

8. Русаков, К.И. Радиационная безопасность. Конспект лекций и лабораторный практикум: пособие. / Русаков, К.И., Ракович Ю.П., Кушнер Т.Л., Русакова З.В., Пинчук А.И. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2012. – 144 с.

9. Кушнер, Т.Л. Методы многоуровневого обучения и контроля в курсе «Сельскохозяйственная радиология» / Т.Л.Кушнер // Актуальные проблемы профессиональной подготовки специалистов с высшим и средним специальным образованием: сб. науч. статей Межд. науч.-практ. конф., Горки, 19-21 июня 2008 г.: в 2 ч. / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; редкол.: А.С.Чечёткин [и др.]. – Горки: БГСХА, 2008. – Ч. 1. – С. 322–325.

10. Кушнер, Т.Л. Предмет «Радиационная безопасность» в образовательном процессе / Т.Л. Кушнер, И.С. Янусик, В.Я. Хуснутдинова, М.И. Швец // Новые образовательные технологии в экологической подготовке студентов: материалы обл. науч.-метод. конф., Брест, 3-4 июня 2005 г. / Брестский государственный технический университет. – Брест: БрГТУ, 2005. – С.53–56

11. Кушнер, Т.Л. Мониторинг радиационного фона в жилых помещениях г. Бреста / Т.Л. Кушнер, Д.Г. Куликовский // Вестник БрГТУ. – 2005. – № 5(35): Физика, математика, химия. – С. 21–24.

12. Кушнер Т.Л. Исследования студенческой лаборатории «Радиационная безопасность в строительстве» / Т.Л. Кушнер // Новое в методике преподавания химических и экологических дисциплин в региональном вузе: сб. ст. регион. науч.-метод. конф., Брест, 21 ноября 2008 г. / БрГТУ; редкол.: В.А. Халецкий [и др.]. – Брест, 2008. – С. 75–78.

13. Кушнер, Т.Л. Мониторинг радиоактивности некоторых материалов в рамках студенческих исследований / Т.Л. Кушнер, А.Ф. Михалевич // Методика преподавания химических и экологических дисциплин: сб. науч. статей Межд. науч.-метод. конф., Брест, 14-15 ноября 2013 г. / БрГТУ, БрГУ им. А.С. Пушкина; редкол.: А.А. Волчек [и др.]. – Брест, 2013. – С. 261–263.

14. Соколов, П.Э. Необходимость контроля радиоактивности строительных материалов / П.Э. Соколов, О.П. Сидельников, Ю.Д. Козлов // Строительные материалы. – 1995. – № 9. – С. 18–19.

УДК 502.3 : 504. 5 : 574.4

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИАВТОМАГИСТРАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ АВТОДОРОГИ «КИЕВ-КОВЕЛЬ-ЯГОДИН» М-07**

**Голуб В.А.<sup>\*</sup>, Волощинська С.С.<sup>\*</sup>, Голуб С.М.<sup>\*</sup>, Голуб Г.С.<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*</sup> Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, Украина, golub\_2006@ukr.net, sgolub10@gmail.com

<sup>\*\*</sup> Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Украина

*It is discovered natural distribution of heavy metals in soils of motorway side's zone of the road «Kyiv-Kovel-Yahotyn» depending on the distance of road-bed and wind-rose. It is determined a specific accumulative tendency to plants in respect of heavy metals. It is substantiated and recommended for plantations the plants' assortment with the purpose of diminution the negative influence of pollutants on environment.*

## **Введение**

Техногенный пресс на окружающую среду возрастает с каждым годом, и одной из его причин является урбанизация. В урбоэкосистемах продолжается накопление несвойственных для биосферы химических веществ – ксенобиотиков, в том числе и тяжелых металлов, которые существенно меняют устоявшуюся структуру и естественные функции биоценозов.

Объемы и глубина масштабных исследований техногенного загрязнения биосферы тяжелыми металлами (Вернадский, 1965; Виноградов, 1952, 1957; Польшин, 1953; Перельман, 1975, 1989; Власюк, 1974; Ковда, 1987; Глазовская, 1967, 1989; Добровольский, 1980, 1990; Алексеенко, 2000, 2003, Чертков, 2008) обусловлены спецификой их химической природы и экологическими воздействиями, которые представляют большую опасность в случае включения этих экотоксикантов в природные циклы, появления в водах, пищевых цепях, в продуктах питания человека. Выяснение закономерностей загрязнения тяжелыми металлами имеет важное значение как для понимания процессов, происходящих в природных и искусственных экосистемах, так и для решения практических задач по охране окружающей среды в условиях урбанизации. В Украине исследования по интенсивности поглощения токсичных элементов почвами и использования растениями в процессе вегетации выполнены преимущественно в глубоко трансформированных урбопромышленных регионах Центра и Востока. В северо-западной части страны, в частности в Волынском Полесье эти экологические проблемы углублены. Основным результатом наших исследований было установление уровней загрязнения почвенного и растительного покровов при автомагистральной территории автодороги общегосударственного значения «Киев-Ковель-Ягодин» М-07 (г. Ковель и Ковельский район Волынской области).

## **Результаты исследований**

Автомагистраль общегосударственного значения «Киев-Ковель-Ягодин» (М-07) проходит по северной части Волынской области, имеет интенсивный транспортный поток, поэтому является важным источником техногенного воздействия на природную среду.

Ландшафтно-геохимические условия фоновых (эталонных) участков типичные для региона. По условиям миграции химических элементов территория относится к ландшафтам I рода – плоских равнин с замедленным водообменом, незначительным эрозионным расчленением (Перельман, 1989; Саэт, 1983; Алексеенко, 2000).

Для изучения закономерностей миграции и аккумуляции химических элементов, в зависимости от расстояния до международной автомагистрали «Киев-Ковель-Ягодин», были отобраны образцы почвы вдоль полотна дороги с верхнего гумусово-элювиального горизонта почвенного покрова (0-10 см) (ДСТУ 4287.2004, Якунина, 2009). Для оценки попадания тяжелых металлов в речную экосистему нами были отобраны отложения (илистая фракция) из русла р. Турии для анализа их на количество тяжелых металлов. Река Турия протекает перпендикулярно автомагистрали.

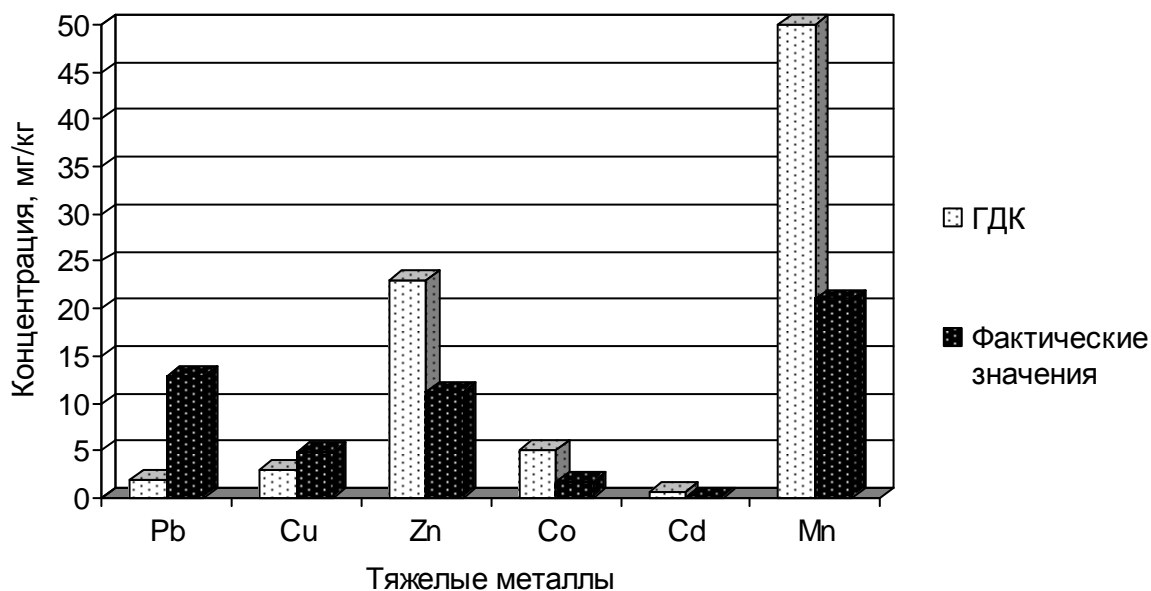
Для сравнения влияния урбанизации на уровень загрязнения природной среды тяжелыми металлами исследованы локальные (фоновые) участки почвы, размещенные вне антропогенного воздействия в одной ландшафтной зоне с

дерново-подзолистыми типичными и оглееными почвами. Содержание тяжелых металлов в почвах условно чистой территории (контроль) был принят как фон. При отборе фоновых участков учитывали принцип геологической и ландшафтно-геохимической однородности почв, предложенный Ю.Е. Саеом (1983).

Исследовано, что фоновое содержание свинца составляет 0,40 ГДК, марганца – 0,68 ГДК, другие элементы присутствуют в почвах в значительно более безопасных количествах. Кореляционный анализ позволил выявить парагенные ассоциации элементов . Установлено, что в почвах фоновых участков есть такие прямые зависимости между тяжелыми металлами, как, например: Zn ↔ Cd; Pb ↔ Co; Cu ↔ Zn; Cu ↔ Cd; и Co ↔ Mn.

Проведенное сравнение основных показателей дерново-подзолистых почв фоновых участков показало, что их значения очень близки между собой, и это подтверждает их существенно меньшую антропогенную трансформированность .

При оценке аккумулятивных особенностей тяжелых металлов в почвах приавтомагистральных полос было установлено, что дерново-подзолистые почвы вокруг дороги характеризуются незначительным, однако несколько обогащенным в непосредственной близости к полотну, запасом макроэлементов. Содержание гумуса, кислотность почв возрастает с удалением от полотна дороги. В непосредственной близости от полотна дороги наблюдаем значительное превышение содержания тяжелых металлов относительно естественного фона, особенно Pb – в 16 раз. Медь – на втором месте (в 12 раз). Превышение ГДК установлено только за свинцом – в 6,4 раза и по меди – в 1,6 раза (рис. 1).



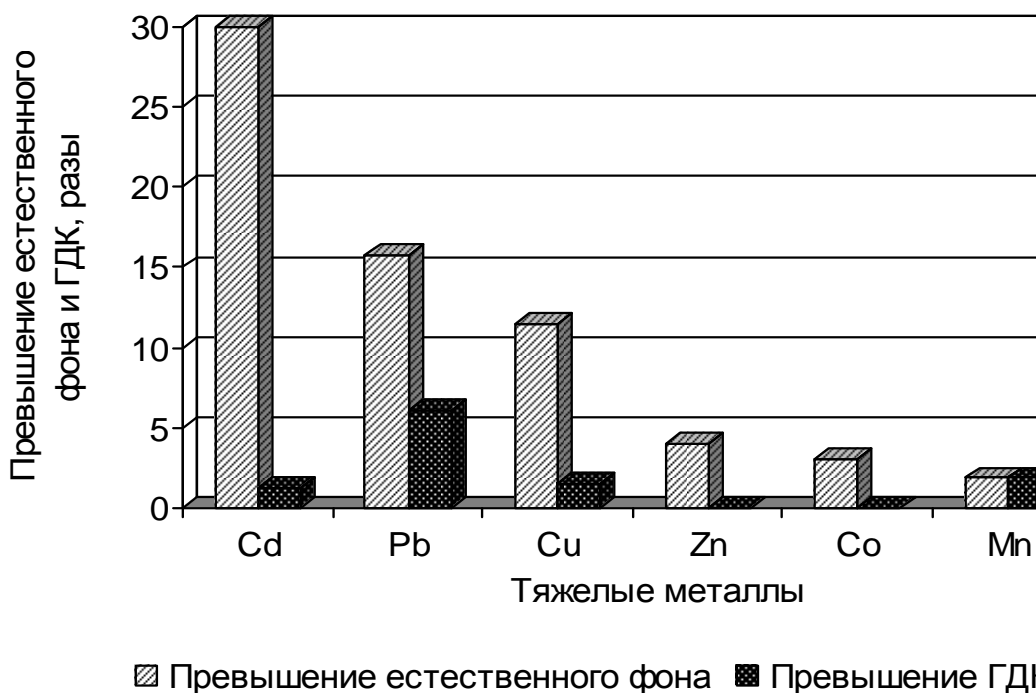
**Рисунок 1** - Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах вдоль полотна дороги общегосударственного значения Волынской области (М-07), мг / кг

Накопление цинка, кадмия и кобальта составляет соответственно 9,3 раза, 2,7 и 2,1 раза относительно фона, однако не превышает половины ГДК. На расстоянии 10 м от полотна содержание свинца превысило фон в 6,6 раза, цинка – в 5,4, меди – в 4,4, кадмий и кобальт – соответственно в 1,9 и 1,8 раза.

И только накопления свинца в 2,7 раза превысило ГДК. Результаты исследования приавтомобильных полос указывают на то, что наибольшие объемы транспортного загрязнения почвенного покрова свинцом, медью и цинком. При увеличении транспортного потока с 4200 авт./час до 5400 с 2005 по 2008 год содержание свинца в почве повысилось с 11,5 до 12,8 мг/кг.

Таким образом, тяжелые металлы по убыванию превышения естественного фона и при увеличении расстояния от полотна дороги независимо от господствующих ветров можно поместить в такой ранговый ряд: Pb > Zn > Cu > Co > Cd > Mn.

Часть транспортных загрязнений различными путями попадает в реку Турия, протекающую перпендикулярно автомагистрали, и накапливается в ее донных отложениях. Поэтому нами отобраны пробы илистых фракций со дна реки в непосредственной близости от дороги. В донных отложениях гидрозкосистемы р. Турии (рис. 2) обнаружено увеличение относительно фона содержания кадмия в 30 раз, свинца – в 15,8, меди – в 11,5 раза, цинка, кобальта, марганца – соответственно в 4,0, 3,1 и 1,9 раза. Существенное превышение ГДК наблюдали по содержанию свинца (в 6,3 раза), меди (в 1,5), марганца (в 1,3) и кадмия (в 1,3 раза).



**Рисунок 2** - Уровни загрязнения донных отложений гидрозкосистемы р. Турия подвижными формами тяжелых металлов, разы

**Закономерности интенсивности накопления тяжелых металлов в растительном покрове.** Различные растения характеризуются разной способностью к накоплению тяжелых металлов в зависимости от их физиологических особенностей и строения. Поскольку главным загрязнителем приавтомобильной зоны является свинец, нами определены коэффициенты его биологического поглощения в системе «почва-растение» для травяных и древесных видов.

Как правило, наибольшим содержанием свинца характеризуется корневая система растений, которая непосредственно контактирует с основным источником тяжелых металлов – почвой, наименьшая концентрация – в

ником тяжелых металлов – почвой, наименьшая концентрация – в стеблях, ветвях и стволах. Максимальное количество свинца было обнаружено в корневой системе подорожника большого (*Plantago major* L.) – 5,5 мг/кг и полыни обыкновенной (*Artemisia vulgaris* L.) – 3,4 мг/кг. В листьях ореха грецкого (*Juglans regia* L.) этого элемента оказалось 2,9 мг/кг, в корнях 3,5 мг/кг.

Самый высокий показатель КБП среди травянистых растений установлен для подорожника обыкновенного – 0,49 и полыни обыкновенной – 0,40, а наименьший – для осота полевого (*Cirsium arvense* L. Scop.) – 0,11 и пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) – 0,1. Другие виды растений имеют широкий диапазон показателей и тяготеют к минимальному.

Для древесной растительности максимальные значения КБП отмечены в ореха грецкого – 0,57, наименьшие – у дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.) – 0,04. Сравнивая полученные данные, видим, что древесные виды, а именно орех грецкий и ива козья (*Salix caprea* L.), концентрируют наибольшее количество свинца. Это должно служить мотивацией для использования указанных видов для создания эффективных санитарно-защитных насаждений вдоль транспортных путей Волины.

В непосредственной близости к автомагистрали «Киев-Ковель-Ягодин», несмотря на санитарную запрет, есть участки земли, которые крестьяне обрабатывают и выращивают на них растениеводческую продукцию. Согласно нашим исследованиям, культура картофеля склонна в 1,8 раза больше накапливать свинец по сравнению со свеклой столовой. Было установлено, что в очищенных клубнях и в очистках картофеля сорта Санта содержание элемента одинаково. В картофеле сорта Бородеянка очистки содержали 0,85 мг/кг свинца, тогда как очищенные клубни – 0,75 мг/кг. Клубни картофеля сорта Бородеянка накапливают вдвое больше этого элемента (0,8 мг/кг), чем сорт Санта. ~~Определение~~ КБП тяжелых металлов выращенными культурами показало, что большие значения показателей присущи надземной фитомассе (табл. 1).

**Таблица 1 - Коэффициент биологического поглощения тяжелых металлов сельскохозяйственными растениями, выращенными в приавтомагистральной полосе дороги « Киев-Ковель-Ягодин »**

Культура	Тяжелые металлы					
	Pb	Cu	Zn	Cd	Co	Mn
Свекла столовая: <u>надземная фитомасса</u> корень	<u>0,97</u> 0,3	<u>3,6</u> 1,4	<u>5,0</u> 1,3	<u>12,3</u> 1,8	<u>3,0</u> 0,7	<u>4,1</u> 1,2
Картофель: <u>надземная фитомасса</u> клубни	<u>2,2</u> 0,2	<u>1,8</u> 1,9	<u>3,3</u> 2,8	<u>5,8</u> 5,7	<u>2,7</u> 1,5	<u>4,3</u> 1,7

Наибольший КБП характерен для кадмия, цинка и марганца, наименьший – для свинца. Другой особенностью поведения кадмия является его практически одинаковые значения показателя КБП вегетативными органами в картофеле (5,7-5,8), в то же время для свеклы столовой показатели существенно отличаются (КБП составляет 1,8 в собственно корнях и 12,3 в надземной фитомассе). ~~При исследовании~~ распределении содержания основных пигментов в листовом аппарате наблюдали снижение их концентрации в отобранных образцах растений, растущих на загрязненной территории. В обеих формах растительности

тущих на загрязненной территории. В обеих формах растительности загрязненной территории приавтомагистральных полос наблюдаем характерное снижение суммы хлорофиллов  $a + b$  и уменьшение соотношения хлорофиллов  $a/b$  в травяной растительности загрязненной зоны, кроме *Leonurus guinguelobatus* Gilib., который реагирует по последнему показателю положительно. Древесные формы, наоборот, характеризуются увеличением соотношения пигментов, что обусловлено большей устойчивостью растений по содержанию хлорофилла  $a$ . Интенсивность изменений концентраций пигментов имеет выраженный видоспецифический характер.

### **Выводы**

Выявлены закономерности распределения тяжелых металлов в почвах приавтомагистральной зоны автодороги «Киев-Ковель-Ягодин» в зависимости от удаленности полотна дороги и господствующих ветров. Установлена видовая аккумулятивная тенденция растений по отношению к тяжелым металлам. Раскрыт характер изменений фотосинтетического аппарата растений, растущих на антропогенно измененных почвах приавтомагистральной полосы. Обоснованы и рекомендованы для озеленения такие виды древесных растений, которые уменьшают негативное влияние поллютантов на окружающую среду.

### **Список литературы**

1. Бухарина, И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварничина, К. Е. Ведерников. - Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
2. Волощинська С.С. Результати екологічного моніторингу автомагістралі «Київ-Варшава» / С. С. Волощинська, В. О. Голуб : Матеріали II Між нар. конф. молодих учених [Біологія: від молекули до біосфери], (19-21 листопада 2007). – Харків. – 2007. – С. 399–401.
3. Волощинська, С.С. Біоіндикація стану забруднення довкілля важкими металами (на прикладі автомагістралі «Київ–Варшава») / С.С. Волощинська // «Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія». – 2008. - Т.2. – С. 24–28.
4. Волощинська, С.С. Важкі метали в ґрунтах урбоєкосистеми м. Ковеля / С.С. Волощинська // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). – 2012. - Т.4, Вип.2. – С. 145–148.
5. Степанок, В. В. Влияние сочетания соединений тяжелых металлов на урожай сельскохозяйственных культур и поступление тяжелых металлов в растения / В. В. Степанок // Агрехимия. – 2000. – № 1. – С. 74-80.

УДК 631.416.9

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ**

**Даваева Ц.Д., Сангаджиева Л.Х.**

ФГБОУ Калмыцкий государственный университет, Россия, shagan\_d@mail.ru