

Особенности накопления биоэлементов в надземной части *Artemisia absinthium* L. на шламовом поле криолитового завода

А.С. Королёв, к.т.н., **А.А. Гладышев**, преподаватель, Оренбургский ГАУ, **И.С. Юткина**, ассистент, Оренбургская ГМА

Среди загрязнителей окружающей среды наиболее опасными для живых организмов являются тяжёлые металлы и их соединения [1, 2]. Тяжёлые металлы (ТМ) — группа химических элементов со свойствами металлов, значительным атомным весом и плотностью выше железа [3, 4]. Многие тяжёлые металлы являются биоэлементами и в оптимальных количествах относятся к группе эссенциальных (необходимых) для жизнедеятельности организмов. Эссенциальность химических элементов при этом зависит от их дозы и участия в процессах метаболизма [5–7].

Металлы, аккумулируемые растениями, могут оказывать как положительное, так и отрицательное влияние как на само растение, так и на организм человека в пищевой цепочке [3, 7–9]. Поэтому данная проблема на сегодняшний день приобретает всё большую актуальность и является значимой.

Цель настоящей работы — изучить распределение биоэлементов в системе «почва — растение», встречающееся в различных экологических условиях.

Объекты и методы. Для исследования были взяты объекты почвы и растения зоны влияния Южно-Уральского криолитового завода (ЮУКЗ) и в экологически чистой зоне (окрестности с. Ибрагимова, Кувандыкский район, Оренбургская область), служившей контролем.

Южно-Уральский криолитовый завод является первостепенным источником загрязнения окружающей среды в г. Кувандыке и ближайших территорий региона Южного Урала. Предприятие входит в состав объединённой компании «Российский алюминий» (UC Rusal).

Завод производит около 70 тыс. т фтористых солей в год, применяемых при производстве алюминия. Кроме того, завод, как химическое предприятие, выпускает неорганические кислоты, соединения натрия, присадки для смазочных масел, соединения лёгких металлов [2].

Отходами производства являются криолит, неорганические кислоты, тяжёлые металлы, гидроокись алюминия, соединения фтора. Указанные вещества со сточными водами и воздушными массами попадают в почву и водоёмы, комплексно воздействуя на биоту.

Химические соединения — загрязнители, попадая в почву, снижают количество и активность почвенной биоты, уменьшают число редуцентов и деструкторов, что снижает продуктивность биогеоценозов [10]. Загрязнители завода оказывают негативное воздействие на окружающую среду,

растительный и почвенный мир, при этом у растений нарушаются процессы ассимиляции и продуцирование биологически активных веществ. Токсиканты аккумулируются в вегетативных и генеративных органах растений, что снижает качество лекарственного растительного сырья [2, 9]. Поэтому изучение элементарного состава лекарственного растительного сырья необходимо не только для определения его качества, но и для гигиенической оценки антропогенного воздействия на растительные и животные организмы [11].

В качестве объекта исследования нами было взято многолетнее травянистое растение — полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.) семейства астровых (сложноцветные) — *Asteraceae* (*Compositae*), являющееся виолентом фитоценоза на шламовом поле Южно-Уральского криолитового завода (ЮУКЗ). Растение (травя) было собрано в период цветения (август 2012 г.). В качестве контроля было заготовлено одноимённое растение, произрастающее в экологически чистой зоне (20 км от завода, окрестности с. Ибрагимова). В этих же местообитаниях были взяты пробы почвы на глубине до 12 см.

Содержание тяжёлых металлов изучали в межкафедральной комплексной аналитической лаборатории ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный аграрный университет», атомно-абсорбционным методом [3].

Результаты исследований. Наличие химических элементов в растениях, как известно [4], отражает химический состав почвы. При оценке результатов экологического мониторинга тяжёлых металлов было определено их количественное содержание как в надземных органах растений, так и в почве.

Механизмы устойчивости растений к избытку ТМ могут проявляться по разным направлениям: одни виды способны накапливать высокие концентрации химических элементов, но проявлять к ним толерантность, другие стремятся снизить их поступление путём максимального использования своих барьерных функций [8]. Эти механизмы включают связывание тяжёлых металлов клеточной стенкой и выделяемыми клеткой веществами (экссудатами), хелатирование в цитоплазме пептидами и белками, что способствует снижению поступления в клетку тяжёлых металлов и выброс их из цитоплазмы в апопласт (рис.). При этом происходит репарация повреждённых белков и компартментализация металлов в вакуоли с помощью переносчиков тонопласта (рис.).

Для большинства растений первым барьерным уровнем являются корни, где задерживается наибольшее количество ТМ. Некоторое количество веществ накапливают стебли и листья растений [2].

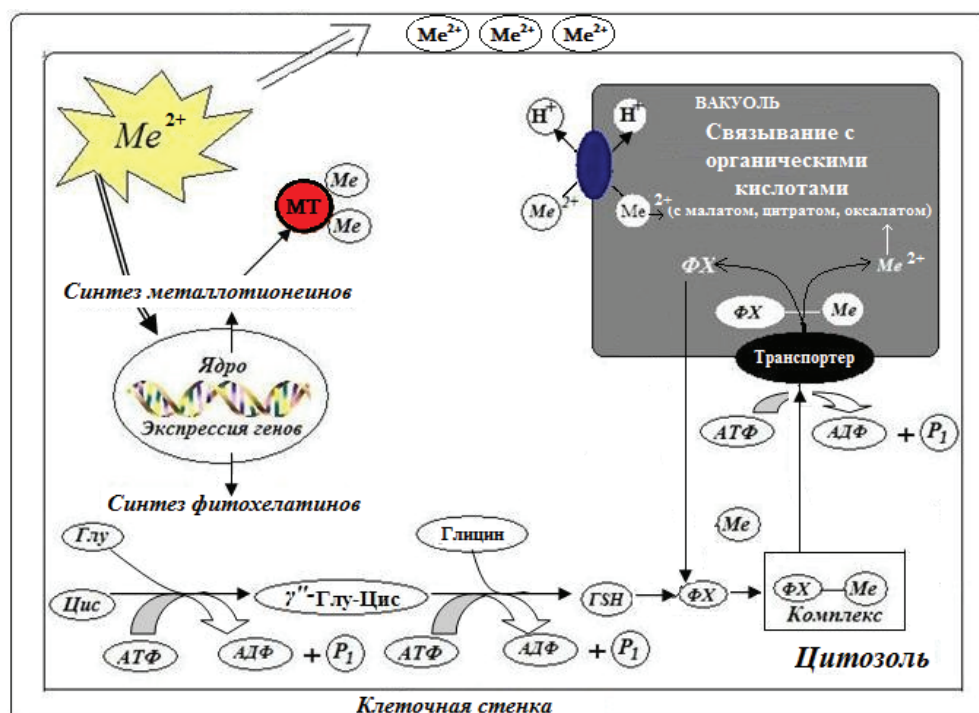


Рис. – Механизмы адаптации растений к загрязнению среды тяжёлыми металлами

Содержание биоэлементов в *Artemisia absinthium* L., мг/кг

Местообитание	Сырьё, объект	Тяжёлый металл					
		Zn	Ni	Cu	Mn	Fe	Na
Шламовое поле	трава	3,685	0,34	0,18	0,225	7,8	1,227
Шламовое поле	почва	3,742	0,46	0,17	0,23	7,349	1,326
Контроль	трава	5,236	0,24	0,18	0,341	9,051	0,245
Контроль	почва	5,673	0,42	0,15	0,26	5,421	0,345

В результате исследования почв и растений в них обнаружено шесть основных биоэлементов, из которых пять веществ относятся к тяжёлым металлам.

Обнаруженные нами элементы в оптимальных дозах регулируют биохимические процессы в организмах, являясь составными частями ферментов, витаминов, пигментов. Так, например, магний входит в структуру хлорофилла, кобальт – витамина B_{12} , медь и марганец способствуют синтезу аскорбиновой кислоты [6, 10].

На основе полученных данных видно, что почва и растения, собранные на шламовом поле, имеют завышенные концентрации никеля и натрия, чего мы не наблюдаем в контрольных образцах (табл.). В свою очередь, проявляется значительное снижение концентрации железа и цинка в объектах шламового поля. Эти тяжёлые металлы относятся к важнейшим элементам, необходимым для организма, даже несмотря на то, что в растениях не наблюдается механизмов, препятствующих накоплению железа [8].

Возможно, такие изменения концентраций имеют связь с влиянием выбросов продуктов производства и отходов криолитового завода. Также можно наблюдать полное совпадение концентраций

содержания меди как на шламовом поле, так и на территории экологически чистой зоны, что, скорее всего, говорит о таких свойствах растения, как способности вида хорошо регулировать концентрацию этого металла даже в условиях техногенного загрязнения (табл.).

Повышенное содержание Fe отмечается в растениях контрольной зоны (до 9,051 мг/кг), возможно, это связано с почвенно-климатическими условиями.

Содержание соединений Na в образцах, собранных на шламовом поле, свидетельствует об их наличии в отходах завода.

Нами были рассчитаны коэффициенты транслокации для каждого из определённых металлов K_t (Zn) = 0,985 < 1 барьер, K_t (Ni) = 0,820 < 1 барьер, K_t (Cu) = 1,059 > 1 биоконцентрация, K_t (Mn) = 0,978 < 1 барьер, K_t (Fe) = 1,061 > 1, биоконцентрация, K_t (Na) = 0,925 < 1 барьер. Полученные результаты позволяют оценить биоконцентрацию для железа как выраженную, а для меди наоборот, как слабую.

Установлено что исследуемое сырьё *Artemisia absinthium*, собранное на шламовом поле, содержит незначительное количество марганца и цинка (табл.). Цинк является эссенциальным элементом,

и его низкая концентрация на территории шламового поля не влияет на рост, развитие и адаптацию растений. Содержание указанного элемента в почве и растениях контрольной зоны значительно увеличивается (5,673 мг/кг), что подтверждает воздействие антропогенных факторов на биологические особенности растений и аккумуляцию вещества в объектах, превышающих ПДК [6].

В перспективе анализ регулярно получаемых региональных данных по распределению элементов в почве и растительном сырье поможет в разработке методики выбора районов сбора наиболее качественного и безопасного лекарственного растительного сырья.

Характер накопления тяжёлых металлов в надземной части растений полыни горькой показывает неодинаковый уровень физиологического барьера для различных элементов. Растения, собранные на шламовом поле, имеют завышенные концентрации никеля и натрия. В этих же условиях объекты имеют заниженные концентрации железа и цинка, чего мы не наблюдаем в контрольных образцах.

Вывод. Таким образом, накопление тяжёлых металлов в надземной части полыни горькой определяется не только уровнем работы физиологических барьеров, но и условиями, в которых встречается растение, что важно при заготовке и использовании лекарственного растительного сырья.

Литература

1. Боев В.М., Утенина В.В., Быстрых В.В. и др. Дисбаланс микроэлементов как фактор экологически обусловленных заболеваний // Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 68.
2. Немерешина О.Н., Шайхутдинова А.А. Оценка содержания тяжёлых металлов в тканях *Polygonum aviculare* L. на техногенно загрязнённых территориях // Экология и промышленность. 2012. № 9. С. 46–49.
3. ГОСТ 30692-2000 Атомно-абсорбционный метод определения тяжёлых металлов. Минск, 2000.
4. Зайцева В.Н., Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. К вопросу содержания микроэлементов в надземных органах *Fragaria viridis* (Duch.) *Weston* оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета 2010. № 4 (28). С. 240–241.
5. Гусев Н.Ф., Петрова Г.В., Немерешина О.Н. Лекарственные растения Оренбуржья (выращивание и использование). Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2003. 358 с.
6. Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н., Петрова Г.В. и др. Лекарственные и ядовитые растения как фактор биологического риска. Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2011. 400 с.
7. Сетко А.Г., Макарова Т.М. Сетко И.М. и др. Особенности микроэлементного баланса в организме городских и сельских школьников Оренбургской области // Здоровье населения и среда обитания. 2010. № 6. С. 29–31.
8. 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.
9. Немерешина О.Н., Гусев Н.Ф. К вопросу изучения антиокислительной защиты высших растений в условиях влияния атмосферных выбросов предприятий Газпрома // Известия Оренбургского государственного аграрного университета 2011. № 2 (30). С. 218–224.
10. Ильин В. Б. Тяжёлые металлы в системе «почва – растение». Новосибирск, 1991. 357 с.
11. Немерешина О.Н., Чуклова В.В., Гусев Н.Ф. и др. Особенности накопления эссенциальных и токсических элементов в надземной части *Linaria vulgaris* L. на шламовом поле криолитового производства // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 131. С. 222–224.