

ВВЕДЕНИЕ

Парковые ландшафты представляют собой природно-антропогенные ландшафты, где такие компоненты, как растительность, почва и грунтово-водные ресурсы изменяются в процессе урбанизации, но при этом они функционально должны поддерживать экологический каркас территории, выполнять рекреационные и средозащитные функции.

Парковые насаждения снижают шум и уровень загрязнения воздуха. Приходя в парк, человек не покидает пределов города, но при этом как бы попадает на лоно природы, испытывает психоэмоциональную разгрузку. Общая площадь парков, скверов, зелёных насаждений в городе должна занимать более половины его территории [66,60].

Можно выделить основные принципы парковых ландшафтов:

- создание городского ландшафта с взаимосвязанными элементами природной среды, возможно более глубокое проникновение озеленённых пространств в зону застройки;
- создание в зависимости от рельефа территории зелёных клиньев, членящих город на несколько жилых образований, их связь с окружающими город свободными территориями;
- формирование городского ландшафта в сочетании застройки с системой озеленённых пространств, окружающих застройку с внешней стороны;
- тесная связь «внутренних» и «внешних» озеленённых территорий;
- открытость системы зелёных насаждений, её способность развиваться и совершенствоваться с ростом города.

В самом общем виде система парковых ландшафтов должна удовлетворять основным целям ее создания – оздоровительным, рекреационным, эстетическим, природоохранным [108]. Крупные промышленные центры нуждаются в большом количестве парков.

Парки урбандиафтов относятся к природно-техногенным ландшафтам, где в значительной степени сохранены природные компоненты.

Система взглядов на озеленение урбандолиншафтов изменялась с развитием градостроительства. В России уже с 20-х годов прошлого столетия изменяется представление о принципах компоновки городских территорий. В жилых районах располагались парковые ландшафты, покрытые зелёными насаждениями [54]. Парковые ландшафты являются развивающейся инфраструктурой, постепенно заменяющей собой естественные ландшафты. Большинство учёных склонны считать их естественными специфическими экосистемами, где сочетаются результаты человеческой деятельности с приспособившимися компонентами живой природы.

В монографии приводятся данные исследований, проведенных на территории парковых ландшафтов города Ростова-на-Дону, Новочеркаска, Азова, Таганрога, Батайска за период 2002-2018 год.

1. ПАРКОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА

1.1 Влияние процессов урбанизации на трансформацию ландшафтов

Городские агломерации, урбанизированные районы представляют собой территории, где особенно интенсивно происходит замещение естественных биогеоценозов на урбоценозы. Урбанизированные территории являются мощными антропогенными факторами деградации природы. Вследствие огромной концентрации техногенных нагрузок в крупных городах и городских агломерациях интенсивность антропогенного воздействия превышает темпы адаптации к нему природной среды. Следовательно, необходимо обеспечить природной среде в целом и отдельным ее компонентам равновесное состояние, т.е. реабилитацию воды, воздуха, почвенно-растительного покрова, отдельных урболандшафтов и всей урбоэкосистемы в целом [7, 100, 56].

Экологи Дона отмечают, что «для области характерны все основные элементы, определяющие сильное отрицательное влияние на природу: крупные масштабы промышленного производства, высокая концентрация промышленных объектов в юго-западной и западной частях области, сложная отраслевая структура промышленности, включающая отрасли высокой вредности: горнодобывающую, металлургическую и химическую» [96].

В результате освоения человеком естественные ландшафты Ростовской области значительно видоизменены. Здесь сформированы различные классы антропогенных ландшафтов: промышленный, селитебный, техногенный, парковый и др. [96]. Крупными техногенными урболандшафтами Нижнего Дона являются: Ростов-на-Дону, Таганрог, Азов, Новочеркасск и другие [33].

Комплексным изучением ландшафтов, исследованием многообразных связей, существующих между отдельными частями ландшафта (атмосфера – рельеф – воды – растительность – почвы и т.д.), занимались выдающиеся отечественные учёные. Истоки и развитие этого направления следует искать в трудах В.В. До-

кучаева [27, 26]. В 50-е годы А.И. Перельман [69] писал: «Как известно, в хозяйственной деятельности человек оказывает воздействие на отдельные части ландшафта, но так как последние находятся в тесной взаимосвязи, то очевидно, что хозяйственная деятельность влияет не только на объект непосредственного воздействия, но и на ландшафт в целом. В результате в ландшафте происходят изменения, которые нередко имеют непредвиденные последствия». Уже тогда учёные видели труднейшую проблему «в составлении хорошо координированного плана использования природных ресурсов, основанного на комплексном изучении природы, особенно на изучении связей между отдельными составными частями ландшафта». Этим вопросам значительное внимание уделяли В.И. Вернадский [11], Б.В. Виноградов [12, 13]. В дальнейшем продолжалось комплексное исследование экосистем, которое давало неутешительные результаты. А.И. Львович [59] пишет: «Загрязнение воздуха, почвы и воды стало важнейшей проблемой века, которая касается не только отдельных стран, но и всей Земли в целом».

В современной урбоэкологии города и городские агломерации являются специфическим объектом эколого-геохимических исследований. Именно на этих территориях экологические проблемы приобретают особую остроту, поскольку «здесь наиболее ярко выражены два основных процесса техногенеза – концентрирование огромных масс химических элементов и их рассеяние» [82].

В современном виде эколого-геохимические исследования городов и городских урболандшафтов базируются на теории и методах геохимии ландшафтов, изучающих миграцию и концентрацию химических элементов и их соединений в природных и техногенных ландшафтах в сочетании с методами и подходами геохимии окружающей среды, направленными на оценку геосфер Земли – атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы. Эта концепция в обобщённом виде основана на анализе депонирующих (аккумулирующих) сред – атмосферы, почв, растений, вод и других. Их химический состав достаточно точно индицирует длительное загрязнение и происходящую под его влиянием геохимическую трансформацию городской среды. Главная геохимическая особенность промышленного, транспортного и муниципального воздействия на среду города – это

формирование техногенных геохимических аномалий в различных его компонентах [56].

Экологические блоки промышленного города условно делятся на три группы: источники выбросов (промышленный комплекс города, жилищно-коммунальное хозяйство города, транспорт); транзитные среды, где происходит транспортировка и частичная трансформация загрязняющих веществ (атмосфера, атмосферные выпадения: дождь, снег, пыль, временные и постоянные водотоки; поверхностные водоёмы: пруды, озера, водохранилища). Загрязняющие вещества поступают сюда через открытые и закрытые коллекторы путём рассеивания через атмосферу или от складирования твёрдых отходов. Третья группа – это депонирующие среды, накапливающие и преобразующие продукты техногенеза: донные отложения, почвы, растения, городское население, сооружения и микроорганизмы [91].

Антропогенные процессы, влияющие на экологию городов, сопровождаются полиэлементной химизацией и металлизацией природных сред. Состояние современных технологий таково, что в большинстве видов промышленных и даже бытовых отходов концентрация химических элементов значительно превосходит природные уровни.

Влияние агломерации выходит за пределы города, захватывает рекреационные зоны города и водные источники, так как загрязняющие вещества промышленных и коммунально-бытовых выбросов, стоков и отходов поступают в миграционные потоки в пригороды и даже за их пределы. Токсическое воздействие многих химических элементов, органических и других соединений очень опасно для всей биоты.

Таким образом, на территории городов и городских агломераций необходимы не только детальное изучение и комплексный анализ состояния окружающей среды, но и разработка научных методов прогнозирования состояния городской среды для предотвращения ее негативных изменений [87].

1.2 Функциональная роль растений городских экосистем

В.Н. Меженский [61] характеризует растения как организмы или их сообщества, способные ответить на биологическое действие комплекса патогенных факторов. Растения, считает он, можно использовать в биолого-технической системе контроля окружающей среды, где им отводится роль биоиндикаторов. Ухудшение экологической обстановки современного города привело к необходимости создания зелёных насаждений не произвольного видового состава, а обеспечивающих быстрый декоративный эффект в сочетании с высокой устойчивостью растений к неблагоприятным условиям среды и долговечностью [7]. В связи с этим подбор ассортимента зелёных пород является важным и ответственным моментом. Особенно тщательно должны подбираться деревья, которые образуют основу городских зелёных насаждений. Ошибки в подборе древесных пород обычно обнаруживаются через много лет, когда исправить их очень трудно или невозможно [51].

Общая площадь озеленения в городе – важный показатель, особенно в сопоставлении с другими зонами, но с экологической точки зрения этот показатель малоэффективен. Кроме площади зелёных насаждений, важно знать их биологическую продуктивность и продолжительность вегетационного периода, а также особенности природного габитуса [56].

Древесные растения городских экосистем часто состоят из более многочисленных видов, по сравнению с естественными территориями такой же площади в том же регионе, но распределяется растительность в пределах каждого города дискретно и неравномерно [55].

В России мало городов, в которых нормы площади зелёных насаждений соответствовали бы нормам озеленения, принятым ЮНЕП и ВОЗ (примерно 30 м² на одного жителя промышленного города). В Волгограде к 1999 году на каждого горожанина приходилось 10,8 м² зелёных насаждений, большинство из них в плохом состоянии. В Новочеркасске этот показатель составляет – 12,2 м² на одного жителя города [103, 104, 105,].

Следует отметить, что многие факторы, влияющие на рост и развитие растений, изучены недостаточно. В частности, мало данных по отношению древесных пород к почвенному раствору. А. Ф. Иванов [35] отмечает: «В работах Г. Ф. Морозова (1913, 1922, 1949), А. П. Тольского (1932), В. Э. Гулисашвили (1929), П. А. Войнова (1935), Г. Р. Эйтингена (1946), В. Г. Нестерова (1949), М. Е. Ткаченко (1939, 1948, 1952), П. Б. Раскатова (1958) и других авторов имеются лишь общие указания по этому вопросу». Выявление и изучение геохимической и биогеохимической роли древесных растений является важной задачей, так как техногенное поступление микроэлементов в окружающую среду оказывает негативное влияние на почвы и растения, которые являются важнейшим звеном техногенной миграционной цепи химических элементов. Состояние городских зелёных насаждений на различных типах и категориях озеленения показывает высокую степень воздействия негативных антропогенных факторов, присущих урбанизированным территориям, закономерно приводящих к ослаблению растительности, преждевременному старению, поражению болезнями и вредителями и к гибели насаждений [23, 41].

Создание экологически и функционально обоснованных систем городских зелёных насаждений обеспечивается, в первую очередь, правильным подбором и расстановкой растений, так как именно этим можно обеспечить их устойчивость, долговечность, жизнеспособность, декоративность и функциональное использование. В подборе деревьев для тех или иных композиций необходимо руководствоваться экологическими, фитоценоотическими, таксономическими и художественно-декоративными принципами [52].

Сравнительная оценка особенностей древесных растений по поглощению металлов в условиях загрязнения и определение различий между отдельными видами необходимы при создании эффективных зелёных массивов с древесными породами, выполняющими защитную функцию [16].

Отмечено, что в современных городских агломерациях, насыщенных источниками загрязнения окружающей среды, возможна ситуация возникновения вторичного загрязнения с участием природных посредников, в том числе и растений.

Листоной опад в условиях урбосреды может содержать компоненты, поглощённые листьями из техногенно загрязнённой среды в течение периода вегетации. Необходима оценка компонентного состава листового опада, так как его сжигание, компостирование или биодеградация в урбоэкосистемах могут привести к накоплению компонентов вторичного фитогенно опосредованного загрязнения воздуха, почвы, либо компоста [32].

Неудовлетворительное состояние древесных насаждений на урбанизированных территориях вызывается целым комплексом факторов.

Л. О. Похилько [73] выделяет следующие основные факторы, оказывающие негативное влияние на состояние городских насаждений:

Экологические условия города: увеличение температуры воздуха; уменьшение относительной влажности воздуха; увеличение солнечной радиации; уменьшение проветривания улиц; высокая загазованность; увеличение скорости ветра в новых микрорайонах и на склонах; повышенный шумовой фон; наличие подземных коммуникаций.

Технология посадки: качество посадочного материала; сроки и схема посадки деревьев и кустарников; качество почвы в почвенном коме деревьев; качество почвы в посадочной яме.

Состояние почвы: количество доступной влаги; количество кислорода; количество питательных элементов; биологическая активность почвы; количество органического вещества; высокая плотность почвы, препятствующая росту корней; щёлочность почвы; количество дренажной и вентиляционной системы.

Случайные факторы: загрязняющие вещества; механические повреждения деревьев людьми и транспортом.

Baumann D [109] и Koringa J [116] также выделяют ряд факторов, пагубно влияющих на состояние уличных деревьев, среди них: загрязнение воздуха, повреждение коры, уплотнение почвы, недостаток питательных веществ и нападение вредителей. Однако наиболее значимым фактором, пагубно влияющим на состояние городских деревьев, Вауман называет засоление почв. Причины и механизмы гибели зелёных насаждений, вызванные засолением почвы, рас-

смотрены в работах Н.И. Шевяковой, В.В. Кузнецова [101], Л.О. Карпачевского [43].

Исследования, проведённые учёными, показали, что в условиях города зелёные насаждения подвергаются двум основным типам техногенного воздействия: 1) хроническому или постепенно нарастающему загрязнению и 2) внезапному (шоковому) действию пороговых концентраций вредных веществ. К первому типу относится действие поллютантов, тяжёлых металлов и других техногенных загрязнителей промышленного и автотранспортного происхождения. Ко второму типу относятся внезапные выбросы газообразных веществ различного происхождения, внезапное действие таких климатических факторов, как мороз и перегрев.

Нарастание негативного влияния (ухудшение почвенных условий и загрязнения воздуха) можно наблюдать от пригорода к центру города. Исследования Шяпетене [102] и Сергейчика [85] выявили 5 основных типов механизмов воздействия загрязнений: 1 – прямое действие газов на растительный покров; 2 – осаждение тяжёлых металлов и аккумуляция их почвой; 3 – кислотное действие на растения и почву; 4 – действие азотного насыщения; 5 – не прямое действие благодаря поглощению ингредиентов из почвы.

Газоустойчивость, поглотительная и пылеадсорбирующие свойства древесных растений изучались многочисленными исследователями, большая часть работ выполнялась в условиях техногенного загрязнения [121, 99]. Атмосферные загрязнители вызывают анатомо-морфологические, эколого-биохимические и биофизические нарушения и изменения у растений [87]. Следует отметить, что в атмосферном воздухе города загрязняющие вещества присутствуют в различных сочетаниях, поэтому эффекты их совместного воздействия на растительность отличаются от эффектов воздействия одного вещества. Такие совместные воздействия могут приводить к антагонистическим, аддитивным или синергическим эффектам. Воздействие смеси загрязняющих веществ влияет на различные индивидуальное для каждого вида растений физиологические и биохимические процессы, функцию листьев, фотосинтез, газовый обмен, направления метаболизма [98].

Важнейшим свойством растений является их способность уменьшать бактериальную загрязнённость воздуха, повышать ионизацию атмосферы.

Загрязнение атмосферного воздуха, почв и растений тяжёлыми металлами в крупных промышленных городах и их окрестностях стало одной из наиболее актуальных экологических проблем современности. В настоящее время с увеличением техногенного производства эти вещества стали основными причинами увеличивающейся экологической опасности для здоровья людей, так как происходит масштабное загрязнение окружающей среды тяжёлыми металлами [71, 65]. Такие тяжёлые металлы, как ртуть, свинец и кадмий опасны для здоровья человека даже при низких концентрациях.

Современные представления о геохимических процессах, которые прямо или косвенно влияют на распределение микроэлементов в почвах и растениях как в природных, так и в техногенных условиях, обобщены польскими геохимиками А. Кабата-Пендиас и Х. Пендиас [39].

Не все микроэлементы одинаково важны для нормального роста и развития растений. В настоящее время лишь о десяти микроэлементах известно, что они жизненно необходимы всем растениям и ещё несколько необходимы небольшому числу видов. По имеющимся в литературе данным, микроэлементы участвуют в ключевых метаболических процессах: дыхание, фотосинтез, фиксация и ассимиляция некоторых главных питательных веществ [68, 110]. Микроэлементы – металлы переходной группы системы Д.И. Менделеева – активизируют энзимы или входят в металлоэнзимах в системы переноса электронов (Cu, Co, Fe, Mn, Zn), а также катализируют изменение валентности в веществах субстрата (Cu, Co, Fe, Mo). По данным исследований, медь, цинк и ряд других элементов выполняют, по-видимому, специфические функции у морозостойких и засухоустойчивых разновидностей растений [117].

Потребность растений в целом, а также отдельных видов в определённых микроэлементах изучена Чапманом [112]. Дефицит и токсичность микроэлементов у растений является в большинстве случаев результатом воздействия специфических свойств окружающей среды. Метаболические нарушения в растениях вызы-

ваются не только дефицитом, но и избытком микроэлементов в растениях. Опубликовано много научных работ о вредном действии избытка микроэлементов на растения [114, 110, 119].

Растения толерантны к избытку микроэлементов, так как способны сохранять жизнедеятельность в условиях перенасыщения микроэлементами окружающей среды, особенно почвы. Хотя высшие растения менее устойчивы к повышенным концентрациям микроэлементов, известно, что они могут накапливать тяжёлые металлы и развиваться на почвах, загрязнённых большим количеством микроэлементов [75]. Развитие толерантности к металлам происходит довольно быстро и, как установлено, имеет генетическую основу. Эволюционные изменения, вызванные тяжёлыми металлами, обнаружены у большого числа видов, произрастающих на обогащённых металлами почвах. Такие изменения отличают эти растения от популяций тех же видов, растущих на обычных почвах.

На основании многолетних исследований все виды древесных растений по поглощательной способности были разделены на три группы: устойчивые, среднеустойчивые и неустойчивые. Устойчивые виды – клён ясенелистный и остролистный, каштан конский обыкновенный, лох узколистный. Среднеустойчивые виды – тополь бальзамический, клёны татарский и гиннала, бузина кистистая, бузина чёрная, ива козья, карагана древовидная и ясень обыкновенный, вязы гладкий и перисто-ветвистый, липы мелколистная и крупнолистная. Неустойчивые виды – дуб черешчатый, ива белая, берёза повислая, яблони сливолистная и ягодная, груша уссурийская, рябина обыкновенная, чубушник венечный, снежноягодник белый, спиреи сиренцеватая и калинолистная, роза морщинистая, дёрен белый, сирени обыкновенная и венгерская [98].

Деревья в городском окружении часто рассматриваются только как декоративное оформление, которым всегда можно пожертвовать во имя развития. Однако помимо того, что деревья делают жизнь в городе более приятной и привлекательной, они также являются весьма полезными с точки зрения охраны здоровья населения и окружающей среды. Древесные насаждения улавливают и преобразуют различные загрязняющие вещества и регулируют ливневые стоки [66].

В процессе газообмена растительность поглощает из воздуха и обезвреживает промышленные газы, очищая воздух. Таким образом, древесные зелёные насаждения выполняют важную экологическую функцию в регуляции чистоты и газообмена биосферы. Сокращение площадей древесных зелёных насаждений, обеднение их видового состава может иметь тяжёлые необратимые последствия не только для одного региона, но и для всего человечества [7].

Древесная растительность наилучшим образом показывает зоны экологического бедствия. Ухудшается видовой состав и разнообразие пород, исчезают редкие и индикаторные виды, древостои повреждаются вредителями и болезнями, снижается приживаемость пород [13].

Американские учёные считают, что деревья удаляют из почв загрязняющие вещества, синтетическую органику, тяжёлые металлы и прочее. Способ снижения выщелачивающихся веществ включает в себя: высаживание деревьев с корневой и некорневой системой на глубине, достаточной для того, чтобы стволы деревьев перекрещивались с достаточной площадью почв для развития корневой системы на достаточной глубине и осуществляли функцию губки и насоса, а также обеспечивали стволами возможность развития корневой системы для удаления воды из почв. В результате предотвращается или существенно снижается протечка воды в загрязнённый материал и ослабляется создание выщелачивающихся веществ. Деревья сажают рядами между источниками загрязняющих веществ и потоками воды. Выбирают быстрорастущие деревья, например, клён или платан [118]. Отечественные экологи рекомендуют сажать тополь бальзамический (*Populus balsamifera L*), так как в его листьях и ветвях накапливается значительное количество тяжёлых металлов в условиях промышленного загрязнения. Положительные результаты были достигнуты на территории Стерлитамакского промузла. В связи с этим тополевые насаждения можно рассматривать как существенное звено в защите окружающей среды и ограничении распространения тяжёлых металлов [17].

Механизмы сопротивляемости растений действию тяжёлых металлов исследовались многими учёными. Среди растений наблюдалась как высокоспецифичная,

так и групповая толерантность к металлам [120, 113, 116]. В условиях сильного загрязнения растения защищаются от избытка тяжёлых металлов, аккумулируя их в корнях [2].

Древесные породы не только поглощают металлы техногенного происхождения, но также способны депонировать значительные количества металлов в фитомассе и тем самым временно выводить металлы из круговорота веществ в окружающей среде.

Комплексные исследования газоустойчивости и пылеадсорбирующей способности отдельных видов древесных растений в их взаимосвязи с негативными факторами городской среды в условиях степной зоны не проводились. Выделение видов древесных растений, устойчивых к комплексу негативных факторов окружающей среды в условиях интеграции урболандшафтов, является приоритетной задачей современного паркостроения.

Общее состояние зелёных насаждений в крупных промышленных городах постоянно ухудшается. Одно из ведущих мест в этом занимает автотранспорт, отравляющий городской воздух ядовитыми выбросами [66]. В городских условиях снижается продолжительность жизни деревьев. Когда дерево должно давать наибольший декоративный, санитарно-гигиенический и эстетический эффект, начинается его преждевременное старение. Об ухудшении состояния древесных пород в рекреационных зонах города свидетельствует суховершинность. Если растительное сообщество находится в черте города, то оно остро ощущает на себе негативное действие рекреационной нагрузки [23].

В пределах города большие массивы зелёных насаждений древесных пород стали местами массового отдыха горожан. Однако стремление к отдыху в парках, лесопарках, рощах и садах наносит природе значительный ущерб. Растущие рекреационные нагрузки вызывают ухудшение качественного состояния, а в некоторых случаях и полную деградацию деревьев. Снижаются их санитарно-гигиенические, водоохраные и почвозащитные функции, теряется эстетическая ценность зелёных насаждений. Механическое воздействие вызывает уплотнение почвы, нарушение условий жизнедеятельности почвенных микроорганизмов. В

связи с этим деградирует состояние древесной растительности, ухудшается питание растений, их рост и развитие. Учитывая способность зелёных насаждений благоприятно влиять на окружающую среду, их необходимо максимально приблизить к местам обитания, работы, учёбы и отдыха людей.

1.3 Почвы как компонент природно-антропогенных ландшафтов

Начиная с 60-х годов экологов-урбанистов и почвоведов интересует проблема загрязнения городских почв тяжёлыми металлами (микроэлементами). К тяжёлым металлам относятся более сорока химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева, масса атомов которых составляет более 50 атомных единиц. Эта группа элементов активно участвует в биологических процессах, входя в состав многих ферментов. Группа тяжёлых металлов во многом совпадает с понятием «микроэлементы». Для экзогенных, повышенных концентраций элементов понятие «микроэлементы» не употребляется. В таких случаях используют термин «тяжёлые металлы». Под ним подразумевают такие элементы, как свинец, цинк, кадмий, ртуть, молибден, никель, олово, кобальт, титан, медь, ванадий [14].

Концентрации микроэлементов, всегда имеющих в естественной почве, постоянно возрастают в результате антропогенной деятельности. Городские почвы, кроме почв крупных лесопарков, имеют повышенные количества таких тяжёлых металлов, как Cu, Zn, Pb, Cd в верхних горизонтах.

Интерес к тяжёлым металлам появился в связи с исследованием почвенного плодородия, поскольку такие элементы, как железо, марганец, медь, цинк, молибден и кобальт очень важны для жизни растений. Они известны под названием «микроэлементов» потому, что нужны растениям в малых количествах.

Изучение микроэлементов относится к концу XIX – началу XX века. В 1872 году К. А. Тимирязев впервые доказал необходимость цинка для высших растений. В 1897 году французский учёный Г. Бертран определил микроэлементы как химические элементы, которые необходимы для живых организмов. Они

присутствуют в природных средах в микроколичествах. Исследования в области биохимии и почвоведения [11, 12, 27] выявили географические закономерности и региональные особенности изменения содержания микроэлементов в горных породах, почвах, растениях.

Все микроэлементы могут оказывать отрицательное влияние на растения, если концентрации их доступных форм превышают определённые пределы. Токсическое воздействие тяжёлых металлов на растения рассмотрено в работах Ю.В. Алексеева [2], В. Б. Ильина [36], Н.В. Прохоровой и др. [77].

Основными источниками поступления тяжёлых металлов являются:

- естественные – почвы, взвешенные вещества, содержащиеся в атмосфере и пыль от вулканических извержений;
- антропогенные – промышленные предприятия, продукты горения, коррозия металлических объектов, автотранспорт, промышленные и бытовые отходы;
- биологические – природные минералы (магнетит), осадки сточных вод и озёр.

Е.М. Bridges [111] выделяет следующие источники поступления тяжёлых металлов в почвы городов: разрушение и строительство зданий, выбросы металлургических предприятий, угольных, энергетических станций, нефтеперерабатывающих заводов, химических предприятий, сточные воды, домашний мусор. В городских условиях мощным источником поступления тяжёлых металлов в почвы и растения является автотранспорт. Он поставляет в природную среду огромные массы пыли, сажи, отработанных газов, масел, тяжёлых металлов и других веществ, многие из которых являются токсичными. Влияние автотранспорта на различные типы придорожных экосистем, а также воздействие тяжёлых металлов автотранспортного происхождения на жизнедеятельность растений и автотранспортное загрязнение почв рассмотрено в монографии Кавтарадзе Д. Н. [40].

Древесные породы не только поглощают металлы техногенного происхождения, но также способны депонировать значительные количества металлов в ветвях и тем самым временно выводить металлы из круговорота веществ в окружающей среде [16].

Почвы – главный источник микроэлементов для растений. В целом растения легко поглощают различные формы микроэлементов из почвенных растворов. Данные об этом содержатся в специальной литературе [34, 39]. Главный путь поступления микроэлементов в растение – это абсорбция корнями, однако отмечена способность и других тканей легко поглощать некоторые питательные вещества.

На содержание тяжёлых металлов в почве влияют природные факторы, химический состав почвообразующих пород, содержание органического вещества, гранулометрический состав, рельеф местности, климат. Кроме природных, большое влияние оказывают антропогенные факторы, особая роль которых велика в зоне влияния городов, ТЭЦ, ГРЭС, промышленных предприятий и автотрасс. Реально существующее загрязнение накладывает свой отпечаток на накопление тяжёлых металлов в растениях [30].

Поступление тяжёлых металлов в растения обусловлено множеством факторов, важнейшими из которых являются свойства почв и динамика почвенных процессов, педохимия металлов, состояние и трансформация их соединений, физиологические особенности растений. Сопоставляя содержание тяжёлых металлов в почвах и листьях деревьев техногенных зон города, можно сделать вывод о том, что повышенному содержанию металлов в почвах соответствует их повышенное содержание и в растениях [77].

Вегетационные опыты показали, что присутствие тяжёлых металлов в почве угнетающе влияют на развитие растений. Это сказывается в уменьшении их роста и биомассы, в снижении содержания аскорбиновой кислоты и каротина. При этом фитотоксичность кадмия проявляется в большей степени [18]. Максимальное загрязнение почвы и растений тяжёлыми металлами наблюдается в частности вблизи автодороги. В различных зонах загрязнения Москвы отбирались образцы почв и растений с целью анализа содержания в них тяжёлых металлов. Исследования показали наибольшее загрязнение образцов, взятых вблизи шоссе с интенсивным движением, среднее – на расстоянии 60 м от дороги, минимальное – в глубине лесопарка, на расстоянии 1 км от шоссе. Основные металлы, содержащиеся в почве и растениях, – это Al, Fe, Pb [97, 57].

В городских условиях практически отсутствуют естественные зональные почвы. Здесь формируются искусственные почвы (технозёмы или почвогрунты). От зональных почв они отличаются тем, что на ненарушенном профиле свойства почвы сохраняются лишь локально. Повсеместно наблюдается механическое нарушение почвенного профиля (захоронение мусора, коммуникаций, промышленных и бытовых отходов). Геохимия технозёмов ещё мало изучена [56].

Часть металлов закрепляется в пределах почвенного профиля, остальные выносятся в грунтовые воды.

Почва – малоподвижная твёрдая среда, по сравнению с атмосферой и водами, поэтому миграция загрязняющих веществ происходит в ней медленно, и это является причиной накопления продуктов загрязнения [77].

Экологическое состояние окружающей среды определяет уровень накопления тяжёлых металлов в почвенном покрове. С целью определения уровня загрязнения почв в областях и городах России проводятся исследования состояния почвенного покрова вблизи крупных автотрасс, теплоэнергетических и промышленных предприятий [12, 30].

Основными источниками поступления тяжёлых металлов в почвы являются твёрдые отходы промышленности, выбросы от предприятий, автотранспорта, атмосферные осадки, сточные воды. Тяжёлые металлы вступают в различные химические реакции при обязательном участии живых организмов, образуя органоминеральные и минеральные соединения. В последнее время при оценке загрязнения почв нормирование валовых количеств элементов в почвах заменено нормированием их растворимых или подвижных форм. На подвижность тяжёлых металлов в почвах влияет их валентность и окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Сильной миграционной контрастностью в зависимости от ОВП почвы обладают цинк, медь, никель, кобальт. Они подвижны в условиях окисления и слабо мигрируют там, где преобладают восстановительные процессы. Содержание тяжёлых металлов зависит от величины рН почвы. Под влиянием техногенных выбросов происходит усиление кислотности почвы и увеличение в ней содержания тяжёлых металлов [89]. Сильное загрязнение тяжёлыми метал-

лами приводит к изменению консервативных признаков почвы таких, как гумусное состояние, структура рН среды и др. Накапливаясь в почве, тяжёлые металлы способны изменить многие её свойства: изменения затрагивают биологические свойства почвы: снижается общая численность микроорганизмов, сужается их видовое разнообразие, изменяется структура микробиоценозов, падает интенсивность почвенных ферментов и т.д. [77].

К почвенным факторам, в значительной степени влияющим на доступность тяжёлых металлов, относятся: механический состав, реакция (рН) почвы, содержание органического вещества, катионообменная способность и дренаж [81].

Почвенные микроорганизмы или другие процессы могут поглотить и ассимилировать загрязняющие вещества, устранив их из почвы, которая является преградой на пути миграции металлов. Отдельные компоненты почвы способствуют протеканию процессов ионного обмена, сорбции, соосаждения, комплексообразования. В процессе протекания этих реакций часть металлов оказывается связанной и удаляется из геохимических циклов [4, 71]. Но современные города производят их в таком количестве и столько типов, что справиться с загрязнением самостоятельно природная среда не может. Качество почвенных ресурсов ухудшается. Они со временем часто превращаются во вторичный источник загрязнения окружающей среды, так как почва начинает передавать тяжёлые металлы в сопредельные среды [95]. Необходимо создавать оптимальные условия для нормального формирования и функционирования почвенной биоты как фактора устойчивости экосистем. Установлено, что содержание металлов Cu, Mn, Pb, Ni, Zn в почвах городской территории зависит от расстояния от источников загрязнения. На основании этого следует сделать вывод, что участки, подверженные техногенной нагрузке, нуждаются в постоянном контроле, так как проблема избыточного поступления тяжёлых металлов особенно актуальна для ландшафтов, прилегающих к крупным промышленным предприятиям.

К факторам вовлечения в биохимический круговорот соединений тяжёлых металлов следует также отнести их антропогенное поступление в природную сре-

ду в результате функционирования предприятий чёрной и цветной металлургии, сжигания бензина, производства сплавов. Всё возрастающее внимание к охране окружающей среды вызвало особый интерес к вопросам воздействия на почву тяжёлых металлов. Румынские учёные Рэуце и Кырстя [79] изучили природу и источники загрязнения почв тяжёлыми металлами. В их книге приведена классификация загрязнителей почвы, примеры пагубного действия токсических веществ на растения, животных, фауну и флору почвы.

В химическом составе почв, в процессе почвообразования, могут происходить необратимые изменения. В результате возникает необходимость разработки постоянной системы мониторинга почв.

Почвенный покров Ростовской области разнообразен. На её территории представлены следующие виды почв (в %): чернозёмные – 64,2; каштановые – 20,8; луговые и лугово-болотные почвы пойм рек – 7,7, довольно часто солончаковатые и солонцеватые различного механического состава [96].

По данным исследований 2000-2015 гг., почвы Ростовской области испытывают сильный антропогенный пресс. Это негативно влияет на качественный состав почвы, в первую очередь на уменьшение в ней гумуса. Анализируя состояние почв Ростовской области за последние 120 лет, коллектив учёных во главе с Ю. П. Хрустальевым сделал вывод, что «произошло снижение гумуса на 25-30 %. Если во время исследований почв в районах Новочеркасска и Чалтыря В.В. Докучаевым чернозёмы содержали до 5-7 % гумуса, то в настоящее время его концентрация уменьшилась до 3,5-4,5 %.

Почва упорядочивает все потоки веществ в биосфере, являясь связующим звеном и регулирующим механизмом в процессах биологической и геологической циркуляции элементов: по существу, почва «замыкает» все биогеохимические циклы. Поэтому вопрос о влиянии почвенных факторов на состояние древесных растений в городской среде остаётся актуальным.

Примером быстрого необратимого химического загрязнения почв служат загрязнённые горизонты грунтовых вод, выходящих на поверхность.

1.4 Изменение режима и качества грунтовых вод

Грунтовые воды – составная часть водной оболочки Земли. Их загрязнение означает внесение или образование в этих водах физических, химических или биологических элементов, неблагоприятно воздействующих на состав и качество грунтовых вод, на взаимосвязанные экосистемы, например, почвы – растения. Вода как главная составная часть обеспечивает нормальное протекание многообразных и сложных физиологических процессов, определяющих рост и развитие растительных организмов, обеспечивает непрерывность передвижения растворённых в ней веществ.

Растительность, почвы и живые организмы зависят от распространения, режима и состава почвенных и грунтовых вод. Особенно тесно связано функционирование и структура экосистем с глубиной уровня грунтовых вод, их качеством и степенью минерализации. В различных ландшафтах прослеживаются специфические связи растительности и почв с грунтовыми водами [13].

Общеизвестно, что город оказывает значительное влияние на изменение режима и качества грунтовых вод. В связи с этим важно проследить основные закономерности изменения режима и качества грунтовых вод на территории города и дать их оценку по сравнению с фоновыми показателями.

Оценка качества грунтовых вод регламентирована директивными и нормативными документами и устанавливается по отношению к ПДК.

Для определения масштабов загрязнения используются таблицы В. М. Гольдберга. Состояние загрязнения грунтовых вод определяется двумя показателями: качеством подземных вод (С) и площадью загрязнения (F). Выделяют четыре класса уровня загрязнения грунтовых вод: 1) относительного благополучия; 2) проявления постоянных тенденций к негативным изменениям; 3) кризисного состояния; 4) бедственного состояния [19, 20, 21].

Важное экологическое значение имеет приповерхностная часть грунтовых вод (до глубины 10-30 м), где антропогенное воздействие наиболее интенсивно. Инфильтрация атмосферных вод, промывающих загрязнённые почвы, а также

поступление сточных вод приводит к интенсивному химическому загрязнению грунтовых вод. Подземные инженерные сети, гидротехнические сооружения регулируют фильтрационный поток грунтовых вод. Прогнозировать последствия такого регулирования удаётся не всегда. Характерным следствием является подтопление территорий и связанные с ним гибель растительности, засоление почвогрунтов [82]. Всё это наносит непоправимый вред состоянию древесных зелёных насаждений.

Одними из первых загрязнителей, которые поступают по почвенным горизонтам в грунтовые воды, являются тяжёлые металлы. Исследования, проведённые в Приднепровском регионе, показали, что концентрация тяжёлых металлов (Pb, Cd) непосредственно у автодорог в 10 раз выше, чем на расстоянии более 50 м. [38].

Показатели содержания тяжёлых металлов в подземных и грунтовых водах могут быть использованы природоохранными органами в системе биомониторинга как индикаторы состояния природной среды, а также для разработки комплекса мероприятий по снижению степени воздействия рассеянных тяжёлых металлов на биосферу [53].

Отмечено, что в летний период содержание тяжёлых металлов в грунтовых водах снижается. Предположительно это можно объяснить тем, что в данный период вегетируют растения, потребляющие почвенную влагу, а следовательно, и находящиеся в ней тяжёлые металлы. В осенне-зимний период идёт постепенное нарастание концентрации тяжёлых металлов в грунтовых водах: именно в это время в почве происходит разложение растительных остатков, которые, несомненно, содержат определённое количество тяжёлых металлов [25].

В природе наблюдается значительное колебание уровня грунтовых вод. Это колебание обусловлено сезонами года, рельефом местности, климатическими факторами (осадками, испарениями, температурой), а также глубиной залегания грунтовых вод. Чем глубже они находятся, тем меньше амплитуда колебаний их уровня как по сезонам, так и по годам. Белорусские учёные И. Д. Юркевич и Л. П. Смоляк [107] в результате исследований пришли к выводу, что в засушли-

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru