

## ЭКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ: АНАЛИЗ ОТДЕЛЬНЫХ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Лях А.В., Головина А.О., Питрюк А.В.

Московский политехнический университет, г. Москва, Российская Федерация

**Аннотация.** В связи с активным развитием промышленности и сельскохозяйственной деятельности, всё больше территорий Российской Федерации подвержены загрязнениям пестицидами и тяжелыми металлами. В данной статье особое внимание уделено эколого-токсикологическим характеристикам почв двух регионов: Московской области, почвы которой значительно загрязнены тяжелыми металлами в результате деятельности промышленных объектов и Краснодарского края с высокой сельскохозяйственной нагрузкой, которые исследованы на предмет загрязнения пестицидами. Проанализированы не только физико-химические изменения покрова почв, но и последствия, негативно влияющие на экосистемы. Рассмотрены перспективы использования зонирования территорий как метода управления в экологии.

**Ключевые слова.** Почвы, тяжелые металлы, загрязнение почв, пестициды, Московская область, Краснодарский край, паспортизация, антропогенное воздействие, экосистемы, экология.

## ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL ASSESSMENT OF SOIL CONDITIONS: ANALYSIS OF SPECIFIC TOPICAL ISSUES

Liakh A.V., Golovina A.O., Pitriuk A.V.

Moscow Polytechnic University, Moscow, Russian Federation

**Abstract.** Due to the active development of industry and agricultural activities, more and more territories of the Russian Federation are subject to contamination by pesticides and heavy metals. In this article, special attention is paid to the ecological and Toxicological characteristics of the soils of two regions: the Moscow region, whose soils are significantly contaminated with heavy metals as a result of the activities of industrial facilities, and the Krasnodar region with a high agricultural load, which have been studied for contamination with pesticides. We analyzed not only physical and chemical changes in the soil cover, but also the consequences that negatively affect ecosystems. The prospects of using zoning as a management method in ecology are considered.

**Keywords.** Soils, heavy metals, soil pollution, pesticides, Moscow region, Krasnodar region, passportization, anthropogenic impact, ecosystems, ecology.

Почвы на территории Российской Федерации подверглись значительному антропогенному воздействию начиная с периода активной индустриализации, которая привела к загрязнению почв различными органическими и неорганическими веществами. В настоящее время к наиболее актуальным проблемам загрязнения почв на территории России можно отнести загрязнение почв и сельскохозяйственных культур тяжелыми металлами, пестицидами и радионуклидами [1]. Каждая из перечисленных проблем возникает по причине развития различных направлений хозяйственной деятельности и неразрывно связана со спецификой индустриального развития конкретного региона РФ.

Одна из важнейших рассматриваемых проблем – загрязнение сельскохозяйственных почв тяжелыми металлами, к которым относят металлы, плотность которых больше плотности железа. В определенных количествах они необходимы для жизнедеятельности растений и животных организмов, но превышение этого количества может привести к тяжелым заболеваниям и даже к гибели животных и человека, а также снижению плодородия почв. Другой загрязнитель почв - средства химической защиты растений (пестициды) - вещества токсичные, однако сознательно применяемые для борьбы против возбудителей заболеваний, вредителей и сорняков и для иных целей эффективного сельского хозяйства. Большинство из них проявляет мутагенную, канцерогенную, тератогенную и аллергенную активность, поэтому вопрос их изучения является чрезвычайно актуальным. И хотя использование генетически модифицированных культур позволяет частично снизить масштабы использования пестицидов, полностью отказаться от них в настоящее время невозможно.

Земли сельскохозяйственного назначения играют основную роль в обеспечении человечества продуктами питания и сырьем для различных отраслей промышленности. Поэтому непрерывный контроль за состоянием почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения – непременное условие получения пищевой продукции. Почвенный покров является природной базой для человеческих поселений, служит основой создания рекреационных зон, дает возможность создания оптимальной экологической обстановки для жизни, труда и отдыха. В связи с распространением традиций частного земледелия на подсобных хозяйствах в пригородных районах проблема загрязнения почв может приобретать неконтролируемые последствия в случае потребления пищевых культур, выращенных на частных участках. Также от свойств почв, протекающих в них химических и биохимических процессов, зависят состав атмосферного воздуха, наземных и подземных вод. Загрязнение тяжелыми металлами и пестицидами продуктов питания и кормов требует повышенного внимания, т.к. является причиной снижения показателей национального здоровья.

Целью данного исследования является анализ основных тенденций развития проблемы загрязнения почв, для достижения которой были исследованы химические характеристики почв двух регионов с различной спецификой экономической деятельности: Московской области, почвы которой значительно загрязнены тяжелыми металлами, и Краснодарского края, региона с развитым сельским хозяйством и, следовательно, высокой пестицидной нагрузкой на почвы. Почвы обоих регионов вовлечены используются для растениеводства, как крупными предприятиями, так и частными хозяйствами, и поэтому их эколого-токсикологическое исследование представляет большой интерес.

Основные места локализации наиболее загрязненных тяжелыми металлами почв обнаруживаются в районах крупных промышленных городов, транспортных артерий, промышленных предприятий. Распространенным явлением стало возникновение техногенных пустынь на землях, вплотную примыкающих к промышленным объектам. Значительное превышение ПДК тяжелых металлов наблюдается в зонах, примыкающих к территориям предприятий. Дополнительным фактором, влияющим на проблему загрязнения тяжелыми металлами, являются кислотные дожди. В результате сокращение растительного покрова приводит к незащищенности почв от воздействия усиленной эрозии и дефляции [2]. Безусловно, почвы нельзя отнести к абсолютно не возобновляемому ресурсу, но их восстановление требует значительных материальных и трудовых затрат, а время, необходимое для полной рекультивации, столь велико, что может снизить экономическую целесообразность использования данных почв в хозяйственной деятельности.

Специфика загрязнений почв связана большей частью с особенностями хозяйственной деятельности в данном регионе, что, в свою очередь, определяется климатическими, традиционными, географическими и проч. причинами. Исторические периоды развития индустрии и сельского хозяйства, их временная протяженность, а также длительность этапов интенсивного развития производства и сельского хозяйства также определяют степень загрязненности почв региона.

По функциональному назначению на территории Московской области преобладают земли лесного фонда – 1 834,2 тыс. га (40,05 %) и земли сельскохозяйственного назначения – 1 750,5 тыс. га (38,22 %). Значительную долю территории Московской области занимают земли поселений – 538,2 тыс. га (11,76 %), в том числе земли сельских поселений – 328,7 тыс. га. Основные вещества, которые загрязняют земли Московской области, – это мусор, нефтепродукты, ядохимикаты, пестициды, гербициды, химические удобрения, навоз. По уровню внесения пестицидов в почву на первых местах расположены Мытищинский, Люберецкий, Талдомский, Балашихинский районы (более 5 кг/га). Также неблагоприятная ситуация замечена в Егорьевском, Ногинском, Загорском, Одинцовском, Дмитровском, Сергиево-Посадском районах.

По данным Московченко около 40 % земли Московской области занимают почвы, загрязненные тяжелыми металлами, среди которых молибден, олово, серебро, свинец, вольфрам, медь, ртуть, барий, кадмий, стронций, цинк и др. Характерным признаком почв многих территорий Московской области стало превышение среднего содержания тяжелых металлов в десять и более раз по сравнению с ПДК. Значительно повышены и концентрации цинка, свинца и марганца на землях дачных кооперативов и садовых участков Подмосковья: до трехкратного превышения ПДК [3].

В настоящее время разработаны и применяются некоторые агротехнические методы снижения общего содержания тяжелых металлов в почвах. Например, удаление загрязненного слоя почвы (10-20 см) и его захоронение или внесение чистой почвы из других районов для «разбавления» загрязненного слоя, а также смешение верхних слоев почвы с более глубокими. Однако этот метод эффективен только при поверхностном загрязнении почвы, когда тяжелые металлы сосредоточены в верхнем слое почвы, а гумусовый горизонт имеет достаточную мощность. На практике часто наблюдается загрязнение грунтовых слоев почвы из-за миграции тяжелых металлов вдоль почвенного профиля.

Другим направлением детоксикации и рекультивации почвы, загрязненной тяжелыми металлами, является разработка методов, которые приводят к снижению подвижности тяжелых металлов и их консолидации в почве. Эти методы позволяют уменьшить доступность металлов для

растений, снижению токсичности и меньшему их накоплению в растительные биомассы. Трансформация тяжелых металлов и перераспределение между подвижными и прочносвязанными формами соединений определяются свойствами почв и мелиорантов, которые вводятся для детоксикации, а также свойствами самих элементов. Одним из наиболее важных факторов, определяющих подвижность металлов в почвах, является кислотная реакция среды.

Таким образом, почвенный покров Московской области загрязнен тяжелыми металлами 1-го и 2-го класса опасности. Близкое расположение мегаполиса обуславливает сильное загрязнение почв от транспорта и выбросов промышленных предприятий. Увеличение территорий населенных пунктов в Подмосковье, использование земельных участков сельскохозяйственного назначения для строительства коттеджных поселков, следовательно, использование загрязненных почв для выращивания культур на приусадебных участках, потребление загрязненной колодезной воды – все эти современные тенденции развития области способствуют снижению показателей экологической безопасности и уровня здоровья населения области.

Примером другой эколого-токсикологической проблемы является Краснодарский край, который можно также охарактеризовать высоким уровнем развития промышленности, но также и уникальными природными ресурсами и, довольно высокой, по сравнению с другими регионами России, плотностью населения, а также высоким уровнем сельскохозяйственной деятельности. Именно последний аспект является определяющим в качестве причины высокого уровня загрязнения почв Краснодарского края пестицидами.

Среди пестицидов, обнаруженных в почвах Краснодарского края, чаще выявляют хлорорганические пестициды (почвы практически всех исследованных территорий, включая предгорные зоны, зоны богарного земледелия и даже почвы территорий, используемых для рекреационных целей). Большинство исследователей указывают на наличие ДДТ практически на всей территории края [5]. Действующий в настоящее время запрет на применение ряда пестицидов, включая ДДТ, обусловлен в том числе и неэффективностью их применения: только незначительное количество химических веществ достигают своей цели, действуют на сорняки, насекомых и т.д., в то время как существенно большая часть веществ рассеиваются в окружающей среде, активно загрязняют водоемы, почвы, дикорастущую флору и т.д. Измерение фонового загрязнения Краснодарского края в 2017 году свидетельствует о неравномерности загрязнения этой территории хлорорганическими пестицидами, что подтверждается широким разбросом минимальных и максимальных значений, которые соответственно равны для ДДТ - 0,07 и 44 мкг/кг, ДДД – 0,02 и 79,83 мкг/кг, ДДЕ – 0,17 и 476,43 мкг/кг.

В основном концентрации обнаруживаемых пестицидов были существенно ниже установленных ПДК (ПДК для суммы пестицидов группы ДДТ составляет 100 мкг/кг), что является следствием различного времени загрязнения территории, поскольку значения содержания метаболитов в несколько раз превышают обычный уровень исходного пестицида.

Следует отметить, что период масштабного использования пестицидов в СССР пришелся на вторую половину XX века, однако, несмотря на снижение объемов их непосредственного использования, большую опасность представляет хранение и транспортировка пестицидов. В настоящее время наблюдается высокая опасность попадания пестицидов в окружающую среду по причине неисправной тары, халатности при организации хранения, аварийного состояния складских помещений. Снижение эффективности государственного надзора за хранением и эксплуатацией потенциально опасных химических веществ на частных предприятиях сельского хозяйства также может привести к увеличению частоты техногенных аварий, примеры которых регулярно фиксируются правоохранительными органами Краснодарского края.

В последние годы увеличивается антропогенная нагрузка на почвенный покров, что усиливает эрозию почв, их загрязнение и влечет за собой ухудшение их агрономических свойств, снижение плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур. Второй этап развития проблемы загрязнения экосистем химически устойчивыми пестицидами связаны не только с загрязнением почв, но также и водоемов (включая морские и океанические экосистемы), но и сильным негативным влиянием на здоровье человека и живых организмов: птицы гибнут от употребления протравленных семян или насекомых, которые накапливают пестициды в своих организмах, а рыбы и морские млекопитающие и беспозвоночные также накапливают пестициды, передавая их в следующие звенья пищевой цепи. Таким образом, химически устойчивые пестициды активно мигрируют в пищевых цепях и проникают в организм человека не только при употреблении растений, выращенных с использованием пестицидов, но и речных и морских пищевых ресурсов.

К наиболее опасным свойствам хлорорганических инсектицидов относится их отрицательное воздействие на репродуктивность животных и выделение с молоком. Отмечается уменьшение количества детенышей в приплоде зверей, а также гибель молодняка. Органические соединения фосфора, производные карбаминовой кислоты, мочевины менее опасны, так как относительно быстро

метаболизируются в организме животных до простых соединений. У животных могут возникать защитные реакции на ядохимикаты, что позволяет в определенной степени избегать пагубного действия пестицидов. Высокий уровень распространения пестицидов можно связать с увеличением частоты заболеваний аллергической природы у людей. Накопление пестицидов в человеческом организме приводит к острым и хроническим отравлениям, к генетическим отклонениям.

Таким образом для улучшения экологической обстановки необходимо усилить мониторинг почв, составлять карты загрязнений и проводить информирование населения. Оптимизация экологической паспортизации территорий также позволит создать основу для повышения эффективности управленческих решений по использованию земельных участков. Комплексный экологический паспорт соответствует принципам реализации конституционного права на достоверную информацию о состоянии окружающей среды. Очевидно, что законодательное закрепление требований к обязательным экологическим паспортам отдельных территорий регионов, а также обязательного перечня критериев оценки экологического состояния данных территорий позволит обеспечить эффективную реализацию экологической политики региона. Данная мера будет способствовать доступности информации об экологическом состоянии территорий не только для проживающего населения, но и инвесторов и покупателей недвижимости на данной территории. Таким образом, можно достичь расширения спектра используемых методов в управлении охраной окружающей среды за счет метода экономического стимулирования: актуальная экологическая характеристика почв, представленная в паспорте территории, является одним из ценообразующих факторов, влияющих на стоимость земельных участков.

#### **Список использованной литературы**

1. Астафьева О. Е., Авраменко А. А., Питрюк А. В. Основы природопользования. -М.: Изд-во Юрайт, 2019.
2. Волгин Д. А «Фоновый уровень и содержание тяжелых металлов в почвенном покрове Московской области» / Вестник Московского государственного областного университета, 2011, 1, 26-34.
3. Московченко Е. Н «Загрязнение земель Московской области: масштабы и специфика» / Теория и практика общественного развития, 2013, 5, 327-329.
4. Волгин А. В. «Содержание тяжелых металлов – загрязнителей в антропогенно слабонарушенных почвах Московской области» / Вестник Московского государственного областного университета, 2013, 4, 32-40.
5. Ежегодник «Состояние загрязнения пестицидами объектов природной среды Российской Федерации в 2018 г.» - Обнинск, ФГБУ «НПО «Тайфун», 2019, 87 с.