

**ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Research of heavy metals contents in soils of agricultural lands (Sverdlovsk region)

О. А. Кизилев, аспирант Уральского государственного аграрного университета
В. Б. Шуманов, студент Уральского государственного аграрного университета
(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

Рецензенты: В. В. Тощев, директор ФГБУ ГЦАС «Свердловский»

Ю. Л. Байкин, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор

Н. В. Вашукевич, кандидат биологических наук, доцент

Аннотация

Наша страна обладает огромными запасами плодородных земель, однако воздействие промышленного загрязнения обретает такой масштаб, что сегодня значительная часть почвенно-земельных ресурсов, включая и земли сельского хозяйства, находятся в удручающем состоянии. Практически во всех районах страны на землях сельскохозяйственного назначения фиксируются следы техногенного воздействия. В работе обсуждаются материалы по динамике содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвах реперных участков (РУ) сети агроэкологического мониторинга ФГБУ ГЦАС «Свердловский».

Ключевые слова: почвенно-земельные ресурсы, тяжелые металлы, агроэкологический мониторинг, суммарный коэффициент техногенного загрязнения почв.

Summary

Our country has abundant fertile land, but the impact of industrial pollution becomes such a scale that today a significant portion of soil and land resources, including land and agriculture, are in poor condition. In almost all regions of the country on agricultural lands captured traces of anthropogenic impact. The paper discusses the materials on the dynamics of the content of total and mobile forms of heavy metals in soils of reference sites agroecological monitoring network FGBU GTSAS «Sverdlovsk»

Keywords: soil and land resources, heavy metals, agroecological monitoring, total coefficient of technogenic pollution of soils.

Свердловская область является важнейшим промышленным центром России. Значительные масштабы загрязнения компонентов экосистем газопылевыми выбросами, содержащими большое количество токсических соединений, связано с исторически сложившимся развитием в регионе предприятий черной и цветной металлургии.

Загрязнение тяжелыми металлами является опасным и распространенным видом воздействия на почвы, где они могут значительно изменять почвообразовательные процессы. Проникая в почву, ТМ воздействуют на геохимические барьеры, в том числе связанные с органическим веществом, что приводит к поступлению в организм человека по трофическим цепям их избыточных количеств.

Исследование поведения тяжелых металлов в районах, подверженных техногенезу, определило круг проблем, связанных со сложностями выявления конкретного фактора, отвечающего за загрязнение почв. Это объясняется как разнообразием почв в районах, прилегающих к промзонам, так и разнообразием почвенных характеристик.

Учеными УрГАУ было проведено изучение комплексного влияния на почвы выбросов промышленных предприятий на территории Первоуральско-Ревдинского промышленного узла.

В результате многолетних исследований были предложены конкретные мероприятия по использованию земель различных категорий в зонах различной степени загрязнения.

Особое внимание на территориях с повышенной техногенной нагрузкой уделяется использованию земель сельскохозяйственных угодий, так как высокий уровень загрязнения способен значительно ухудшить качество растениеводческой продукции. В частности мелиоративные мероприятия на загрязненных землях включают применение различных удобрений и сорбентов.

Агроэкологический мониторинг почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации на реперных участках ведется центрами и станциями агрохимической службы Министерства сельского хозяйства РФ с 1991 года. Распределение реперных участков по субъектам Российской Федерации зависит от наличия в производстве площадей сельскохозяйственных угодий данного субъекта и числа административных районов.

В Свердловской области сеть агроэкологического мониторинга состоит из 14 реперных участков, находящихся на сельскохозяйственных угодьях. Наблюдение ведется два раза в год в весенне-осенний период.

Цель исследования – анализ динамики содержания подвижных и валовых форм тяжелых металлов в различных типах почвах земель сельскохозяйственного назначения на примере реперных участков сети агроэкологического мониторинга в Свердловской области (по данным 2014 г.).

Задачи исследования:

- расчет коэффициентов подвижности и техногенной концентрации элементов (K_c), а также суммарного коэффициента техногенного загрязнения почв (Z_c).

- анализ расчетных параметров по различным типам почв реперных участков

Исходными материалами послужили данные ФГБУ ГЦАС «Свердловский», в получении которых авторы принимали непосредственное участие. За предоставление данных для работы, авторы выражают благодарность директору ФГБУ ГЦАС «Свердловский» В. В. Тощеву.

Реперный участок – это поле (часть поля) или отдельно обрабатываемый участок площадью не менее 4 и не более 40 га. Участок должен быть типичным для региона, отражая преобладающий почвенный покров, историю землепользования, особенности применения средств химизации и проведения мелиоративных мероприятий.

Реперные участки приурочены к различным природно-сельскохозяйственным зонам и провинциям, а также к техногенно-загрязненным территориям вблизи крупных промышленных предприятий, городов и транспортных магистралей. На ближайших почвенных аналогах, которые не испытали антропогенное воздействие (целина, естественные угодья), организуют наблюдательные (фоновые) площадки.

Анализ динамики содержания тяжелых металлов в почвах реперных участков был проведен нами по данным обследований весны и осени 2014 года. Участки были сгруппированы по типовой принадлежности почв: серые лесные (№1-5), бурые лесные (№ 6-10), полугидроморфные (№11-14).

Почвы реперных участков агроэкологического мониторинга Свердловской области относятся к двум почвенным зонам: Среднеуральской таежной (горно-луговая провинция) и Западно-Сибирской (лесостепная провинция).

По гранулометрическому составу – средне- и тяжелосуглинистые. Содержание гумуса варьирует в пределах 4,2-8,8%, значения pH_{KCl} – от 4,1 до 7,3. Данные по отдельным участкам представлены в таблице 1.

**Физико-химические характеристики почв реперных участков
сети агроэкологического мониторинга**

Почва	Участок	pH _{сол.}	Гумус, %	Гранулометрический состав
бурая лесная	1	6,6	4,2	средний суглинок (сс)
бурая лесная	2	4,4	8,8	сс
бурая лесная	3	6,7	8,3	сс
серая лесная	6	6,6	8,0	сс
серая лесная	7	5,4	6,0	сс
серая лесная	8	5,3	7,3	сс
луговая	11	6,3	7,7	тяжелый суглинок (тс)
лугово-черноземная	12	5,2	4,6	тс
лугово-черноземная	13	7,3	6,5	тс

Для каждой группы были рассчитаны: коэффициенты подвижности тяжелых металлов (отношение их подвижных форм к валовому содержанию); коэффициент техногенной концентрации (K_c) и показатель Z_c . Данные по фоновым концентрациям ТМ для почв Свердловской области заимствованы из материалов Государственного доклада по состоянию окружающей среды 2010 г.

Расчет геохимических особенностей изменения состава почвенного покрова сельскохозяйственных угодий производится с целью определения общей интенсивности и направления его трансформации под воздействием того или иного источника загрязнения.

Коэффициент техногенной концентрации элемента (K_c) рассчитывается следующим образом:

$$K_c = K_{\text{общ}} / K_{\text{фон}}$$

где $K_{\text{общ}}$ – содержание элемента в исследуемой почве; $K_{\text{фон}}$ – содержание элемента в фоновой почве.

При загрязнении почвы двумя и более элементами, производится расчет суммарного показателя загрязнения (Z_c):

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

где K_c – коэффициенты техногенной концентрации, превышающие 1; n – число элементов с $K_c > 1$.

Уровень загрязнения считается низким, если Z_c находится в пределах 0-16; средним (умеренно опасным), если $Z_c=16-32$; высоким (опасным), если $Z_c=32-128$; очень высоким (чрезвычайно опасным), если $Z_c > 128$ [15].

По коэффициенту подвижности тяжелые металлы на изученных почвах распределились следующим образом: $Cd > Pb > Zn > Ni > Cu$.

При этом необходимо отметить, что данные осенних наблюдений менее динамичны, поэтому для дальнейших выводов мы использовали именно их.

Наиболее подвижным металлом во всех 3 типах почв реперных участков является кадмий. Максимальные значения (в среднем 41%) выявлены в бурых лесных почвах. В серых лесных и полугидроморфных почвах значения коэффициента подвижности на 10% ниже (рис.1).

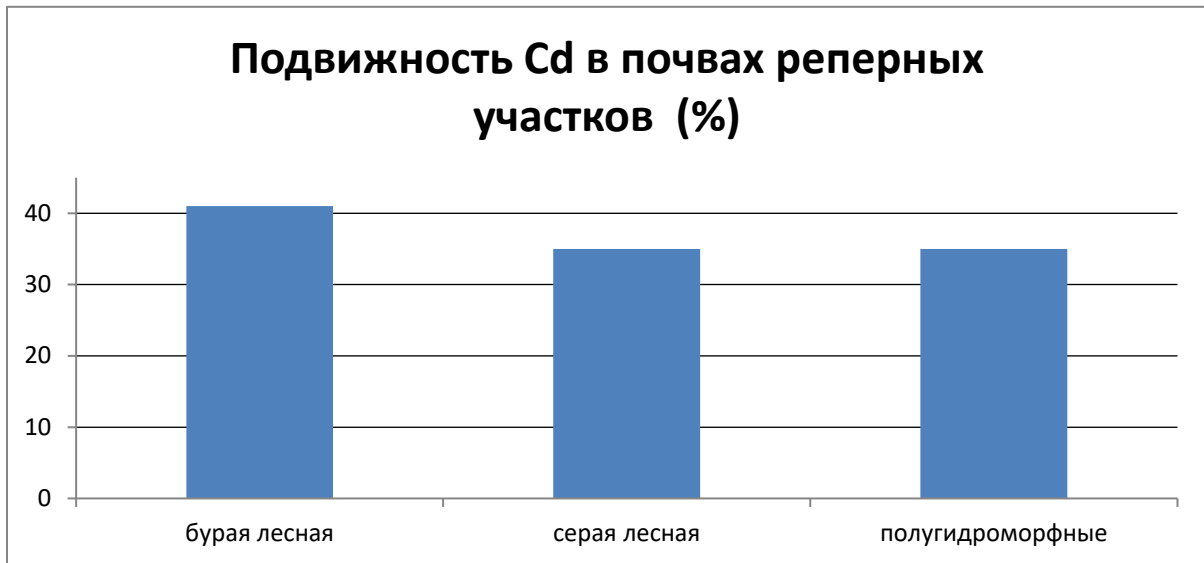


Рис.1. Подвижность Cd в почвах реперных участков

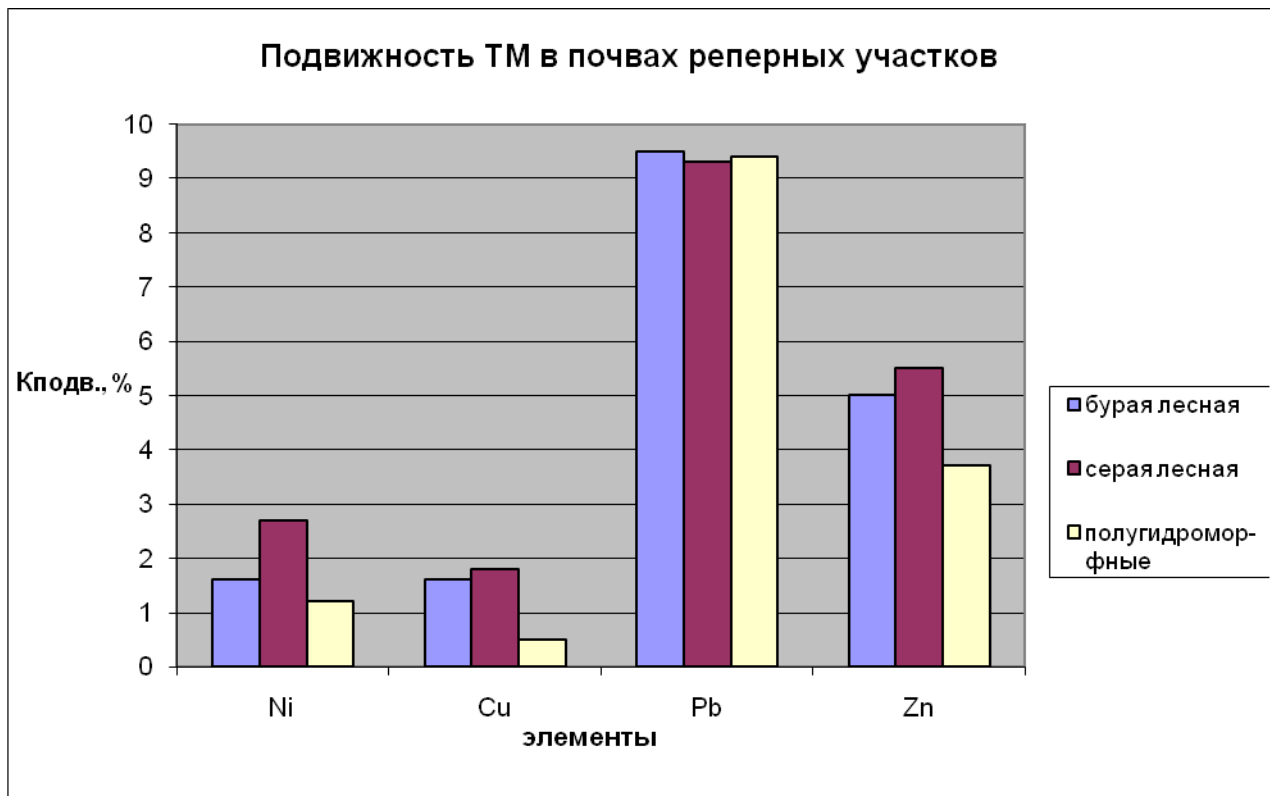


Рис.2. Подвижность Ni, Cu, Pb, Zn в почвах реперных участков

Второй в рассмотренном ряду элемент в изученных почвах РУ-свинец (рис. 2). Его подвижность практически не зависит от типа почвы, составляя в среднем 9,3-9,5%. В распределении остальных элементов (Zn, Ni, Cu) отмечена закономерность наибольшей их подвижности в серых лесных почвах (5,5-2,8-1,8%, соответственно) и минимальной – в полугидроморфных почвах (3,7-1,2-0,5%).

Динамика загрязнения почв тяжелыми металлами по результатам расчета суммарного показателя загрязнения (Z_c) представлена на рисунке 3.

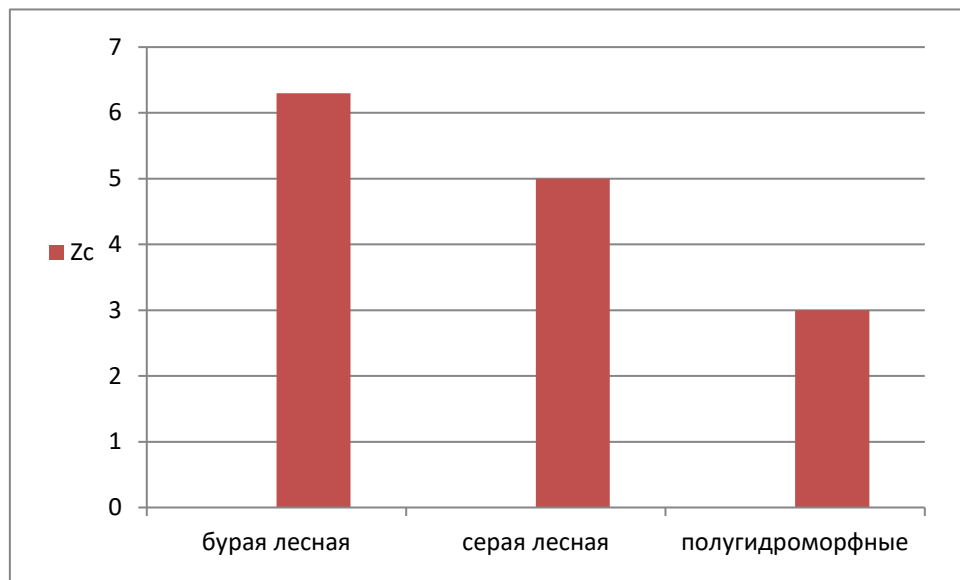


Рис.3. Изменения показателя Z_c в почвах реперных участков (осень 2014 г.)

Все изученные почвы сети агроэкологического мониторинга Свердловской области по показателю Z_c относятся к категории незагрязненных (значения находятся в пределах 0-16).

При этом наименьшие значения выявлены в полугидроморфных почвах ($Z_c = 3$), которые представлены луговыми и лугово-черноземными типами.

Данные почвы обладают большей буферностью по отношению к тяжелым металлам, связанной в первую очередь с их более тяжелым гранулометрическим составом. В отличие от бурых лесных и серых лесных почв все они относятся к категории тяжелых суглинков. Эта особенность почв определяет, по нашему мнению, меньшую подвижность в полугидроморфных почвах большинства изученных тяжелых металлов.

Библиографический список

1. Байкин Ю. Л. Сравнительная оценка приемов рекультивации почв, загрязненных тяжелыми металлами / Ю. Л. Байкин, А. С. Гусев // Почвы – национальное достояние России: Материалы IV съезда Докучаевского общества почвоведов. – Новосибирск, 2004. – Т. 2. – С. 541-542.
2. Байкин Ю. Л. Тяжелые металлы в почвах пригородной зоны г. Красноуральска Свердловской области / Ю. Л. Байкин, Н.А. Иванов // Экологические проблемы земледелия Среднего Урала. – Екатеринбург, 1995. – С. 59-64.
3. Байкин Ю. Л. Эффективность использования магнезита в качестве магниевое и известкового удобрения / Ю. Л. Байкин, Л. Б. Каренгина, Ю. Г. Байкенова // Аграрное образование и наука. – 2013. – № 3. – С.2
4. Байкенова Ю. Г. Эффективность технологий экогеохимической рекультивации почв (ТЭРП), загрязненных тяжелыми металлами (ТМ) / Ю. Г. Байкенова, Ю. Л. Байкин // Аграрный вестник Урала. 2015. № 4 (134). С.10-14.
5. Вашукевич Н. В. Органическое вещество голоцен-плиоценового хроноряда почв Предбайкалья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. В. Вашукевич. – Новосибирск, 1996. – 16 с.
6. Гранина Н.И. Функционирование почв Южного Предбайкалья в условиях антропогенеза / Н. И. Гранина, А. А. Козлова, Н. В. Вашукевич // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАН. – 2006. – № 2. – С. 22-28.

7. *Гусев А. С.* Влияние техногенного загрязнения на свойства почв промышленных районов Свердловской области: Автореф. дис. канд. биол. наук / *А. С. Гусев.* – Тюмень, 2000. – 16 с.
8. *Гусев А. С.* Использование математических методов при оценке земель, подверженных техногенному загрязнению / *А. С. Гусев, Ю. Л. Байкин, А. П. Зорин* // Интеграция науки и образования в современном мире: Сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург, 2014. – С. 44-47.
9. Экологическое функционирование почв города Иркутска / *А. А. Козлова, А. П. Макарова, Л. А. Иванюта, Н. В. Вашукевич* // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2006. – № 2. – С. 50-56.
10. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 240 с.
11. Рентгенофлуоресцентное определение тяжелых металлов в гумусовых кислотах / *Н. А. Смагунова, У. В. Ондар, Е. И. Молчанова* и др. // Журнал аналитической химии. – 2004. – Т. 59. – № 11. – С. 1181-1187.
12. *Старицына И.А.* Проблемы развития сельскохозяйственных территорий Свердловской области/ *И. А. Старицына, Н. В. Вашукевич, Н. А. Старицына* // Островские чтения. – 2016. – №1. – С. 557-564.
13. *Старицына Н. А.* Анализ состояния земельных ресурсов Свердловской области/ *Н.А. Старицына, И.А. Старицына, Н.В. Вашукевич* // Уральская горная школа – регионам: Сборник докладов XVI Международной научно-практической конференции, 11-12 апреля 2016. – Екатеринбург, 2016. – С. 252-253.
14. Система агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / *В. Г. Сычев, Е. Н. Ефремов, М. И. Лунев, А. В. Кузнецов.* – М.: Россельхозакадемия, 2006. – 79 с.
15. *Титова В. И.* Экотоксикология тяжелых металлов: Учебное пособие / *В. И. Титова, М. В. Дабахов, Е. В. Дабахова* – Н. Новгород: НГСХА, 2002. – 135 с.
16. (2015). Features of land with technogenic pollution use (on the example of Pervouralsky-Revdivsky industrial hub) / *I. O. Firsov, A. S. Gusev, A. A. Belichev, N. V. Vashukevich* // Proceedings of the International conference «Land Quality and Landscape Processes»; 2015; June 2-4; Keszthely, Hungary. – P. 41–44.
17. *Firsov I. O.* Estimation of soil buffering to heavy metals in the impact zone of Pervouralsky-Revdivsky industrial hub, Sverdlovsk region, Russia / *Ilya Firsov, A. S. Gusev, N. V. Vashukevich* // The Proceedings of the International Congress on «Soil Science in International Year of Soils». 19-23 October, 2015. Sochi, RUSSIA Article book Editor: Dr. Evgeny Shein, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, Department of Soil Physics and Reclamation, Moscow, Russia, P. 129-132.