

УДК 502/504.53.062.4

**А. П. КОЛБАС<sup>1,2</sup>, Н. Ю. КОЛБАС<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup>Беларусь, Брест, Полесский аграрно-экологический институт  
НАН Беларуси

<sup>2</sup>Беларусь, Минск, Институт природопользования НАН Беларуси

<sup>3</sup>Беларусь, Минск, Центральный ботанический сад НАН Беларуси  
E-mail: kolbas77@mail.ru

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ, ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОРЕМЕДИАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ**

Химическое загрязнение земель является одной из наиболее острых экологических проблем современности. Среди широкого перечня экотоксикантов наибольшую опасность представляют соединения, содержащие тяжелые металлы (далее – ТМ), а также нефтепродукты, пестициды, нитраты, сульфаты и иные поллютанты. Вследствие нарушения биогеохимических циклов, они накапливаются в почве, воде, биоте и далее по пищевым цепям могут поступать в организм человека, что приводит к истощению адаптационных и компенсаторных механизмов, возникновению различных заболеваний и патологических состояний.

Проблема химического загрязнения характерна главным образом для ареалов воздействия промышленных предприятий (в особенности электротехнической отрасли), полигонов хранения (захоронения) отходов, депонирования осадков сточных вод и твердых коммунальных отходов (далее – ТКО), приусадебных участков в черте городских населенных пунктов [1], придорожных территорий, прилегающих к крупным железнодорожным и автомобильным магистралям, отдельных участков сельскохозяйственных земель. Это значительно снижает экологическую ценность данных территорий и ограничивает использование их в хозяйственной деятельности.

Природные и аграрные ландшафты юго-запада республики также испытывают влияние ТМ и иных загрязнителей, поступающих от техногенных источников, что создает опасность включения токсикантов в пищевые цепи и ограничивает возможности получения высококачественной растениеводческой и животноводческой продукции. Данный субрегион Беларуси отличается развитой транспортной инфраструктурой, интенсивными формами ведения аграрного производства, сравнительно высоким промышленным потенциалом и, как следствие, наличием загрязненных территорий [2]. Кроме того, данная территория находится

под влиянием трансграничного воздушного переноса загрязняющих веществ – в общем объеме выпадений отдельных веществ (сера, окисленный азот, свинец, кадмий, ртуть) доля трансграничного переноса достигает здесь 70–90 % [3]. Все эти факторы обуславливают актуальные и потенциальные риски загрязнения почв, вод и биологических объектов ТМ, снижает их экологическую ценность и ограничивает использование данных территорий и земель в хозяйственной деятельности.

Для решения подобного рода проблем в последние десятилетия в мире широко используются биосферносовместимые биоремедиационные стратегии. Такие стратегии недорогие, не инвазивные, способствуют полному восстановлению свойств и функций почв за приемлемый промежуток времени [4].

Целью данной работы является предварительная оценка территорий разного хозяйственного предназначения на предмет повышенного содержания ТМ и возможности последующего применения биоремедиационных технологий

При подборе потенциальных участков мы руководствовались следующими критериями: 1) уровень загрязнения ТМ, равномерность его распределения и экологические риски, 2) доступ к коммуникациям; 3) возможность проведения биоремедиационных мероприятий в течение 3–5 лет. Анализ доступной информации и предварительные исследования показали, что для реализации стратегий биоремедиации почв с полиэлементным загрязнением в Брестском регионе перспективны следующие территории:

1. Промышленные предприятия по переработке аккумуляторных батарей и хранению отходов производства: ООО «Белинвестторг-Сплав» (г. Белоозерск); территория хранения отходов данного предприятия (пос. Зеленый Бор Ивацевичского района), а также прилегающие территории, попадающие в ареалы техногенного воздействия.

2. Полигоны депонирования остатков фильтрации сточных вод КУПП «Водоканал».

3. Полигоны ТКО.

4. Приусадебные участки в черте крупных населенных пунктов.

5. Придорожные территории, прилегающие к крупным железно-дорожным и автомобильным магистралям.

6. Земли сельскохозяйственного использования.

Первоначально было отобрано 17 потенциальных участков, а также два техногенных субстрата (зола свинцовая, остатки фильтрации сточных вод), способствующих полиэлементному загрязнению почв. Для определения экологических рисков загрязненных почв, субстратов и их вытяжек анализировали следующие показатели: валовое содержание ТМ,

содержание подвижных форм ТМ, содержание ТМ в почвенных лизиметрических вытяжках, агрохимические параметры (рН, содержание гумуса, азота, фосфора, калия), флюоресценция и люминесценция вытяжек, биотестирование (структурные и функциональные параметры растений).

Для более полной и точной картины загрязнения урбанизированных территорий эколого-геохимическую оценку следует проводить не только по санитарно-гигиеническим нормативам, но и с учетом региональных и субрегиональных особенностей. С этой целью анализировались коэффициенты аномальности (Ка – как отношение к фоновому содержанию) [5] и суммарные показатели загрязнения почв (Zc).

Анализ валового содержания ТМ в субстратах относительно ПДК показал, что максимальные превышения характерны по большинству анализируемых ТМ для золы свинцовой (более 1000 ПДК по Pb и Cd) и твердых остатков фильтрации с полей депонирования (более 100 ПДК по меди и цинку), что позволяет отнести их к весьма опасным субстратам. В почвах превышения ПДК выявлены на промышленных площадках «Белинвестторг-Сплав» (Pb-7,55; Cd-2,98 Ni- 2,1 ПДК), некоторых приусадебных участках в г. Бресте (Zn-6,6; Pb-1,7 ПДК) и придорожных территориях Западного обхода (Zn-3,3 ПДК).

Анализ коэффициента аномальности (Ка) по отдельным элементам показал значительное превышение фоновых значений у большинства ТМ на предварительно отобранных участках (87 % образцов), что подтверждает полиэлементный характер их загрязнения. В целом для всех исследованных промышленных участков характерно значительное превышение по большинству анализируемых ТМ (преобладают Pb, Ni, Cu, исключение Mn), а в городской черте характерна тенденция к накоплению Zn, Cu, Pb. Причем в токсичных техногенных субстратах различного происхождения выявлена специализация по ТМ в порядке убывания Ка для золы свинцовой (Pb > Cd > Cu), для остатков фильтрации сточных вод (Cu > Ni > Zn). Также на городских стационарах было отмечено, что содержание марганца зачастую ниже фонового.

К участкам с низкой степенью загрязнения, которые можно использовать в качестве условно чистого контроля, относятся лесные почвы ООПТ (Zc = 1,8), ПТ-1 придорожные зеленые насаждения дорог регионального значения (Zc = 2,61), приусадебные участки вне зоны действия транспортных эмиссий (Zc = 1,64).

Почвогрунты, отобранные на полигоне ТКО, также отличаются низким содержанием ТМ (Zc < 5), вследствие значительной мощности (80–100 см) рекультивационного песчаного слоя, а также высокой пространственной пестроты распределения из-за повторного несанкциони-

рованного внесения твердых отходов, что значительно затрудняет применение биоремедиационных мероприятий на данной территории. Для хранения и визуализации полученных результатов был создан первоначальный вариант информационно-аналитической базы данных и веб-приложения.

Таким образом, в Брестском районе были выявлены территории с полиэлементным загрязнением, соответствующие предлагаемым критериям, которые характеризуются не только разным происхождением контаминантов, но и различным уровнем их содержания. Были исследованы показатели экологических рисков и дана первоначальная геоэкологическая оценка территорий различного хозяйственного назначения с повышенным содержанием ТМ. Большинство исследованных участков потенциально пригодны для проведения долговременных биоремедиационных мероприятий.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городская среда: геоэкологические аспекты : монография / В. С. Хомич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 301 с.
2. Полиэлементное загрязнение лесных почв в условиях их аэротехногенного загрязнения свинецсодержащими отходами / Н. В. Михальчук [и др.]. // Вестн. Фонда фундам. исслед. – 2022. – № 3. – С. 55–61.
3. Оценки уровней загрязнения свинцом территории Беларуси с высоким пространственным разрешением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.msceast.org/reports/4\\_2016\\_russ.pdf](https://www.msceast.org/reports/4_2016_russ.pdf). – Дата доступа: 25.08.2023.
4. Kolbas, A. Bioremediation of metal contaminated soils using phytoextraction strategies and biomass production / A. Kolbas, M. Mench, N. Kolbas // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф., приуроч. к 1000-летию г. Бреста, Брест, 12–14 сент. 2019 г. : в 2 ч. / Брест : БрГУ, 2019. – Ч. 1. – С. 13–16.
5. Геохимическая оценка загрязнения тяжелыми металлами почв и огородных культур в урболандшафтах г. Бреста и разработка рекомендаций по снижению соответствующих рисков : отчет о НИР (промежуточ.) / Полес. аграр.-экол. ин-т НАН Беларуси ; рук. Н. В. Михальчук. – Брест, 2017. – 15 с. – № X17Б-002.