

УДК 57.048

## НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Болтунова А.Д., Смирнова С.В., Солтис В.В.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова», Ульяновск, e-mail: nastbol8@mail.ru*

В статье рассмотрены проблемы экологического состояния почв под влиянием антропогенного (в частности, промышленного производства) воздействия. Проведено исследование почвенного покрова на предмет содержания тяжелых металлов на территории поселка Октябрьский Чердаклинского района Ульяновской области. Опасные уровни загрязнения почвенного покрова отмечаются на многих промышленно развитых территориях. При этом проблема диагностики и оценки состояния почв на данной территории мало изучена, что явилось причиной исследования почвенного покрова в окрестностях поселка Октябрьский. В данной работе изучено состояние почвенного покрова, отобрано несколько образцов поверхностной и отвальной обработок. Исследовано валовое содержание и подвижные формы. Для работы выбрана методика, позволяющая качественно провести исследование на содержание в почве тяжелых металлов. Отбор производился методом «конверта», анализ в специализированной лаборатории. Дана основная характеристика экологического состояния почв по ГОСТ в соответствии с ПДК тяжелых металлов. Было выявлено, что в месте исследования превышено содержание цинка, кадмия и свинца, которые относятся к токсичным тяжелым металлам. Это объясняется тем, что вблизи объекта имеется промышленное производство, которое негативно сказывается на состоянии почвенного покрова.

Ключевые слова: экология, почвы, тяжелые металлы.

## ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN SOILS UNDER THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL PRODUCTION

Boltunova A.D., Smirnova S.V., Soltis V.V.

*Ulyanovsk state pedagogical university of I. N. Ulyanov, Ulyanovsk, e-mail: nastbol8@mail.ru*

In article problems of an ecological condition of soils under the influence of anthropogenic (in particular, industrial production) influences are considered. The research of a soil cover regarding the content of heavy metals in the territory of the settlement October Cherdaklinsky district of the Ulyanovsk region is conducted. Dangerous levels of pollution of a soil cover are noted in many industrially developed territories. At the same time, the problem of diagnostics and assessment of a condition of soils in this territory is a little studied that was the reason of a research of a soil cover in the neighborhood of the settlement October. In this work the condition of a soil cover is studied, several models of superficial and dump processings are selected. Gross contents and mobile forms is investigated. For work the technique allowing to conduct qualitatively a research on contents in the soil of heavy metals is chosen. Selection was made by method of "envelope", the analysis in specialized laboratory. The main characteristic of an ecological condition of soils in accordance with GOST according to the maximum allowable concentration of heavy metals is given. It has been revealed that in the place of a research is exceeded the content of zinc, cadmium and lead which belong to toxic heavy metals. This results from the fact that near an object there is industrial production which negatively affects a condition of a soil cover.

Keywords: ecology, soils, heavymetals.

Почвенный покров – это обязательный компонент любой экосистемы, который активно подвержен негативным факторам. Почва активно подвержена к антропогенному воздействию, что нарушает ее состояние. Данное исследование является актуальным, так как в настоящее время становится все больше объектов загрязнения. Отрицательное воздействие наносят промышленные предприятия, автомобильные дороги, железнодорожные пути, свалки, жилые постройки и другие объекты.

Данная проблема является актуальной, так как в настоящее время становится все больше объектов загрязнения. Отрицательное воздействие наносят промышленные предприятия, автомобильные дороги, железнодорожные пути, свалки, жилые постройки и другие объекты.

Данный вопрос активно завоевал популярность за границей. В частности, в США и Германии. Именно эти страны первыми стали уделять внимание почвенному покрову и влиянию на него. Россия занимается данными исследованиями последние десять лет, что также, несомненно, является плюсом [1, с.57].

Цель – исследовать почвенный покров п. Октябрьский (опытное поле УГСХА им. П.А. Столыпина и двор) Чердаклинского района Ульяновской области на загрязнение подвижных и валовых форм тяжелых металлов (Zn, Cd, Cu, Ni, Cr, Pb).

Для достижения цели нами были поставлены следующие задачи:

1. Определить содержание тяжелых металлов на территории п. Октябрьский (опытное поле УГСХА им. П.А. Столыпина) Чердаклинского района Ульяновской области.
2. Провести исследование в специализированной лаборатории. Определение содержания подвижных и валовых форм тяжелых металлов (Zn, Cd, Cu, Ni, Cr, Pb).
3. Оценить степень загрязненности выбранного объекта.

На территории п. Октябрьский Чердаклинского района Ульяновской области исследование почвенного покрова на содержание тяжелых металлов не проводилось несколько лет.

Тяжелые металлы – это цветные металлы, которые имеют плотность больше плотности железа. К примеру: свинец, медь, цинк, никель, хром, кадмий, кобальт, ртуть. В малых количествах они необходимы для растений. Но существенное превышение допустимого их количества приводит к серьезным заболеваниям. Наличие их в почве может представлять экологическую угрозу получаемой продукции. Аккумуляция основной части загрязняющих веществ наблюдается преимущественно в гумусово-аккумулятивном почвенном горизонте, где они связываются алюмосиликатами, несиликатными минералами, органическими веществами за счет различных реакций взаимодействия. Состав и количество удерживаемых в почве элементов зависят от содержания и состава гумуса, кислотности основных и окислительно-восстановительных условий, сорбционной способности, интенсивности биологического поглощения [2, с.8].

Исследование почвенного покрова на содержание тяжелых металлов имеет большое практическое значение. Так как тяжелые металлы могут носить негативный характер, то необходимо, чтобы их содержание входило в ПДК. Полученные данные могут стать основой для мониторинговых исследований и комплексной оценки почвенного покрова. Также

результаты исследования могут послужить основой и для плана работ по снижению концентрации тяжелых металлов [2, с.6].

**Объект и методы исследования.** Данное исследование проводилось в п. Октябрьском Чердаклинского района Ульяновской области. Объектом исследования было выбрано опытное поле УГСХА им. П.А. Столыпина. Главными источниками загрязнения на территории поселка являются: автотранспорт, железнодорожный транспорт и промышленные объекты на территории промышленной зоны.

При исследовании почвы важный этап – это отбор проб, рекомендованный в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02.84. Данный стандарт необходим для контроля загрязнения почвы, как общего, так и локального в районах воздействия промышленных предприятий, сельскохозяйственных и транспортных источников загрязнения. Отбор почвы производился на глубине 15 см «методом конверта», исходя из того, чтобы каждая из отобранных проб представляла собой часть почвы, типичной для генетических горизонтов [3, с. 14-25].

Отбор производился с помощью почвенного бура. Именно данный инструмент позволяет взять почву на нужном уровне. В общей сложности мы получили по 5 проб для каждого вида обработки почвы. Объединенную пробу получаем из точечных, отобранных пяти проб. Исследование проводилось не позднее, чем двое суток после отбора, методом атомно-абсорбционной спектроскопии в специализированной лаборатории.

Дата отбора проб почв: 3 ноября 2015 года.

Дата исследования проб почв: 4 ноября 2015 года.

**Результаты.** В результате исследования были выявлены следующие тяжелые металлы: свинец, цинк, медь, кадмий, никель и хром. Исследовалось содержание валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве, подвергшейся двум обработкам: отвальной и поверхностной. Отвальный способ предусматривает обработку почвы отвальными орудиями с полным или частичным оборачиванием обрабатываемого слоя с целью изменения местоположения разнокачественных по плодородию слоев или генетических горизонтов почвы в вертикальном направлении в сочетании с рыхлением, перемешиванием, подрезанием и заделкой растительных остатков и удобрений в почву. Поверхностная обработка – это обработка почвы различными орудиями на глубину, не превышающую 12–14 см. В данном случае это лущение, культивация, боронование, прикатывание. Цинк и свинец не превысили 50 % ПДК во всех измерениях. Медь, никель и кадмий не превысили 50 % ПДК валового содержания, но подвижные формы имеют показатель содержания равный или близкий ПДК. Хром имеет показатели, не превышающие ПДК, но близкие к ее значению. Как показало исследование, показатель содержания тяжелых металлов не превысил предельно-допустимые концентрации, но некоторые из них имели значения

равные ПДК, что свидетельствует о необходимом контроле. Данные исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве (слой 0–30 см, мг/кг а.с.п.)

Основная обработка	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
<b>Валовое содержание</b>						
Отвальная	30,6	13,9	12,1	1,0	23,5	19,9
Погрешность	0,2	0,1	0,1	0,03	0,4	0,05
Поверхностная	29,9	13,6	11,8	1,0	22,6	18,7
Погрешность	0,01	0,5	0,01	0,02	0,01	0,3
ПДК	100	55	20	2	85	30
<b>Подвижные формы</b>						
Отвальная	6,4	2,9	2,4	0,50	3,2	3,6
Погрешность	0,04	0,07	0,2	0,1	0,02	0,6
Поверхностная	6,4	2,8	2,2	0,45	2,9	3,2
Погрешность	0,3	0,06	0,2	0,5	0,03	0,01
ПДК подвижных форм *	23	3,0	6,0	0,5**	4,0	6,0

\* утверждены Минздравом СССР, IV: 6229 – 91;

\*\* ОДК валового содержания, утвержденные Госкомсанэпидемнадзором России, ГН 2.1.7.020. – 94.

Ранее исследование на территории опытного поля УГСХА проводилось около 10 лет назад, а именно в 2008 году. Данные исследования отражены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почве (слой 0–30 см, мг/кг а.с.п.) в 2008 году

Основная обработка	Zn	Cu	Pb	Cd	Ni	Cr
Данные исследования 2008 г.						
<b>Валовое содержание</b>						
Отвальная	20,5	12,2	12,5	1,6	12,1	10
Погрешность	0,1	0,03	0,7	0,2	0,01	0,5
Поверхностная	21,6	13,2	10,6	1,6	10,6	10,6
Погрешность	0,3	0,01	0,02	0,3	0,1	0,01
ПДК	100	55	20	2	85	30
<b>Подвижные формы</b>						
Отвальная	6,2	2,8	1,2	0,9	11,7	0,7
Погрешность	0,02	0,3	0,01	0,2	0,2	0,01
Поверхностная	6,1	2,2	1,3	0,7	1,3	0,5
Погрешность	0,01	0,3	0,6	0,04	0,5	0,2
ПДК подвижных форм *	23	3,0	6,0	0,5**	4,0	6,0

В результате сравнения было выявлено, что данные изменились. Показатели содержания цинка, хрома, меди увеличились. Свинец имеет примерно те же значения, а показатели никеля незначительно увеличены, кроме подвижных форм отвальной обработки. Это свидетельствует о том, что содержание в почве тяжелых металлов с каждым годом накапливается. Что не очень хорошо для произрастания сельскохозяйственных культур.

На рисунке 1 «Изменение валового содержания тяжелых металлов отвальной обработки» и рисунке 2 «Изменение валового содержания тяжелых металлов поверхностной обработки» можно увидеть, как изменились данные показатели валового содержания по сравнению с 2008 годом. Видно, что содержание таких металлов как цинк, никель и хром значительно повысилось.

Другие показатели можно увидеть в сравнительной характеристике показателей подвижных форм. Результаты отражены на рисунках 3 «Изменение подвижных форм тяжелых металлов отвальной обработки» и 4 «Изменение подвижных форм тяжелых металлов поверхностной обработки». Из третьего рисунка видно, что содержание кадмия и никеля снизилось, а остальные показатели увеличились. Четвертый рисунок показывает, что снизились только показатели кадмия, а вот содержание хрома и никеля значительно повысилось. Это связано в частности с расположением промышленной зоны «Поволжье» неподалеку от исследуемого объекта. Предприятия, располагающиеся на территории зоны, могут являться главными источниками таких тяжелых металлов как никель и хром.

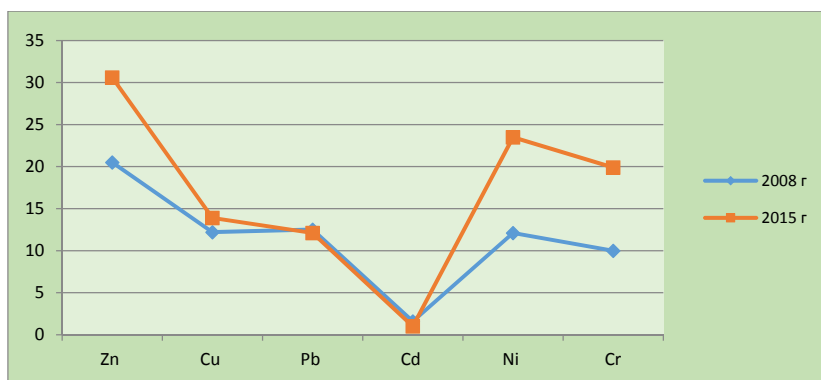


Рис. 1. Изменение валового содержания тяжелых металлов отвальной обработки

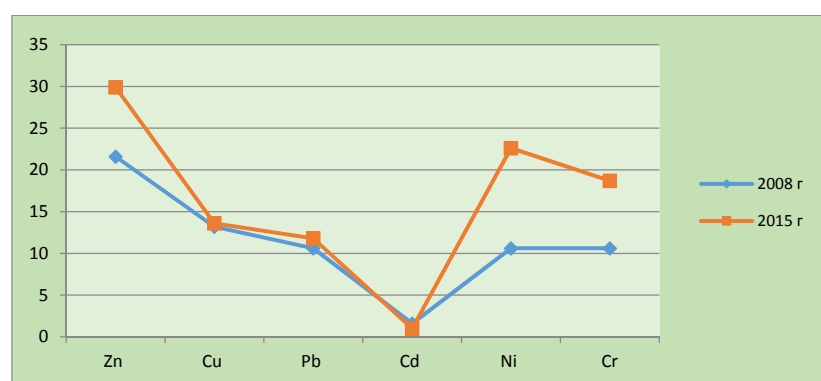


Рис. 2. Изменение валового содержания тяжелых металлов поверхностной обработки

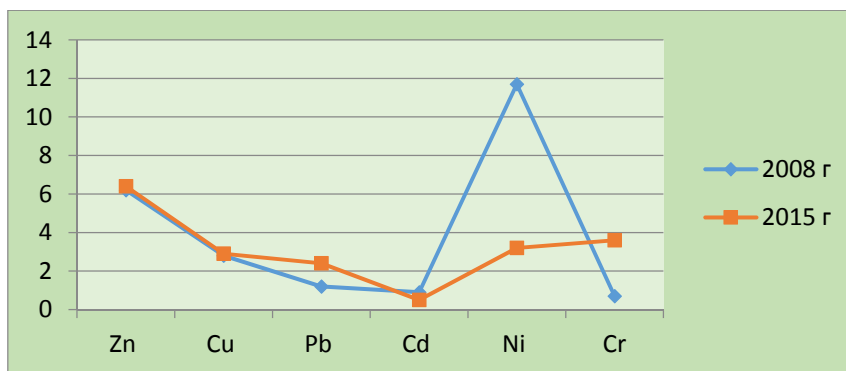


Рис. 3. Изменение подвижных форм тяжелых металлов отвальной обработки

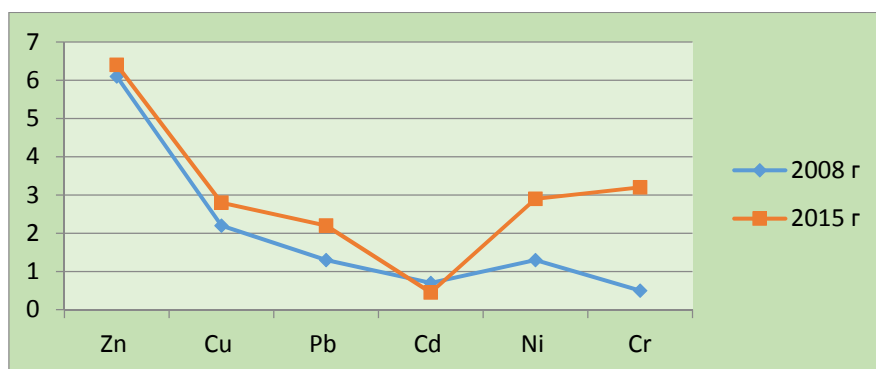


Рис. 4. Изменение подвижных форм тяжелых металлов поверхностной обработки

**Обсуждение.** Накопление в почве тяжелых металлов объясняется тем, что вблизи опытного поля УГСХА им. П.А. Столыпина располагается автомобильная дорога. Выхлопные газы имеют прямое влияние в накоплении тяжелых металлов, в особенности свинца [4, с. 189]. Было выявлено, что промышленная зона «Поволжье» находится неподалеку от населенного пункта и является источником многих химических элементов, в том числе тяжелых металлов.

Загрязнение почвы тяжелыми металлами может влиять на произрастание такой сельскохозяйственной культуры, как ячмень. Наибольшее стрессовое воздействие на ячмень наносит медь, наименьшее свинец. Процент меди за семь лет повысился, что говорит о том, что это может плохо сказаться на произрастание данной сельскохозяйственной культуры.

Комплексное использование средств химизации вызывает необходимость оценки их воздействия на почву, окружающую среду, качество урожая и продуктов питания.

В ГОСТе 17.4.02.-83 введено классификационное деление тяжелых металлов на 3 класса опасности:

- 1 класс (особо токсичные) – мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк;
- 2 класс (токсичные) – бор, кобальт, никель, молибден, сурьма, хром, медь;
- 3 класс (малотоксичные) – барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций.

Соответственно нами было обнаружено шесть тяжелых металлов: цинк, кадмий, никель, хром, свинец и медь. Трое из них относятся к 1 классу опасности и являются особо токсичными. Такими тяжелыми металлами являются свинец, кадмий и цинк. Остальные относятся ко 2 классу опасности и являются токсичными. Это оставшиеся: никель, хром и медь. Малотоксичных тяжелых металлов 3 класса опасности обнаружено не было.

Растения – чуткие индикаторы состояния экологической среды. Тяжелые металлы накапливаются в них не только из почвы, но и воздуха.

Комплексное использование средств химизации вызывает необходимость оценки их воздействия на почву, окружающую среду, качество урожая и продуктов питания.

Определение содержания на территории п.Октябрьский (опытное поле УГСХА им. П.А. Столыпина) Чердаклинского района Ульяновской области показало количественное увеличение содержания тяжелых металлов в почве. По шкале степени загрязнения почвы тяжелыми металлами опытное поле УГСХА им. П.А. Столыпина можно отнести к среднему уровню загрязнения близкому к высокому. Тяжелые металлы – это опасные загрязнители окружающей среды. Почва, загрязненная тяжелыми металлами, может оказать вред на растительность, произрастающую на ней.

**Выводы.** В результате исследования можно сделать вывод о том, что содержание тяжелых металлов не превышает уровня ПДК. Проведенное в специализированной лаборатории исследование определило содержание подвижных и валовых форм тяжелых металлов (Zn, Cd, Cu, Ni, Cr, Pb). Установлено увеличение в почве валового содержания тяжелых металлов в течение 10 лет: Znc 20,6 до 30,6 мг/кг; Nic 12,1 до 23,5 мг/кг; Crc 10 до 19,9 мг/кг; также установлено увеличение содержания в почве подвижных форм Znc 6,2 до 6,4мг/кг; Cus 2,8 до 2,9 мг/кг; Crc 0,7 до 3,6 мг/кг. Их присутствие в почвенном покрове опытного поля УГСХА Чердаклинского района Ульяновкой области свидетельствует о том, что вблизи располагаются объекты, оказывающие негативное воздействие. По шкале степени загрязнения почвы тяжелыми металлами опытное поле УГСХА им. П.А. Столыпина можно отнести к среднему уровню загрязнения.

### Список литературы

1. Кидин В.В. Агрехимия: учебное пособие / В.В. Кидин. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 351 с.
2. Джувеликян Х.А., Щеглов Д.И., Горбунова Н.С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв: учебно-методическое

пособие для вузов / Х.А. Джувеликян, Д.И. Щеглов, Н.С. Горбунова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2009. – 22 с.

3. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев. – СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008. – 216 с.

4. Алексеенко В.А. Металлы в окружающей среде: оценка эколого-геохимических изменений: сборник задач [Электронный ресурс] / В.А. Алексеенко, А.В. Суворинов, Е.В. Власова; под науч. ред. В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2011. – 216 с.

5. География почв: толковый словарь / В.Д. Наумов. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 376 с.

6. Почвенный покров Ульяновской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rosselkhoznadzor.ru/information/zemcontrol/osob\\_pochvi.php](http://rosselkhoznadzor.ru/information/zemcontrol/osob_pochvi.php) (дата обращения: 10.04.17).