

УДК 504.75

ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ КАК ФИТОИНДИКАТОРЫ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБОСРЕДЫ

Прохорова Н.В., Макарова Ю.В.

Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С.П. Королёва, e-mail: natali.prokhorova.55@mail.ru

Одной из важнейших экологических проблем современности является прогрессирующее загрязнение природных сред урбанизированных территорий тяжелыми металлами, которые характеризуются высокой токсичностью и способностью накапливаться в организмах растений и животных. В ходе многолетних исследований была показана информативность и практическая эффективность фитоиндикационного использования древесных растений, широко представленных в системе озеленения городов Самарской области, для целей эколого-биогеохимического мониторинга полиметаллического загрязнения городской среды. В качестве основной технологии фитоиндикации была использована гистохимическая дитизоновая методика суммарного выявления металлов в растительных тканях.

Эксперименты с годичными побегами древесных растений показали техническую простоту и экспрессность гистохимического анализа, его высокую информативность и возможность использования во все сезоны года. Гистохимический анализ позволяет оперативно получать научно обоснованные и достоверные данные о степени загрязнения воздушной и почвенной среды городов тяжелыми металлами. Он расширяет возможности понимания биогеохимических взаимодействий в урбоэкосистемах, позволяет правильно интерпретировать аналитические данные с позиций биохимии и физиологии растений, помогает раскрывать механизмы аккумуляции и обезвреживания токсикантов в растительных тканях. Данные гистохимического анализа аккумуляции металлов в годичных побегах древесных растений успешно использованы для фитоиндикации и экологического зонирования урбанизированных территорий в Самарской области.

Сама методика гистохимического выявления тяжелых металлов в растительных тканях на основе дитизона была предложена И.В. Серегиним и В.Б. Ивановым (1997) для модельных лабораторных экспериментов. Мы адаптировали данную методику для полевых эколого-биогеохимических исследований. Этот метод отличается простотой исполнения и низкими временными затратами, он не требует дорогостоящих реактивов и оборудования. Дитизон реагирует с достаточно широким спектром ионов металлов (Cd, Hg, Mn, Mo, Zn, Pb, Co, Fe, Ni, Cu, Pb и др.), образуя при этом нерастворимые в воде соли дитизонаты, окрашенные в разные оттенки красного цвета, что легко визуализируется на поперечных срезах годичных побегов при микроскопировании. Данная методика не является строго количественной и специфичной, что может показаться серьезным ограничением для ее использования, но в экологических исследованиях часто возникает необходимость комплексной оценки накопления поллютантов организмами-индикаторами. В частности, известно, что загрязнение городской среды всегда имеет полиметаллический характер, поэтому особенности аккумуляции тяжелых металлов растениями будут отражением этой специфики.

Гистохимическая реакция наглядно проявляется на прижизненных срезах годичных побегов того или иного вида древесных растений и позволяет с высокой степенью достоверности выявить, в каких растительных тканях, в каких структурах

этих тканей концентрируются тяжелые металлы. Окрашивание уже заметно при концентрации ионов 10^{-5} М. По интенсивности окраски на уровне «больше – меньше», или с использованием балльной шкалы в скрининговом режиме выявляется и примерный количественный диапазон суммарного накопления металлов.

В ходе экологического мониторинга урбоэкосистем такие данные имеют большую значимость, поскольку выявляют наличие избытка тяжелых металлов в природной среде, а также достаточно однозначно показывают, из каких ее компонентов металлы поступают в растения: адсорбция кутикулой, перидермой, аккумуляция в первичной коре, во флоэме указывают на атмосферный источник, накопление в структурах ксилемы – на почву.

Объектами фитоиндикационных исследований служили годовые побеги липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.), березы повислой (*Betula pendula* Roth), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), ивы белой (*Salix alba* L.), ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata* Borzh.) и клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), произрастающих в разных функциональных зонах городов региона и на фоновых участках. Поперечные срезы свежих годовых побегов делали с помощью опасной бритвы. Дитизоновый реактив готовили по предложенной методике: навеску дитизона 3 мг растворяли в 6 мл ацетона, добавляли 2 мл дистиллированной воды и 1-2 капли ледяной уксусной кислоты. Всегда использовали только свежий реактив. Обработанные дитизоновым реактивом срезы микроскопировали, визуально выявляя интенсивность окраски и локализацию тяжелых металлов в тканях побегов. Интенсивность окраски выражали в 4-балльной системе: 0 – нет окрашивания (отсутствие значимого накопления металлов), 1 – слабое окрашивание (слабый уровень загрязнения), 2 – средняя степень окрашивания (средний уровень загрязнения), 3 – сильное окрашивание (сильное загрязнение). Шкала может быть и более дробной.

При достаточной густоте точек отбора растительных образцов (годовых побегов) в разных функциональных зонах города результаты гистохимического анализа могут служить основой для эколого-геохимического зонирования городской территории с использованием геоинформационных систем (ГИС). В частности, для такого зонирования г. Самары использовали данные о суммарном накоплении тяжелых металлов в перидерме, флоэме и ксилеме годовых побегов древесных растений.

Проведенные исследования показали, что все изученные нами виды древесных растений дают сходную реакцию на дитизон, но с вполне определенной видоспецифичностью ее проявления, что расширяет возможности выбора фитоиндикатора. Важной особенностью предлагаемой фитоиндикационной методики является ее всесезонность, позволяющая оценивать годовую динамику полиметаллического загрязнения городской среды.

Таким образом, гистохимическая дитизоновая методика и древесные растения из городской системы озеленения дают возможность выявлять уровень суммарного накопления тяжелых металлов в определенных растительных тканях по интенсивности и цветности их окраски. Накопление и распределение тяжелых металлов в растительных тканях достоверно коррелирует с уровнем техногенного загрязнения урбосреды.

С возрастанием степени техногенной нагрузки увеличивается содержание металлов в тканях годовых побегов и изменяется характер их распределения. Предлагаемый метод фитоиндикации позволяет выявить источники поступления металлов в растения (воздух или почва) и на основе этих данных оценить степень полиметаллического загрязнения атмосферного воздуха и почвы в разных функциональных зонах города в разные сезоны года.

Проведенные исследования наглядно показали фитоиндикационные возможности древесных растений, наиболее распространенных в системе городского озеленения, и перспективность гистохимического дитизонового метода для скрининг-анализа в экологическом мониторинге полиметаллического загрязнения урбоэкосистем.

УДК 574.001.4:58

НАУЧНОЕ, ПРИКЛАДНОЕ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ СОЗДАНИЯ БОТАНИЧЕСКОГО САДА В ГОРОДЕ АСТАНЕ

Ситпаева Г.Т., Чекалиш С.В.

РГП «Институт ботаники и фитоинтродукции» КН МОН РК,
e-mail: botanyphyto@mail.ru

Летом 2018 года состоялось открытие государственного ботанического сада в городе Астане. Этот ботанический сад создан по инициативе Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева. В его проектировании и строительстве приняли участие как государственные учреждения Республики (Акимат города Астаны и подведомственный ему «Зеленстрой», Институт ботаники и фитоинтродукции Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан), так и предприятия частного бизнеса, общественные фонды и зарубежные специалисты. По нашим данным, ботанический сад в городе Астане пока является единственным открытым на территориях СНГ в XXI столетии.

Необходимость создания ботанического сада в Астане аргументировалась потребностью города в научных разработках по эффективному и качественному зеленому строительству, в базе элитного семенного и вегетативного репродукционного материала для развития питомнического хозяйства в регионе, а также необходимостью в столице Казахстана ботанического сада как имиджного научно-просветительского и туристического объекта. Институтом ботаники и фитоинтродукции на основе законодательства РК и мирового опыта деятельности ботанических садов разработано естественно-научное обоснование и Концепция развития Ботанического сада.

Основными направлениями деятельности БС станут: научная, природоохранная, учебно-образовательная и культурно-просветительская. Астанинский Ботанический сад должен стать полигоном испытания и демонстрации «зеленых технологий», технологий сохранения генетического фонда растений, современных агротехнологий, технологий обучения и «масс-медиа».

В ближайшей перспективе в соответствии с мировыми трендами будут созданы Гербарный фонд и Банк семян природной флоры Казахстана. Наш Институт готов передать часть этих коллекций, более 100 тыс. образцов гербарного фонда и около 3 тыс. образцов семян.

Главными направлениями исследований станут:

- интродукция и селекция;
- природная флора Северного и Центрального Казахстана (инвентаризация, таксономические исследования, генотипирование);
- сохранение разнообразия с использованием всех форм и методов: коллекции живых растений открытого и закрытого грунта, коллекции растений *in vitro*; разработка технологий долговременного хранения семян в разных условиях;
- разработка технологий сохранения и рационального использования растительных ресурсов Северного и Центрального Казахстана,