

Э.В. ЧАСОВА, Л.Д. ЕРМАК, кандидаты хим. наук, доценты,
В.В. ИВЧУК, старший преподаватель Криворожский технический университет
Л.П. ЛУЦЕНКО, санитарный врач Терновской районной СЭС г. Кривого Рога

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА ХИМИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЧВ КРИВОРОЖЬЯ

Рассмотрено влияние антропогенных факторов на экологию Криворожья; влияние загрязнений на химические и биохимические изменения почв; миграционная способность вовлекаемых в техногенез элементов. Приведены примеры поведения тяжелых металлов в почве, а также решающей роли состава почвы и ее pH при удержании и передвижении элементов в почве.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Проблемы окружающей среды остаются и, вероятно, еще долго будут оставаться актуальными. Все энергичнее и разнообразнее воздействие человека на природу. Когда масштабы производственных преобразований были невелики, то природа сама восстанавливала нарушаемое равновесие. В последнее время экологическая ситуация значительно осложнилась, поскольку уровень антропогенных воздействий человека на окружающую среду во многом превысил уровень допустимой нагрузки.

Экологические проблемы всегда необычайно трудны тем, что они многосвязные, многозвенные, охватывающие целую систему отношений живых организмов и неживой природы. Экология как наука, охватывающая широкий круг явлений в биосфере, тесно связана с биологией, сельским хозяйством, экономикой, медициной и многими другими науками. Но прежде всего экология неразрывно связана с химией и химической технологией. Поэтому химики принимают самое активное участие в решении экологических проблем.

В основе жизни, как и в основе изменения химического состава биосферы, лежат химические процессы. Для описания и управления динамическим равновесием в биосфере необходимо знание химических механизмов взаимодействия между отдельными подсистемами.

Есть и другой аспект неразрывной связи химии и экологии. Это качественный и количественный состав химических антропогенных загрязнений биосферы в результате производственной, сельскохозяйственной и бытовой деятельности человека и механизмы химических превращений загрязняющих веществ в окружающей среде.

В решении этих проблем доминирующая роль, среди целого ряда наук, отводится химии. Поэтому не случайно, на наш взгляд, именно химики должны разрабатывать как теоретические обоснования экологических проблем, так и прогнозировать возможные варианты протекания тех или иных процессов в окружающей среде, а также давать практические рекомендации для снижения уровня химических антропогенных воздействий на природную среду.

Анализ исследований и публикаций. Продолжая изучение влияния различных антропогенных факторов на экологию Кривбасса, на здоровье жителей нашего региона [1-5], в данной статье рассматривается влияние различных загрязнений почвы и их последствия для человека.

В предыдущих работах в основном рассматривалось влияние загрязненной атмосферы и воды на здоровье жителей региона. Но практически не рассматривалось загрязнение почв. Данных по загрязнению почв чрезвычайно мало. Это можно объяснить тем что, в то время как загрязнение воздуха и воды можно заметить и обнаружить, загрязнения почвы могут оставаться скрытыми в течение длительного времени. Люди, как правило, не входят с почвой в такой тесный контакт, как с воздухом и водой.

Почва обладает некоторыми свойствами, которых лишены воздушная и водная среды. Поры почвы служат своеобразной копилкой как питательных веществ, так и вредных. Обладая некоторой буферной емкостью, почвы в течение ряда лет или десятилетий могут удерживать вредные вещества, не давая возможности последним перейти в грунтовые воды. По исчерпанию емкости наступает проскок - внешне неожиданное загрязнение грунтовых вод даже без поступления вредных веществ. Следует также отметить и то, что почвы обладают значительной способностью к регенерации. Многие обитатели почвы служат источником ферментов, в присутствии которых вредные вещества расщепляются быстрее, чем в воде или на воздухе.

Содержание гумуса и мощность гумусового горизонта, фильтруемость и накопление примесей в почвах, а также способность почв к регенерации определяют их буферную емкость, т.е. способность противостоять техногенному воздействию. Поэтому необходимо считаться с тем, что буферная емкость почв не безгранична.

Постановка задания. Рассмотреть влияние антропогенных факторов на экологию Криво-рожья; влияние загрязнений на химические и биохимические изменения почв; миграционную способность вовлекаемых в техногенез элементов. Привести примеры поведения тяжелых металлов в почве, а также решающей роли состава почвы и ее pH при удержании и передвижении элементов в почве.

Изложение материала и результаты. Рассмотрим влияние различных загрязнений на плодородие почв.

1. Большой ущерб плодородию почв наносят антропогенные кислотные загрязнения. Происходит вымывание катионов, важных для питания растений и замещение их на протоны водорода. Катионы металлов (K^+ , Na^+) мигрируют в глубинные слои становясь недостижимыми для корней деревьев. Все изменения состава почвы, связанные с увеличением ее кислотности, подавляют рост растений.

2. Главным источником антропогенного поступления тяжелых металлов на земную поверхность являются промышленные выбросы, внесение которых связано с горнодобывающей, металлургической и химической промышленностью.

Внесение в грунты земной поверхности продуктов техногенеза ведет к накоплению в почве токсических элементов, изменяет pH среды, разрушает почвенно-поглощающий комплекс. На участках интенсивного воздействия промышленных предприятий наблюдается угнетение растительности вплоть до ее полного исчезновения, в результате чего увеличиваются процессы почвенной эрозии. Разрушение структуры почвы приводит к снижению водопроницаемости, что резко ухудшает водно-воздушный режим почв.

Миграционная способность вовлекаемых в техногенез элементов зависит от многих факторов. Существенно влияют на подвижность элементов окислительно-восстановительная и кислотно-щелочная характеристика среды. Так, в восстановительных условиях миграционная способность меди, никеля, кобальта, цинка уменьшается по сравнению с окислительными на 1-2 порядка. В кислой окислительной среде такие токсичные элементы, как свинец, ртуть и др. более подвижны, чем в нейтральной или щелочной окислительной среде. Наоборот, молибден, ванадий, селен более подвижны в щелочной среде.

Одним из самых опасных токсикантов попадающих в почву с отходами промышленных производств является ртуть. Соединения ртути подвижны в кислых почвах, с невысоким содержанием гумуса.

Сильно аккумулируется в почвах один из наиболее токсичных элементов - мышьяк. Источником поступления этого токсиканта являются продукты сгорания угля, отходы медицинской и металлургической промышленности.

Один из сильных канцерогенов, губительно влияющих на живые организмы - свинец. Установлена высокая адсорбционная способность гумусового горизонта почв по отношению к свинцу. Адсорбция свинца гумусом и устойчивость образующихся соединений увеличивается при подщелачивании среды.

Менее сильно, чем свинец, но также достаточно прочно закрепляется в верхнем почвенном горизонте кадмий, который попадает на земную поверхность в результате сгорания дизельного топлива, при плавке руд и внесении удобрений. Миграция кадмия по профилю протекает тем энергичнее, чем ниже в почвах содержание гумуса и меньше pH.

Загрязнение почвы токсичными металлами оказывает отрицательное влияние не только на растительные экосистемы, но и на почвенные микробиологические ценозы, что значительно снижает ее плодородие.

Тяжелые металлы антропогенного происхождения попадают из воздуха в почву в виде твердых или жидких осадков. Опасность загрязнения тяжелыми металлами из воздуха существует в равной степени для любых почв. Загрязнение почвы приводит к накоплению тяжелых металлов в растениях. Это в свою очередь приводит к тому, что эти элементы действуют ингибирующе на растения, снижая их урожайность и вызывая различные заболевания. Кроме того, эти элементы способны аккумулироваться в растительных тканях и через растения поступать в организмы теплокровных животных и человека, оказывая негативное воздействие на них.

Выполненные в последние годы лабораторные исследования биохимического и минерального состава почвы на территории Кривбасса подтверждает наличие существенных неблагоприятных изменений [6,7]. В исследуемых пробах почвы, отобранных в различных точках территории жилых массивов города и прилегающих совхозных полях, обнаружен целый ряд тяжелых металлов, таких как железо, марганец, цинк, хром, кадмий, свинец, никель, медь. Содержание таких из них как железо, марганец, цинк, хром, кадмий, свинец значительно превышает ПДК. Это связано с систематическим загрязнением почвы вредными веществами от рассеива-

ния пылегазового облака, образующегося при массовых взрывах в карьерах. Кроме того источником загрязнений свинцом, как известно, являются выбросы отработанных газов автотранспорта. При чем у свинца четко выражена тенденция к накоплению в почве, так как его ионы малоподвижны даже при низких значениях pH.

Результаты хронической токсикации свинцом у людей изучены довольно подробно. Было установлено, что происходят изменения состояния нервной системы, сопровождающиеся головными болями, головокружением, повышенной утомляемостью, раздражительностью, нарушением сна, ухудшением памяти, потливостью. Полагают, что длительная токсикация организма свинцом способствует развитию атеросклероза.

В тех странах, где использование бензина с добавками тетраэтилсвинца сведено к минимуму, содержание свинца в воздухе снижено многократно. Из приземного воздуха происходит оседание свинца на почву (ПДК_{рв} для почв - 20 мг/кг) и на травяной покров. Через корневую систему катионы свинца транспортируются в наземную часть растений. Среднее содержание свинца в большинстве растений - 2-3 мг/кг. Меньше всего свинца в бобовых, больше всего в кабачках и свекле.

В отличие от свинца кадмий попадает в почву в значительно меньших количествах. Кадмий заносится в почву из воздуха из общих со свинцом источников либо вместе с продуктами сгорания, либо с фосфоросодержащими удобрениями, сжигание топлив на ТЭС, с газовыми выбросами предприятий.

Попадая с недоочищенными стоками промышленных предприятий в природные водоемы, катионы кадмия осаждаются и накапливаются в донных отложениях. Водоросли, моллюски и ракообразные концентрируют кадмий в своих организмах. Подобно свинцу и ртути, кадмий не является жизненно необходимым металлом. Более того, повышенное содержание кадмия приводит к таким заболеваниям как гипертония, ишемическая болезнь сердца, почечная недостаточность. Для курильщиков или занятых на производстве с использованием кадмия добавляется эмфизема легких, а для некурящих - бронхиты, фарингиты и другие заболевания органов дыхания. Развитие почечной недостаточности - это наиболее серьезное последствие кадмий-токсикации.

Необходимо отметить, что в кислых почвах со значением pH меньше 6 ионы кадмия весьма подвижны и накопления элемента не происходит. К достаточно подвижным относятся катионы меди и цинка. Медь в следовых концентрациях считается необходимым элементом для жизнедеятельности растений. Токсические эффекты проявляются при содержании 20 мг на 1 кг сухого вещества. Цинк относится к распространенным в технике металлам, поэтому ежегодное внесение его в почву велико. Растворимость цинка начинает увеличиваться при значениях pH менее 6. при более высоких значениях pH и в присутствии фосфатов усвояемость цинка растениями значительно понижается. Для сохранения цинка в почве важнейшую роль играют процессы адсорбции и десорбции, определяемые значением pH. Так, например, в лесных гумусовых почвах цинк не накапливается, напротив, быстро вымывается благодаря постоянному естественному поддержанию кислой среды. Для растений токсический эффект создается при содержании около 200 мг цинка на 1 кг сухого вещества. Организм человека достаточно устойчив по отношению к цинку. Опасность отравления при использовании сельскохозяйственных продуктов, содержащих цинк, невелика. Тем не менее загрязнение почвы цинком представляет серьезную экологическую проблему, так как при этом страдают многие виды растений. При значениях pH более 6 происходит накопление цинка в почве в больших количествах благодаря взаимодействию с глинами.

Приведенные примеры дают представление о поведении тяжелых металлов в почве, а также о решающей роли состава почвы и ее pH при удержании и передвижении элементов в почве.

3. Защита сельскохозяйственных культур от различных болезней, накоплению инфекций и образованию очагов различных заболеваний чаще всего осуществляется химическими методами, с применением пестицидов.

По химическому составу выделяются три основные группы пестицидов: неорганические соединения (соединения ртути, меди, цинка, серы и др.), пестициды растительного, бактериального и грибкового происхождения (пиретрины, антибиотики и т.д.) и органические соединения - наиболее обширный класс современных пестицидов (хлор- и фосфорсодержащие соединения, производные тио- и дитиокарбаминовой кислот, фталимиды, бензимидазольные производные и многие другие).

Сразу же после появления и внедрения пестициды стали попадать в почву. В первое время проникновению пестицидов в почву не придавалось значения. Однако позднее стали разрабатываться методы обнаружения распада и адсорбции пестицидов в почве. Необходимо отметить, что систематических исследований по выявлению поведения пестицидов в почвах и их взаимо-

действия с другими веществами не проводилось. Существуют только общие предположения. Устойчивость отдельных представителей важнейших классов пестицидов в почвах может быть охарактеризована следующим рядом уменьшения устойчивости: хлорсодержащие углеводороды - от 2 до 5 лет; производные мочевины, S-триазины - от 2 до 18 месяцев; карбаматы, сложные эфиры фосфорной кислоты - от 2 до 12 недель.

При определении пестицидов в почве возникают трудности, связанные с возможностью их взаимодействия с органическими компонентами почвы. Особенно сложно определение ароматических аминов и фенолов, которые могут ковалентно связываться с гумином. Таким образом, пестициды могут сохраняться до разрушения самих гуминовых веществ. Биологическая активность пестицидов при этом может вновь восстановиться.

4. Одним из источников загрязнения почвы является внесение в нее в качестве удобрения ила очистных сооружений и компоста переработки отходов.

Известно, что жители криворожских пригородов, проживающие вблизи очистных сооружений и мест переработки отходов компоста используют ил и компост на своих приусадебных участках в качестве удобрений, не подозревая о том, какие последствия для здоровья людей это может иметь.

Использование ила и компоста в качестве удобрений основано на содержании в них питательных веществ для растений. Большое количество органических компонентов в иле делает его ценным средством для облагораживания почв, служащих заменой гумуса. Однако использованию как ила, так и компоста в сельском хозяйстве препятствует большое содержание в них вредных веществ. Постепенное накопление этих веществ при постоянном внесении удобрений приводит к загрязнению почвы. К числу таких веществ прежде всего относятся тяжелые металлы. Анализ компостов Криворожья показал, что только железо превышает допустимый уровень 36500 мг/кг (норма 2500 мг/кг).

Опасность загрязнения плодородных земель позволяет использовать ил и компосты главным образом для цветоводства и подкормки декоративных растений. Но это полностью не решает проблемы. Хотя устраняется опасность попадания тяжелых металлов в продукты питания человека, но сохраняется угроза загрязнения грунтовых вод и существованию различных обитателей почв. Если все же несмотря на перечисленные осложнения ил вносится в почву, то необходимо следить за тем, чтобы значение pH было выше 6, чтобы как можно больше сократить подвижность катионов тяжелых металлов в почве. Но почвы Криворожья имеют, как правило pH 3~5. таким образом, сохраняется опасность попадания тяжелых металлов в продукты сельского хозяйства.

Наряду с тяжелыми металлами ил может содержать полихлорированные бифенилы, полициклические ароматические углеводороды. А сточные воды Кривого Рога содержат указанные соединения в количествах превышающих ПДК. Эти соединения медленно распадаются в почве и могут в ней накапливаться при постоянном внесении ила.

Ил может содержать бораты, входящие в состав моющих и косметических средств. В небольших концентрациях бор полезен растениям. Однако его повышенное содержание приводит к хлорозам (обесцвечиванию листьев) и некрозам (отмиранию сегментов листьев).

Поскольку ил и компосты содержат от ~40 до ~60 % органических веществ, то довольно часто предлагается использовать их как топливо (подобно торфу). При этом необходимо не забывать про возможность образования и выделения при сгорании диоксинов и следов тяжелых металлов.

Выводы и направление дальнейших исследований. Приведенные данные показывают, что химические и биохимические изменения почв не могут рассматриваться изолированно. Они тесно связаны с другими составляющими окружающей среды, с которыми почва находится в постоянном взаимодействии.

Основным мероприятием, кардинально решающим проблему загрязнения окружающей среды, является совершенствование технологий производства с тем, чтобы сократить выброс токсических веществ.

Список литературы

1. Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В. Некоторые аспекты влияния тяжелых металлов на организм человека // Вісник Криворізького технічного університету. - Вип. 19. - Кривий Ріг, 2007. - С. 183-187.
2. Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В., Рыбкин П.Ю. Характеристика влияния выбросов промышленных предприятий Кривого Рога на рабочих и население города // Вісник Криворізького технічного університету. - Вип. 20. - Кривий Ріг, 2008. - С. 209-213.
3. Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В. Оценка влияния соединений марганца на экологию ноосферы // Вісник Криворізького технічного університету. - Вип. 21. - Кривий Ріг, 2008. - С. 190-194.
4. Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В. Исследование влияния комплексных соединений рения на состояние печени при канцерогенезе формирующемся под действием вредных промышленных выбросов // Матеріали IV Між-

народної науково-практичної конференції «Проблеми фундаментальної і прикладної екології, екологічної геології та раціонального природокористування» - Кривий Ріг, 2009. - 175-178.

5. **Часова Э.В., Ермак Л.Д., Ивчук В.В., Луценко Л.П.** Диоксины как экологическая опасность // Вісник Криворізького технічного університету. - Вип. 25. - Кривий Ріг, 2010. - С. 156-159.

6. **Шаповал С.И., Савосько В.Н.** Состав почвенного покрова и содержание гумуса участка территории СЗЗ СевГООКа // Актуальные вопросы гигиены, физиологии труда и профпатологии в промышленности: Тезисы докладов научно-практической конференции. - Кривой Рог, 1995. - С. 114.

7. **Шевченко О.А., Деркачев Э.А., Овчинникова В.А.** Промышленные отходы горнодобывающей промышленности как источник поступления тяжелых металлов в растения – продукты питания // Материалы науч.-практ. конф. «Проблемы эпидемиологии, экологии и гигиены». - Днепропетровск, 2001. - С. 249-251.

Рукопис подано до редакції 12.02.11