

Аннотация. В данной статье рассматривается загрязнение почв тяжелыми металлами в прижелезнодорожной полосе. Описываются способы и пути поступления поллютантов в почвы. Исследуется загрязнение тяжелыми металлами отвода железной дороги участка Куйбышевской железной дороги. Представлены результаты сравнения загрязнения почв тяжелыми металлами по сравнению с предельно-допустимой концентрацией и региональным фоновым уровнем. Изучен участок Куйбышевской железной дороги от станции 1004 км до станции Обшаровка направления Самара-Сызрань на содержание в почвах полосы отвода 4 тяжелых металлов: Fe, Cu, Mn, Cr. Выявлено, что на характер распространения тяжелых металлов в сторону от железнодорожного полотна играют роль как естественные так и искусственные барьеры. К естественным барьерам относятся лесополосы, а к искусственным — наличие цельных ограждений. В связи с близким расположением сельскохозяйственных земель к железнодорожному полотну особенно важно учитывать загрязнение почв тяжелыми металлами в отводах железных дорог. Многие тяжелые металлы способны накапливаться в растениях (сельскохозяйственных культурах) и, соответственно, вовлекаться в систему «растение — человек; растение — животное — человек», что способствует ухудшению здоровья населения.

Ключевые слова: тяжелые металлы; железная дорога; поллютанты; предельно допустимая концентрация; региональный фоновый уровень; Самарская область.

В сложившихся условиях все возрастающей антропогенной нагрузки на природную среду происходит резкий рост уровня её загрязнения, и все большую роль в этом оказывает развитие транспортных коммуникаций. Их влияние на компоненты природы многоаспектно, среди которых значимым и опасным является загрязнение тяжелыми металлами. Их миграция и накопление в компонентах экосистем зависят как от ряда природных факторов, так и от интенсивности и характера техногенеза.

Железная дорога является линейно сложным, системно работающим технико-технологическим комплексом, имеющим в своем составе путевое хозяйство, подвижной состав, ряд производств, объединенных функцией перевозки пассажиров и грузов [1, с. 112].

Опасность загрязнения почв тяжелыми металлами прилегающих к железнодорожному пути опасна тем, что зачастую вблизи располагаются земли сельскохозяйственного назначения и жилые строения. Почвы в отводах железных дорог отличны от естественных по водно-физическим свойствам и химическому составу. Они переуплотнены, почвенные горизонты перемешаны с бытовыми отходами, веществами и материалами перевозимыми по ним. Большая часть поллютантов поступает в почвы при транспортировке грузов.

Воздействие железнодорожного транспорта на характер загрязнения почв тяжелыми металлами

Техногенное поступление металлов в почвы отводов железных дорог в целом не может быть равномерным, поскольку на их наличие и концентрацию оказывает ряд факторов, основными из которых являются следующие:

- возраст существования железной дороги и интенсивность эксплуатации;
- характер и объемы перевозимых грузов;
- применение современных методов эксплуатации [2].

Тяжелые металлы поступают в почвы вблизи железных дорог от выхлопных газов двигателей тепловозов и отопления вагонов углем; при истирании ходовой части и рельсов; от химического состава балластного слоя и земляного полотна; применения веществ для борьбы с сорняками содержащих тяжелые металлы.

Значительный вклад в загрязнение почвы тяжелыми металлами вносит рассыпание или утечка перевозимых грузов. Можно достоверно утверждать, что при эксплуатации все типы вагонов оказывают отрицательное воздействие на окружающую среду. Например, общее количество потерь при перевозках минеральных удобрений насыпью в крытых вагонах составляет до 8%, а при перевозках в полувагонах до 28%. При перевозках в универсальных вагонах ежегодно теряется до 7% руды и

3% цемента [2].

В настоящее время парк грузовых вагонов превышает 1,2 млн. ед. и более 50% из них имеет износ. Износ пассажирских вагонов на начало 2013 г. составил 65%, а средний возраст вагонов — 19 лет. Все это сильно влияет на увеличение выбросов вредных веществ в окружающую среду прижелезнодорожной полосы. Особую роль играет загрязнение окружающей среды продуктами выбросов электровозов, образующихся при истирании колесных пар, деталей и узлов агрегатов, контактного провода и пантографа и др. Так в России на 2013 г. имелся парк локомотивов около 20,5 тыс. шт. и по их количеству она уступает только США. Однако основу локомотивного парка составляют машины еще советской постройки. Например, около 98% грузовых электровозов постоянного тока приходится на локомотивы устаревшей конструкции. Тепловозный парк в России приблизительно состоит из 10 тыс. ед. из которых около 50% приходится на маневровые тепловозы, используемые для навдига вагонов на сортировочные горки, работы в подгорочных парках, подачи вагонов на подъездные пути, обслуживания пассажирских и других станций. Именно маневровые тепловозы в большинстве своем используемые в населенных пунктах выбрасывают большое количество различных вредных веществ, усложняя и так не простую экологическую ситуацию [3, с. 116-118]. Необходимо отметить, что в целом как локомотивный, так и вагонный парк сильно устарел физически и морально.

В ряде работ авторами установлено [4, с. 62-64], что в золе, образовавшейся при сжигании отработанных деревянных шпал, концентрация тяжелых металлов превышает значения их уровня содержания по сравнению с новыми шпалами, особенно по Ni, Cu, Fe, Mn, Mo, что указывает на особую роль железнодорожного транспорта в накоплении поллютантов в окружающей среде.

Ежегодно из пассажирских вагонов на каждый километр пути выливается до 200 м³ сточных вод [5, с. 101], содержащих патогенные микроорганизмы, и выбрасывается до 12 т сухого мусора [6, с. 3]. Так ежегодно железнодорожным транспортом в России перевозится около 1 млрд. чел., из которых в структуре перевозок 70% перевозятся пригородными электропоездами, в которых отсутствуют биотуалеты и пункты сбора ТБО.

Источником их поступления является трение в системах: колесо — тормозные колодки, колесо — рельс, пантограф — контактный провод, подшипники [7, 8]. Тяжелые металлы также поступают в прижелезнодорожные ландшафты от выхлопных газов двигателей тепловозов и отопления вагонов углем; от химического состава балластного слоя и земляного полотна, литолого-химического состава щебня [9, с. 29-30]. Большую роль

в загрязнении почвы тяжелыми металлами на железнодорожном транспорте играют рассыпание, испарение, утечка грузов на путь и междуутье с грузовых вагонов. Таким образом, уровень загрязнения почв придорожной полосы выбросами железнодорожного транспорта зависит от интенсивности, скорости движения поезда, начальной скорости торможения, длины тормозного пути перед платформами и уклона рельефа, состава перевозимых грузов и продолжительности эксплуатации дороги.

На характер распространения тяжелых металлов в сторону от железнодорожного полотна играют роль как естественные, так и искусственные барьеры. К естественным барьерам относятся лесополосы, а к искусственным — наличие цельных оградений. Так, в ряде работ установлено, что если вблизи железнодорожного полотна находится искусственный барьер, то концентрация веществ резко возрастает перед ним и также резко снижается, практически доходя до естественного уровня за ним. Если же вблизи полотна располагается естественный барьер, то концентрация веществ резко возрастает в передней части насаждений, но снижается более плавно по мере продвижения вглубь лесополосы [10, с. 106-108].

Результаты и их обсуждение

Нами был изучен участок Куйбышевской железной дороги от станции 1004 км до станции Обшаровка направления Самара–Сызрань на содержание в почвах полосы отвода 4 тяжелых металлов: Fe, Cu, Mn, Cr. Результаты исследования образцов были получены в дорожной экологической лаборатории Куйбышевской железной дороги.

По результатам исследований концентрация полученных веществ составила мг/кг воздушно – сухой почвы: Fe = 47354,6; Cu = 58,2; Mn = 683,6; Cr = 136,4. Данные результаты говорят о превышении содержания данных тяжелых металлов в почвах, так как фоновое их значение для Самарской области составляет Fe=32003,9; Cu = 34,6; Mn = 554,3; Cr =122,2.

Необходимо отметить, что ПДК марганца в почвах составляет 1500 мг/кг [11]. Региональный фоновый уровень марганца составляет около 687,7 мг/кг [12]. Средняя концентрация марганца в почвах полосы изучаемой нами участка железной дороги составляет 683,6 мг/кг. Сравнительный анализ содержания марганца в почвах полосы отвода железных дорог с региональным фоновым уровнем и ПДК показывает незначительное превышение содержания марганца в отводах железных дорог по сравнению с региональным фоновым уровнем, но не превышающим ПДК.

ПДК для железа не определена. ОДК железа в почвах составляет 40000 мг/кг [13]. Региональный фон составляет около 33592 мг/кг [11]. Нами установлено, что средняя концентрация железа в полосе отвода железной дороги составляет 47354,6 мг/кг. Таким образом, содержание железа в почвах полосы отвода железных дорог превышает как ОДК, так и региональный фоновый уровень.

ПДК хрома в почвах и региональный фон составляет 100 и 102 мг/кг соответственно [11]. Средняя концентрация хрома в почвах изучаемой нами полосы отвода железных дорог составляет 136,4 мг/кг. Следовательно, содержание хрома в почвах полосы отвода железных дорог превышает ПДК и выше регионального фонового уровня.

ПДК меди в почвах составляет 55 мг/кг [11]. Региональный фон составляет около 39 мг/кг [12]. Средняя концентрация меди в почвах полосы отвода железной дороги составляет 58,2 мг/кг. Сравнивая полученные результаты с региональным фоновым уровнем и ПДК, представленные, мы пришли к выводу, что содержание меди в отводах железных дорог превышает региональный фоновый уровень и выше ПДК.

Превышение в накоплении тяжелых металлов в почвах железных дорог отмечено и рядом других авторов

[1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10], что свидетельствует о воздействии железнодорожного транспорта на окружающую среду.

Изучение накопления тяжелых металлов в растениях имеет большое значение как для оценки состояния самого растения, так и для биосферы в целом в плане понимания процессов круговорота веществ, а также для научной и практической работы по экологическому мониторингу в связи с углублением процессов техногенеза. В связи с близким, а подчас и непосредственным расположением сельскохозяйственных земель к железнодорожному полотну особенно важно учитывать загрязнение почв тяжелыми металлами в отводах железных дорог.

Нередко вблизи железнодорожного полотна располагаются агрофитоценозы. Степень воздействия загрязнителей на биоту зависит от их природы, химического состава, концентрации, продолжительности их воздействия, степени аккумуляции, миграции, трансформации. В прижелезнодорожной полосе зачастую наблюдается мутационный процесс, вызываемый как разными веществами, так и рядом тяжелых металлов. Действие поллютантов на живые организмы в зоне воздействия железной дороги происходит в условиях более высоких температур, чем окружающая местность, что вызывает определенные реакции в виде специфических морфозов и ускоренного прохождения фенотипов. Многие тяжелые металлы способны накапливаться в растениях (сельскохозяйственных культурах) и, соответственно, вовлекаться в систему «растение — человек; растение — животное — человек».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлева М.А., Зубрев Н.И., Кокин С.М. Загрязнение полосы отвода // Мир транспорта. 2012. Т.41. № 3. С. 112-118.
2. Казанцев И.В. Экологическая оценка влияния железнодорожного транспорта на содержание тяжелых металлов в почвах и растениях полосы отвода: автореферат дис... канд. биол. наук. Тольятти, 2008. 135 с.
3. Червотенко Е.Э., Калинина А.Р. Оценка степени загрязнения территорий железнодорожных станций выбросами в атмосферу тяговым подвижным составом // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2011. Т. 49. № 2. С. 115-119.
4. Устинова М.В., Зубрев Н.И., Аксёнов В.А. Утилизация золы от сжигания деревянных железнодорожных шпал в составе композитных систем // Наука и техника транспорта. 2011. № 4. С. 61-64.
5. Крошечкина И.Ю., Зубрев Н.И. Комплексная оценка загрязнений балластного слоя железнодорожного полотна // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, 2014. № 1 (17). С. 100-102.
6. Теплякова Е.А., Бельков В.М. Загрязнение земель инфраструктуры // Путь и путевое хозяйство. 2013. №7.С.2-4.
7. Журавлева М.А., Зубрев Н.И. Загрязнение полосы отвода железной дороги в юго-восточном округе Москвы // Наука и техника транспорта. 2012. № 4. С. 80-87.
8. Журавлева М.А., Зубрев Н.И. Распределение тяжелых металлов в полосе отвода участка Покровско-Стрешнево – Ленинградская Рижского направления МЖД // Наука и техника транспорта. 2011. № 3. С. 25-32.
9. Макаров А.О., Бондаренко Е.В., Макаров О.А. Оценка ущерба / вреда от загрязнения и деградации почв и земель на территории железнодорожных объектов Москвы // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2014. № 1 (133). С. 27-30.
10. Тихонова Л.В., Тельминова О.В., Ларионова А.П. Накопление некоторых тяжелых металлов в почвах и растениях вблизи железной дороги // Вестник Курганского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2006. № 8. С. 106-108.
11. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М. Территориальные особенности распределения тяжелых металлов в по-

чвах Самарской области // Известия Самарского научно-го центра Российской академии наук. 2000. Т. 2. № 2. С.306-310.

12. Прохорова Н.В., Матвеев Н.М. Тяжелые металлы в почвах и растениях в условиях техногенеза // Вестник СамГУ. 1996. № 2. С.125-144.

13. Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. Издание специальное. М.: Изд. Госкомсанэпиднадзора России, 1991. 18 с.

RAIL TRANSPORT AS A SOURCE OF SOIL CONTAMINATION WITH HEAVY METALS

© 2015

I.V. Kazantsev, Candidate of biological sciences, dean of Faculty of Natural Sciences and Geography
Samara State Academy of Social Sciences and Humanities, Samara (Russia)

Annotation. This article discusses the pollution of soils with heavy metals in the vicinity of railways. Describes the ways and means of receipt of pollutants in soil. Investigated pollution with heavy metals of tap railroad Kuibyshev railway. Presents the results of the comparison of soil pollution with heavy metals in comparison with the maximum permissible concentration and regional background levels. The studied area of the Kuibyshev railway station 1004 km to the station Obsharovka direction Samara-Syzran on the contents in the soils of tap railroad 4 heavy metals: Fe, Cu, Mn, Cr. Revealed that the pattern of distribution of heavy metals away from the railroad tracks play a role as natural and artificial barriers. The natural barriers include shelterbelts, and the artificial — the presence of solid fences. Due to the close proximity of agricultural lands to railroad tracks is particularly important to take into account the contamination of soils by heavy metals in the bends of the Railways. Many heavy metals can accumulate in plants (agricultural) and, accordingly, to be involved in the system «plant — man; plant — animal — man», which contributes to the deteriorating health of the population.

Key words: heavy metals; railway; pollutants; maximum allowable concentration; the regional background level; Samara Oblast.

УДК 577.175.1:582.926.2

ВЛИЯНИЕ 6-БАП НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ РАСТЕНИЙ ТОМАТА В УСЛОВИЯХ ТЕМПЕРАТУРНОГО СТРЕССА

© 2015

Т.С. Колмыкова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры ботаники, физиологии и экологии растений

Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева, Саранск (Россия)

Е.В. Клокова, аспирант кафедры ботаники, физиологии и экологии растений

Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева, Саранск (Россия)

Э. Ш. Шаркаева, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ботаники, физиологии и экологии растений

Мордовский государственный университет им Н.П. Огарева, Саранск (Россия)

Аннотация. Активность антиоксидантной системы является одним из механизмов защиты растений от неблагоприятных факторов среды. Каталаза – первичный антиоксидантный фермент, изменение которого может служить показателем устойчивости растений к стрессам. Изучали активность каталазы у растений томата разных сортов при действии пониженных температур и цитокининового препарата 6-БАП. В качестве объекта исследования использовали 24- и 27-дневные растения томата сортов Подарочный, Патрис, Волгоградский. Обнаружили, что при действии низких положительных температур происходит снижение активности каталазы: на 10-30% при температуре 10°C и на 40-60% при температуре 3°C по сравнению с растениями не подвергавшимися стрессовому воздействию. Менее устойчивыми к гипертермии были растения сорта Патрис. С увеличением продолжительности вегетации при температуре 25°C у 27-дневных растений томата происходило незначительное увеличение активности фермента. После окончания охлаждения отметили восстановление активности фермента только у сортов Подарочный и Патрис. Это свидетельствует о том, что указанные сорта томата обладают более высокой способностью к восстановлению метаболических процессов. Использование цитокининового регулятора 6-БАП увеличивало активность каталазы у растений томата, как при длительном, так и кратковременном охлаждении. Особенно отзывчивыми к этому препарату были растения сортов Патрис и Волгоградский. Также 6-БАП способствовал репарации активности каталазы у 27-дневных растений в последствии холодового стресса. Особенно это было заметно у растений сорта Подарочный.

Ключевые слова: каталаза; фермент; препарат; стресс; температура; охлаждение; растение; томат; сорт. EFFECT.

Холодовое повреждение сопровождается окислительным стрессом, который в свою очередь инициируется активными формами кислорода [1, с.95-108]. Активность антиоксидантной системы является одним из механизмов защиты растений от неблагоприятных факторов среды [2, с. 456-470]. Работа антиоксидантной системы в первую очередь сводится к подавлению образования свободных радикалов [3, с.516-522]. Для защиты от окислительного стресса растительные клетки содержат конъюгированные ферменты, обезвреживающие кислородные радикалы, такие как супероксиддисмутазу (СОД), аскорбатпероксидазу (АПО), каталазу, и др. [4, с. 878-885; 5 с. 40-48]. Каталаза – антиоксидантный фермент, который способствует быстрой утилизации перекиси водорода, катализирует дисмутацию перекиси до воды и кислорода. Этот фермент локализован в основном в пероксисомах и глиоксисомах [6, с.

442-455]. В окисленном состоянии каталаза может работать как пероксидаза, катализируя окисление до альдегидов [7, с.459-462]. Две изоформы каталазы (CAT 1 и CAT 2) локализованы в цитозоле, а одна из форм каталазы (CAT 3) находится в митохондриях [8, с. 1571-1578; 9с.417-423].

В ранее проведенных исследованиях было показано, что пониженные положительные температуры у растений томата изменяют работу антиоксидантных ферментов [10, с. 193-199]: снижают активность супероксиддисмутазы [11, с. 68-70] и повышают активность аскорбатпероксидазы [12, с. 27-31]. Использование химических веществ и регуляторов роста при обработке растений также приводит к изменению активности компонентов антиоксидантной защиты [13, с. 686-691], в том числе в стрессовых условиях: при водном стрессе [14, с. 137-141], засолении [15, с.558- 565], гипер- и го-