

Особенности накопления тяжёлых металлов и последствия его влияния на организм человека вблизи автодорог Оренбургской области (на примере трассы Оренбург – Самара)

*И.В. Чикенёва, к.б.н., Ю.В. Абузярова, соискатель,
Оренбургский ГПУ*

Основными источниками поступления в организм тяжёлых металлов (ТМ) являются природные (выветривание горных пород и минералов, эрозии, вулканическая деятельность) и техногенные (добыча и переработка полезных ископаемых, движение транспорта, деятельность сельского хозяйства и др.) [1]. Тяжёлые металлы, достигая предельной концентрации в организме, начинают его отравлять, вызывая различные губительные последствия. Основным путём попадания в организм человека (до 70%) является их поступление через пищевые продукты. Опасность воздействия тяжёлых металлов заключается в том, что они остаются в организме человека навсегда [2, 3].

Автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения всего пространства составляющих нашей биосферы, а именно воздушного, водного бассейнов, растительного

покрова и плодородного слоя почвы. Количество автотранспортных средств неуклонно растёт, возрастает интенсивность движения, а следовательно, увеличивается валовой выброс токсичных веществ [4, 5].

Материалы и методы. В течение вегетационного периода (с мая по сентябрь) был проведён отбор проб растительных образцов с целью определения содержания в них тяжёлых металлов. Были рассмотрены особенности накопления и динамики таких тяжёлых металлов, как Pb, Zn, Cu, Ni, Cd, и Co, в почвах сельскохозяйственных угодий, расположенных вблизи автодорог Оренбургской области на трассе Оренбург – Самара (рис.).

Влияние избытка тяжёлых металлов на растения может быть как прямым, так и косвенным. Прямое влияние связано с непосредственным накоплением металлов растениями, косвенное – с негативным воздействием тяжёлых металлов на состав и свойства почвы и на её плодородие [1, 2].

Любой живой организм обладает биологическим фильтром, ограждающим его от всего инородного.

И только когда пределы биологической самозащиты исчерпаны, организм не в состоянии активно сопротивляться разрушительному действию ряда элементов. Это происходит, если содержание поступающего вредного вещества или элемента оказывается выше предельно допустимой концентрации (ПДК) [6].

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

Нами были приняты предельно допустимые концентрации растений для тяжёлых металлов, разработанные для Оренбургской области, где ПДК Pb – 5,0 мг/кг, Zn – 50,0 мг/кг, Cu – 30,0 мг/кг, Ni – 3,0 мг/кг, Cd – 0,3 мг/кг. Для Co в регионе предельно допустимая концентрация не установлена, поэтому использовали общероссийский показатель ПДК – 9 мг/кг [7].

Результаты исследований. Наиболее опасными среди тяжёлых металлов, выбрасываемых транспортным потоком, являются свинец, цинк и медь [4].

Результаты содержания этих металлов в растениях, произрастающих на различных участках трассы Оренбург – Самара, представлены в таблицах 1, 2, 3.

Свинец попадает в организм через пищевод, дыхательные пути, кожу, накапливается в организме и трудно оттуда выводится, при постоянной работе с ним появляются различные заболевания, связанные с токсичностью.

Вдыхание свинцовой пыли намного опаснее, чем попадание его в организм с пищей. При попадании в мягкие ткани (мышцы, печень, почки, головной мозг, лимфатические узлы) свинец вызывает за-

болевание – сатурнизм. Блокируя деятельность некоторых ферментов, свинец способен вызвать развитие анемии, поражение кроветворной системы, почек и мозга, снижение интеллекта (особенно у детей). Симптомы при хроническом отравлении: серая кайма на деснах, расстройство нервной системы, расстройство кроветворной системы. Для выведения из организма рекомендуется принимать молочные продукты, содержащие кальций [3, 8].

Когда цинк в организме человека присутствует в избыточных количествах, иммунная система начинает работать несогласованно. Точно так же, как это происходит в случае дефицита цинка. Оптимальная ежедневная доза цинка составляет от 5 до 20 мг. Цинк в организме человека оказывает несомненную пользу при наружном применении, поскольку его наличие в составе мазей излечивает дерматозы, угри, делает кожу моложе, способствует снятию воспаления пищеварительных органов или почек. Если цинк в организме человека содержится в количестве 150-600 мг, наступает состояние отравления со всеми признаками интоксикации, т.е. появляется тошнота, слабость [2, 3].

В организм медь поступает в основном с пищей.

Основные проявления избытка меди: функциональные расстройства нервной системы (ухудшение памяти, депрессия, бессонница); при вдыхании паров может проявляться «медная лихорадка» (озноб, высокая температура, проливной пот, судороги в икроножных мышцах); воздействие пыли и окиси меди может приводить к слезотечению, раздражению конъюнктивы и слизистых оболочек, чиханию, жжению в зеве, головной

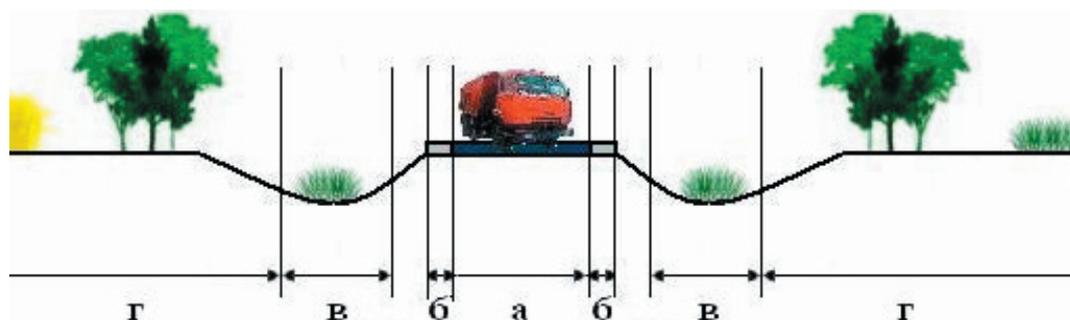


Рис. – Основные элементы поперечного профиля автомобильной дороги:

а – проезжая часть, б – обочины для временной остановки автомобилей; в – резервы, из которых берут грунт для возведения земляного полотна; г – обреза, части дорожной полосы для размещения лесополос, а также с/х или залежных земель

1. Содержание Pb в растительной массе на участке Оренбург – Самара в зависимости от времени вегетации и расположения относительно дорожного полотна

Участок дороги		Время отбора растений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Левая сторона	резерв	0,8	2,9	0,4	1,5	0,8
	обрез лесополосы	21,6	2,6	0,3	3,0	2,3
	обрез сельскохозяйственных угодий	0,9	1,0	4,6	1,8	1,4
Правая сторона	резерв	1,0	2,5	2,2	2,0	0,7
	обрез лесополосы	1,3	0,1	2,1	2,0	1,0
	обрез залежи	0,8	0,2	2,3	0,9	0,5

Примечание: ПДК – 5,0 мг/кг; превышение ПДК отмечено в мае

2. Содержание Zn в растительной массе на участке Оренбург – Самара в зависимости от времени вегетации и расположения относительно дорожного полотна

Участок дороги		Время отбора растений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Левая сторона	резерв	13,8	11,8	13,6	53,2	13,4
	обрез лесополосы	50,5	18,0	18,4	33,6	16,9
	обрез сельскохозяйственных угодий	15,0	16,9	26,8	14,2	31,6
Правая сторона	резерв	14,5	24,3	10,5	15,0	20,0
	обрез лесополосы	15,2	8,8	15,6	10,4	15,0
	обрез залежи	25,8	10,9	25,6	18,4	18,4

Примечание: ПДК – 50,0 мг/кг; превышение ПДК отмечено в мае и в августе

3. Содержание Cu в растительной массе на участке Оренбург – Самара в зависимости от времени вегетации и расположения относительно дорожного полотна

Участок дороги		Время отбора растений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Левая сторона	резерв	6,0	4,2	2,2	5,6	1,9
	обрез лесополосы	13,2	8,0	2,8	11,2	4,2
	обрез сельскохозяйственных угодий	5,8	5,0	9,1	5,3	4,3
Правая сторона	резерв	2,3	6,4	1,5	6,0	2,3
	обрез лесополосы	5,8	10,9	6,0	3,2	22,3
	обрез залежи	7,4	3,8	5,9	3,9	3,0

Примечание: ПДК – 30,0 мг/кг, превышения ПДК не отмечено

4. Содержание Cd в растительной массе на участке Оренбург – Самара в зависимости от времени вегетации и расположения относительно дорожного полотна

Участок дороги		Время отбора растений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Левая сторона	резерв	0,10	0,10	0,02	0,04	0,20
	обрез лесополосы	0,10	0,50	0,03	0,10	0,10
	обрез сельскохозяйственных угодий	0,03	0,40	0,10	0,10	0,10
Правая сторона	резерв	0,10	0,03	0,10	0,03	0,10
	обрез лесополосы	0,10	0,01	0,01	0,004	0,10
	обрез залежи	0,20	0,02	0,30	0,10	0,10

Примечание: ПДК – 0,3 мг/кг, превышение ПДК отмечено в июне

боли, слабости, болям в мышцах, желудочно-кишечным расстройствам; нарушения функций печени и почек; поражение печени с развитием цирроза и вторичным поражением головного мозга, связанным с наследственным нарушением обмена меди и белков (болезнь Вильсона-Коновалова); аллергодерматозы; увеличение риска развития атеросклероза; гемолиз эритроцитов, появление гемоглобина в моче, анемия [2, 3].

В процессе исследования нами были также рассмотрены особенности накопления кадмия, кобальта и никеля в растениях, произрастающих на почвах сельскохозяйственного назначения и в лесополосах, расположенных на различных участках трассы Оренбург – Самара (табл. 4, 5, 6).

Люди отравляются кадмием, употребляя воду и зерновые, овощи, растущие на землях, расположенных вблизи автодорог. Появляется невыносимая боль в мышцах, непроизвольные переломы костей (кадмий способен вымывать кальций из организма), деформация скелета, нарушения функций лёгких, почек и других органов. Излишек кадмия может вызывать злокачественные опухоли. Длительное вдыхание кадмия начинает проявляться

симптомами, похожими на простуду: повышение температуры, озноб, боли в мышцах. Позднее развивается повреждение лёгких: одышка, боль в груди, кашель. В тяжёлых случаях повреждение лёгких приводит к смерти больного [3, 5].

Избыточное поступление кобальта в организм может вызывать различные отклонения и нарушения в работе органов. Пыль, содержащая соединения кобальта, при поступлении в лёгкие может вызывать отёк и лёгочные кровотечения. Избыток кобальта также может проявляться в нарушении работы щитовидной железы, поражении сердечной мышцы, поражении слухового нерва, в повышении артериального давления и содержания эритроцитов в крови.

Необходимо помнить, что все продукты, богатые кобальтом, обязательно нужно сочетать с продуктами, насыщенными витамином В₁₂ и марганцем [2, 8].

Попадание слишком большого количества никеля в организм может вызвать желудочно-кишечные расстройства, повышение уровня эритроцитов, почечный стресс, хронический бронхит, снижение функции лёгких, а в некоторых случаях и рак

5. Содержание Со в растительной массе на участке Оренбург – Самара в зависимости от времени вегетации и расположения относительно дорожного полотна

Участок дороги		Время отбора растений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Левая сторона	резерв	1,9	0,7	0,1	2,1	1,7
	обрез лесополосы	2,1	1,8	0,1	1,0	1,0
	обрез сельскохозяйственных угодий	1,8	1,2	0,4	0,2	1,1
Правая сторона	резерв	0,6	1,9	0,5	3,2	2,0
	обрез лесополосы	0,3	0,2	0,2	1,2	1,8
	обрез залежи	1,5	0,2	0,3	5,3	1,6

Примечание: ПДК – 9 мг/кг, превышения ПДК не отмечено

6. Содержание Ni в растительной массе на участке Оренбург – Самара в зависимости от времени вегетации и расположения относительно дорожного полотна

Участок дороги		Время отбора растений				
		май	июнь	июль	август	сентябрь
Левая сторона	резерв	4,0	7,0	6,4	7,8	14,0
	обрез лесополосы	25,6	10,5	25,8	3,5	3,6
	обрез сельскохозяйственных угодий	8,0	10,4	13,2	2,4	9,5
Правая сторона	резерв	8,5	8,6	10,3	26,3	7,6
	обрез лесополосы	7,0	3,3	29,6	13,6	16,7
	обрез залежи	6,3	4,4	4,6	43,6	9,9

Примечание: ПДК – 3,0 мг/кг, превышения ПДК не отмечено

лёгкого. Питьевая вода, которая имеет большое количество никеля, может вызвать проблемы с почками и клетками крови. Вдыхание дыма или пыли, которые содержат соединения никеля, может привести к снижению функции лёгких, бронхиту и повышенному риску рака лёгких [3, 4].

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 [6].

Часто на организм оказывает влияние не один, а несколько компонентов. Мытьё рук снижает концентрацию тяжёлых металлов на поверхности ладоней почти в 10 раз.

Употребление белков (в частности, белков молока и белых грибов) способствует выведению ТМ из организма. Очень важно, чтобы в продуктах пи-

тания содержалось большое количество клетчатки. Нужно больше есть овощей, фруктов и зерновых продуктов. Тогда тяжёлые металлы будут оседать в желудочно-кишечном тракте и выводиться из организма, не всасываясь. Полезны витамины и антиоксиданты [3].

Литература

1. Чикенёва И.В. Особенности накопления тяжёлых металлов в изучаемых растительных сообществах и их воздействие на окружающую среду // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 2(40). С. 228–231.
2. Ильин В.Б. Тяжёлые металлы в системе почва – растение – Новосибирск: Наука, 1991. С. 148.
3. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
4. 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.
5. Кавтарадзе Д.Н., Николаева Л.Ф., Поршнева Е.Б. и др. Автомобильные дороги в экологических системах (проблемы взаимодействия). М.: ЧеРо, 1999.
6. 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.
7. Чикенёва И.В. Эколого-биогеохимическая оценка растительного покрова зоны влияния Орско-Новотроицкого промышленного узла: дисс. ... канд. биол. наук. Оренбург, 2009. 174 с.
8. Алексеев Ю.М. Тяжёлые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987.