

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА УРАЛЕ

Structural-functional characteristics of soil macrofauna communities under industrial pollution in the Urals

Е.А. Бельская¹, М.П. Золотарев², М.Е. Гребенников³

Институт экологии растений и животных, г. Екатеринбург, 8 Марта, 202,

¹belskaya@ipae.uran.ru, ²zmp@ipae.uran.ru, ³gme@ipae.uran.ru

Изучение структурных и функциональных параметров экосистем – одна из центральных задач экологии. С целью выявления реакций структурных и функциональных характеристик сообществ на загрязнение выбросами промышленного производства мы исследовали изменения обилия и видового разнообразия герпетобионтовых членистоногих на Среднем и Южном Урале в окрестностях медеплавильных заводов: Среднеуральского, СУМЗ (г. Ревда, темнохвойный лес) и Карабашского, КМЗ (г. Карабаш, березовый лес). Исследования проведены в 2009 г. В качестве модельных были выбраны наиболее обильные и богатые видами таксоны: паукообразные (Arachnidae: Aranei, Opiliones) и жуки (Coleoptera: Carabidae, Staphylinidae), составляющие по данным ранее проведенных в районе СУМЗ исследований более 84% обилия всех отлавливаемых почвенными ловушками беспозвоночных. В окрестностях каждого из источников загрязнения были заложены по 10 участков на разном удалении от завода (3 пробные площади на участке). Для удобства анализа участки объединены по уровням загрязнения: техногенная пустошь – очень сильное загрязнение (КМЗ), импакт – сильное загрязнение, буфер – умеренное, фон – уровень регионального фона. Учеты беспозвоночных проведены почвенными ловушками с фиксатором (1 пробная площадь - линия из 5 ловушек). Учетная единица – пробная площадь. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа, преобразуя значения обилия по формуле $\lg(x+1)$, где x – среднее на ловушку количество беспозвоночных каждой группы на площадке.

Карабашский медеплавильный завод

По данным однофакторного дисперсионного анализа у всех рассмотренных групп беспозвоночных отмечено снижение обилия на сильно загрязненных территориях по сравнению с фоном и буфером: для пауков значимо только на техногенной пустоши ($F=29.4$, $p<0.003$, $df=3$), а для жужелиц и стафилинид - на пустоши и импакте, соответственно $F=65.1$, $p<0.02$, $df=3$ и $F=19.3$, $p<0.001$, $df=3$. Параллельно снижалось и видовое богатство всех групп. В качестве второй характеристики видового разнообразия использовали индекс Шеннона. Установлено значимое снижение этого показателя у паукообразных на пустоши и импакте ($F=10.0$, $p<0.004$, $df=3$) и жужелиц – на импакте ($F=10.0$, $p<0.004$, $df=3$). Видовое разнообразие стафилинид снижалось на импактной территории относительно буферной зоны загрязнения ($F=6.4$, $p<0.04$, $df=3$) и повышалось на пустоши относительно импакта ($F=6.4$, $p<0.03$, $df=3$). В целом обилие населения герпетобия значимо снижалось в импактной зоне по сравнению с фоновой ($F=42.3$, $p=0.003$, $df=3$) и на пустоши ($F=42.3$, $p<0.001$, $df=3$) по сравнению со всеми зонами загрязнения. Аналогично происходило снижение биомассы ($F=52.2$, $p<0.001$, $df=3$). Количество видов также снижалось на сильно загрязненных территориях по сравнению с фоновой и буферной зонами ($F=33.9$, $p<0.001$, $df=3$). Значимое снижение индекса Шеннона отмечено только на пустоши по сравнению с буферной зоной загрязнения ($F=32.3$, $p=0.004$, $df=3$).

Среднеуральский медеплавильный завод

У всех модельных групп происходило снижение обилия на загрязненных территориях по сравнению с фоновым значением: у паукообразных и жужелиц – на буферной и импактной территориях, у стафилинид - на импактной территории. Тренды

изменения видового богатства совпадали с изменением динамической плотности. Значение индекса Шеннона мало изменялось в градиенте загрязнения: для паукообразных, жужелиц и стафилинид. В целом обилие населения герпетобия значительно снижалось на импактной территории по сравнению с фоновой и буферной зонами загрязнения. Биомасса герпетобионтов снижалась в градиенте загрязнения: на буферной территории по сравнению с фоновой и на импактной по сравнению с фоновой и буферной. Также снижалось и количество видов. Индекс Шеннона не зависел от загрязнения.

Сравнение двух градиентов загрязнения на Среднем и Южном Урале.

По данным двухфакторного дисперсионного анализа обилие населения герпетобия было близким в районах исследования и зависело только от загрязнения, значительно снижаясь на сильно загрязненной территории по сравнению с фоновой и буферной зонами. При среднем уровне загрязнения не отмечено значимых изменений обилия по сравнению с фоновым уровнем. Тренды изменения биомассы совпадают в градиентах загрязнения обоих источников и с трендами изменения обилия. Более высокие показатели биомассы отмечены в районе КМЗ. Значимое взаимодействие факторов «Регион» и «Зона нагрузки» отражает более резкое снижение биомассы на импактной территории в окрестностях КМЗ по сравнению с СУМЗ. Видовое богатство в целом было выше в районе СУМЗ и снижалось в градиентах загрязнения обоих источников. В то же время значение индекса Шеннона, зависело от района исследования, но мало изменялось при росте загрязнения.

Изменение функциональных и структурных характеристик населения герпетобия – обобщенный показатель реакций отдельных групп герпетобионтных беспозвоночных на загрязнение. Данные трехфакторного дисперсионного анализа указывают на значимое влияние отдельных таксонов на структурные характеристики сообщества герпетобия и сложное взаимодействие рассмотренных факторов. Реакции функциональных характеристик рассматриваемых групп однотипны и заключаются в снижении показателей обилия при высоком уровне токсической нагрузки.

На основании полученных данных можно сделать следующее заключение. Реакции функциональных характеристик герпетобия на загрязнение двух точечных источников на Среднем и Южном Урале однотипны и заключаются в снижении показателей на сильно загрязненной территории. Различия между источниками заключаются в степени выраженности происходящих изменений. Изменение структурных характеристик под воздействием загрязнения касается в основном количества видов. Тренды изменения видового богатства совпадают с трендами изменения функциональных характеристик и одинаковы в обоих градиентах. При этом распределение видов по обилию остается относительно стабильным в обоих градиентах. Сохранение структурной стабильности населения герпетобия происходит за счет структурных перестроек отдельных таксонов, входящих в состав сообщества герпетобионтных беспозвоночных.