

---

# ХИМИЯ

---

УДК 547.992:631.41

## ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ВЫЩЕЛАЧИВАЕМОСТЬ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ПОЧВ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ<sup>1</sup>

**А.И. Везенцев,  
Л.П. Крылова**

*Белгородский государственный  
университет*

*e-mail: krylova@bsu.edu.ru*

Изучено влияние температуры на выщелачиваемость тяжелых металлов, таких как Zn, Cu, Cd и Pb из черноземных почв, доминирующих в почвенном покрове Белгородской области и верхнего слоя глины села Сергиевка Губкинского района Белгородской области.

Ключевые слова: загрязнение почвы, тяжелые металлы.

---

В России, в том числе и в Белгородской области, почвы на значительных площадях подвергнуты сильному техногенному загрязнению. Чужеродные химические вещества причиняют почвам большой ущерб. Тяжелые металлы, входящие в группу основных типов загрязняющих веществ, представляют собой наибольшую опасность в силу своей высокой токсичности. Для тяжелых металлов в принципе не существует механизмов самоочищения - они лишь перемещаются из одного природного резервуара в другой, взаимодействуя с различными категориями живых организмов [1]. Пути техногенного рассеяния металлов многообразны, важнейшими являются выбросы в атмосферу при высокотемпературных технологических процессах (металлургическое производство - обжиг окатышей при температуре 1200 - 1300°C [2]; восстановление окатышей на Оскольском электрометаллургическом комбинате и Лебединском горнообогатительном комбинате, плавка в электропечах, обжиг сырьевых материалов в цементном производстве при температуре 1450°C [3, 4], ведение взрывных работ в карьерах Курской магнитной аномалии с температурой в очаге взрыва 4000 - 5000°C [4, 5]), которые способствуют улетучиванию металлов, имеющих при этих температурах высокую упругость паров.

В почвах тяжелые металлы находятся в виде изоморфнозамещенных ионов в кристаллической решетке основных породообразующих и акцессорных минералов, в адсорбционном состоянии на поверхности дисперсных частиц, а также в виде водорастворимых минеральных и органических солей.

Исследование выполнено в рамках проекта по решению фундаментальной научной проблемы - установление механизма фиксации ионов тяжелых металлов, загрязняющих почвы, путем перевода их подвижных форм в связанное состояние.

---

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ – проект № 06 - 03 – 96318 и использовании оборудования центра коллективного пользования БелГУ - госконтракт 02.552.11.7017 ФЦК).

### Методы исследования

При выполнении работы использовали современные физико - химические методы анализа: рентгенофазовый и рентгеноструктурный (ДРОН - 3.0), атомно-абсорбционную спектроскопию (М-1), инфракрасную спектрометрию (VERTEX-70 от Bruker Optik GmbH), рентгено - флуоресцентный спектральный химический анализ (S4 PIONEER от BRUKER ADVANCED X - RAY SOLUTIONS), эмиссионную спектрометрию (СТЭ) и др.

### Результаты исследования

Цель проведенных исследований состояла в изучении влияния температуры на выщелачиваемость тяжелых металлов, таких как Zn, Cu, Cd и Pb из почв. Объектами исследований послужили черноземные почвы, доминирующие в почвенном покрове Белгородской области и глина села Сергиевка Губкинского района Белгородской области.

В результате спектрометрического анализа во всех образцах почв выявили наличие валовых и подвижных форм тяжелых металлов. Содержание валовых форм оказалось равным: Zn = 58,0 – 70,5 мг/кг; Cu = 14,3 – 19,2 мг/кг; Cd = 0,80 – 0,99 мг/кг и Pb = 25,4 – 51,1 мг/кг. Содержание подвижных форм в почвах составило: Zn = 9,7 – 12,7 мг/кг; Cu = 7,0 – 10,9 мг/кг; Cd = 0,35 – 0,51 мг/кг и Pb = 4,50 – 7,45 мг/кг. ПДК подвижных форм тяжелых металлов в черноземах равны для Zn = 23 мг/кг; Cu = 3 мг/кг; Cd = 0,24 мг/кг и Pb = 6 мг/кг.

Образцы почв и глину в количестве 10 грамм помещали в колбы и заливали дистиллированной водой до объема 100 мл. Начальная температура составила 20,5°C. Образцы нагревали до 80,5°C. Продолжительность изотермической выдержки в колбах при температурах 20,5°C; 40,5°C; 60,5°C и 80,5°C составила 48 часов. Полученную взвесь фильтровали (синяя лента). Концентрацию ионов тяжелых металлов определяли в фильтрате фотоколориметрическим методом на приборе «КФК-3-01» при разных длинах волн по методике [6]. Результаты исследований оформлены в виде графических зависимостей. Так как графические зависимости изменения концентрации различных тяжелых металлов имеют аналогичную закономерность в данной работе приведен один рисунок, на котором представлены результаты выщелачивания из почвы и глины наиболее токсичного тяжелого металла - кадмия, который наиболее активно участвует в патогенных биохимических процессах в организме животных и человека.

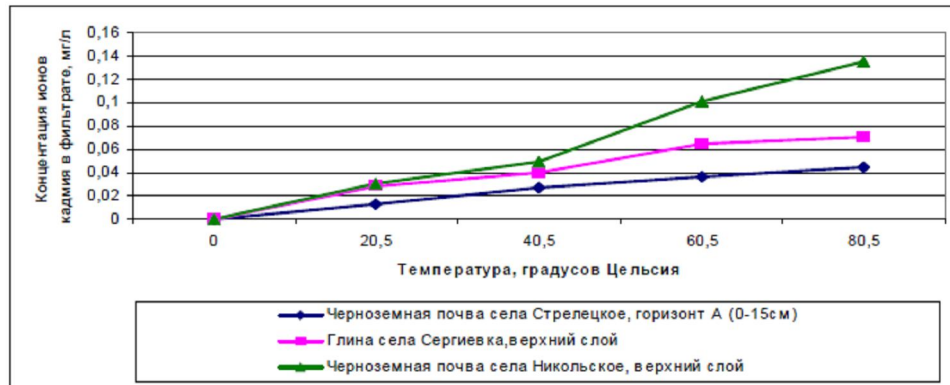


Рис. Влияние температуры на выщелачиваемость ионов кадмия из верхнего слоя плодородных почв и глины

Экспериментально установлено, что с увеличением температуры происходит увеличение концентрации ионов кадмия, меди, свинца и цинка в фильтрате. Наибольший рост концентрации ионов кадмия и цинка отмечается у верхнего, более богатого гумусом, слоя почвы, взятого близ села Никольское Белгородского района. Затем по выщелачиваемости ионов цинка следует глина. В почве села Никольское и глине присутствует большее количество водорастворимого цинка, который выщелачивается под действием температуры, так как валовое содержание цинка в почве наибольшее, а в глине наименьшее. В почве села Стрелецкое меньше водорастворимого кадмия, чем в глине; в ней самое большое содержание кадмия валового. Однако превышения ПДК





тяжелых металлов по подвижным формам не выявлено. Наибольшая выщелачиваемость ионов меди наблюдается из почв, взятых близ сел: Никольское и Стрелецкое. Наименьшая – из верхнего слоя глины. Причем при росте температуры от 60,5°C до 80,5°C отмечается резкое увеличение концентрации ионов меди в водном фильтрате почвы села Никольское. С увеличением температуры от 20,5°C до 60,5°C выщелачиваемость свинца остается на одном уровне во всех исследованных образцах, только при ее подъеме от 60,5°C до 80,5°C, можно наблюдать резкий рост концентрации ионов свинца в водных растворах почв. В водном фильтрате глины этого не наблюдается, в нем концентрация ионов свинца меняется незначительно.

### Заключение

В результате проведенных экспериментальных исследований установлено, что рост температуры влияет на выщелачиваемость ионов тяжелых металлов из почв и глины. С увеличением температуры наблюдается рост концентрации водорастворимых форм ионов кадмия, цинка, меди и свинца в фильтрате.

Проведенные исследования будут использованы при разработке мероприятий по рекультивации загрязненных земель от ионов тяжелых металлов.

### Список литературы

1. Дж. В. Мур Тяжелые металлы в природных водах / Дж. В. Мур, С. Рамамурти. - М.: Мир, 1987. - 285с.
2. Черненко Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение / Т.В. Черненко. - М.: Наука, 2002. -191с.
3. Цаплица М.А. Трансформация и транспорт оксидов свинца, кадмия и цинка в дерново - подзолистой почве / М.А. Цаплица // Почвоведение. 1994. №1. - С.45 - 50.
4. Поддубный А.П. «Минералого - агрохимическое обоснование создания местной сырьевой базы минеральных сорбентов, обеспечивающих получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции на землях загрязненных тяжелыми металлами в районе деятельности АООТ «Лебединский ГОК». Отчет по НИР / Рук. А.П. Поддубный. - Белгород, 2003г. - 149 с.
5. Утенкова Т.И. Разработка методического обеспечения анализа почв и биологических объектов для химической экспертизы на тяжелые металлы: дис. ... кан. хим. наук / Т.И. Утенкова. - Иркутск. - 2004.-124с.
6. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина - М.: Изд-во МГУ, 1970. - 488с.

## TEMPERATURE EFFECT ON LEACHABILITY OF TRANSITION METALS FROM SOILS OF BELGOROD REGION

**A.I. VESENTSEV,  
L.P. KRYLOVA**

*Belgorod State University*

*e-mail: vesentsev@bsu.edu.ru;  
krylova@bsu.edu.ru*

Temperature effect on leachability of transition metals such as zinc, copper, cadmium and lead from chernozem soils that dominate in soil covering the Belgorod region as well as from the higher slice of clay in the Sergievka village of the Gubkin district of the Belgorod region has been studied.

Key words: soil pollution, transition metals.