

# Содержание тяжёлых металлов в пахотных почвах Оренбургской области

*А.С. Королёв, соискатель,  
А.А. Гладышев, к.т.н., Оренбургский ГАУ*

На современном этапе развития общества к числу важнейших практических задач геохимической экологии относятся оценка эколого-геохимического состояния отдельных территорий, оценка и прогноз развивающихся в их пределах различных эколого-геохимических изменений [1].

Очень важным эколого-геохимическим направлением является фоновый мониторинг природной среды, для осуществления которого необходимо знание закономерностей естественных процессов миграции и концентрации химических элементов в ландшафтах различных природных зон и провинций [2]. Территория Южного Урала представляет собой зону геохимических аномалий, все компоненты которых

характеризуются повышенным содержанием ряда тяжёлых металлов в почве [3].

Почва – главное средство сельскохозяйственного производства и основа агроэкосистем, поэтому забота о сохранении почвенного плодородия должна быть приоритетной в сельскохозяйственном производстве [4]. Почва представляет собой жизненное пространство, обеспечивающее обитание живых организмов [5]. Она обладает плодородием – способностью удовлетворять потребность растений в различных веществах и, следовательно, обеспечивать рост, развитие и биологическую продуктивность сельскохозяйственных культур. От других средств производства почва отличается ограниченностью в пространстве и незаменимостью, поэтому сохранение и улучшение свойств почвы являются приоритетной задачей.

Рост уровня загрязнения почвенной среды в настоящее время приводит к дестабилизации экосистем и существованию организмов в предельных режимах биологических возможностей [6]. При интенсивном воздействии на клетки растений тяжёлых металлов и других радикализирующих факторов происходит гиперпродукция активных форм кислорода и развитие окислительного стресса [7]. Тяжёлые металлы входят в число наиболее опасных загрязнителей [1, 2, 8], что обуславливает актуальность исследований по выявлению закономерностей их миграции и перераспределения в компонентах экосистем.

Поэтому **целью** нашего исследования явилась оценка загрязнения пахотных почв оренбургского Предуралья тяжёлыми металлами.

Зональными типами почв в Оренбургской области являются чернозёмы и тёмно-каштановые почвы, составляющие главное богатство степей региона [5, 8]. Оренбургская область – одна из наиболее развитых в сельскохозяйственном отношении областей в Уральском регионе, и её специализация зерново-животноводческая. Первое место в структуре посевных площадей зерновых культур занимает пшеница, причём значительную долю посевов составляют её твёрдые сорта [8].

По мнению ряда авторов, соединениям тяжёлых металлов принадлежит ведущее место среди веществ, загрязняющих систему почва – растение [8]. В земной коре химические элементы распределены неравномерно и могут составлять биогеохимические провинции – области поверхности Земли, отличающиеся от соседних областей по уровню содержания в них химических элементов и соединений. Вследствие этого указанные провинции вызывают биологическую реакцию со стороны местной флоры и фауны.

Биогенность большинства тяжёлых металлов позволяет отнести их к микро- и ультрамикроэлементам [9]. Поэтому употребление терминов «тяжёлые металлы» и «микроэлементы» связано с их концентрацией в живых организмах и окружающей их среде [9, 10]. В настоящее время биогенность Cu, Zn, Mo, Co, Mn, Ni и некоторых других микроэлементов изучается с точки зрения физиологии и биохимии растений и животных [10]. Величины нормального содержания элементов в растениях сильно варьируют в зависимости от видовой принадлежности, а также от взятых для исследования частей [11]. Формирование химического состава растений, произрастающих в естественных условиях, происходит при одновременном воздействии большого количества факторов внешней среды, что затрудняет изучение закономерностей поглощения химических элементов [2, 11].

Основными факторами, определяющими содержание микроэлементов в тканях растений, являются: 1) содержание элемента в почве; 2) относительное количество биодоступной формы в почве; 3) вид растения, фаза развития и распределение элемента по органам; 4) эволюция растений в данных геохимических условиях и адаптация к ним [2]. Видоспецифические характеристики обмена также обуславливают избирательную способность растений к накоплению одного или нескольких элементов [8, 11].

Принято считать, что растения более устойчивы к повышенным, чем к пониженным, концентрациям тяжёлых металлов в почве, но повышенные их концентрации до критических значений отрицательно влияют на организмы растений [10]. Загрязнение пахотных почв тяжёлыми металлами происходит в результате неумеренного внесения удобрений и ядохимикатов, содержащих данные элементы [9], а также в результате поступления промышленных выбросов [2].

**Материалы и методы.** Для исследования пробы почвы отбирали на глубине пахотного участка 15–20 см по методике, изложенной в ГОСТе Р 53091-2008 от 18 декабря 2008 г. № 490-ст. Для обследования пахотных почв были выбраны Домбаровский, Матвеевский и Александровский р-ны Оренбургской области. В исследуемых образцах методом атомной абсорбционной спектрофотометрии определяли содержание цинка, меди и кобальта [12]. Анализ данных был проведён на базе межкафедральной комплексной аналитической лаборатории факультета ветеринарной медицины и биотехнологий Оренбургского ГАУ.

**Результаты исследований.** По результатам исследований видно, что содержание цинка в почвах Домбаровского района превышает ПДК на 9–17% (табл. 1). В почвах Матвеевского и Александровского р-нов Оренбургской обл. содержание цинка крайне низкое (рис.) и возможен гипозинкоз растений ( $3,2 \pm 0,1$  и  $5,1 \pm 0,9$

1. Содержание цинка в пахотных почвах Оренбургской области, мг/кг

№ пробы	Район			ПДК
	Домбаровский	Матвеевский	Александровский	
1	25,1	3,1	6,1	23
2	26,8	3,2	6,0	23
3	25,4	3,0	3,2	23
4	26,3	3,1	5,5	23
5	26,7	3,2	6,1	23
6	25,7	3,2	5,8	23
7	26,1	3,1	3,4	23
8	25,5	3,5	6,2	23
9	26,2	3,2	5,4	23
10	25,9	3,1	3,6	23
Погрешность	$25,9 \pm 0,4$	$3,2 \pm 0,1$	$5,1 \pm 0,9$	–

2. Содержание кобальта в пахотных почвах Оренбургской области, мг/кг

№ пробы	Район			ПДК
	Домбаровский	Матвеевский	Александровский	
1	3,2	2,6	2,9	5
2	3,2	2,9	2,6	5
3	3,1	2,8	2,8	5
4	3,0	2,7	3,0	5
5	2,9	3,0	2,7	5
6	3,2	3,0	2,7	5
7	3,2	2,8	3,1	5
8	2,9	2,6	2,6	5
9	3,0	2,7	2,8	5
10	3,0	2,6	3,0	5
Среднее	3,1±0,1	2,8±0,1	2,8±0,1	–

3. Содержание меди в пахотных почвах Оренбургской области, мг/кг

№ пробы	Район			ПДК
	Домбаровский	Матвеевский	Александровский	
1	3,0	1,3	1,2	3
2	3,1	1,2	1,6	3
3	3,0	1,3	1,2	3
4	3,0	1,5	1,1	3
5	3,0	1,3	1,6	3
6	3,1	1,6	1,5	3
7	3,1	1,2	1,3	3
8	3,0	1,5	1,2	3
9	3,0	1,3	1,3	3
10	3,0	1,3	1,2	3
Среднее	3,03±0,03	1,4±0,1	1,3±0,1	–

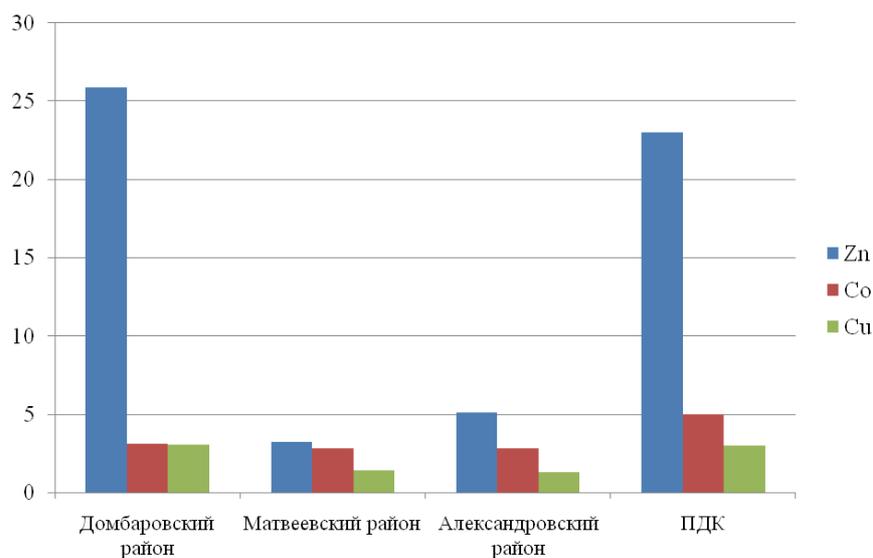


Рис. – Содержание тяжёлых металлов в почвах Оренбургской области, мг/кг

мг/кг). Недостаток цинка в почвах приводит к нарушению обмена веществ и снижению продуктивности растений. Цинковое голодание нарушает углеводный обмен растений, процесс синтеза хлорофилла, приводит к изменению морфологических признаков (например, образованию розеток – побегов с укороченными междоузлиями и мелкими листьями) [2]. Основным источником цинка для растений является почва. Цинк входит в состав активных центров целого ряда ферментов (в том числе и ферментов синтеза полифенолов) и повышает устойчивость растений к засухе и гипертермии [11]. Около 95,5% от площади плодородных почв региона содержат недостаточное количество подвижных форм Zn [7], что может привести к нарушению метаболизма в тканях культурных растений.

Содержание кобальта в пахотной почве исследуемых районов Оренбургской области отличается незначительно и не превышает установленных предельно допустимых концентраций (табл. 2, рис.). Кобальт является широко распространённым в природе элементом. Среднее содержание кобальта в почве составляет 5–10 мг/кг [9]. По

мнению ряда авторов, наименьшее содержание кобальта отмечается в луговых, песчаных и желтозёмных типах почв. Растительные продукты, выращенные на этих почвах, также характеризуются пониженным содержанием кобальта. Заболевание сельскохозяйственных животных акаобальтозом развивается при содержании кобальта в кормах и количествах меньше 0,007 мг/кг сухого вещества [7]. В клетках растений кобальт активирует ферменты симбиотической фиксации азота, следовательно, участвует в биосинтезе аминокислот, алкалоидов, в фосфорилировании, а также в синтезе витамина B<sub>12</sub> и некоторых других кислородсвязывающих соединений [9, 11]. Поскольку кобальт накапливается в генеративных органах, то ряд исследователей высказывают предположения о стимулировании этим элементом процесса оплодотворения [9].

Содержание меди в почвах Домбаровского района Оренбургской области незначительно превышает ПДК (табл. 3). В пахотных почвах Александровского и Матвеевского р-нов содержание меди находится в пределах нормы (рис.).

Различные типы почв содержат неодинаковое количество меди. Почвы, содержащие медь в количестве меньше 6,0 мг/кг, считаются дефицитными [2]. Содержание меди в растениях и общая усвояемость этого элемента зависят от видовых особенностей и свойств почвы. Медь входит в состав активного центра полифенолоксидаз – ключевых ферментов в биогенезе фенольных соединений [9]. Дефицит меди отрицательно отражается на продуцировании растениями фенольных соединений, также ряда пигментов, некоторых витаминов, ауксинов, белков, сапонинов и алкалоидов [10]. Медьсодержащие белки – пластоцианины участвуют в фотосинтезе [11]. Ионы меди активных центров ферментов участвуют в окислении жирных кислот – дегидратаза-бутирил-КоА и продуцировании аскорбиновой кислоты – аскорбатоксидазы [9].

**Выводы.** 1. Содержание меди и кобальта в пахотных почвах Домбаровского, Матвеевского и Александровского р-нов Оренбургской обл. не превышает установленных предельно допустимых концентраций и свидетельствует о хорошей обеспеченности растений данными микроэлементами.

2. В почвах Домбаровского р-на наблюдается превышение содержания цинка, что может вызывать клеточные нарушения у растений, животных и человека, так как указанный химический элемент в избыточных концентрациях способен провоцировать свободнорадикальное окисление.

3. Требуется дополнительные исследования содержания цинка в почвах сельхозугодий и тканях культивируемых растений Александровского и Матвеевского районов, т.к. снижение

содержания цинка ниже нормы вызывает гипозинкоз растений, что понижает их устойчивость к засухе, гипер- и гипотермии.

### Литература

1. Гусев Н.Ф., Филиппова А.В., Немерешина О.Н. Геохимия биосферы. Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2005. 190 с.
2. Немерешина О.Н., Шайхутдинова А.А. Оценка содержания тяжёлых металлов в тканях *Polygonum aviculare* L. на техногенно загрязнённых территориях // Экология и промышленность России. 2012. № 9. С. 46–49.
3. Семенова И.Н., Ильбулова Г.Р. Оценка загрязнения почвенного покрова г. Сибай Республики Башкортостан тяжёлыми металлами // Фундаментальные исследования. 2011. № 8. С. 492–495.
4. Гладышев А.А., Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. Естественное восстановление растительного покрова на шламовом поле криолитового производства // Безопасность в техносфере. 2012. № 1. С. 20–23.
5. Филиппова А.В., Мелько А.А. О возможности использования осадков бытовых сточных вод для производства безопасной сельскохозяйственной продукции // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 4 (24). С. 198–201.
6. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Чукова Н.В. и др. Особенности накопления эссенциальных и токсических элементов в надземной части *Linariavulgaris* L. на шламовом поле криолитового производства // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 12 (131). С. 222–225.
7. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф., Карпюк М.С. К вопросу активизации клеточной защиты растений под влиянием выбросов предприятий Газпрома // Проблемы анализа риска. 2011. Т. 8. № 4. С. 36–46.
8. Гусев Н.Ф., Петрова Г.В., Немерешина О.Н. Лекарственные растения Оренбуржья (выращивание и использование). Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2003. 358 с.
9. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н., Филиппова А.В. Роль пищевых растений в профилактике заболеваний. LAP LAMBERT Academic Publishing. Saarbrücken, Deutschland. 2012. 372 s.
10. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. О влиянии гипоксии на некоторые компоненты неферментативной антиоксидантной защиты *Linariavulgaris* Mill // Вестник ИРГСХА. 2011. № 4 (44). С. 88–95.
11. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. К вопросу о содержании микроэлементов в сырье перспективных видов лекарственных растений // Вестник Оренбургского государственного университета. 2006. № 12. С. 167.
12. ГОСТ 30692-2000 Атомно-абсорбционный метод определения тяжёлых металлов. Минск, 2000.