

участках, на более влажных осотово-злаковых численность была ниже (23,7 тыс.). На 4-й год (июль 1987 г.) разнообразие и численность стабилизировались: в слое 0-5 см найдено 16 видов, численность составляла 26,4 тыс.экз./м². На 5-й год сукцессии (август 1988 г.) разнообразие и численность продолжали снижаться (6-8 видов; 8,3-12,8 тыс.).

Сопоставление с сукцессией растительности показывает, что на 3-й и в последующие годы бурьяннисто-донниковые ассоциации сменились на злаковые, а через 6 лет вторичной сукцессии сформировалось растительное сообщество, по набору видов аналогичное таковому мезофитного луга (Миронычева-Токарева, 1998). Всего за 1983-1989 гг. на участке 0-1 после перепланировки в условиях самозарастания регистрировалось 33 вида коллембол, при колебаниях числа видов от 6-7 на начальном этапе, до 22 в течение 2-го года сукцессии и от 14 до 19 видов в последующие годы. Во все 13 сроков отбора материала за 1983-1989 гг. на этом участке встречались лишь *Hypogastrura vernalis* и *Mesaphorura krausbaueri*; более или менее постоянно (в течение 10-12 сроков) регистрировались *Ceratophysella succinea*, *Pseudosinella* gr. *octopunctata*, *Folsomia fimetaria*, *Lepidocyrtus* cf. *violaceus*, а из *Sympypleona* во все годы – только *Sphaeridia pumilis*. Единственным эудоминантом на участке 1-3 лет был верхнеподстилочный *H. vernalis*, позже (на участках 4-5 лет) переходящий в ранг доминанта. Доминирующее положение в группировках в начале сукцессии занимал глубокопочвенный *Mesaphorura krausbaueri*, позже появлялся *M. macrochaeta*. Характерным обитателем среднего этапа (1984-1987 гг., на участке 1-4 лет) был эуэдафический *Deuteraphorura variabilis*, входивший в число доминантных или субдоминантных видов. На более поздних этапах сукцессии появлялись гемиэдафические виды рода *Parisotoma* (*P. notabilis*, *P. longa*), *Folsomides parvulus*, а из эуэдафических – *Mesaphorura ghilarovi*, виды родов *Sminthurinus*, *Sminthurus*, однако все они имели низкую численность.

В целом группировки коллембол на участках 1-4 лет после перепланировки существенно превосходят по основным показателям аналогичные на неспланированных отвалах. Гораздо успешнее идет и освоение коллемболами толщи почвы, особенно на более «старых» участках. Так, вскоре после перепланировки (2 дня – 1 мес.) глубже 10 см встречались лишь единичные особи *H. vernalis* и *M. krausbaueri* (до 25 см). На следующий год в слое 5-10 см регистрировалось уже 6 видов (суммарная численность – 11,4 тыс.экз./м², доминирует *M. krausbaueri*). Через 3-4 года в слое 5-30 см регистрировалось 11-13 видов, а ниже 10 см – 7-9 видов, при сохранении доминирования *M. krausbaueri*.

Население коллембол на участке 0-3, где при самозарастании в течение 25 лет сформировался злаково-разнотравный луг, обследовалось в 1983-1985 и 1989 гг. Всего выявлено 32 вида, из них *Proisotoma minima* и *P. minuta*

– только в разлагающихся корневых массах (специальный эксперимент). Если сразу после перепланировки на участке 0-1 в группировке регистрировалось всего 6-7 видов коллембол, то на 25-летнем лугу в те же сроки (14.08.1983 г.) выявлен 21 вид в слое 0-5 см и 9 видов – на глубине 5-10 см. В поверхностном слое доминировали *Isotoma viridis*, *Metaphorura affinis*, *Protaphorura* cf. *pjasinae*, в более глубоких слоях – *M. affinis*. Несмотря на достаточно большое разнообразие, численность не превышала 7,2 тыс.экз./м² (52% особей концентрировалось в слое 0-5 см; 35,5% – на глубине 5-10 см). Уровень численности в поверхностном слое оставался довольно низким и в июне-августе следующего года (17,4 и 4,9 тыс.экз./м², соответственно), несколько повышаясь в 1989 г. (29 тыс.экз./м²). Экспериментальное внесение корневых масс в почву на глубину 5 см стимулировало размножение *Folsomia fimetaria*, *Proisotoma minima*, видов рода *Mesaphorura*, *Willemia intermedia*, *Axenyllodes bayeri*. В целом на 25-30-летнем лугу в группировке коллембол доминировали верхнеподстилочные (78% от общей численности) и глубокопочвенные (из родов *Metaphorura* и *Mesaphorura*) формы (14,8%); доля всех остальных, в том числе и верхнепочвенных, была низкой. Присутствие таких видов как *Scutisotoma tenuidentifera*, *Brachystomella parvula*, *Willemia intermedia*, *Mesaphorura yosii*, *Protaphorura sakatoi* сближает группировку с таковой ненарушенного оステпенного луга, однако структура доминирования указывает на незрелость сообщества.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (06-04-49013).

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В ЗОНЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ Long-term dynamics of soil macrofauna in a polluted area

А.В. Танасевич

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
Москва, atan@orc.ru

Цель наших исследований – проследить современную динамику основных популяционных показателей (численность, биомасса, состав и пр.) комплекса почвенной мезофауны северотаёжных ельников по градиенту аэро-техногенного загрязнения комбината «Североникель»; выявить и оценить связь с дегрессионными или восстановительными тенденциями растительности и отдельных ее компонентов, а также сравнить современное состояние почвенной мезофауны с аналогичными данными, полученными 15 и 22 года назад на тех же пробных площадках.

Основные поллютанты, выбрасываемые в атмосферу – соединения серы (до 80%), азота, фтора, оксиды тяжелых металлов (в основном, Cu, Ni, Cd) и

др. Почвы исследованных ельников представлены Al-Fe-гумусовыми подзолами, минеральный гумусовый слой не выражен. Обитаемый слой мезофауны ограничен лишь подстилкой (A0) мощностью до 20 см в слабонарушенных и ненарушенных не нарушенных ельниках.

Для изучения воздействия аэротехногенного загрязнения комбината была выбрана трансекта длинной 60 км южного направления, соответствующая наибольшему поллютантному следу. На трансекте заложено 5 пробных площадок на расстоянии от комбината в 5 км (техногенная пустота на месте ельника), 10 км (отмерший ельник мертвопокровный-кустарничковый), 20 км (ельник мертвопокровный-кустарничковый), 30 км и 60 км (фон) (ельники мохово-кустарничковые). В качестве контроля выбрана точка вблизи северо-западной оконечности Лапландского заповедника, расположенная на расстоянии 80 км к западу от комбината, в стороне от поллютантного следа, свободная от влияния комбината. Площадки размером 25x25 м выбраны в одинаковых элементах ландшафта, на пологих склонах холмов юго-западной экспозиции с уклоном 2-5°, в однотипных ельниках мохово-кустарничковые с незначительным участием бересклета и с сомкнутостью крон 10-20%. На каждой площадке была обозначена линия проб (10-15 м длиной), проходящая по выровненному микрорельефу и пересекающая основные наиболее типичные для данного ельника растительные ассоциации. Пробы на мезофауну отбирали в 1-й декаде августа 2005 и 2006 гг. по общепринятой методике размером 0,0625 м² (25x25 см) на глубину обитаемого горизонта (до подзола). На каждой площадке собрано по 8 проб. Разборку проб проводили в лабораторных условиях вручную; животных взвешивали в обездвиженном состоянии. Всего взято 96 почвенных проб.

На ближайшем к комбинату участке (5 км) почвенное население практически полностью деградировано и характеризуется наименьшими значениями численности (экз./м²) и биомассы (мг/ м²) – 10 и 27. На остальных участках: 10 км – 48 и 111; 20 км – 94 и 355; 30 км – 255 и 1131; 60 км – 250 и 1699; контроль – 469 и 2578.

Внутри 20-километровой зоны почвенная мезофауна находится в крайне угнетенном состоянии и характеризуется отсутствием в составе населения многих таксономических групп, сменами доминантов по годам, а также чрезвычайно низкими показателями численности и биомассы. За пределами 30-километровой зоны состав и структура мезофауны по большинству показателей приближается к населению ненарушенных природных сообществ.

Доминирующей группой по численности и таксономическому разнообразию на всей трансекте являются пауки, причем, начиная с 20-го км, эта группа в среднем составляет половину численности всей мезофауны. По биомассе доминируют личинки жуков, а с появлением мохо-

вой дернины (30-й км), эта группа становится абсолютным доминантом, составляя 50% и более от общей биомассы. На долю дождевых червей, обитающих не ближе чем за 30 км от комбината, приходится лишь 15-25% общей биомассы. Доля пауков в биомассе в слабо нарушенных и в не нарушенных ельниках довольно значительна и колеблется в пределах 15-30%.

Из всех биотических факторов, влияющих на состояние почвенной мезофауны, ведущим является наличие и степень развития в биотопе мохового покрова. Появление моховой дернины зеленых мхов, даже маломощной и фрагментированной (площадка 30-й км), ведет к скачку численности и биомассы (в 3 раза), таксономического разнообразия (в 2 раза) и появлению новых ценотически значимых групп, таких как черви (*Dendrobaena octaedra*), моллюски и пр.

Мощность обитаемого слоя (подстилки) по направлению от источника комбината от площадки к площадке растет в среднем на 2 см, тогда как значения численности и биомассы – в 2-5 раз.

Наиболее толерантны к загрязнению хищные группы беспозвоночных животных – пауки, многоножки и жуки-стафилины, встречающиеся в зоне с максимальной степенью загрязнения; наименее толерантны – моллюски и дождевые черви, появляющиеся в исследованных ельниках не ближе чем за 30 км от комбината.

С 1992 г. началось снижение объёмов выбросов комбината «Северонikel», в результате чего за несколько лет этот показатель снизился в пять раз. Эта положительная в экологическом отношении тенденция не могла не скаться на улучшении состояния окружающих природных сообществ, на восстановлении растительного покрова и животного населения. Так, за последние годы отмечено увеличение разнообразия мелких млекопитающих, улучшение их популяционных и биологических показателей (Катаев, 2005), восстановительные тенденции отмечены и на геоботаническом материале (Черненкова, 2007; Черненкова и др., 2007). При детальном сравнении наших данных с данными предыдущих исследователей, за прошедшие 15 лет не произошло заметных изменений ни в таксономической, ни в трофической структуре населения мезофауны; неизменными остались группы и виды-доминанты, доля их участия в биомассе и численности. Не изменился и характер дегрессионной тенденции по мере приближения к комбинату. Таким образом, за 15 лет существования ельников, в условиях многократно сниженного поллютантного пресса, никакой восстановительной динамики мезофауны не наблюдается. Внутри 30-ти километровой зоны сообщество почвенных беспозвоночных находится в стабильно угнетенном состоянии; восстановительный процесс возможен лишь вслед за восстановлением мохового покрова.