



УДК 57.047

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN SOILS WITH DIFFERENT LEVEL OF ANTHROPOGENOUS LOAD OF THE TERRITORIES OF KURSK REGION

**Н.П. Неведров¹, А.Л. Белоконов¹, С.А. Анненков¹, А.А. Проценко²,
Е.П. Проценко¹, Н.А. Балабина¹, А.В. Пученкова³
N.P. Nevedrov¹, A.L. Belokon¹, S.A. Annenkov¹, A.A. Protsenko²,
E.P. Protsenko¹, N.A. Balabina¹, A.V. Puchenkova³**

¹Курский государственный университет, Россия, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33

²РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

³Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии, Россия, 305021, г. Курск, ул. Карла Маркса, 70б

¹Kursk state university, 33 Radishchev St, Kursk, 305000, Russia

²Russian State Agrarian University Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya St, Moscow, 127550, Russia

³Russia scientific research institute of agriculture and protection of soils against an erosion, 70b Karl Marx St, Kursk, 305021, Russia

E-mail: 9202635354@mail.ru

Ключевые слова: тяжелые металлы, урбоэкотопы, постсельскохозяйственные агроценозы, залежные земли, антропогенная нагрузка, загрязнение почв.

Key words: heavy metals, urboecotop, fallow land, anthropogenous loading, pollution of soil.

Аннотация. В работе рассмотрены различные по степени антропогенной нагрузки группы почв Курской области. Исследовано содержание подвижных и валовых форм тяжелых металлов цинка, свинца, кадмия и меди в почвах урбоэкотопов и почвах постсельскохозяйственных агроценозов. Зафиксировано загрязнение почв тяжелыми металлами (до 7 ПДК) на участках с высокой степенью антропогенной нагрузки. Отмечена устойчивая взаимосвязь между содержанием ТМ в почвах и степенью антропогенной нагрузки.

Resume. There are three groups of soils in Kursk region according to the degree of anthropogenic load: soil with a high degree of anthropogenic load (urban soils), soil with moderate load (agricultural soils) and soils with low anthropogenic load (conservation areas). One of the most numerous and highly toxic polluting substances is heavy metals. According to the data of sanitary and epidemiological service about 16% of soils in Russia are polluted with heavy metals. The similar problem exists in Kursk region. Excess of heavy metals standards in soil are detected both by research scientists, and by authorized State bodies for environmental impact assessment.

Objects of the research were soils (typical chernozem soil) of Kursk industrial area – microdistrict Volokno, soils (grey forest and chernozem soils) of fallow land of Kursk, Fatezh and Zolotukhino districts, soils (typical chernozem soil) of Zorinsk piece of The Professor V.V. Alekhine Central Black Earth State Reserve.

Examined soil areas of microdistrict Volokno (dimension of each area is 10 ha) contained high quantity of gross (1.4–7.2 MPC) and mobile (1.5–7.1 MPC) forms of lead. Among the studied fallow lands of Kursk region, a total area of 200 hectares, none of the selected soil samples contained exceeding the MPC content of heavy metals studied. Concentrations of heavy metals in soil of fallow lands correspond to background concentrations for Kursk region. Research of soils of Zorino area of the Central Black Earth Reserve showed that the content of heavy metals mobile forms in them does not exceed the limit values. The lowest content of the studied heavy metals in soil samples was observed in the most distant areas from the sources of anthropogenic heavy metals emissions (railway, cultivated fields of agricultural use).

In the soils of Kursk urban areas there were found significant excesses of the content of mobile and gross forms of lead from 1.4 to 7.2 MPC. Also there was detected pollution of soils with cadmium (5.5 MPC) and zinc (1.1 MPC) due to excessive industrial load and diverse direction of manufacture in this area. In soils of former agricultural areas there was found a stable correlation between the content of trace elements (HM) and anthropogenic load, which appears even in a case of its minimum modification.

Введение

В Курской области по степени антропогенной нагрузки можно выделить 3 группы почв: почвы с высокой степенью антропогенной нагрузки (городские почвы), почвы со средней степенью нагрузки (сельскохозяйственные почвы) и почвы с низкой степенью антропогенной нагрузки (заповедные территории).



Почвы подавляющего количества урбоэкотопов испытывают ежегодно возрастающий антропогенный пресс, в связи с чем, подвержены загрязнению различного рода поллютантами. Современные почвы городов делятся на две группы. Первая группа представлена почвами клумб, газонов, пустырей, садово-огородных участков, вторая – запечатанными в асфальт почвами [Герасимова, 2003]. Депонирование загрязняющих веществ, присуще первой группе почв. Аккумулированные почвой токсичные вещества приводят к контоминации растительных продуктов, выращиваемых на многочисленных дачных и садово-огородных участках, расположенных как вблизи территории города, так и непосредственно в ней. К тому же, поступающие в почву поллютанты способны к стремительной миграции вниз по почвенному профилю. Данное явление несет в себе опасность загрязнения грунтовых вод.

Подвергаются загрязнению и почвы сельскохозяйственного пользования, которое является следствием чрезмерного использования химических средств защиты растений, удобрений, неправильного орошения, мелиорации и других агротехнических мер применяемых для сохранения и увеличения урожая.

Подобные загрязнения носят как локальный, так и повсеместный характер и требуют применения немедленных мер по детоксикации загрязняющих веществ [Соколов и др., 2008; Постников, 2009; Неведров и др., 2012; Неведров и др., 2013а; Неведров и др., 2013б].

Третья группа — почвы заповедников, которые испытывают косвенное влияние и антропогенная нагрузка не столь значительна, поэтому их можно считать эталонными [Балабина, Белоконь, 2012].

Одними из многочисленных и высокотоксичных загрязняющих веществ являются тяжелые металлы. По данным санитарно-эпидемиологической службы в среднем по России 16% почв загрязнены тяжелыми металлами.

Подобная ситуация сложилась и в Курской области. Превышение норм содержания тяжелых металлов в почвах постоянно фиксируют, как ученые-исследователи [Жидеева, 2000; Прусаченко, 2011, Неведров, Проценко, 2013; Неведров и др., 2013а], так и уполномоченные государственные экологические структуры [Струкова, 2013].

По данным источников литературы приоритетными загрязняющими веществами для почв урбоэкотопов г. Курска являются цинк и свинец [Прусаченко, 2011; Проценко, Неведров 2013; Неведров, Проценко, 2013]. В почвах сельскохозяйственных угодий часто встречается медное и цинковое загрязнение [Жидеева, 2000].

В соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами [САНПИН 2.1.7.1287-03, 2003] свинец, кадмий и цинк относятся к первому классу опасности химических загрязняющих веществ. Принятой в России предельно допустимой концентрацией кадмия в почве населенных пунктов является 0.5 мг/кг [ГН 2.1.7.2041-06, 2006]. Хотя кадмий более токсичен, чем свинец, риск отравления кадмием в нашей стране менее изучен, поскольку отравление этим металлом более характерно для индустриально развитых стран Юго-Восточной Азии.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были взяты почвы (чернозем типичный) промышленной зоны г. Курска – микрорайон Волокно, почвы (серые лесные и черноземные) залежных земель Курского, Фатежского и Золотухинского районов, почвы (чернозем типичный) Зоринского участка Центрального-Черноземного природного биосферного заповедника им. проф. В.В. Алехина (ЦЧЗ) (рис. 1).

Зоринский участок заповедника создан 7 марта 1998 года на площади 495.1 га в Обоянском и Пристенском районах Курской области для сохранения уникального памятника природы «Зоринские болота». Здесь на небольшой территории концентрируются разнообразные типы болот, в том числе сфагновых. Пространство между болотами и лесными участками занято преимущественно разновозрастной залежью. В структуре природно-территориальных комплексов Зоринского участка залежные геосистемы являются доминантными, так как их площадь составляет от 35 до 51% [Белоконь и др., 2014].

Рассматриваемая Залежь на Зоринском участке Центрально-Черноземного заповедника – это постсельскохозяйственные геосистемы, которые развиваются в заповедных условиях, исключая деятельность человека [Белоконь и др., 2014].

Отбор проб почв проводили согласно общепринятой методике [Минеев, 2011]. Содержание тяжелых металлов в почвах определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА-4. Подвижные формы ТМ извлекались ацетатно-аммонийным буфером, валовые – методом мокрого озоления азотной кислотой [МУ 31 11/05, 2005]. Лабораторные исследования образцов почв проводились на базе аккредитованной НИЛ «Мониторинга объектов

окружающей среды» Курского государственного университета. Статистический анализ данных произведен средствами пакета Microsoft Excel.



Рис. 1. Расположение исследуемых участков на карте Курской области (масштаб 1:1500000)
 Fig. 1. Layout of the researched sections on a card of Kursk region (scale 1:1500000)

Результаты и обсуждения

В исследуемых участках почв микрорайона Волокно (размер каждого участка 10 га) отмечалось высокое содержание валового (от 1.4 до 7.2 ПДК) и подвижного (от 1.5 до 7.1 ПДК) свинца (рис. 2).

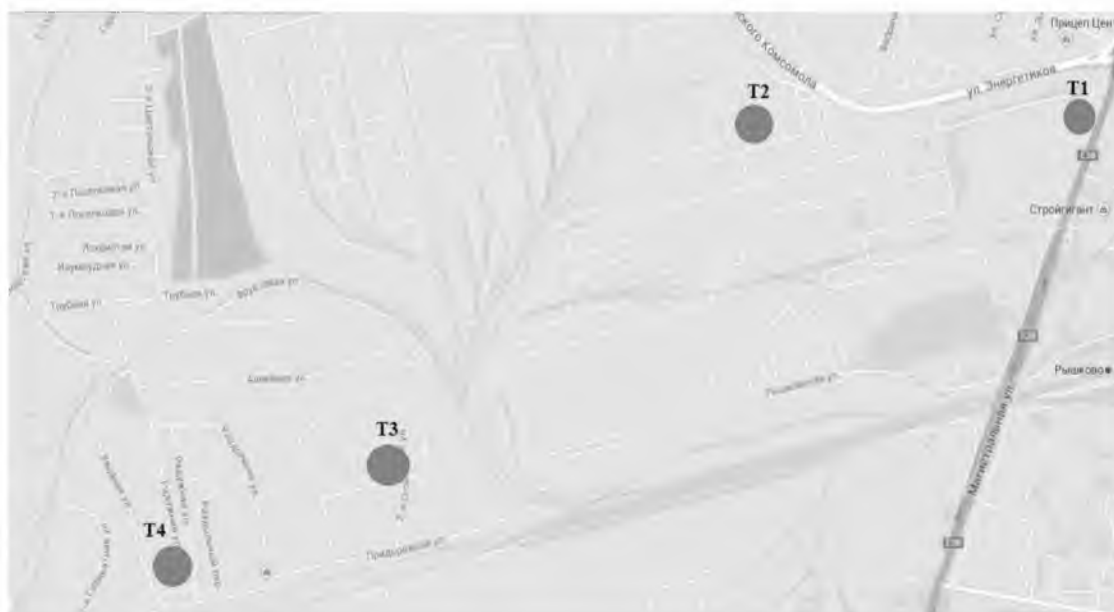


Рис. 2. Места отбора проб почв в южной агропромышленной зоне г. Курска (масштаб 1:25000)
 Fig. 2. Places of sampling of soils in the southern agro-industrial zone of Kursk (scale 1:25000)

Загрязнение свинцом зафиксировано на всех четырех участках, более загрязненными оказались садово-огородные участки, расположенные на улицах Огородная-1 и Придорожная. Высокое содержание свинца в почвах изучаемых экотопов обусловлена промышленной деятельностью (производство аккумуляторных батарей) расположенных в южной агропромзоне г. Курска заводов «Курский аккумулятор» и «Исток». Основная масса поллютанта оседает в

почвах юго-западной части агропромзоны. Также в почвах экотопов 3 и 4 (юго-западная часть агропромзоны) содержание кадмия превышает ПДК в 1,3–5,7 раза (табл. 1).

Таблица 1
Table 1

Содержание ТМ в почвах урбоэкотопов г. Курска
Concentration of heavy metals in soils of urboekotop of Kursk

№эко-топа	Место отбора	Содержание ТМ в почвах мг/кг			
		<u>Cu п.ф.</u> Cu в.ф.	<u>Cd п.ф.</u> Cd в.ф.	<u>Zn п.ф.</u> Zn в.ф.	<u>Pb п.ф.</u> Pb в.ф.
1	Льговский поворот	<u>0,28±0,01</u>	<u>0,23±0,02</u>	<u>4,60±0,04</u>	<u>9,05±0,3</u>
		14,5±0,2	0,38±0,01	42,85±0,5	42,51±0,7
2	Завод РТИ	<u>0,62±0,02</u>	<u>0,25±0,03</u>	<u>13,67±0,07</u>	<u>18,86±0,9</u>
		20,4±0,08	0,36±0,01	71,1±0,8	58,40±0,6
3	Ул. Огородная -1	<u>0,70±0,02</u>	<u>2,84±0,06</u>	<u>25,54±0,3</u>	<u>42,90±1,2</u>
		29,45±0,4	5,38±0,05	104,51±1,1	217,0±2,7
4	Ул. Придорожная	<u>0,45±0,05</u>	<u>0,84±0,02</u>	<u>4,45±0,6</u>	<u>40,04±0,8</u>
		23,15±0,3	1,27±0,08	32,12±0,5	109,0±2,1
5	ПДК*	<u>3</u>	<u>0,5</u>	<u>23</u>	<u>6</u>
		55	1	100	30

Примечание: * – по ГН 2.1.7.2041-06, 2006.

Цинковое загрязнение подвижной и валовой формой отмечалось в почвах ул. Огородная-1. Приближающиеся к ПДК значения содержания цинка замечено в пробах, взятых на пустырях вблизи завода РТИ, который является источником загрязнения цинком урбоэкотопов г. Курска. Цинксодержащие газопылевые выбросы РТИ преимущественно концентрируются в почвах, расположенных в радиусе 5–7 км от источника загрязнения. Повышенного содержания меди ни в одном из вариантов опыта не зафиксировано, ввиду отсутствия промышленных предприятий, использующих в технологиях производства медьсодержащее сырье.

Наибольший суммарный индекс загрязнения установлен в почвах улицы Огородная-1, что видимо, является следствием преобладания юго-западного переноса и близкого расположения к предприятиям загрязнителям.

Среди исследованных залежных земель Курской области, общая площадь которых составила 200 га (рис. 3), ни в одном из отобранных почвенных образцов не было обнаружено превышения ПДК содержания изучаемых тяжелых металлов. Концентрации ТМ в почвах залежей соответствуют фоновым концентрациям для Курской области.

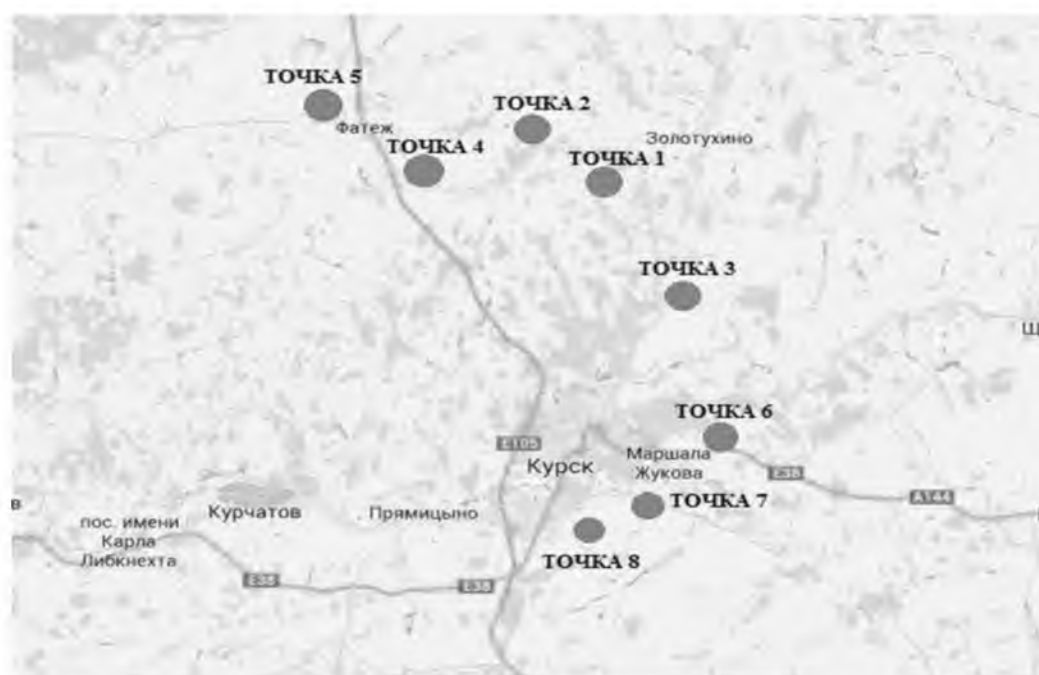


Рис. 3. Места отбора проб почв на участках залежных земель Курской области (масштаб 1:600000)

Fig. 3. Places of sampling of soils on sections of laylands of Kursk region (scale 1:600000)



Стоит отметить, что почвы участков залежей, расположенных в относительной близости от автомагистралей (с. Конево, с. Макаровка, п. Чермошное) с интенсивным транспортным потоком, содержат явно большее количество валовых и подвижных форм свинца и цинка, чем остальные исследованные почвы. Самое низкое содержание свинца и цинка в почвах участка находящегося на территории с. Зорино, что объясняется наличием лесополосы со стороны автомагистрали (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

**Содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах залежных земель
Курской области**
Concentration of bulk and mobile forms of heavy metals in soils of laylands of Kursk region

№ п/п	Место отбора	Возраст залежи, лет	Содержание ТМ в почвах мг/кг			
			<u>Cu п.ф.</u> Cu в.ф.	<u>Cd п.ф.</u> Cd в.ф.	<u>Zn п.ф.</u> Zn в.ф.	<u>Pb п.ф.</u> Pb в.ф.
1	х. Бычки (Фатежский р-н)	5	<u>0.12±0.01</u> 10.34±0.2	<u>0.045±0.01</u> 0.20±0.01	<u>0.53±0.02</u> 24.41±0.3	<u>1.22±0.05</u> 6.49±0.1
2	с. Конево (Золотухинский р-н)	12-15	<u>0.25±0.02</u> 12.75±0.3	<u>0.035±0.01</u> 0.21±0.01	<u>0.65±0.01</u> 31.68±0.3	<u>0.64±0.02</u> 8.43±0.4
3	с. Букреевка (Золотухинский р-н)	3	<u>0.12±0.01</u> 11.5±0.2	<u>0.04±0.01</u> 0.21±0.02	<u>0.68±0.01</u> 28.48±0.4	<u>0.39±0.03</u> 7.52±0.7
4	с. Макаровка (Фатежский р-н)	15	<u>0.22±0.01</u> 14.93±0.03	<u>0.042±0.001</u> 0.20±0.002	<u>0.71±0.03</u> 35.59±1.2	<u>0.67±0.02</u> 8.04±0.1
5	п. Чермошное (Фатежский р-н)	5	<u>0.19±0.01</u> 14.51±0.4	<u>0.04±0.01</u> 0.23±0.03	<u>0.88±0.07</u> 29.14±0.8	<u>0.57±0.01</u> 9.1±0.2
6	п. Халино (Курский р-н)	8-10	<u>0.23±0.02</u> 14.68±0.2	<u>0.045±0.03</u> 0.275±0.02	<u>1.32±0.05</u> 24.4±0.9	<u>0.62±0.01</u> 7.85±0.3
7	с. Зорино (Курский р-н)	15	<u>0.15±0.01</u> 3.16±0.5	<u>0.035±0.04</u> 0.14±0.01	<u>1.0±0.04</u> 6.4±0.5	<u>1.14±0.01</u> 4.78±0.2
8	с. Черемухинки (Курский р-н) заправка	3	<u>0.20±0.04</u> 6.83±0.3	<u>0.04±0.001</u> 0.18±0.003	<u>0.79±0.03</u> 15.39±1.1	<u>0.96±0.03</u> 7.5±0.4
ПДК*			<u>3</u> 55	<u>0.5</u> 1	<u>23</u> 100	<u>6</u> 30

Примечание: * – по ГН 2.1.7.2041-06, 2006.

Концентрации подвижного и валового кадмия во всех исследованных образцах почв не имеют существенных различий.

Содержание подвижной и валовой меди заметно выше в пробах, отобранных на участках залежей с. Макаровка, п. Чермошное, п. Халино, что предположительно связано с близко находящимися садово-яблочными хозяйствами, активно использующими медные фунгициды и инсектициды [Анненков, 2014].

Исследования почв Зоринского участка Центрально-Черноземного заповедника (рис. 4) показали, что содержание подвижных форм тяжелых металлов в них не превышает значений ПДК [ГН 2.1.7.2041-06, 2006].



Рис. 4. Места отбора проб почв на Зоринском участке ЦЧЗ (масштаб 1:25000)
Fig. 4. Places of sampling of soils on the Zorinsky section of the Central Black Earth reserve (scale 1:25000)



Наименьшее содержание исследуемых тяжелых металлов отмечалось в образце 8, точка отбора этой пробы расположена в наибольшей удаленности от источников антропогенной эмиссии тяжелых металлов (железная дорога, обрабатываемые поля сельскохозяйственного пользования). Образец 8 мы приняли за контроль (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах Зоринского участка ЦЧЗ
Concentration of mobile forms of heavy metals in soils of the Zorinsky section of the Central Black Earth reserve

Место отбора № участка	Возраст залежи, лет	Содержание ТМ в почвах мг/кг			
		Cu п.ф.	Cd п.ф.	Zn п.ф.	Pb п.ф.
1	4-5	0.040±0.0011	0.001±0.0004	0.410±0.0014	0.001±0.0012
2	4-5	0.021±0.0012	0.003±0.0001	0.095±0.0011	0.016±0.0013
3	16	0.086±0.0012	0.008±0.0002	0.092±0.0014	0.210±0.0015
4	3-4	0.079±0.0013	0.017±0.0008	0.160±0.0015	0.047±0.0013
5	12	0.023±0.0012	0.002±0.0001	0.220±0.0014	0.001±0.0016
6	12	0.050±0.0017	0.001±0.0016	0.200±0.0013	0.016±0.0015
7	12-13	0.110±0.0014	0.002±0.0007	0.210±0.0012	0.001±0.0013
8(контроль)	12-13	0.015±0.0011	0.002±0.0009	0.070±0.0013	0.002±0.0011
ПДК*		3	0.5	23	6

Примечание: * – по ГН 2.1.7.2041-06, 2006.

Из исследуемых образцов наибольшее содержание в среднем по всем четырем тяжелым металлам наблюдалось в образце 3, видимо это связано с близким расположением железной дороги и отсутствием в этом месте защитной лесопосадки. В образцах 2 и 5 содержание тяжелых металлов значительно ниже, чем в образце 3, что обосновано наличием лесополосы на данной территории, которая снижает действие антропогенного фактора. В пробах 1, 4, 6, 7, которые находятся на границе территории Зоринского участка заповедника и в непосредственной близости с сельскохозяйственными угодьями, фиксировалось содержание меди, значительно превышающее контроль (см. табл. 3). А также в образцах 4 и 6 отмечалось содержание цинка в 8 и 23.5 раза выше, чем в контрольной пробе 8. Увеличение содержания ТМ цинка и меди в вышеназванных образцах вероятнее всего связано с применением удобрений с микроэлементами на близлежащих сельскохозяйственных угодьях, которые в составе поверхностного стока на протяжении многих лет мигрируют в почвы окраин заповедника.

Выводы

В почвах урбоэкотопов г. Курска наблюдались значительные превышения содержания подвижного и валового свинца от 1.4 до 7.2 ПДК, а также выявлены загрязнения почв кадмием (до 5.5 ПДК) и цинком (1.1 ПДК), что связано с чрезмерной промышленной насыщенностью на данной территории и разносторонней направленностью производства.

В почвах постсельскохозяйственных агроценозов отмечалась устойчивая взаимосвязь между содержанием микроэлементов (ТМ) и степенью антропогенной нагрузки, которые наблюдались даже при минимальном ее изменении.

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность Фонду содействия развитию (Фонду Бортника) за поддержку данного исследования и предоставление гранта в рамках программы «УМНИК 1-05-2014» Договор № 3544ГУ1/2014 (код 0005764).

Список литературы References

1. Анненков С.А. 2014. Агрохимическая характеристика залежных земель на территории Курской области. В кн.: Ломоносов – 2014. Секция «география». Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Москва, 7–11 апреля 2014 г.). М., Изд-во Московского университета: 195–196.

Annenkov S.A. 2014. The agrochemical characteristic of laylands in the territory of Kursk region. In: Lomonosov – 2014. Sekcija «geografija». Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenyh (Moskva, 7–11 aprolja 2014 g.) [Lomonosov – 2014. Section «geography». Materials of the international scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists (Moscow, 7–11 April 2014)]. Moscow, Izd-vo Moskovskogo universiteta: 195–196. (in Russian)

2. Балабина И.П., Белоконов А.Л. 2012. Динамика постсельскохозяйственных геосистем Зоринского участка Центрально-черноземного заповедника им. проф. В.В. Алехина. В кн.: Теоретические и практические аспекты естественных и математических наук. Материалы международной заочной научно-практической конференции (Новосибирск, 16 апреля 2012 г.). Новосибирск, Изд-во «СибАК»: 78–81.

Balabina I.P., Belokon' A.L. 2012. Dynamics of post-agricultural geosystems of the Zorinsky section of Central Chernozem Reserve named prof. V.V. Alyokhin. In: Teoreticheskie i prakticheskie aspekty estestvennyh i matematicheskikh nauk. Materialy mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Novosibirsk, 16 aprelya 2012 g.) [Theoretical and practical aspects of natural and mathematical sciences. Materials of the international correspondence scientific and practical conference (Novosibirsk, 16 April 2012)]. Novosibirsk, Izd-vo «SibAK»: 78–81. (in Russian)

3. Белоконов А.Л., Проценко Е.П., Чертков Н.В., Балабина И.П., Неведров Н.П., Анненков С.А. 2014. Геосистемный анализ восстановительных сукцессий залежных агроценозов в условиях заповедного режима. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Сер. «Экология», (5): 24–30.

Belokon' A.L., Procenko E.P., Chertkov N.V., Balabina I.P., Nevedrov N.P., Annenkov S.A. 2014. Geosystems analysis of recovery successions the zaleznykh of agrotsenoz in the conditions of the reserved mode. XXI vek: itogi proshlogo i problemy nastojashhego plus [XXI century: Resumes of the Past and Challenges of the Present plus. Series «Ecology»], (5): 24–30. (in Russian)

4. Герасимова М.И. 2003. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск, Ойкумена, 268.

Gerasimova M.I. 2003. Antropogennye pochvy: genezis, geografija, rekul'tivacija [Anthropogenous soils: genesis, geography, recultivation]. Smolensk, Ojkumena, 268. (in Russian)

5. ГН 2.1.7.2041-06. 2006. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М., Минюст РФ, 6.

GN 2.1.7.2041-06. 2006. The Maximum Permissible Concentration (MPC) of chemicals in the soil. Moscow, Minjust RF, 6. (in Russian)

6. Жидеева В.А. 2000. Загрязнение тяжелыми металлами почв садовых агроценозов Курской области. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Курск, 23 с.

Zhideeva V.A. 2000. Zagrijaznenie tjazhelymi metallami pochv sadovyh agrocenozov Kurskoj oblasti [Pollution by heavy metals of soils of garden agrotsenoz of Kursk region]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Kursk, 23. (in Russian)

7. Минеев В.Г. 2001. Практикум по агрохимии. М., Изд-во МГУ, 689.

Mineev V.G. 2001. Praktikum po agrohimii [Workshop on agrochemistry]. Moscow, Izd-vo MGU, 689. (in Russian)

8. МУ 31 11/05. 2005. Количественный химический анализ проб почв, тепличных грунтов, илов, донных отложений, сапропелей, твердых отходов. Методика выполнения измерений массовых концентраций цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка, ртути методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. ФР.1.34.2005.02119. ПНД Ф 16.1:2:2:2:3.48-06. Томск, Изд-во ТПУ, 43.

MU 31 11/05. 2005. Quantitative chemical analysis of tests of soils, hothouse soil, IIs, ground deposits, sapropels, solid waste. A technique of performance of measurements of mass concentration of zinc, cadmium, lead, copper, manganese, arsenic, mercury by method of an inversion voltamperometriya on analyzers of TA type. Tomsk, Izd-vo TPU, 43. (in Russian)

9. Неведров Н.П., Проценко Е.П. 2013. Фитоэкстракция цинка растительностью урбоэкотопов города Курска в сравнении с культурными растениями. Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, (4). Электронный ресурс. URL: <http://scientific-notes.ru/index.php?page=8> (18 февраля 2015).

Nevedrov N.P., Procenko E.P. 2013. Zinc phytoextraction by vegetation of urboekotop of the city of Kursk in comparison with cultural plants. Uchenye zapiski. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta [Uchyonye zapiski. Electronic scientific journal of the Kursk State University], (4). Available at: <http://scientific-notes.ru/index.php?page=8> (accessed 18 February 2013). (in Russian)

10. Неведров Н.П., Проценко Е.П., Балабина И.П., Прусаченко А.В. 2013. Использование горчицы сарептской *Brassica juncea* (L.) в целях очистки почв Курской области от загрязнений тяжелыми металлами. Проблемы региональной экологии, (6): 133–137.

Nevedrov N.P., Procenko E.P., Balabina I.P., Prusachenko A.V. 2013. Use of *Brassica juncea* (L.) for cleaning of soils of Kursk region of pollution with heavy metals. Problemy regional'noj jekologii [Regional environmental issues], (6): 133–137. (in Russian)

11. Неведров Н.П., Проценко Е.П., Кузнецов А.Е. 2012. Использование ячменя обыкновенного *Hordeum vulgre* (L.) в целях фиторемедиации. В кн.: Теоретические и практические аспекты естественных и математических наук. Материалы международной заочной научно-практической конференции (Новосибирск, 24 декабря 2012 г.). Новосибирск, Изд-во «СибАК»: 115–120.

Nevedrov N.P., Procenko E.P., Kuznecov A.E. 2012. Use of *Hordeum vulgre* (L.) for a fitoremediation. In: Teoreticheskie i prakticheskie aspekty estestvennyh i matematicheskikh nauk. Materialy mezhdunarodnoj zaochnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Novosibirsk, 24 dekabrja 2012 g.) [Theoretical and practical aspects of natural and mathematical sciences. Materials of the international correspondence scientific and practical conference (Novosibirsk, 24 December 2012)]. Novosibirsk, Izd-vo «SibAK»: 115–120. (in Russian)

12. Неведров Н.П., Проценко Е.П., Медянцева П.Л., Пученкова А.В. 2013. Регулирование ремедиационной способности горчицы сарептской *Brassica juncea* (L.) в отношении к цинку. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 15 (3): 108–111.



Nevedrov N.P., Procenko E.P., Medjancev P.L., Puchenkova A.V. 2013. Regulation of remediation ability of *Brassica juncea* (L.) in the relation to zinc. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 15 (3): 108–111. (in Russian)

13. Постников Д.А. 2009. Фитомелиорация и фиторемедиация почв сельскохозяйственного назначения с различной степенью окультуренности и экологической нагрузки. Автореф. дис. ... докт. сель.-хоз. наук. Брянск, 42 с.

Postnikov D.A. 2009. Fitomelioracija i fitoremediacija pochv sel'skohozjajstvennogo naznachenija s razlichnoj stepen'ju okul'turennosti i jekologicheskoj nagruzki [Phytomelioration and a fitoremediation of soils of agricultural purpose with various degree of familiarity and an environmental pressure]. Abstract. dis. ... doctor of agricultural sciences. Brjansk, 42. (in Russian)

14. Проценко Е.П., Неvedров Н.П. 2013. Способность к фитоэкстракции цинка горчицей сарептской *Brassica juncea* (L.) при разных уровнях загрязнения черноземной и серой лесной почвы. Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета, (1). Электронный ресурс. URL: <http://scientific-notes.ru/index.php?page=8> (18 февраля 2015).

Procenko E.P., Nevedrov N.P. 2013. Ability to zinc phytoextraction by *Brassica juncea* (L.) at different levels of pollution of the chernozem and gray forest soil. *Uchenye zapiski. Jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta [Uchyonye zapiski. Electronic scientific journal of the Kursk State University]*, (1). Available at: <http://scientific-notes.ru/index.php?page=8> (accessed 18 February 2013). (in Russian)

15. Прусаченко А.В. 2011. Экотоксикологическая оценка загрязнений тяжелыми металлами урбаноземов города Курска. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 19 с.

Prusachenko A.V. 2011. Jekotoksikologičeskaja ocenka zagrjaznenij tjazhelymi metallami urbanozemov goroda Kurska [Ecotoxicological assessment of pollution by heavy metals of urbanozem of the city of Kursk]. Abstract. dis. ... cand. biol. sciences. Moscow, 19. (in Russian)

16. САНПИН 2.1.7.1287-03. 2003. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. М., МинЮст РФ, 12.

SANPIN 2.1.7.1287-03. 2003. Sanitary and epidemiologic requirements to quality of the soil. Moscow, MinJust RF, 12. (in Russian)

17. Соколов О.А., Черников В.А., Лукин С.В. 2008. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. Белгород, КОНСТАНТА, 188.

Sokolov O.A., Chernikov V.A., Lukin S.V. 2008. Atlas raspredelenija tjazhelyh metallov v ob#ektah okruzhajushhej sredy [The atlas of distribution of heavy metals in objects of environment]. Belgorod, KONSTANTA, 188. (in Russian)

18. Струкова О. 2013. В нескольких районах Курской области выявили превышение тяжелых металлов в почве. Электронный ресурс. URL: <http://www.kurskcity.ru/news/citynews/95337> (14 октября 2013).

Strukova O. 2013. V neskol'kih rajonah Kurskoj oblasti vyjavili prevyshenie tjazhelyh metallov v pochve [In several regions of Kursk region revealed excess of heavy metals in the soil]. Available at: <http://www.kurskcity.ru/news/citynews/95337> (accessed 14 October 2013). (in Russian)