

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ РАЗНОМ СОДЕРЖАНИИ ФОСФОРНО-КАЛИЙНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ЗАСОЛЕНИИ ПО РЕАКЦИИ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ *APORRECTODEA ROSEA*

Максимова С.В.¹ Степачев А.В.¹, Домашнев Д.Б.²,
Рахлеева А.А.¹, Терехова В.А.³

¹ Факультет почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова; ² Почвенный институт им.В.В. Докучаева; ³ ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова РАН, Москва,
letap.msu@gmail.com

В Московском регионе для благоустройства и рекультивации городских территорий, включая придорожные участки, широко используются почвогрунты. По опубликованным данным в последние годы объем грунтов, завозимых в Москву для целей озеленения и рекультивации, составляет 300-400 тыс. т. в год. Значительная доля грунтов изготавливается в бывших и действующих животноводческих комплексах и птицефабриках и характеризуется высоким содержанием подвижных форм фосфора, калия и некоторых других элементов. Постановлением Правительства Москвы от 27 июля 2004 г. N 514-ПП «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве» утвержден порядок контроля и требований к качеству завозимого в Москву почвогрунта. Дискуссионными остаются некоторые нормативные показатели искусственно изготавливаемых почвогрунтов, в частности, максимально допустимое количество подвижного фосфора (в пересчете на P_2O_5), которое не будет оказывать негативное воздействие на почвенные среды. Экотоксикологические исследования опасности высоких и сверхвысоких (более 1000 мг/кг P_2O_5) концентраций фосфора были проведены ранее с использованием фитотестирования (Терехова и др., 2009). Для почвообитающих беспозвоночных животных подобные работы не проводились.

Воздействия на городские почвы и грунты в условиях мегаполиса весьма разнообразны (Герасимова и др., 2003). Одним из видов антропогенной нагрузки является применение различных реагентов для борьбы с оледенением дорог, компоненты которых попадают в почвы и почвогрунты придорожных территорий. Обработка противогололедными материалами (ПГМ) автомагистралей, улиц и иных объектов дорожного хозяйства Москвы является необходимым и важным фактором обеспечения безопасности дорожного движения в городе и предупреждения зимнего травматизма граждан. Одновременно она предопределяет спектр возможного негативного воздействия на природную среду и инженерные инфраструктуры. В настоящее время правительством Москвы принято принципиальное решение об отказе от использования технической соли, объем которой достигал более 350 тыс. т за зимний период, и введении экологически более безопасных реагентов в ассортимент применяемых противогололедных материалов. Одним из ПГМ, утвержденных к

применению в настоящее время является хлористый кальций модифицированный (ХКМ) (распоряжение Премьера Правительства Москвы от 03.07.2001 № 619-РМ «О применении химических противогололедных реагентов на основе 32 % раствора хлористого кальция модифицированного (ХКМ) при уборке улиц и проездов в зимний период 2001 г.»). Воздействие его на почвообитающие организмы, особенно при варьировании состава биогенных элементов, изучено явно недостаточно.

В связи с вышесказанным **цель работы** заключалась в анализе воздействия широкого диапазона концентраций дигидрофосфата калия (K_2HPO_4), и антигололедных компонентов (ХКМ) в модельном почвогрунте на дождевых червей.*

Объекты и методы

Лабораторные исследования проводили аналогично методике руководства OECD № 207 (1984) для тестирования химикатов «Earthworm, acute toxicity tests». В качестве тест-организмов была использована выборка природной популяции особей *Aporrectodea rosea* Savigny. Дождевые черви собраны в почве парка на Воробьевых горах. Тест-параметрами служили смертность (LC_{50}) и изменение биомассы червей за период экспозиции (14 сут.), соответствующий определению острой токсичности.

Модельный почвогрунт (МПГ) для исследования был произведен по рецептуре компании «ПИКСА» (www.piksa.ru).

В I серии опытов оценивали влияние дигидрофосфата калия. Моделирование возрастающего градиента концентраций дигидрофосфата калия (K_2HPO_4) в МПГ проводили как описано ранее (Терехова и др., 2009). Варианты содержали следующие расчетные значения содержания подвижных форм фосфора (по P_2O_5): 133,2 (исходное); 200; 400; 800; 1600 мг/кг. Согласно ГОСТ 26205-91 наши варианты МПГ по обеспеченности фосфором попадали в группы повышенного (101-150 мг/кг), высокого (151-250 мг/кг) и очень высокого (>250 мг/кг) содержания подвижного фосфора. В качестве контроля использовали исходный модельный почвогрунт (содержание фосфора составляет 133,2 мг/кг). Кроме того, для оценки жизнеспособности исследовали червей в почве, отобранной на Воробьевых горах из среды обитания *Aporrectodea rosea*.

Во II серии опытов рассматривали влияние хлористого кальция модифицированного (ХКМ). Моделирование нагрузки противогололедного компонента на почвогрунт производилось путем полива растворами ХКМ в концентрации: 10; 2; 1,5 г/л. Данные концентрации выбраны на основе предварительного анализа токсичности растворов этого противогололедного реагента на тест-культуры *Daphnia magna* Straus. и *Paramecium caudatum* Egenberg. Токсичность таких концентраций для дафний и парамеций

* Исследования проводились на факультете почвоведения МГУ в аккредитованной лаборатории экотоксикологического анализа почв (www.letap.ru) в соответствии с техническим заданием государственного контракта с Департаментом природопользования и охраны окружающей среды Правительства Москвы по согласованному плану с ООО «Биогрунт» (www.piksa.ru).

проявлялась в гибели, соответственно, 100%, 50% и 20% тест-организмов. Объем вносимых растворов определен исходя из запасов воды в снеговом покрове к концу зимнего периода по Московскому региону (Систер, Корецкий, 2004). Перед проведением основных этапов эксперимента во всех вариантах модельного образца с внесенным ХКМ определяли солесодержание (концентрация солей в водной вытяжке из образцов к началу эксперимента составляло 7,91; 1,67; 0,52 г/л). Модельный почвогрунт с внесенным ХКМ, а также контрольные почвы, были помещены в пластиковые стаканы (объемом 0,5 л) в количестве 300 г. Повторность опытов трехкратная.

Перед началом эксперимента дождевых червей взвешивали поштучно и помещали по 5 особей в подготовленные стаканы с субстратами. Средняя масса выборки на начало экспозиции составляла $2,5 \pm 0,3$ г. Влажность почвы поддерживалась на уровне 35 %. Каждый сосуд закрывали сеткой (мельничный газ) для обеспечения аэрации. Продолжительность эксперимента составила 14 суток при 20 °С.

На 7 и 14 сутки производили учет живых и погибших особей. Погибшими считались черви, не реагирующие на механические раздражения, производимые по направлению от переднего конца к заднему. Массу живых особей определяли взвешиванием на технических весах. После обследования содержимое помещалось обратно в сосуды.

Результаты и обсуждение

В почве из естественного местообитания червей (*контроль*) и в варианте модельного почвогрунта без добавок (*исходный*) наблюдался небольшой прирост биомассы, что свидетельствует о благоприятной среде для существования *Aporrectodea rosea*.

I серия опытов. При воздействии дигидрофосфата калия на дождевых червей токсический эффект высоких доз проявился лишь на 14-е сутки. Максимальную смертность червей (33 %) наблюдали при концентрации 1600 мг/кг. В варианте 800 мг/кг дигидрофосфата калия смертность к концу эксперимента составляла 7 %. У выживших червей патологического поведения не выявлено. В контроле и исходном МПГ погибших червей не было.

Данные по изменению биомассы червей в разные сроки эксперимента представлено на рис 1.

Заметное уменьшение массы червей до 40% на 14 сутки наблюдалось в варианте с максимальной концентрацией вносимого биогенного компонента. В остальных вариантах потеря массы червей не превышала 30 % и составляла, в среднем, 17%.

Таким образом, избыточное содержание фосфора, внесенное в почвогрунт в составе K_2PO_4 , оказалось сравнительно мало токсично для почвообитающих беспозвоночных - дождевых червей.

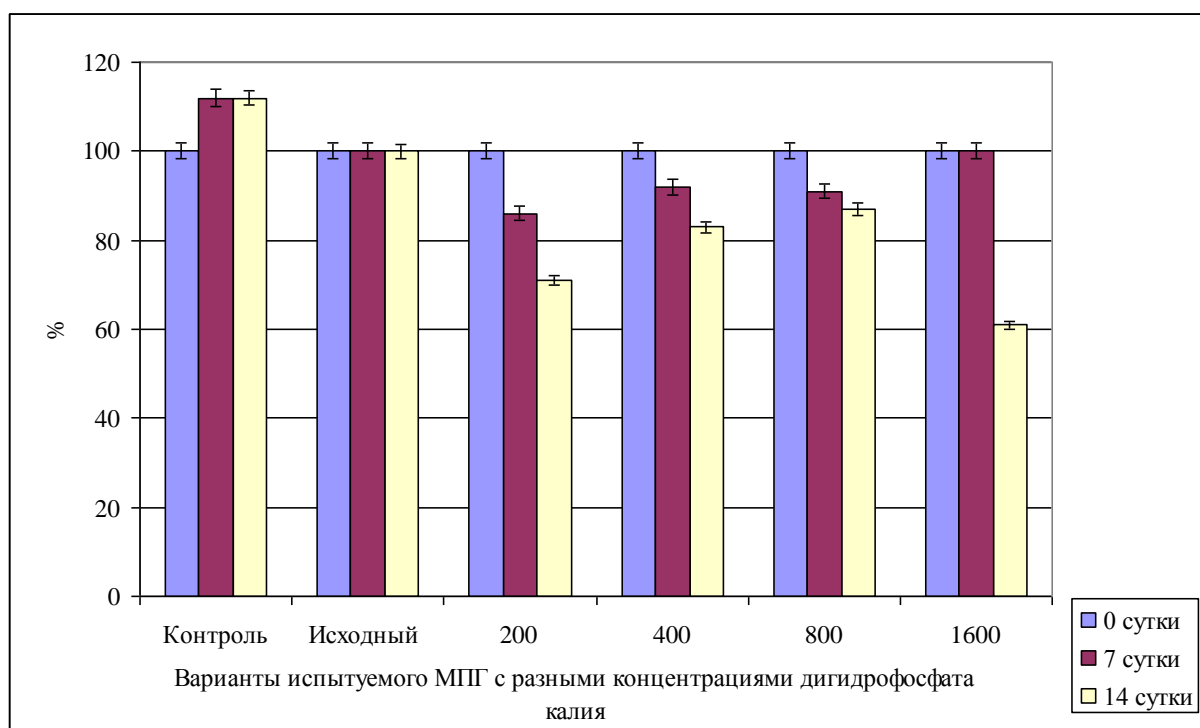


Рис. 1 Изменение массы дождевых червей в МПГ при воздействии разных концентраций дигидрофосфата калия (в % от массы на начало экспозиции).

II серия опытов. В образцах модельного почвогрунта с внесенным противогололедным компонентом ХКМ токсический эффект по угнетению дождевых червей был выражен значительно ярче, чем избыток биогенных компонентов (дигидрофосфата калия). ХКМ, как и можно было ожидать, оказал сильное губительное воздействие на исследуемую выборку тест-культуры.

Временная динамика изменения живой массы дождевых червей под воздействием ХКМ в период проведения эксперимента представлена на рис. 2.

При содержании солей 7,91 г/л смертность отмечается уже на 7 сутки (число погибших особей составляет 66,7%), на 14 сутки - 80%. У выживших червей наблюдалось значительное уменьшение массы (разница с контролем до 90%), низкая подвижность, а также слабая реакция на раздражение. Содержание солей в водной вытяжке 1,67 г/л приводит к смертности только 13,3% дождевых червей на 14 сутки. Состояние выживших червей удовлетворительное, усредненная биомасса отличается на 20% от контрольной.

Таким образом, воздействие солесодержащих противогололедных реагентов (на примере ХКМ) оказывает негативное воздействие на почвообитающих организмов. Содержание солей в водной вытяжке из почв более 1 г/л приводит к значительному угнетению дождевых червей.

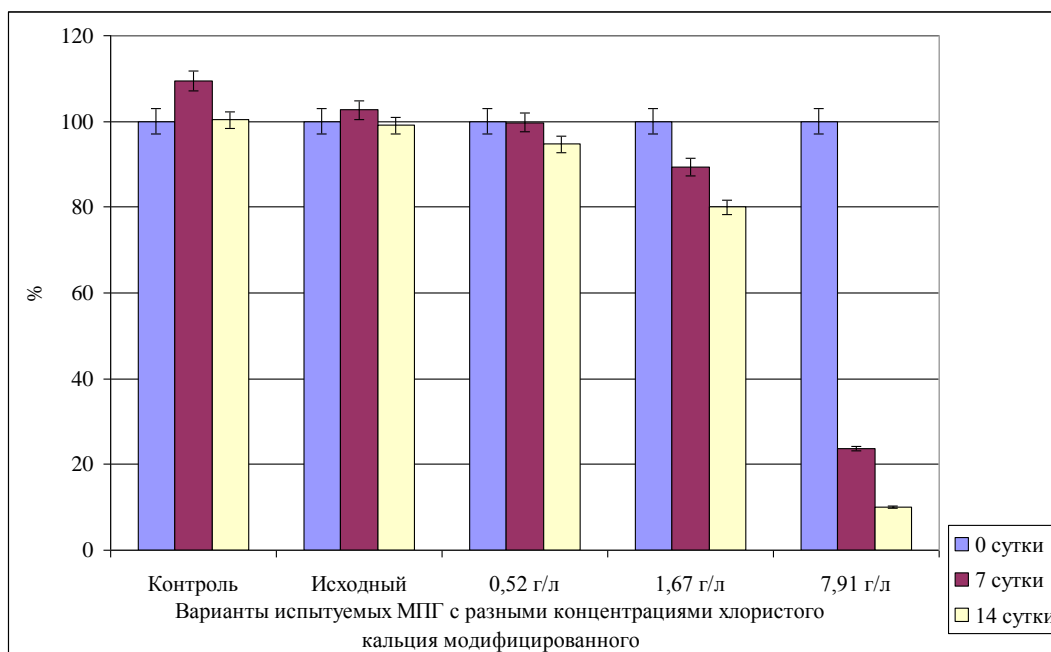


Рис. 2 Изменение массы дождевых червей в МПГ при воздействии разных концентраций противогололедного компонента ХКМ (в % от массы на начало экспозиции)

Заключение

На основании результатов проведенной работы можно заключить, что по реакции выборки из природной популяции дождевых червей можно дифференцировать качество почвогрунтов, испытывающих избыточное количество как биогенных элементов, в частности фосфора и калия, так и противогололедных материалов (ХКМ). Негативное влияние даже незначительных концентраций солей в талых водах, очевидно, способно спровоцировать необратимые изменения в функционировании почвенной экосистемы.

Принимая во внимание важную роль дождевых червей в рекультивации нарушенных участков урбанизированной территории, этому виду биотестирования следует придавать особое значение в оценке искусственно приготовленных почвогрунтов.

Список литературы

1. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы. Генезис. География. Рекультивация. М.:Ойкумена, 2003. 267 с.
2. Систер В.Г., Корецкий В.Е. Инженерно-экологическая защита водной системы северного мегаполиса в зимний период, учебное пособие, 2004 г. 159 с.
3. Терехова В.А. Домашнев Д.Б., Каниськин М.А., Степачев А.В. Экотоксикологическая оценка повышенного содержания фосфора в почвогрунте по тест-реакциям растений на разных стадиях развития, 2009 (сдана в печать).
4. OECD Guideline for testing of chemicals «Earthworm, Acute Toxicity Tests» № 207. Adopted 4 april 1984.