

М. А. Валова, И. З. Каманина

Оценка качества почвогрунтов, используемых для благоустройства г. Дубна

Рассматривается проблема использования искусственных почвогрунтов и биокомпостов для озеленения города Дубна. В исследуемых почвогрунтах были выполнены определения: рН водной и солевой вытяжки; органического углерода по Тюрину содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов (Zn, Cd, Pb, Cu), суммарной токсичности методом биотестирования. Качество почвогрунтов оценивали относительно нормативных показателей, принятых для искусственных почвогрунтов, используемых в г. Москве. На основании полученных результатов рекомендовано использовать получаемый биокомпост только в качестве органического удобрения при создании искусственных почвогрунтов, используемых для озеленения города.

Ключевые слова: почвогрунты, химические анализы, тяжелые металлы, кислотность почвы, органический углерод.

Об авторах

Валова Мария Андреевна — студент 5-го курса кафедры экологии и наук о Земле Государственного университета «Дубна».

Каманина Инна Здиславовна — кандидат биологических наук, заместитель заведующего кафедрой экологии и наук о Земле Государственного университета «Дубна».

В городе Дубна зеленые насаждения представлены лесами, лесопарками и деревьями, кустарниками, газонами и цветниками в пределах городской застройки. Так как город Дубна в части промышленных и селитебных районов располагается на насыпных грунтах, мощность которых колеблется от 0,5 до 7 м, то зеленые насаждения формируются на искусственных почвах и почвогрунтах. Для благоустройства и озеленения города с момента его основания использовались почвогрунты, вывозимые с сельскохозяйственных участков, а также торф с близлежащих окрестностей. В течение последних 5 лет для улучшения качества городских почв газонов и цветников, а также для благоустройства новостроек в Дубне используют компостные смеси, получаемые на Дубненских очистных сооружениях. По своей сути, почвогрунт, составленный с использованием компостных смесей, является основанием будущего почвенного покрова, играющего основную роль в формировании качественных зеленых насаждений.

На территории города Дубна в 2013 г.

были отобраны пробы почвогрунтов, используемых для благоустройства, на улицах Жолио-Кюри и Флотская. В отобранных пробах с улиц Жолио-Кюри и Флотская были выполнены следующие анализы: рН водной и солевой вытяжки; определение органического углерода методом мокрого сжигания по Тюрину; определение содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов, определение суммарной токсичности методом биотестирования. Все определения проводились по стандартным методикам [2; 3; 4; 1].

Для определения валовых форм тяжелых металлов подготовку проб к анализу выполняли способом мокрой минерализации в аналитическом автоклаве. Навеску почвы массой 2 г помещали в реакционную емкость автоклава, равномерно смачивали несколькими каплями дистиллированной воды, добавляли (5—7) см³ концентрированной азотной кислоты и выдерживали при комнатной температуре не менее 30—40 мин. Затем в реакционные емкости добавляли 0,5 см³ концентрированного пероксида водорода и выполняли операции в соответствии с руководством по эксплуатации автоклавного комплекса.

Полученный раствор из реакционной емкости количественно переносили бидистиллированной водой в мерную колбу вместимостью 25 см³ через бумажный фильтр, промытый предварительно горячей бидистиллированной водой. Осадок кремниевой кислоты промывали на фильтре несколькими порциями бидистиллированной водой, после чего содержимое колбы охлаждали до комнатной температуры, доводят до метки и перемешивали. В полученном растворе определяли содержание тяжелых металлов и токсичных элементов методом атомной абсорбции или инверсионной вольтамперметрии.

Извлечение подвижных форм тяжелых металлов проводили ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН — 4,8. Этот экстрагент принят агрохимической службой для извлечения доступных растениям микроэлементов и служит для оценки обеспеченности почв этими элементами. Отношение почвы к

раствору 1:20, время воздействия 1 час при взбалтывании на ротаторе или настаивании в течение суток. Вытяжки фильтровали через сухой складчатый фильтр, по возможности не перенося почву на фильтр. К оставшейся в колбе почве приливали еще 100 см³ ацетатно-аммонийного буфера и экстрагирование повторяли. Повторное фильтрование производили в ту же колбу, перенося на фильтр максимальное количество почвы. Одновременно проводили холостой анализ, включая все его стадии, кроме взятия проб почвы. В полученном фильтрате определяли элементы методом атомной абсорбции или инверсионной вольтамперметрии [8].

Для оценки качества почвогрунтов полученные данные сравнивались с нормативными показателями для искусственных почвогрунтов, используемых в г. Москве.

Результаты химического анализа почвогрунтов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты химического анализа почвогрунтов

	1-я пробная площадка, ул. Жолио-Кюри	2-я пробная площадка ул. Жолио-Кюри	3-я пробная площадка ул. Флотская	4-я пробная площадка ул. Флотская
рН водная	6,15	5,89	4,62	4,46
рН солевая	6,01	5,61	4,58	4,44
С, %	19,2	14,2	23,9	33,9
Валовые формы тяжелых металлов				
Zn мг/кг	513,0	700,00	9,77	57,10
Pb мг/кг	38,3	35,10	1,16	1,64
Cd мг/кг	2,17	1,47	0,10	0,15
Cu мг/кг	76,80	68,50	3,58	2,08
Подвижные формы тяжелых металлов				
Zn мг/кг	185,00	111,00	9,10	24,90
Pb мг/кг	8,20	6,50	1,30	1,02
Cd мг/кг	0,90	0,70	0,10	0,10
Cu мг/кг	3,80	1,50	1,00	1,00

Как видно из табл. 1, почвогрунты 1-й и 2-й пробных площадок на ул. Жолио-Кюри соответствуют нормативным показателям для искусственных почвогрунтов (показатели кислотности для почвогрунтов находятся в диапазоне рН_{KCL} — 5,5—6,0 рН_{H2O} — 6,0—7,1 и биокомпостов: рН_{KCL} — 5,0—6,0 рН_{H2O} — 6,0—7,5). Почвогрунты 3-й и 4-й пробных площадок на ул. Флотская не удовлетворяют соответствующим требованиям, относятся к среднекислым.

Валовое содержание тяжелых металлов в соответствии с постановлением [9] не должно превышать для Zn — 198,0 мг/кг; Pb — 65,0 мг/кг; Cd — 2,0 мг/кг; Cu — 117,0

мг/кг. В исследованных почвогрунтах имеется превышение по Zn на 1-ой пробной площадке в 2,5 раз и 2-ой пробной площадке в 3,5 раза, также имеется небольшое превышение по Cd на 1-й пробной площадке на ул. Жолио-Кюри. Почвогрунты с ул. Флотская 3-й и 4-й пробных площадок соответствуют нормативам.

Следует отметить, что содержание валовых форм тяжелых металлов в исследуемых почвогрунтах не превышает нормативных показателей, принятых для биокомпостов [9].

В соответствии с гигиеническими нормативами (ГН 2.1.7.2041-06) ПДК по-

движных форм тяжелых металлов в почве составляет для Cu — 3,0 мг/кг; Pb — 6,0 мг/кг; Zn — 23,0 мг/кг [7]. В обследованных почвогрунтах имеется превышение по Zn: на 1-й пробной площадке превышение в 8 раз, на 2-й пробной площадке превышение составляет 4,5 раза и незначительное превышение на 4-й площадке на ул. Флотская. Содержание подвижных форм по Pb более чем в 2 раза отмечено в почвогрунтах на ул. Жолио-Кюри. Превышение подвижных форм Cu в почве отмечено на 1-й пробной площадке на ул. Жолио-Кюри.

Содержание органического вещества в соответствии с существующими нормативами составляет 4—15 % для искусственных почвогрунтов и не менее 20 % для биокомпостов. Как показали результаты анализа, почвогрунты 3-й и 4-й пробных площадок с ул. Флотская соответствуют нормативам, а в почвогрунтах 1-й и 2-й пробных площадок с ул. Жолио-Кюри содержание органического вещества ниже нормативных показателей для биокомпостов (табл. 1).

Определение суммарной токсичности методом биотестирования основано на высокой отзывчивости семян редиса на токсические вещества. Расчет ведется путем учета снижения длины корней проростков семян в растворах препаратов вытяжек из анализируемых образцов почвы, сока корневой системы и конечной продукции по сравнению с контролем, выраженное в процентах. В полевых условиях при определении суммарной токсичности контролем должен служить образец, отобранный с варианта опыта без применения химических средств защиты

растений. Для анализа пробу сырого почвенного материала 100 г взвешивали с погрешностью 0,1, пересыпали в колбу 250 см³ и приливали 100 см³ водопроводной воды. Взбалтывали на ротаторе в течение 2,5 ч.

Полученную суспензию отфильтровывали и из нее мерной пипеткой отбирали 4 см³ раствора, которым заливали помещенные в стаканчик семена.

Через сутки семена раскладывали из стаканчика на чашки Петри, на дно которых укладывали три бумажных фильтра, соответствующие размерам чашки, которые смачивали 5 см³ водопроводной воды. Поверхность фильтров тщательно выравнивали.

Когда все семена были перенесены на чашки Петри и равномерно распределены на фильтрах по 50 штук в каждой в четырехкратной повторности для каждого опыта, их помещали в биотермостат при температуре 25 °С на 48 ч. Через двое суток линейкой измеряли общую длину проростков на каждой чашке Петри и учитывали количество непроросших семян на каждой чашке.

Расчет суммарной токсичности в исследуемых образцах проводили по отношению к среднему арифметическому длины проростков, полученному на контрольном варианте, который соответствует 100 %, а результаты на других вариантах сопоставляются с контролем (в %). Разность между установленной процентной величиной и контролем и соответствует в случае угнетения определяемой суммарной токсичности.

Результаты определения суммарной токсичности представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения суммарной токсичности

Номер площадки	Среднее значение длины проростков, мм	Эффект торможения роста, %	Класс опасности, характеристика
1-я пробная площадка, ул. Жолио-Кюри	1,80	12	4, мало токсична
2-я пробная площадка, ул. Жолио-Кюри	1,82	11	4, мало токсична
3-я пробная площадка, ул. Флоткая	1,47	28	3, умеренно токсичная
4-я пробная площадка, ул. Флотская	1,68	18	4, мало токсична
Контроль	2,05	-	-

Как видно из табл. 2, почвогрунты, отобранные с улиц Жолио-Кюри (1), Жолио-Кюри (2), Флотская (4), мало токсичны.

Почвогрунты на ул. Флотская (3) умеренно токсичны. Процент угнетения роста

корней в исследуемых пробах составил от 28 %.

Заключение

Как показали исследования, для озеленения и благоустройства в городе Дубна в 2013—2014 гг. использовались почвогрунты, значительно различающиеся по составу. Почвогрунты на ул. Жолио-Кюри, скорее всего, производились на основе компоста, получаемого на Дубненских очистных сооружениях. Почвогрунты на ул. Флотская в основе содержат кислый верховой торф. Исследованные почвогрунты не соответствуют требованиям, предъявляемым к почвогрунтам, используемым при производстве работ по озеленению и благоустройству городов. Особо следует обратить внимание на превышение как подвижных, так и валовых форм тяжелых металлов. Исследованные почвогрунты могут быть использованы только в качестве биокомпостов, при этом доля их в составе создаваемого почвогрунта не должна превышать 15—20 % от массы. Внесение этих почвогрунтов в качестве биокомпостов требует дополнительных исследований, в частности контроля за состоянием территорий, на которые вносятся эти субстраты. После того, как на участке создан почвогрунт, за ним требуется систематический уход. Количество и периодичность внесения торфа, компоста, песка в почвогрунт определяется требованиями конкретных растений.

Рекомендации

В последнее время рекомендован ряд химических веществ, которые способны инактивировать тяжелые металлы в почве или понизить их токсичность. В некоторых странах предложено применение ионообменных смол, образующих хелатные соединения с тяжелыми металлами. Их применяют в кислотной и солевой формах или в смеси той и другой форм.

Известкование почв уменьшает кислотность и растворимость свинца, кадмия, мышьяка и цинка. Поглощение их растениями резко уменьшается. Кобальт, никель, медь и марганец в нейтральной или слабощелочной среде также не оказывают токсического действия на растения. Дозы внесения извести зависят от ряда условий: от кислотности почвы и ее механического состава, от вида известняковых удобрений,

глубины их заделки и пр. На почвах с повышенной кислотностью известь вносят в более высоких дозах [5; 6].

Оптимизация минерального питания растений путем регулирования состава и доз удобрений также снижает токсическое действие отдельных элементов. Снятие токсичности тяжелых металлов оптимизацией минерального питания должно быть дифференцировано не только с учетом почвенных условий, но и вида и сорта растений [10].

Среди естественных растений и декоративных культур выявлен ряд видов и сортов, устойчивых к загрязнению тяжелыми металлами. Совокупность предохранительных мер и мер по ликвидации загрязнения почв тяжелыми металлами дает возможность защитить почвы и растения от токсического их воздействия.

Библиографический список

1. Артемьева, З. С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы / З.С. Артемьева. — Москва : ГЕОС, 2010. — 240 с.
2. Каманина, И. З. Физика и химия почв : лаб. практикум / И.З. Каманина, И.И. Судницын, С.П. Каплина. — Дубна: Междунар. ун-т природы, общества и человека «Дубна», 2011. — 124 с.
3. Минеев, В. Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Амелянчик. — Москва : Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.
4. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Утв. Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19.12.1984 г. № 4731.
5. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. Утв. Постановлением Госстандарта России № 30-ст от 23.01.2001 г.
6. ГОСТ 27894.5-88. Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. ГОСТ 27894.0-88 Торф и продукты его переработки для сельского хозяйства. Общие требования к методам анализа. Утв. Постановлением Госстандарта СССР № 3771 от 22.11.1988.
7. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве».
8. ПНД Ф 16.1:2:2:3.48-06 «Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кад-

мия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА».

9. Постановление Правительства Москвы № 514-ПП от 27 июля 2004 г. «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве».

10. Постановление Правительства Москвы № 602-ПП от 31 августа 2004 г. «О городских почвах».

*Поступила в редакцию
22.12.15*