

СТРУКТУРНЫЙ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ОБИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Еремченко О.З.¹, Шестаков И.Е.¹, Чернышев К.О.¹

¹ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия (614990, Пермь, ул. Букирева, 15), e-mail: eremch@psu.ru

Были исследованы структурный и гранулометрический состав поверхностных слоев (0–12 см) урбаноземов и реплантоземов жилого района г. Перми. Всего было отобрано 30 почвенных проб. Треть этих проб имела песчано-супесчаный гранулометрический состав, остальные – суглинистый. Установили, что в поверхностных слоях суглинистых урбаноземов и реплантоземов преобладает комковато-пылеватая структура, существенно реже встречаются зернистые элементы. Почвы супесчано-песчаного состава были преимущественно бесструктурными, в них повышена доля крупного песка (1–0,5 мм). Кроме того, в пробах оценивали величину pH как одного из основных показателей почвенного плодородия. Влияние разного структурного и гранулометрического состава почв на условия обитания растений тестировали путем выращивания кресс-салата (*Lepidium sativum* L.). Связи величины pH почв с высотой и массой растений не установлено, так как пробы имели преимущественно нейтральную реакцию. Отрицательно повлияли на растения беструктурность почв и высокое содержание песчаных частиц; при увеличении содержания фракции крупного песка в 4 раза средняя масса растений уменьшалась почти на 40%. Реакция растений указывает на негативные последствия «опесчанивания» поверхностных слоев городских почв.

Ключевые слова: городские почвы, почвенная структура, гранулометрический состав, pH, условия обитания, фитотестирование

THE STRUCTURE AND GRANULOMETRIC COMPOSITION OF URBAN SOILS IN CONNECTION WITH HABITAT CONDITIONS OF PLANTS

Eremchenko O.Z.¹, Shestakov I.E.¹, Cherneshev K.O.¹

¹Perm State National Research University, Perm, Russian Federation (614990, Bukireva street, 15), e-mail: eremch@psu.ru

The granulometric composition and structure of urban soils in residential areas of Perm were studied. 30 samples from top layers (0–12 cm) were selected. One third of the samples had sandy granulometric composition, the other two thirds had clayey composition. We have established that clumpy structure dominated in surface horizons of clayey urban soils, granular structure was significantly rare. Sandy soils were mainly unstructured and had increased content of sand (1–0,5 mm). We also estimated pH value of the samples as one of the basic parameters of soil fertility. We studied the influence of different soil structure and granulometric content of soils on habitat conditions of plants by cress (*Lepidium sativum* L.) testing. The phytotest showed no connection between pH value and high and mass of the plants, the samples had mainly neutral reaction. Unstructured soil and high content of sand fractions had negative influence on vegetation. With the increase of content of sand in four times the average mass of cress decreased in near 40 %. The reaction of plants indicated the negative influence of the increased sand content in top horizons of urban soils.

Keywords: urban soils, soil structure, granulometric composition, pH, habitat conditions, phytotesting

Городские почвы должны создавать благоприятные условия для роста и развития растений [5]. Высокий интерес к биотестированию городских почв в значительной мере обусловлен необходимостью совершенствовать систему экологического контроля на техногенных и урбанизированных территориях. Фитотестирование основано на чувствительности растений к экзогенному химическому воздействию, что отражается на ростовых и морфологических характеристиках [3, 4, 7]. В работах отечественных и

зарубежных авторов [по: 7] показана эффективность применения семян кресс-салата (*Lepidium sativum* L.). Эта тест-культура была информативной при загрязнении исследуемых объектов поллютантами различных типов (тяжелыми металлами, углеводородами, радиоактивными веществами и др.) и при комплексном загрязнении. При оценке токсичности городских почв, содержащих в повышенных количествах тяжелые металлы (кадмий, медь, свинец, цинк, никель, хром, кобальт и др.), Е.В. Шунелько и А.И. Федорова [8] провели ряд опытов по биотестированию методом проростков тест-растений. В качестве чувствительных организмов к токсичным металлам авторы использовали кресс-салат, пшеницу, овес. Оказалось, что кресс-салат оказался наиболее чувствительным к загрязнению свинцом, пшеница — к загрязнению кадмием и цинком.

Каждая полноразвитая почва характеризуется типичным для этой почвы структурным сложением, которое сформировалось в определенных экологических условиях генезиса ландшафтов и почв как их компонент. В природе не существуют бесструктурные почвы, разве что только среди песков [6]. В жилых районах городов на формирование структуры поверхностных слоев почв действуют климатические и биогенные факторы, а также разные виды деятельности человека, включая смену почвогрунтов при планировке поверхности и строительстве, уплотнение из-за вытаптывания, загрязнение механического и химического характера и др.

В ранее проведенных исследованиях экологическое состояние почв жилых районов г. Перми тестировали проростками кресс-салата, высота и масса которого коррелировали с агрохимическими и биохимическими свойствами [2]. В этой оценке почв неучтенным фактором оказалось влияние на растения структурного и гранулометрического состава почв.

Материалы и методы исследований

В жилом районе города Перми было отобрано 30 проб из поверхностных слоев (0–12 см) урбаноземов и реплантоземов. Органолептическим методом было установлено, что третья часть этих городских почв имела песчано-супесчаный гранулометрический состав, остальные были суглинистыми: от легкого до тяжелосуглинистого состава. Крупные фракции (более 10 мм) были удалены путем просеивания. Содержание фракций размером 10–3, 3–1, 1–0,5, 0,5–,25 мм определено методом сухого просеивания – на приборе «Вибропривод – ВП 30Т». Поскольку кресс-салат отрицательно реагирует на почвенную кислотность [2], в почвах установили реакцию почвенной среды на рН-метре.

На почвенных пробах в течение 7 дней выращивали кресс-салат, у которого определены масса и высота в 30-кратной повторности.

Результаты и их обсуждение

Поверхностные слои урбаноземов и реплантоземов имели преимущественно нейтральную реакцию почвенного раствора (рис. 1). Достоверной связи между рН и состоянием кресс-салата не было обнаружено.

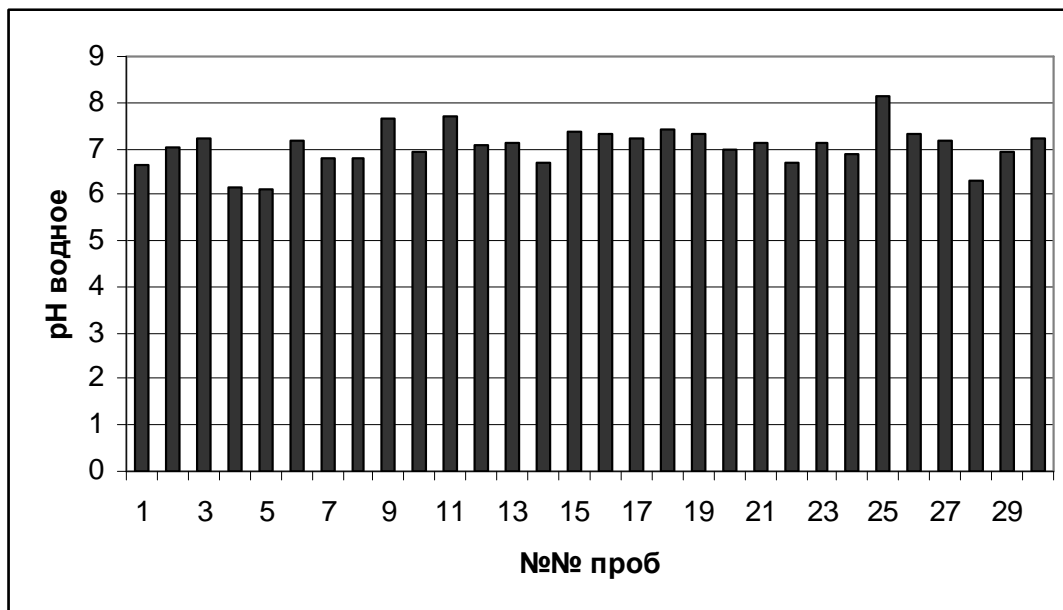


Рис. 1. Величина рН в поверхностных слоях урбаноземов и реплантоземов

В почвах с зернистой и комковатой структурой резко сокращается расход влаги на непродуктивное испарение, повышается устойчивость к водной эрозии и дефляции. создаются условия для прорастания семян, роста и развития растений [1]. С агрономической точки зрения структурной почвой называется лишь та, в которой преобладают агрегаты размером от 0,25 до 7(10) мм, а агрегаты более мелкие (пыль) либо более крупные отсутствуют или составляют ничтожную примесь; все другие почвы, как пылеватые, так и глыбистые или массивные, будут характеризоваться как бесструктурные [6].

Преобладающими видами структурных элементов в поверхностных слоях урбаноземов и реплантоземов г. Перми были комковато-пылеватые структуры. Кроме того, встречались почвы с преобладанием зернистых элементов. Почвы супесчано-песчаного состава были бесструктурными. В среднем в почвах преобладали структурные элементы размером 10–3 мм и 3–1 мм; остальные фракции встречались приблизительно в равной степени (рис. 2). Малоценные пылеватые агрегаты размером менее 0,25 мм составляли в среднем 17% от веса всех фракций. Однако структура легких почв существенно отличалась от средних величин. В песчано-супесчаных урбаноземах и реплантоземах большую долю составляла фракция 1–0,5 мм, которая включала крупный песок.

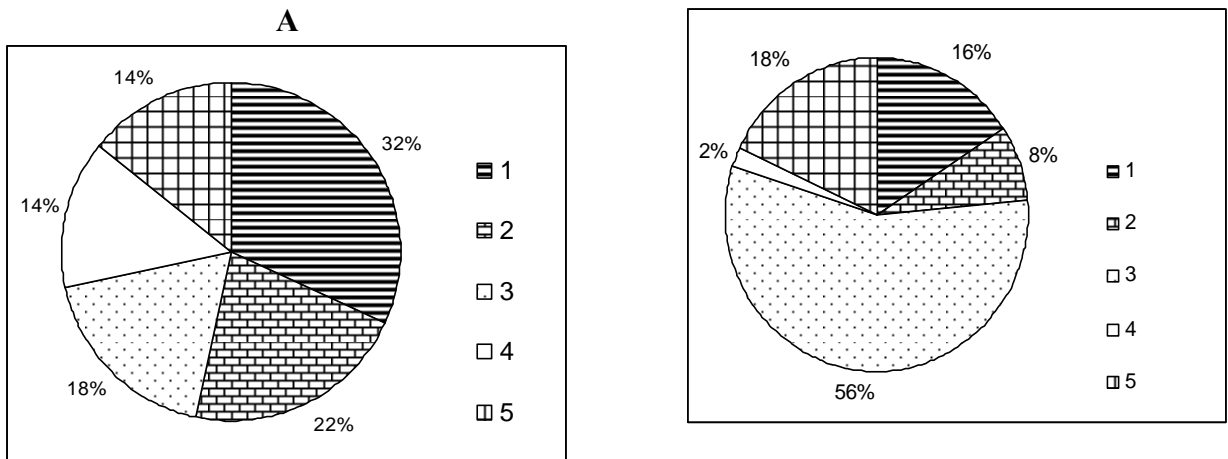


Рис. 2. Соотношение фракций структурных элементов: *А* – среднее для почв, *Б* – в реплантоземе супесчаном; 1 – фракции размером 10-3 мм, 2 – 3-1 мм, 3 – 1-0,5 мм, 4 – 0,5-0,25 мм, 5 – < 0,25 мм

Высота тест-культуры варьировала в средней степени (рис. 3), коэффициент вариации около 15%. Средняя высота кресс-салата, выращенного на пробе из песчаного бесструктурного урбанозема, была в 3 раза ниже, чем на пробе из урбанозема суглинистого, имеющего комковатую структуру.

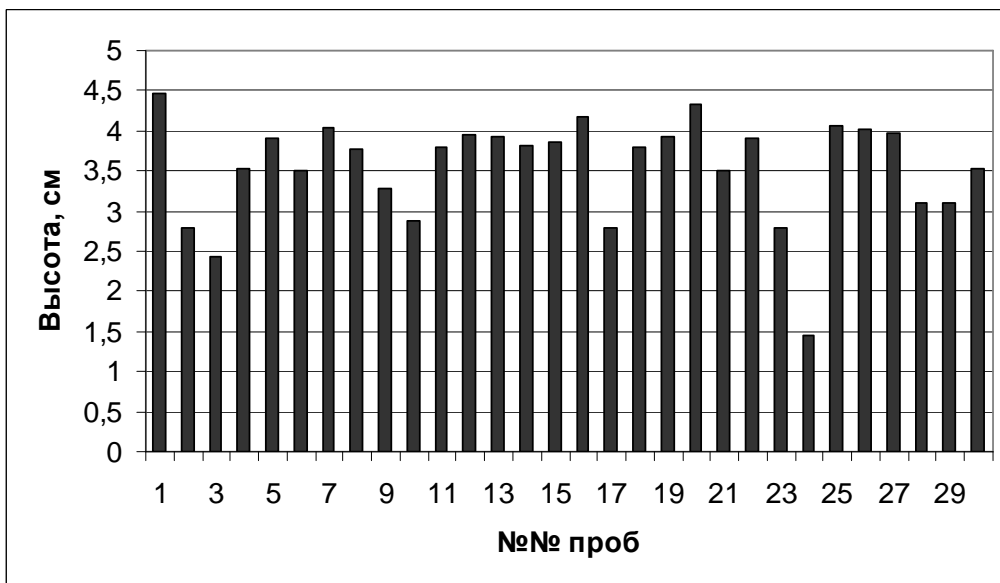


Рис. 2. Высота кресс-салата, выращенного на пробах из урбаноземов и реплантоземов

Средняя масса одного растения, выращенного на пробах из урбаноземов и реплантоземов, варьировала значительно (рис. 3), коэффициент вариации около 24%. Масса кресс-салата, выращенного на бесструктурном песчаном урбаноземе, была в несколько раз ниже, чем растений, выращенных на пробе легкосуглинистого комковатого реплантозема.

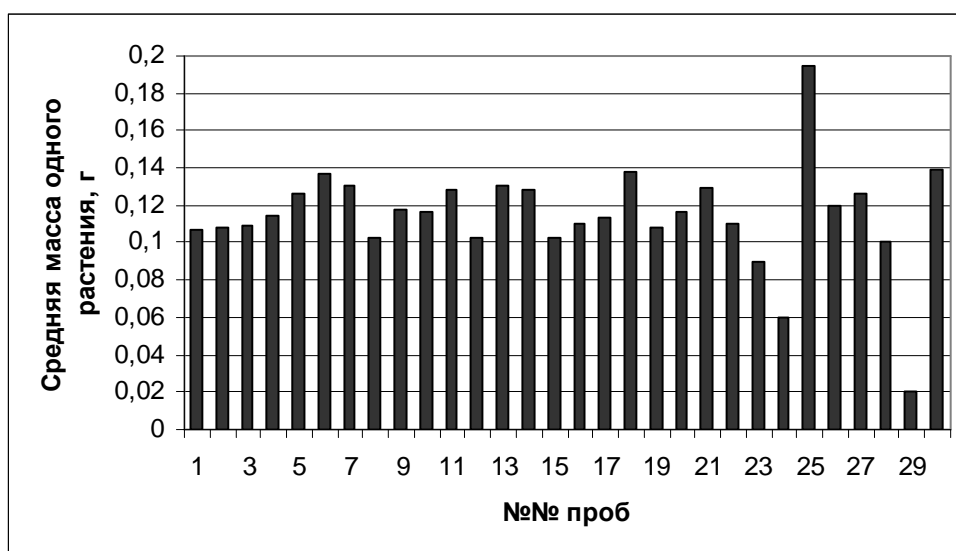


Рис. 3. Масса одного растения кресс-салата, выращенного на пробах из урбаноземов и реплантоземов

Корреляционный анализ показал, что высота растений не зависела от содержания фракций структурных элементов разного размера (табл. 1). На среднюю массу одного растения отрицательно влияла фракция 1–0,5 мм. Известно, что песчаная фракция гранулометрического состава крайне бедна питательными элементами, поэтому на урбаноземах и реплантоземах с высоким содержанием крупного песка тест-культура росла хуже. Некоторое положительное воздействие на среднюю массу одного растения оказали элементы размером 0,5–0,25 мм.

Таблица 1

Коэффициенты корреляции между состоянием растений и содержанием фракций структурных элементов

Состояние растений	Размеры фракций структурных элементов				
	10–3 мм	3–1 мм	1–0,5 мм	0,5–0,25 мм	< 0,25 мм
Масса одного растения	–0,08	0,08	–0,68	0,38	0,03
Высота	–0,17	–0,12	–0,15	0,12	0,02

Примечание. Полужирным выделены достоверные коэффициенты корреляции

Согласно полученному уравнению регрессии при относительном содержании фракции 1–0,5 мм около 10% средняя масса одного растения составляла 0,130 г, а при увеличении доли фракции до 40% средняя масса растений снизилась до 0,077 г.

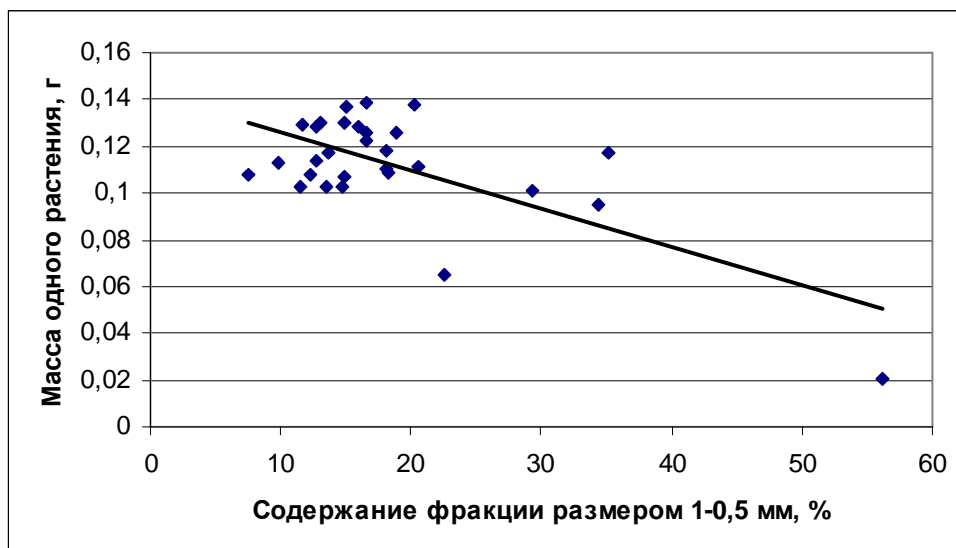


Рис. 4. Зависимость массы одного растения от содержания структурных элементов размером 1–0,5 мм: $y = 0,14 - 0,0016 \cdot x$; $R = -0,68$; $F = 23$; $P = 0,0005$

Содержание структурных элементов размером 1–0,5 мм, которые отрицательно повлияли на массу тест-культуры, в поверхностных слоях урбаноземов и реплантоземов изменялось в высокой степени (рис. 4), коэффициент вариации составлял более 50%.

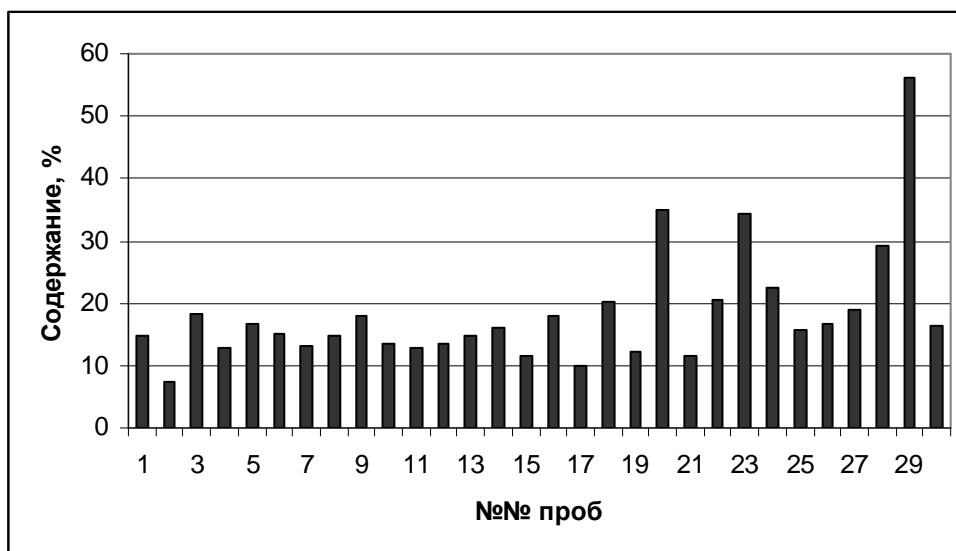


Рис. 5. Содержание фракции структурных агрегатов размером 1–0,5 мм в поверхностных слоях урбаноземов и реплантоземов, %

Заклучение

Таким образом, фитотестирование поверхностных слоев урбаноземов и реплантоземов жилого района г. Перми путем выращивания кресс-салата показало, что высота и масса растений зависят от структурного и гранулометрического состава. Отрицательное влияние на растения оказала беструктурность почв при высоком содержании

крупного песка. Данная реакция растений указывает на негативные последствия «опесчанивания» городских почв.

Список литературы

1. Вальков В.Ф., Елисеева Н.В., Имгрунт И.И., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Справочник по оценке почв. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. – 236 с.
2. Еремченко О.З., Москвина Н.В., Шестаков И.Е. Использование тест-культур для оценки экологического состояния городских почв // Вестник Тамбовского университета. Естественные и технические науки. – 2014. – № 5. – С. 1280–1284.
3. Лисовицкая О.В., Терехова В.А. Фитотестирование: основные подходы, проблемы лабораторного метода и современные решения // Докл. по экологическому почвоведению. – 2010. – Вып.13, № 1. – С. 1–18.
4. Маячкина Н.В., Чугунова М.В. Особенности биотестирования почв с целью их экотоксикологической оценки // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. – 2009. – № 1. – С. 84–93.
5. Почва, город, экология / Под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского: монография. – М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. – 320 с.
6. Розанов Б.Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы. – М.: Академический проект, 2004. – 204 с.
7. Терехова В.А. Биотестирование почв: подходы и проблемы // Почвоведение. – 2011. – № 2. – С. 190–198.
8. Шунелько Е.В., Федорова А.И. Экологическая оценка городских почв и выявления уровня токсичности тяжелых металлов методом биотестирования // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. География и экология. – 2000. – № 4. – С. 77–83.

Рецензенты:

Зиновьев Е.А., д.б.н., профессор кафедры зоологии позвоночных и экологии, Министерство образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь;

Боронникова С.В., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой ботаники и генетики растений, Министерство образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь.