

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**«АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АПК»**

МАТЕРИАЛЫ XVI МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Брянск 2019

УДК 631.5:338.43 (06)

ББК 4:65.32

А 26

**Агроэкологические аспекты устойчивого развития  
АПК: материалы XVI Международной научной конферен-  
ции.** - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2019. – 1091 с.

**Редакционная коллегия:**

Сычѳв С.М.	председатель, директор ИЭиА, профессор, д.с.-х.н.
Мельникова О.В.	профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства, д.с.-х.н.
Симонов В.Ю.	зам. председателя, зам. директора ИЭиА, доцент, к.с.-х.н.
Милехина Н.В.	доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, к.с.-х.н.
Мартынова Е.В.	секретарь, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, к.б.н.
Сазонова И.Д.	доцент кафедры агрономии, селекции и семеноводства, к.с.-х.н.

Сборник материалов конференции содержит результаты научных исследований ученых, аспирантов, магистров и студентов Брянского ГАУ, других вузов и научно-исследовательских институтов Российской Федерации, Украины и Республики Беларусь. В изложенных материалах рассматриваются вопросы селекционного и технологического обеспечения сельскохозяйственного производства, его экологической безопасности, проблемы повышения плодородия почв, рационального использования удобрений, реабилитации загрязненных радионуклидами территорий, ресурсо- и энергосберегающие технологии, перспективные направления развития химии, биотехнологии и физиологии растений.

*За содержание и достоверность данных ответственность несут авторы.*

*Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией института экономики и агробизнеса Брянского ГАУ, протокол № 6 от 22 мая 2019 года.*

© Брянский ГАУ, 2019

© Коллектив авторов, 2019

УДК 631.438 (476.4)

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В УРБАНОЗЕМАХ АГРОСЕЛИТЕЛЬНЫХ  
ЛАНДШАФТОВ г. ГОРКИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Heavy metals in urban soils of agrosettle landscapes of Gorky,  
Mogilev region*

**Мыслыва Т.Н.**, д. с.-х. наук, доцент, *byrty41@yahoo.com*

**Левшук О.Н.**, аспирант, *levshuk-2011@mail.ru*

*Myslyva T.N., Levshuk O.N.*

УО Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
*Belarussian State Agrarian Academy*

**Аннотация.** Установлено, что урбаноземы в пределах индивидуальной жилой застройки г. Горки характеризуются благоприятными агрохимическими и физико-химическими свойствами, однако имеют слабую степень загрязнения такими тяжелыми металлами как медь, свинец и цинк ( $Z_c = 8,35$ ). Присутствует синергическое взаимодействие средней интенсивности между медью и цинком ( $r = 0,76$ ); медью и марганцем ( $r = 0,84$ ); цинком и свинцом ( $r = 0,76$ ); цинком и кадмием ( $r = 0,72$ ).

**Abstract.** *The study gives reason to argue that urban areas within the individual residential development of Gorki are characterized by favorable agrochemical and physicochemical properties, but have a low degree of contamination with such heavy metals as copper, lead and zinc ( $Z_c = 8,35$ ). There is a medium synergistic interaction between copper and zinc ( $r = 0.76$ ); copper and manganese ( $r = 0.84$ ); zinc and lead ( $r = 0.76$ ); zinc and cadmium ( $r = 0.72$ ).*

**Ключевые слова:** загрязнение, урбанозем, тяжелые металлы.

**Keywords:** *pollution, urban soil, heavy metals.*

Деградация земель определена как одна из основных угроз национальной безопасности Республики Беларусь в экологической сфере, поэтому исключительно важным становится контроль за сохранением земель и возобновлением почвенного плодородия. Техногенное загрязнение вследствие воздействия промышленных эмиссий поллютантов, прежде всего тяжелых металлов, является одной из основных причин ухудшения качества почв и выращиваемой на них сельскохозяйственной продукции [1, с. 260]. Следует отметить, что вследствие усиления антропогенного влияния на окружающую среду ухудшение экологической ситуации наблюдается не только на территории

крупных мегаполисов и промышленно развитых регионов, но и далеко за их пределами – в аграрных регионах [2, с. 30]. Неконтролируемое применение химических средств защиты растений, органических и минеральных удобрений в частном секторе, очень часто научно необоснованное, приводит к загрязнению почвы тяжелыми металлами и остатками пестицидов, что неминуемо влечет за собой и загрязнение выращиваемой на этих почвах сельскохозяйственной продукции.

Цель исследований – оценить уровень загрязнения кислоторастворимыми формами тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, кадмий, марганец) почвенного покрова в пределах индивидуальной жилой застройки г. Горки (Могилевская область, Республика Беларусь), и установить особенности миграции и аккумуляции тяжелых металлов в компонентах агрооселительных ландшафтов.

Исследования выполнялись в 2017-2018 гг. на территории микрорайонов «Заречье», «Слобода» и «Академия», а также садовых товариществ «Груд» и «Садовод», находящихся в пределах территории г. Горки. Отбор образцов почвы проводился в соответствии с требованиями, указанными в ТКП 17.03–02–2013 «Правила и порядок определения загрязнения земель (включая почвы) химическими веществами» [3]. Размер пробной площадки составлял 10×10 м, почва отбиралась методом «конверта» из слоя 0-20 см. Один репрезентативный почвенный образец формировался из 20-ти точечных проб. Аналитические исследования проводились на базе химико-экологической лаборатории УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», аккредитованной в Системе аккредитации Республики Беларусь в соответствии с СТБ ИСО/МЭК 1 7025-2007 (аттестат аккредитации номер ВУ/112 02.2.0.4043 от 05.07.2015 г.). Определение содержания тяжелых металлов выполнялось методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR S Series AA фирмы Thermo Scientific (США). Экстрагирование тяжелых металлов выполняли 1н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Урбаноземы в пределах индивидуальной жилой застройки г. Горки характеризуются довольно благоприятными агрохимическими свойствами (таблица 1). Под урбаноземами в нашем случае понимаются почвы, формирующиеся на антропогенно нарушенных (с инородными включениями, нарушенным сложением) грунтах, не подвергавшихся целенаправленной рекультивации на всю глубину корнеобитаемого слоя (до 1,5 м) и имеющих гумусированный горизонт (искусственно созданный, либо сформированный почвообразующими процессами *in situ*). Установлено, что содержание подвижного фосфора в них варьирует от высокого до избыточного, подвижного калия – от

низкого до избыточного, а рН почвенного раствора колеблется от средне кислого до близкого к нейтральному и нейтрального. Стоит отметить, что варьирование исследуемых агрохимических показателей в урбаногемах было незначительным ( $v = 26-40\%$ ), а показатели рН варьировали в пределах 7,9%, что свидетельствует об относительной однородности почвенного покрова в пределах территории, где проводились исследования.

Таблица 1 – Статистические характеристики агрохимических и физико-химических показателей почвы,  $n = 32$

Название показателя	Статистическая характеристика показателя				
	min	max	mid	Sd	Cv
Подвижный фосфор, мг/кг	267,5	602	440,8	115,7	26,2
Подвижный калий, мг/кг	127,5	558,5	325,7	132,1	40,6
рН <sub>КС1</sub>	5,35	6,99	6,46	0,51	7,9

*Примечание:* Sd – среднеквадратическое отклонение; Cv – коэффициент вариации; mid – среднее значение.

Оценить пестроту и контрастность строения атмотехногенных ореолов рассеивания продуктов техногенеза на обследуемой территории можно по величине коэффициента вариации, который является качественным критерием оценки степени загрязнения урбаногемов. Чем больше коэффициент вариации, тем более неравномерно распределение геохимических параметров в пространстве, и тем фрагментарнее и контрастнее строение атмотехногенных ореолов рассеивания, поскольку элемент – поллютант имеет более высокую степень варьирования в пространстве, чем педогенный элемент [4, с. 157]. Среди исследуемых тяжелых металлов наиболее сильно в урбаногемах агроселитебных ландшафтов г. Горки варьирует содержание кислоторастворимых форм цинка ( $v = 85,6\%$ ), что подтверждает техногенную природу происхождения этого поллютанта в пределах исследуемой территории (табл. 2).

Таблица 2 – Статистические характеристики содержания тяжелых металлов в урбаногемах,  $n = 32$

Название элемента	Статистическая характеристика показателя				
	min	max	mid	Sd	Cv
Медь	3,36	19,32	9,36	5,19	55,4
Цинк	13,44	192,28	64,98	55,62	85,6
Марганец	282,27	705,44	454,97	141,51	31,1
Свинец	3,69	17,52	8,38	4,69	55,9
Кадмий	0,001	0,34	0,20	0,097	48,5

Оценить общее экологическое состояние исследуемой территории по загрязнению ее тяжелыми металлами можно, используя коэффициент концентрации ( $K_c$ ), который рассчитывается как частное от деления фактического содержания металла в почве на его фоновое содержание (табл. 3).

Таблица 3 – Статистические характеристики коэффициента концентрации ( $K_c$ ) тяжелых металлов в урбанооземах,  $n = 32$

Название элемента	Статистическая характеристика показателя				
	min	max	mid	Sd	Cv
Медь	0,73	4,2	2,04	1,13	0,73
Цинк	1,09	31,89	6,76	8,84	1,09
Свинец	0,68	3,24	1,55	0,87	0,68
Кадмий	0,004	1,3	0,77	0,37	0,004

Фактическое содержание меди, цинка и свинца в урбанооземах в среднем превышало их фоновое содержание в 2,1; 6,8 и 1,6 раза соответственно, тогда как содержание кадмия находилось на уровне, кратном 0,37 фона, лишь в отдельных случаях достигая величины, кратной 1,3 фона. Коэффициент концентрации в почве марганца не определялся вследствие отсутствия величины его фонового содержания для территории Беларуси. Отметим, что перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве в Республике Беларусь регламентируется ГН 2.1.7.12–1–2004 [5], утвержденными постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь №28 от 25.02.2004 г. Однако, данный документ содержит нормативы, применяемые для подвижных форм элементов, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8. Кроме того, в нем полностью отсутствуют нормативы содержания в почве подвижного кадмия.

Поскольку зафиксировано загрязнение земель в пределах пробных площадок несколькими химическими элементами, было выполнено определение суммарного показателя кратности превышения фоновой концентрации  $Z_c$ , величина которого рассчитывается по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1),$$

где  $K_c$  – коэффициент концентрации химического элемента в почве;

$n$  – количество исследуемых химических элементов.

Суммарный показатель кратности превышения фоновой кон-

центрации тяжелых металлов для исследуемой территории в среднем составил 8,35, что согласно градации, приведенной в [3, с. 6], соответствует низкой степени загрязнения.

Было установлено наличие синергического взаимодействия средней интенсивности между медью и цинком ( $r = 0,76$ ); медью и марганцем ( $r = 0,84$ ); цинком и свинцом ( $r = 0,76$ ); цинком и кадмием ( $r = 0,72$ ). На наличие синергизма между данными элементами указывается и в работе [6, с. 59].

По результатам выполненных исследований можно констатировать, что урбаноземы в пределах индивидуальной жилой застройки г. Горки характеризуются благоприятными агрохимическими и физико-химическими свойствами, однако имеют слабую степень загрязнения такими тяжелыми металлами как медь, свинец и цинк.

Дальнейшие исследования следует сосредоточить в направлении детального обследования территории г. Горки на предмет загрязнения ее почвенного покрова тяжелыми металлами для создания растровой карты загрязнения.

### Библиографический список

1. Мислива Т.М., Трембіцький В.А., Довбиш Л.Л. Важкі метали в лісоаграрних ландшафтах Житомирського Полісся // Агрохімія і ґрунтознавство. Спец. вип. 2006. С. 260–263.

2. Мислива Т.М. Цинк в ґрунтах Житомирського Полісся // Вісник ЖНАЕУ. 2011. № 1. С. 30–45.

3. Охрана окружающей среды и природопользование Земли. Правила и порядок определения загрязнения земель (включая почвы) химическими веществами ТКП 17.13-02-2013 (02120) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vik.by>.

4. Мислива Т. М., Герасимчук Л. О. Важкі метали в урбаноземах агроселітебних ландшафтів південно-західної частини м. Житомира // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер. Агрономія. 2011. Вип. 162, Ч. 1. С. 155–165.

5. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.12–1–2004 (GN 2.1.7.12–1–2004) Постановление Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь №28 от 25.02.2004 г.

6. Свидинюк Н.Л. Накопичення важких металів в зерні вівса залежно від їх вмісту в ґрунті // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. 2001. Вип. 1–2. С. 56–61.

7. Биологизация земледелия Юго-Запада России: монография / В.Ф. Мальцев, А.И. Артюхов, В.П. Лямцев, С.А. Бельченко и др. Брянск, 2000. 343 с.

8. Рекомендации по снижению содержания радионуклидов в товарной части урожая овощных и пряно-вкусовых культур (экологическая селекция, технологические способы) / В.Ф. Пивоваров, Е.Г. Добруцкая, А.В. Солдатенко, Л.В. Кривенков, С.М. Сычев, В.В. Скорина, А.В. Кильчевский, С.М. Ляпунов, А.В. Горбунов, А.И. Ивлиев, В.К. Гинс, Е.А. Широкова; Российская академия сельскохозяйственных наук, всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур, Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. М., 2005.

9. Методические указания по использованию экологических методов в селекции овощных культур на устойчивость к накоплению тяжелых металлов в товарной части урожая (салат, шпинат, томат, редька, дайкон) / В.Ф. Пивоваров, Е.Г. Добруцкая, М.С. Бунин, А.В. Солдатенко, Л.В. Кривенков, С.М. Сычев, О.В. Ушакова, В.А. Ушаков, Ф.Б.О. Мусаев, Т.С. Науменко, С.М. Ляпунов, А.В. Горбунов, А.И. Ивлиев, В.К. Гинс, М.С. Гинс, А.Е. Сапрыкин; Российская академия сельскохозяйственных наук, Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур. М., 2005.

10. Почвенное плодородие и радионуклиды / Г.Т. Воробьев, И.Н. Чумаченко, З.Н. Маркина, А.А. Курганов, П.В. Прудников, И.А. Кошелев // Экологические функции удобрений и природных минеральных образований в условиях радиоактивного загрязнения почв. М., 2002.

11. Технология возделывания кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения и их влияние на содержание тяжелых металлов и цезия – 137 / Бельченко С.А., Ториков В.Е., Шаповалов В.Ф., Белоус И.Н. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2 (54). С. 58-67.



# СОДЕРЖАНИЕ

## Секция «АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВ И АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА С.-Х. ПРОДУКЦИИ»

<b>Просяников Е.В.</b> ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ СЕРОГО ЛЕСНОГО ТИПА В ЭКОСИСТЕМАХ ОПОЛЯ	5
<b>Ахмадиев Г.М.</b> ЭКОЛОГОХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БИОТЕХНОСФЕРЫ	10
<b>Догадина М.А.</b> РОЛЬ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД В УЛУЧШЕНИИ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ ГРУНТОВ	21
<b>Мыслыва Т.Н., Левшук О.Н.</b> ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В УРБАНОЗЕМАХ АГРОСЕЛИТЕБНЫХ ЛАНДШАФТОВ г. ГОРКИ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ	25
<b>Милюткин В.А., Цирулев А.П., Длужевский Н.Г.</b> УВЕЛИЧЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ НА ОСНОВАНИИ УГЛУБЛЕННОГО МОНИТОРИНГА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ (СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ –S) И ВНЕСЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ АЗОТОСЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ	31
<b>Ласько Т.В., Каранкевич Е.В., Карпенко А.Ф.</b> НАКОПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	37
<b>Воробьёв В.Б., Ласточкина С.И.</b> ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ ПОДКОРМОК НА БАЛАНС ГУМУСА В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ ПРИ РАЗНЫХ УРОВНЯХ РАННЕВЕСЕННЕГО ЗАПАСА МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ	43
<b>Сиротина Е.А., Сазонова Н.В., Титова Г.Г.</b> МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ЧАИНСКОГО РАЙОНА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ	48
<b>Сариогло И.И.</b> ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЯ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХЕЛАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ БИОИНДИКАЦИИ	54
<b>Курашов А., Беженуца О.</b> КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА АГРОЦЕНОЗЫ С ПОМОЩЬЮ БИОИНДИКАЦИИ	59