

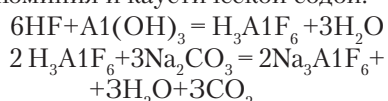
ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ЭССЕНЦИАЛЬНЫХ И ТОКСИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *LINARIA VULGARIS L.* НА ШЛАМОВОМ ПОЛЕ КРИОЛИТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Авторы статьи изучили содержание тяжелых металлов в сырье (трава) льнянки обыкновенной *Linaria vulgaris L.*, произрастающей на шламовом поле Южно-Уральского криолитового завода (г. Кувандык Оренбургской области). В сырье растений установлено различное содержание эссенциальных элементов в контрольной зоне и на шламовом поле. Растения льнянки являются биоконцентраторами никеля, цинка, и меди.

Ключевые слова: тяжелые металлы, криолит, шлам, *Linaria vulgaris L.*, эссенциальные элементы, биоконцентрация.

В современном мире серьезную экологическую проблему представляют отходы промышленных производств, наибольший объем которых сконцентрирован вокруг промышленных центров [1, 3]. Для Кувандыкского района Оренбургской области важной задачей является рекультивация шламового поля криолитового производства. В 1940 году в районном центре было начато строительство Южно-Уральского криолитового завода (ЮУКЗ), выпускающего на сегодняшний день криолит искусственный, алюминия трифторид малокремнистый, алюминия сульфат и борную кислоту.

Для производства криолита на ЮУКЗ применяется кислотный способ, который заключается в предварительном получении из плавикового шпата фтористого водорода, а затем плавиковой кислоты с последующей нейтрализации ее гидроксидом алюминия и каустической содой:



Одним из недостатков кислотного метода получения криолита является его высокая экологическая опасность. В составе отходов при данной технологии производства содержатся: плавиковая кислота, гидроксид алюминия, карбонат натрия, кремнефтористоводородная кислота, серная кислота, криолит и тяжелые металлы. В составе атмосферных выбросов ЮУКЗ отмечены – сернистый газ, оксиды углерода, фтористый водород, взвешенные частицы. Значительную долю твердых отходов составляет отработанная футеровка электролизеров, продукты переработки угольной пены и производства регенерационного криолита (при применении мокрого способа очистки отходящих газов), а также производственный мусор, загрязненный продуктами производства алюминия.

Старое шламовое поле ЮУКЗ занимает значительную площадь непосредственно вблизи города Кувандыка и является интересным объектом экологических исследований, так как пионерная растительность на шламовых отвалах промышленных предприятий – удобная модель для изучения процессов освоения растительностью нарушенных земель и выявления особенностей обмена микроэлементов в тканях растений. При строительстве завода и устройстве шламонакопителей растительный покров на исследуемой территории был полностью уничтожен. После рекультивации и захороненияшламоотходов почвами тяжелого механического состава (глина) на данном участке сформировался фитоценоз, составленный в основном сорно-полевыми и рудеральными растениями.

Тяжелые металлы входят в число наиболее опасных загрязнителей, что обуславливает актуальность исследований по выявлению закономерностей их миграции и перераспределения в биогеоценозах техногенных зон [4, 5]. Поэтому в рамках настоящего исследования нами поставлена цель изучить содержание тяжелых металлов в надземной части (трава) льнянки обыкновенной (*Linaria vulgaris L.*), собранной на рекультивируемом шламовом поле ЮУКЗ (г. Кувандык Оренбургской области) и в контроле (в окрестностях с. Ибрагимово Кувандыкского района Оренбургской области). Льнянка обыкновенная – многолетнее ядовитое травянистое растение семейства Норичниковые (*Scrophulariaceae*), достигающее до 90 см высоты, с линейными, очередными, сидячими листьями и двугубыми желтыми цветками. Растение широко распространено в лесной, лесостепной и степной зонах Урала и Сибири. Встречается в лугах, склонах, обрывах, в разреженных сосновых борах, в лиственных и березовых лесах, по ок-

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в растениях *Linaria vulgaris* L. Кувандыкского района Оренбургской области (мг/кг)

Элемент	Шламовое поле ЮУКЗ		Контроль	
	трава <i>Linaria vulgaris</i> L.	почва	трава <i>Linaria vulgaris</i> L.	почва
Zn	2,73±0,04	1,65±0,02	3,50±0,03	2,01±0,02
Ni	0,71±0,01	0,119±0,02	0,54±0,01	0,121±0,01
Cu	0,16±0,02	0,14±0,03	0,15±0,01	0,17±0,03
Fe	8,60±0,05	6,103±0,03	4,81±0,03	4,11±0,03
Cr	0,091±0,008	0,16±0,03	0,088±0,004	0,15±0,03
Mn	0,64±0,03	2,35±0,03	0,42±0,02	1,41±0,03
Co	0,081±0,004	0,15±0,03	0,080±0,004	0,12±0,03
Cd	0,091±0,003	0,12±0,03	0,086±0,007	0,10±0,03
Pb	0,46±0,02	0,243±0,03	0,35±0,04	0,238±0,03

раинам полей и в посевах. В народной медицине водный настой травы льнянки применяют как потогонное, мочегонное, обезболивающее, слабительное, противоглистное средства, а также как средство от одышки, водянки, желтухи, золотухи, грыжи. Наружно — при воспалительных процессах кожи и фурункулезе. В современной фитотерапии применяется как легкое слабительное и противогеморройное средства [2].

Сырье (трава) *L. vulgaris* L. и образцы почвы были собраны на территории шламового поля ЮУКЗ и в окрестностях села Ибрагимово Кувандыкского района (контроль). Для определения микроэлементов в растительном сырье и почвах применялся метод атомно-адсорбционный спектроскопии [5].

Большинство тяжелых металлов относятся к биогенным элементам (микро- и ультрамикроэлементы), так как многие из них входят в состав активных центров ферментов и принимают тем самым участие в метаболизме [1, 2, 3]. В наземных органах *L. vulgaris* L. отмечена биоаккумуляция ряда микроэлементов: Zn, Fe, Ni, Cu, Mn (табл. 1). При этом известно, что цинк входит в состав активных центров целого ряда ферментов (в том числе и ферментов синтеза полифенолов), а также повышает устойчивость растений к засухе и гипертермии. Никель оказывает неспецифическое действие на целый ряд металлоферментных комплексов, стабилизируя работу трансляционного аппарата и стимулируя синтез флавоноидов. Физиологическая роль железа заключается в том, что оно входит в состав активных центров ферментов, участвующих в синтезе хлорофилла, дыхании и других видах обмена. Медь входит в состав активного центра ключевых ферментов в биогенезе фенольных соединений. Де-

фицит меди отрицательно отражается на продуцировании растениями фенольных соединений, ряда также пигментов, некоторых витаминов, ауксинов, белков, сапонинов и алкалоидов. Марганец в составе многих металлофлавопротеидов, принимает участие в окислительно-восстановительных процессах (фотосинтез, гликолиз, цикл трикарбоновых кислот), активирует ферменты биосинтеза углеводов, стероидов, танидов, алкалоидов, витамина B₂ [2, 4].

В растениях льнянки, собранных на территории, шламового поля отмечено повышенное по сравнению с контролем содержание Ni, Mn, Fe, Cu, Cr, Cd, Pb (табл. 1). Для свинца и кадмия к настоящему времени не выявлены биогенные свойства, что позволяет отнести их к токсичным элементам. Накопление фитотоксичных элементов в растениях техногенных участков легко объяснимо с позиции взаимосвязи почва-растение.

Превышения контрольных показателей по Ni, Mn, Fe, Cu, Cr, относящихся к биогенным элементам может быть связано как с повышенным содержанием в почве (Mn, Fe, Cr), так и с изменением хода трансляционных процессов в сторону увеличения скорости синтеза металлопротеинов (Ni, Cu и др.).

В результате исследования мы пришли к следующим выводам:

1. В надземной части *Linaria vulgaris* L., произрастающей в степной зоне Оренбургского Предуралья, обнаружены микроэлементы: Zn, Fe, Ni, Cu, Mn, Cr, Co, Pb, Cd.

2. Произрастающая на рекультивируемом шламовом поле Южно-Уральского криолитового завода, *Linaria vulgaris* L., более активно аккумулирует в надземной части соединения Ni, Mn, Fe, Cr, Cd, Pb.

15.09.2011

Список литературы:

1. Виноградов А. П. Основы закономерности в распределении микроэлементов между растениями и средой / А. П. Виноградов // Микроэлементы в жизни растений и животных. – М.: Наука, 1985. – С. 7 – 20.
2. Гусев Н. Ф. Лекарственные растения Оренбуржья (ресурсы, выращивание и использование) / Н. Ф. Гусев, Г. В. Петрова, О. Н. Немерешина / Оренбург: Издательский центр ОГАУ. – 2007. – 332 с.
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. / В.В. Добровольский / М.: Академия, 2003. – 400 с.
4. Ильин В.Б., Сисо А.И., Хмелев В.А. Тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. / В.Б. Ильин, А.И. Сисо, В.А. Хмелев / Новосибирск: Изд СО РАН, 2001. – 226 с.
5. Buszewski B. Monitoring of Selected Heavy Metals Uptake by Plants and Soils in the Area of Torun. / B. Buszewski, A. Jastrzabska, T. Kowalkowski, A. Gyrna-Binkul // Poland Polish Journal of Environmental Studies Vol. 9, No. 6 (2000). – P. 511-515.

Сведения об авторах:

Немерешина Ольга Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии Оренбургской государственной медицинской академии, e-mail: olga.nemerech@rambler.ru

Гусев Николай Фелорович, доктор биологических наук, доцент Оренбургского государственного аграрного университета, e-mail: nikolajj-gusev19@rambler.ru

Чуклова Надежда Викторовна, заведующая кафедрой здоровьесберегающих технологий, кандидат биологических наук, доцент Оренбургского государственного института менеджмента, e-mail: chuklova_nv@mail.ru

Трубников Виктор Владимирович, преподаватель Оренбургского государственного аграрного университета, e-mail: t00166@mail.ru

UDC 581.5.

Nemereshina O.N.¹, Gusev N.F.², Chuklova N.V.³

¹Orenburg state medical academy, e-mail: olga.nemerech@rambler.ru

²Orenburg state agrarian university, e-mail: nikolajj-gusev19@rambler.ru

³Orenburg state institute of management, e-mail: chuklova_nv@mail.ru

CONTENTS ESSENTIAL ELEMENTS IN THE GRASS LINARIA VULGARIS L. IN THE FIELD CRYOLITE PLANT SLUDGE

The authors studied the heavy metal content in raw materials (grass) common toadflax *Linaria vulgaris* L., growing in the field of South Ural cryolite sludge plant (Kuvandyk Orenburg region). In the raw plants found different contents of essential elements in the control zone and the sludge field. Toadflax plants are bioconcentrators of nickel, zinc, and copper.

Key words: heavy metals, cryolite, sludge, *Linaria vulgaris* L., Essential elements bioconcentration.

Bibliography:

1. Vinogradov A.P. Basic patterns in the distribution of trace elements between plants and the environment / A.P.Vinogradov // Trace elements in plant and animal life. – Moscow: Nauka, 1985. – S. 7 – 20.
2. Gusev N.F. Herbs Orenburg (resources, cultivation and use) / N.F.Gusev, G.V.Petrov, O.N.Nemereshina / Orenburg: Publishing Center of Gray. – 2007. – 332 S.
3. Dobrovolsky V.V. Fundamentals of biogeochemistry. / V.V. Dobrovolsky – Moscow: Academia, 2003. – 400 S.
4. Il'in V.B. Heavy metals in soils and plants of the Novosibirsk region. / V.B. Ilyin, A.I. Siso, V.A. Khmelev / Novosibirsk: SB RAS, 2001. – 226 S.
5. Buszewski B. Monitoring of Selected Heavy Metals Uptake by Plants and Soils in the Area of Torun. / B. Buszewski, A. Jastrzabska, T. Kowalkowski, A. Gyrna-Binkul // Poland Polish Journal of Environmental Studies Vol. 9, No. 6 (2000). – P. 511-515.