистые фитоценозы

лучшим образом восполняют «дефицит» функции деструкции мертвого органического вещества в молодых экосистемах и поэтому представляют наибольшее значение для интродукции.

Анализируя особенности структуры почвенной фауны регенерационных экосистем в различных экотопах, можно отметить, что успешность ее формирования определяется комплексом эдафических и трофических факторов. Важнейшими из них являются влажность местообитаний и свойства субстрата (оптималь-

ны у лессовидных суглинков, мергелей), а также состав опада растительности (смешанный лучше, чем однообразный, а опад трав и мягколиственных пород деревьев лучше, чем опад твердолиственных пород).

*Автор признателен за консультации и помощь в определении видов почвенной фауны заведующему кафедрой биоценологии и экологической генетики НИУ «БелГУ», д. б. н. А. В. Присному.*

### **Библиографический список**

1. Захаров И. С. Образование гумусовых веществ целлюлозоразрушающими микроорганизмами. — Кичинов: «Штиница», 1978. — 116 с.
2. Стриганова Б. Р. Питание почвенных сапрофагов. — М.: Наука, 1980. — 244 с.
3. Экологические основы рекультивации земель / Под ред. Н. М. Черновой. — М.: Наука, 1985 — 183 с.
4. Трофимов С. С., Наплекова Н. Н., Кандрашин Е. Р. и др. Гумусообразование в техногенных экосистемах. — Новосибирск: Наука, 1986. — 164 с.
5. Холопова Л. Б., Кузнецова Н. Ф., Иорданский С. Н., Запрометова И. М., Тиунов А. А., Белелюбская К. Ф. Свойства субстрата и особенности почвенной биоты на начальных этапах формирования дерново-подзолистых лесных почв // Дegradация и восстановление лесных почв. — М.: Наука, 1991. — С. 131—145.
6. Горячкин С. В. Процесс гумусонакопления в молодых почвах на промышленных отвалах (на примере КМА) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. — 1981. — № 4. — С. 72—75.
7. Титлянова А. А., Миронычева-Токарева Н. П., Наумова Н. Б. Круговорот углерода в травяных экосистемах при зарастании отвалов // Почвоведение. — 1988. — № 7. — С. 164—174.
8. Сапожников А. П. Об использовании признаков лесной подстилки в оценке гумусного состояния почв // Почвоведение. — 1987. — № 9. — С. 26—31.
9. Перель Т. С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. — М.: Наука, 1979. — 272 с.
10. Всеволодова-Перель Т. С., Надточий С. Э. О структуре почвенного населения дубрав на юге средне-русской лесостепи // Экология. — 1992. — № 2. — С. 68—74.