

Влияние тяжёлых металлов на растительный покров при воздействии дорожно-транспортного комплекса (на примере Оренбургской области)

*И.В. Чикенёва, к.б.н., Е.Е. Лутовина, к.б.н.,
ФГБОУ ВПО Оренбургский ГПУ*

В Российской Федерации создан и успешно функционирует современный транспортный комплекс, обеспечивающий её территориальную целостность и национальную безопасность. Экономические показатели работы транспортного комплекса Оренбуржья в последние годы характеризуются динамичным ростом. Экологическая обстановка Оренбуржья остаётся достаточно сложной. Ключевую роль в развитии региона играет автомобильный транспорт. За последние 15 лет автомобильный парк увеличился более чем в 2 раза, при этом сеть дорог, пропускная способность основных магистралей практически не изменились.

Автомобильная дорога (АД) – комплекс сооружений для безопасного и удобного движения автомобилей с расчётными скоростями и нагрузками.

Одной из важнейших транспортно-эксплуатационных характеристик АД является её пропускная способность (ПС). Величина ПС в основном зависит от ширины и количества полос движения, радиусов закруглений и продольных уклонов, состава транспортного потока, скорости движения, погоды. Максимальная ПС двухполосной дороги

шириной 7–7,5 м при благоприятных дорожных условиях (сухое покрытие, открытый незастроенный прямолинейный и горизонтальный участок без пересечений в одном уровне и т. д.) составляет около 2 тыс. легковых автомобилей в час, или примерно 20 тыс. легковых автомобилей в сутки. Наличие грузового движения резко снижает ПС и при 70–80% грузовых автомобилей в транспортном потоке ПС двухполосной АД шириной 7–7,5 м составляет 8–9 тыс. автомобилей в сутки. Если фактическая интенсивность движения на автодорогах превышает величину ПС, образуются заторы и транспортно-эксплуатационные показатели дорог резко снижаются [1].

Практика государственного управления автотранспортным комплексом и природоохранной деятельностью, принятая в Российской Федерации, характеризуется в настоящее время недостаточно чётким и системным определением основных направлений решения проблем обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта. Низкая эффективность действующей системы обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта обусловлена прежде всего тем, что действующее природоохранное законодательство ориентировано на проблемы, связанные

со стационарными источниками загрязнения, и практически не учитывает специфические особенности транспортной деятельности. [1].

Наряду с преимуществами, которые обеспечивает обществу развитый автотранспортный комплекс, его прогресс сопровождается, к сожалению, и негативным воздействием на окружающую среду и человека.

Значительный вклад в загрязнение природной среды вносит автотранспорт. Его эксплуатация зависит от интенсивного поступления в окружающую среду тяжёлых металлов (ТМ), выделяющихся с выхлопами газов и при воздействии автомобилей на дорожное покрытие. Связанные с этим нарушения природной среды отражаются на сокращении численности и видового разнообразия представителей флоры, снижении устойчивости и продуктивности сложившихся экосистем. Тяжёлые металлы, достигая предельной концентрации в организме, начинают отравлять организм, вызывая различные губительные последствия. Опасность воздействия тяжёлых металлов заключается в том, что они остаются в организме человека навсегда. Изучение реакции растений на загрязнение среды ТМ является одной из задач биологического мониторинга окружающей среды [2, 3].

Загрязнение атмосферы отработавшими газами автомобильных двигателей является актуальной экологической проблемой, требующей неотложного решения. Отработавшие газы автомобильных двигателей, содержащие десятки токсичных веществ, оказывают негативное воздействие на растительность придорожной полосы, что проявляется в морфологических признаках листьев деревьев вблизи транспортных магистралей, в перспективе сказывается в уменьшении сроков жизни древостоя. Фиксация и оценка происходящих с растениями изменений, которые могут регистрироваться уже на самых ранних стадиях деградации, дают достоверную картину условий места произрастания растений и отражают состояние окружающей среды [4].

Материал и методы исследования. Нами был заложен поперечный профиль дороги Сыртинского участка – шириной 50 м, длиной 500 м – местного значения, с твёрдым покрытием, охватывающий обресты сельскохозяйственных угодий и лесополос, а также резервы и непосредственно само дорожное полотно, на расстоянии 50 км от г. Оренбурга. В течение вегетационного периода (с мая по сентябрь) 2013 г. был проведён отбор проб доминантов растительных сообществ на определение содержания в них тяжёлых металлов с двух сторон автодороги (левая и правая). Сыртинский участок, расположенный на трассе Оренбург–Самара на расстоянии 50 км, нагружен автотранспортом, т.к. является связующим между областным центром – г. Оренбургом и городами западной части области (Сорочинском, Бугурусланом, Бузулуком), соседним Самарским регионом.

С целью установления воздействия выбросов от автотранспорта на растительный покров отбирали пробы надземных и подземных органов растений для химического анализа. С каждого растительного сообщества срезали надземную массу (фитомассу) с площадок 25×25 см в трёхкратной повторности, где отбирали среднюю пробу. Подготовку проб растительных образцов проводили в соответствии с требованиями к отбору проб при общих и локальных загрязнениях. В вытяжках определяли содержания тяжёлых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd) на атомно-адсорбционном спектрофотометре. Полученные данные пересчитывали в мг/кг.

Нами были приняты предельно допустимые концентрации тяжёлых металлов для растений в Оренбургской области: ПДК Cu – 30,0 мг/кг, Zn – 50,0 мг/кг, Cd – 0,3 мг/кг, Pb – 5,0 мг/кг [3, 5].

Результаты исследования. Изучение реакции растений на загрязнение среды тяжёлыми металлами является одной из задач биологического мониторинга окружающей среды. Специфические характеристики обмена у различных видов растений обуславливают их избирательную способность к накоплению одного или нескольких элементов. Токсичность металлов в чистом виде меньше, чем при их сочетании друг с другом. В зависимости от особенностей динамики ТМ в природе, а также структуры, строения и расположения растительных сообществ аккумуляция металлов проходит с различной активностью.

Механизмы устойчивости растений к избытку ТМ могут проявляться по разным направлениям: одни виды способны накапливать высокие концентрации ТМ, но проявлять к ним устойчивость, другие стремятся снизить их поступление путём максимального использования своих барьерных функций. Для большинства растений первый барьерный уровень – корни, где задерживается наибольшее количество ТМ, следующий – стебли и листья и, наконец, последний – органы и части растений, отвечающие за воспроизводительные функции (чаще всего семена и плоды, а также корне- и клубнеплоды и др.).

Наиболее опасными среди тяжёлых металлов, выбрасываемых транспортным потоком, являются свинец, цинк и медь [2, 3, 6].

В настоящее время практически все компоненты окружающей среды загрязнены свинцом, причиной этого служит интенсивный рост автотранспорта, соответственно происходит увеличение концентрации этого металла в воздухе. Вследствие глобального загрязнения окружающей среды Pb он стал вездесущим компонентом любой растительной и животной пищи и кормов. Растительные продукты в целом содержат больше свинца, чем животные. Установлено, что в небольших количествах Pb необходим растительным организмам. Несмотря на то что свинец присутствует во всех живых организмах и доказаны, с одной стороны, его жизненная необходимость,

а с другой – токсичность, биологическая роль и механизмы действия элемента изучены весьма слабо. Избыток свинца в растениях ингибирует дыхание и подавляет процесс фотосинтеза, вследствие чего не только снижается урожайность растений, но и резко ухудшается качество продукции.

Всё более остро начинает проявляться проблема загрязнения окружающей среды соединениями цинка. Цинк имеет более подвижные формы в почве по сравнению со свинцом и легче мигрирует в водную среду, захватывается растениями. Избыток цинка в питании растений случается довольно редко. Рост растений при этом ослабляется, молодые побеги отмирают, листья покрываются ржаво-бурыми пятнами. Высокое содержание цинка в почве снижает усвояемость меди растениями.

Содержание Cu в растениях зависит прежде всего от вида растения, а также от среды его произрастания. Медь входит в состав ряда важных окислительных ферментов и выполняет специфическую роль в ускорении окислительно-восстановительных процессов, происходящих в живых организмах. Большое влияние она оказывает на образование в растениях хлорофилла. Под влиянием этого элемента усиливается образование в растениях белков, углеводов, жиров, витамина С, улучшается формирование органов плодоношения. При недостаточном содержании меди в среде растения развиваются плохо, снижается содержание в них хлорофилла, органы растений бледнеют и отмирают.

Кадмий является для растений одним из наиболее токсичных тяжёлых металлов. Повышенные концентрации кадмия вызывают у растений замедление роста и развития, нарушения в протекании основных физиологических процессов. Кроме того, кадмий тормозит фотосинтез, нарушает транспирацию и фиксацию углекислого газа [3, 5–7].

Стоит отметить, что накопление на некоторых участках превышало предельно допустимую концентрацию, что, естественно, увеличивает поступление этих металлов по цепи питания в организм человека.

В результате химических исследований полевых культур установлено, что содержание свинца и кадмия превышает допустимые значения в десятки раз (табл.). При увеличении нагрузки снижается биоразнообразие фитоценозов, изменяется флористический состав растительного сообщества, в основном за счёт выпадения чувствительных видов [3].

Химический состав растений, как известно, отражает элементный состав почв. Поэтому избыточное накопление ТМ растениями обусловлено прежде всего их высокими концентрациями в почвах. В своей жизнедеятельности растения контактируют только с доступными формами ТМ, количество которых, в свою очередь, тесно связано с буферностью почв. Однако способность почв связывать и инактивировать ТМ имеет свои пределы,

Содержание тяжёлых металлов в побочной продукции полевых культур в условиях воздействия автодорог, мг/кг

Тяжёлый металл	Cu	Zn	Cd	Pb
ПДК	30,0	50,0	0,3	5,0
Участок дороги (левая сторона)				
Типчак	20,3	38,0	21,0	120,0
Полынь австрийская	24,0	31,0	17,0	75,0
Ковыль Залесского	17,0	39,0	11,0	85,0
Проба сообщества	26,0	41,0	15,0	70,0
Эфедра	16,0	22,5	23,0	85,0
Участок дороги (правая сторона)				
Типчак	18,0	31,0	18,0	135,0
Полынь австрийская	37,0	35,0	19,5	89,0
Ковыль Залесского	21,0	37,0	13,0	87,0
Проба сообщества	27,0	39,5	14,5	74,0
Эфедра	12,0	25,0	19,0	81,0

и, когда они уже не справляются с поступающим потоком металлов, важное значение приобретает наличие у самих растений физиолого-биохимических механизмов, препятствующих их поступлению [8].

Для улучшения экологической ситуации необходимо пересмотреть законы и внести поправки с уклоном на транспортный комплекс, ужесточить технические нормативы выбросов; ввести экологическую классификацию автотранспортных средств и мероприятия по повышению их экологического класса, ограничить ввоз на территорию Российской Федерации автотранспортных средств низкого экологического класса с большим сроком эксплуатации, принять меры по обеспечению экологической безопасности автотранспорта при реализации моторных топлив [1].

Литература

1. Чикенёва И.В., Абузярова Ю.В., Манеев Р.Ш. Безопасность движения на автомобильных дорогах // Физкультурное образование. Оренбург: ООДТДМ им.В.П. Поляничко. 2012. № 1. С. 53–55.
2. Чикенёва И.В., Абузярова Ю.В. Особенности накопления тяжёлых металлов и последствия его влияния на организм человека вблизи автодорог Оренбургской области (на примере трассы Оренбург – Самара) // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 6 (44). С. 196–199.
3. Чикенёва И.В. Эколого-биогеохимическая оценка растительного покрова зоны влияния Орско-Новотроицкого промышленного узла: дисс. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 174 с.
4. Маврин Г.В., Сиппель И.Я., Мансурова А.И. Исследование влияния автотранспорта на состояние растительности придорожной полосы // Евразийский союз учёных (ЕСУ). Ежемесячный научный журнал. 2014. № 8 (16). С. 151–154.
5. Абузярова Ю.В., Чикенёва И.В., Колесников П.В. Загрязнение придорожной зоны выбросами автотранспорта на примере Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 3 (35). С. 233–236.
6. Чикенёва И.В., Лутовина Е.Е. Техногенное воздействие транспорта на экологическую обстановку Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (51). С. 128–131.
7. Чикенёва И.В., Абузярова Ю.В. Содержание тяжёлых металлов в побочной продукции полевых культур в условиях техногенного воздействия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. № 4 (32). С. 280–282.
8. Арсланбекова Ф.Ф. Повреждающее воздействие на окружающую среду тепловых электростанций и автотранспорта: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М., 2011. 24 с.