

устойчивости. На заключительном этапе исследований на основе совмещения картографических изображений, содержащих информацию о геоэкологической обстановке, комфортности среды и геоэкологическом потенциале локальных ПТС, проводится оценка геоэкологических условий территории города с выделением соответствующих им классов (*неблагоприятные, относительно неблагоприятные, относительно благоприятные, благоприятные и весьма благоприятные*) и существующих *геоэкологических ограничений – группы природно-техногенных факторов, выводящих ПТС из устойчивого состояния вследствие качественно-количественных изменений свойств их литогенной основы, геофизических параметров среды, химического состава депонирующих компонентов и т. д., т. е. являющихся ограничениями для проживания населения и хозяйственного освоения урбанизированной территории, а также потенциального риска влияния на здоровье населения факторов среды обитания.* Создается итоговая схематическая карта геоэкологических условий города.

В заключение отметим, что проведенная по данной методике оценка геоэкологических условий территории Витебска показала следующее: порядка 76 % его площади занимают территории локальных ПТС с относительно благоприятными (около 52 %), благоприятными (16 %) и весьма благоприятными (8 %) геоэкологическими условиями; относительно неблагоприятные условия отмечаются на 23 % площади города, около 1 % занимают территории локальных ПТС с неблагоприятными геоэкологическими условиями.

УДК 502/504

С. В. ГАЛЬЧЕНКО, А. С. ЧЕРДАКОВА, А. В. ПОПОВА

Россия, Рязань, РГУ имени С. А. Есенина

E-mail: cerdakova@yandex.ru

ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕМЕДИАТОРЫ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Методы биоремедиации, основанные на использовании способности различных живых организмов к очищению загрязненных вод, почв и атмосферного воздуха, находят все большую популярность в природо-охранной и природовосстановительной деятельности. Один из них, основанный на способности зеленых растений активно поглощать

из почвы различные загрязнители и накапливать их в своих органах, называют фиторемедиацией.

В современной научной как зарубежной, так и отечественной литературе отражается достаточно обширный материал о способности различных сельскохозяйственных и дикорастущих видов растений к поглощению и аккумуляции в своих органах токсикантов, в том числе и таких опасных, как тяжелые металлы (далее – ТМ) [1; 2]. Городские почвы характеризуются более высоким уровнем загрязнения, и поэтому весьма актуально стоит задача эффективного «извлечения» из нее токсичных веществ. В данном аспекте фиторемедиация представляется достаточно перспективным методом восстановления загрязненных почв: необходимо высеять на загрязненных территориях растения-аккумуляторы, а в конце вегетационного сезона удалить «урожай» вместе с накопленными токсикантами.

В практике благоустройства и озеленения городов широко применяются различные декоративные цветочные культуры. По нашему мнению, они могут выполнять не только декоративно-эстетические, но и экологические функции, выступая в качестве природных восстановителей загрязненных городских почв. Однако в настоящее время в зарубежной и отечественной научной литературе практически отсутствуют результаты исследований по оценке ремедиационного потенциала именно декоративных цветочных растений, а акцент делается или на сельскохозяйственных культурах, или на рудеральных видах [1; 2].

В этой связи целью наших исследований являлась оценка способности различных декоративных цветочных культур, используемых для озеленения урбанизированных территорий, к биологическому поглощению тяжелых металлов из почвы, что будет способствовать ее ремедиации и созданию комфортной среды для городских жителей.

Исследования были проведены на территории г. Рязани – крупного промышленного центра европейской части Российской Федерации. Образцы почвы отбирались в различных функциональных зонах города с неодинаковой антропогенной нагрузкой (промышленная, транспортная, селитебная, рекреационная). Отбор почвенных образцов осуществлялся методом конверта в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58595-2019 «Почвы. Отбор проб» [3]. Параллельно с тех же площадок были отобраны пробы декоративных цветочных растений, наиболее часто используемых для озеленения городов: тюльпаны (*Tulipa*), бархатцы (*Tagetes*), амарант (*Amaranthus*) и цинерария (*Cineraria*). Во всех образцах почвы и фитомассы атомно-адсорбционным методом определялось валовое содержание ТМ, а именно свинца, меди, цинка и кадмия, которые

выступают одними из наиболее распространенных загрязнителей городских почв.

Критерием оценки ремедиационных свойств анализируемых культурных растений выступал коэффициент биологического поглощения (A_x) тяжелых металлов фитомассой, расчет и интерпретация которого осуществлялись по формуле и шкале, предложенной А. И. Перельманом [4].

Анализ почвенных образцов позволил установить, что концентрации исследуемых ТМ во всех зонах г. Рязани не превышают предельно допустимых концентраций [5], но содержание большинства ТМ, за исключением меди, выше средних региональных значений. В почве промышленной и селитебной зон города отмечалось повышенное накопление ТМ. Высокое содержание ТМ в промышленной зоне ожидаемо и вполне объяснимо, но ситуация в селитебной зоне может вызвать удивление. По нашему мнению, это связано главным образом с влиянием на экологическое состояние почв внутри жилых кварталов частного автотранспорта, который именно во дворах часто используется в режиме «холостого хода», что повышает выброс отработанных газов и способствует загрязнению всех компонентов окружающей среды их ингредиентами. Транспортная зона, которая, казалось бы, в связи с увеличением темпов роста автомобилизации городов, наряду с промышленной должна характеризоваться значительными концентрациями ТМ, тем не менее, несущественно отличается от рекреационной. Данное обстоятельство объясняется, возможно, тем фактом, что вдоль основных транспортных магистралей в последние годы часто происходит формирование газонов одновременно с заменой верхнего городского почвенного слоя на новый незагрязненный. Внутри промышленной и селитебной зон города данные мероприятия практически не проводятся, что и приводит к более значительному накоплению в верхнем почвенном слое загрязнителей.

Исследуемые цветочные культуры, используемые для озеленения территории, избирательны в поглощении и накоплении ТМ (рисунок).

В отношении практически всех исследуемых декоративных культур прослеживается отчетливая тенденция поглощения ими из почвы и накопления в своих органах преимущественно цинка и меди. Значения коэффициентов биологического поглощения (A_x) свинца и кадмия значительно ниже. Исключение составляет лишь амарант (*Amaranthus*). Данная культура, помимо цинка, активно накапливает и свинец – высокотоксичный металл, приоритетный загрязнитель почвы большинства современных городов.

Отмеченные закономерности обусловлены в первую очередь концентрацией ТМ в почве, а также их свойствами и ролью в метаболизме растительного организма. Известно, что при низком уровне загрязнения

почвы ТМ их поглощение растениями осуществляется по активному (метаболическому) механизму, при котором в растения поступают в первую очередь физиологически важные эссенциальные микроэлементы. Среди них медь и цинк участвуют в биосинтезе ферментов, витаминов, ростовых веществ и т. д. Интенсивность процессов поглощения и накопления токсичных металлов, таких как свинец и кадмий, не играющих существенной роли в метаболизме, по указанному механизму крайне низка. При высоких концентрациях ТМ основную роль играет пассивный (неметаболический) механизм поглощения. Данный тип неселективен, неспецифичен и осуществляется путем пассивной диффузии ионов металлов по градиенту концентрации.

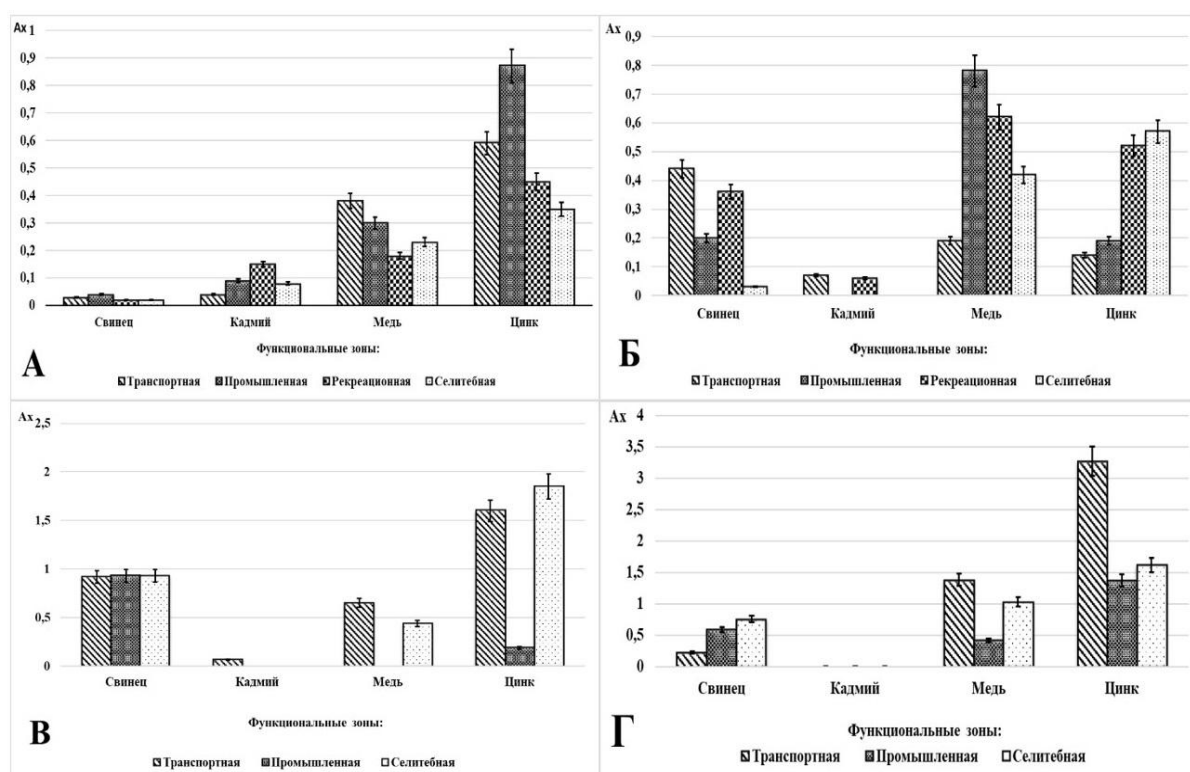


Рисунок – Коэффициент биологического поглощения (A_x) тяжелых металлов различными декоративными цветочными растениями: А – тюльпанами (*Tulipa*), Б – бархатцами (*Tagetes*), В – амарантом (*Amaranthus*), Г – цинерарией (*Cineraria*)

Как установлено, содержание ТМ во всех обследованных нами функциональных зонах города не превышает предельно допустимых значений. Соответственно, у выращиваемых на их территории декоративных цветочных культур преобладает метаболический тип поглощения

ТМ с преимущественным накоплением цинка и меди, тогда как свинец и кадмий поступают в крайне малых количествах. Однако закономерности накопления ТМ данными культурами при выращивании на загрязненных почвах могут быть иными, что крайне важно для оценки их ремедиационных свойств и требует проведения дальнейших экспериментальных исследований в данном направлении.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что наибольшей способностью к накоплению ТМ в своих органах среди анализируемых декоративных цветочных культур обладают амарант (*Amaranthus*) и бархатцы (*Tagetes*), которые могут быть рекомендованы к использованию в качестве фиторемедиаторов городских почв, загрязненных ТМ в невысоких концентрациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копцик, Г. Н. Проблемы и перспективы фиторемедиации почв, загрязненных тяжелыми металлами (обзор литературы) / Г. Н. Копцик // Почвоведение. – 2014. – № 9. – С. 1113–1130.
2. Phytoremediation: Biotechnological Strategies for Promoting Invigorating Environs. – Amsterdam : Elsevier Science, 2021. – 538 p.
3. Почвы. Отбор проб : ГОСТ Р 58595-2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 8 с.
4. Перельман, А. И. Геохимия : учеб. для геол. специальностей вузов / А. И. Перельман. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1989. – 528 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс : информ.-поисковая система. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/. – Дата доступа: 17.08.2023.

УДК 551.55(476-14)

А. В. ГРЕЧАНИК

Беларусь, Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина
E-mail: Hrachanika@tut.by

ВЛИЯНИЕ БОЛЬШИХ ГОРОДОВ НА ПОКАЗАНИЯ СКОРОСТИ ВЕТРА НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ

Введение. Ветер является основной климатической характеристикой, которая широко используется при решении ряда инженерных, экологических, медицинских и других задач. Поэтому объективная оценка