

загрязнителей. Комплексное использование этих методов позволит не только выявлять текущий уровень загрязнения, но и своевременно принимать меры для минимизации негативного воздействия на экосистемы и здоровье населения.

Литература:

1. Водяницкий, Ю. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами / Ю. Н. Водяницкий, Д. В. Ладонин, А. Т. Савичев ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. – Москва : Типография Россельхозакадемии, 2012. – 304 с.
2. Землянкина, А. С. Комплексный подход к элементному анализу пробы с неизвестным составом / А. С. Землянкина, Д. А. Коркина, И. Л. Гринштейн // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – № 11. – С. 44–47.
3. Alloway, B. J. Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability / B. J. Alloway. – UK : Springer, 2020. – 597 p.

УДК 332.368

ПРОБЛЕМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ГОРОДА МИНСКА ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Степанюк М.А., магистрант

Научный руководитель Цыганова А.А.

Белорусский национальный технический университет, Беларусь

В данной статье рассматривается проблема загрязнения почв тяжелыми металлами как одна из ключевых экологических угроз современного общества. Проанализированы основные источники поступления тяжелых металлов в почвы города Минска и их негативное влияние на экосистемы. Предлагаются меры по снижению уровня загрязнения.

Ключевые слова: загрязнение почв, тяжелые металлы, металлоиды, антропогенная нагрузка, мониторинг почв, источники загрязнения территории.

Современное общество сталкивается с различными экологическими угрозами, среди которых загрязнение почв тяжелыми металлами занимает одно из ведущих мест. Увеличение антропогенной нагрузки на городские территории приводит к накоплению токсичных элементов, что в свою очередь негативно влияет на здоровье населения и состояние экосистем. Эффективное определение концентрации тяжелых металлов в почвах является важной задачей для обеспечения экологической безопасности и устойчивого развития городов. На сегодняшний день исследователи всё чаще проводят совместное изучение тяжелых металлов и металлоидов в почвах, объединяя их в одну группу, которая охватывает 58 химических элементов периодической системы Д.И. Менделеева с атомной массой свыше 50. Наиболее распространенными тяжелыми металлами являются: Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, Sn, V, Cr, Mo, Mn, Ni, а из металлоидов

относят такие элементы, как As, F, Sb, Bi, Ge, Po и др. Следует отметить, что металлоидами называют элементы, обладающие некоторыми свойствами, характерными для металлов и некоторыми свойствами, характерными для неметаллов [1]. Эти химические элементы являются приоритетными загрязняющими веществами, наблюдения за которыми обязательны во всех средах из-за их высокой токсичности для живых организмов в относительно низких концентрациях и способности к биоаккумуляции [2].

К основным источникам загрязнения почв опасными тяжелыми элементами: 1) аэральные выпадения из стационарных источников и средств передвижения; 2) гидрогенное загрязнение от поступления промышленных сточных вод в водоемы; 3) осадки сточных вод; 4) отвалы золы, шлака, руд, шламов и т.п.; 5) разливы нефти и солевых растворов в местах нефтедобычи [3].

Для города Минска такими источниками поступления тяжёлых металлов в почвы являются:

1. Промышленные предприятия. Минск является крупным промышленным центром, где расположены предприятия машиностроения, химической, металлургической и других отраслей. Выбросы этих предприятий содержат значительное количество тяжёлых металлов, которые оседают на почву.

2. Автомобильный транспорт. Выхлопные газы автомобилей, особенно работающих на низкокачественном топливе, содержат свинец, кадмий и другие металлы. Дорожная пыль и частицы шин также вносят свой вклад в загрязнение почв.

3. Коммунальные отходы. Неправильная утилизация бытовых и промышленных отходов, включая батарейки, электронику и другие изделия, содержащие тяжёлые металлы, приводит к их накоплению в почвах.

4. Применение удобрений и пестицидов. Фосфорные удобрения часто содержат тяжелые металлы, такие как кадмий и свинец, а Некоторые пестициды могут содержать тяжелые металлы, которые накапливаются в почве.

5. Строительная деятельность. Использование строительных материалов, содержащих тяжёлые металлы, а также пыль и отходы строительства способствуют загрязнению почв.

Исследования [4], [5] почв города Минска показывают, что концентрации тяжёлых металлов в некоторых районах города превышают допустимые нормы, а также приведённые данные в работе [4] демонстрируют как выбор пробоподготовки влияет на количественные показатели уровня тяжёлых металлов в почвах городских территорий. Исходя из представленных данных, в почвах города Минска уровень содержания кадмия составляет от 0,01 до 2,7 мг/кг, что сопоставимо с показателями десятилетней давности. Среднее содержание в большинстве территорий города не превышает 0,5 мг/кг, однако в

трёх точках ((пр-т Партизанский (микрорайон Шабаны) и ул. Ваупшасова, ул. Радиальная (около станции метро Автозаводская)) наблюдается 4–5-кратное превышение предельно допустимой концентрации (ПДК). Загрязнение кадмием связано с деятельностью автомобильного и тракторного заводов. Содержание свинца варьируется от 9 до 236 мг/кг, что значительно выше, чем в 2000-х годах, и обусловлено выбросами автотранспорта и техногенными отложениями. Особенно высокие значения отмечены в микрорайоне Слепянка, где в каждой третьей точке превышение ПДК. Среднее содержание цинка колеблется от 24 до 648 мг/кг, большая часть территории превышает ПДК, наибольшее загрязнение зафиксировано на ул. Ваупшасова. Зафиксированы также высокие уровни меди (от 5 до 182 мг/кг) и никеля (от 11 до 235 мг/кг), что ставит их в один ряд с опасными загрязнителями. Что касается хрома, его содержание меняется от 17 до 538 мг/кг, с превышением в нескольких точках. Замечена дифференциация содержания тяжелых металлов в зависимости от типа почвы, с тенденцией к снижению концентраций в более тяжелых почвах. Кислотность почвы практически не влияет на содержание металлов, и в лесных почвах она выше, чем в среднем по городу [5].

Загрязнение почвы токсичными металлами приводит к снижению доступности ресурсов обрабатываемых земель, снижению урожайности, загрязнению сельскохозяйственной продукции и негативным последствиям для безопасности пищевых продуктов и здоровья человека, что, в свою очередь, влияет на социальную и экономическую устойчивость, если не решать эту проблему должным образом. Длительное воздействие даже низких концентраций тяжёлых металлов может вызывать хронические заболевания, включая нарушения работы нервной системы, почек и печени. Присутствие тяжелых металлов в почве может в первую очередь мешать таким важным процессам, как расщепление органического вещества почвы и изменение азотного цикла, нитрификации и денитрификации, тем самым снижая общую доступность питательных веществ в почве и разлагая загрязняющие вещества.

Для снижения уровня загрязнения почв тяжёлыми металлами в городе Минске необходимо более активно реализовывать базовый комплекс мероприятий:

- внедрение современных технологий очистки выбросов на предприятиях и переход на экологически чистые производственные процессы;
- стимулирование использования электромобилей, улучшение качества топлива и развитие общественного транспорта;
- применение методов фиторемедиации (использование растений для очистки почв) и химической ремедиации для восстановления загрязнённых территорий;
- соблюдение системы утилизации отходов и её совершенствование, которая включает: раздельный сбор и переработка отходов, обеззараживание и очистка

сточных вод, содержащих тяжёлые металлы, а также повышение экологической грамотности населения;

- использование более безопасных удобрений и пестицидов, что поможет снизить попадание тяжелых металлов в почву;
- регулярный мониторинг почвенного покрова промышленных зон на соответствие допустимым уровням тяжёлых металлов и проведение восстановительных работ на загрязнённых территориях.

Таким образом, загрязнение почв города Минска тяжёлыми металлами представляет серьёзную угрозу для экосистем и здоровья населения. Наиболее высокие уровни загрязнения наблюдаются вблизи промышленных зон, крупных автомагистралей и районов с интенсивной антропогенной нагрузкой. Решение этой проблемы требует комплексного подхода, включающего как технические и технологические меры, так и активное участие государственных органов, предприятий и граждан. Только совместные усилия позволят сохранить почвенные ресурсы города и обеспечить устойчивое развитие Минска как экологически безопасного мегаполиса.

Литература:

1. Васильев, А.А. Тяжелые металлы в почвах города Чусового: оценка и диагностика загрязнения : монография. / А.А. Васильев, А.Н. Чащин, М-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА. – Пермь: ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. – 197с.

2. Илларионова Е.А. Химико-токсикологический анализ тяжелых металлов: учебное пособие / Е.А. Илларионова, И.П. Сыроватский; ГФБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, кафедра фармацевтической и токсикологической химии. – Иркутск : ИГМУ, 2016 – 58 с.

3. Водяницкий, Ю. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами / Ю. Н. Водяницкий, Д. В. Ладонин, А. Т. Савичев ; Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - Москва : Типография Россельхозакадемии, 2012. - 304 с.

4. Позняк, С.С. Эффективность использования методов экстрагирования химических элементов в раствор при пробоподготовке образцов почвы / С.С. Позняк, М.А. Степанюк // Журн. Белорус. гос. ун-та. Экология. 2024. №1. – С. 58-69.

5. Клебанович Н. В. Загрязнение почв г. Минска тяжелыми металлами / Клебанович Н. В., Ерьсько М. А. // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 26–28 окт. 2023 г. : в 2 ч. / Ин-т природо-пользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 2. С. 249-252.