

2. Домрачева П. Суперэлита без вирусов [Электронный ресурс] / П. Домрачева. – М.: Инновации, 2013. – Режим доступа: <http://www.potatosystem.ru/news>. Дата обращения: 26.10.2014.

3. Биологическая продуктивность картофеля в Омской области: Метод. рекомендации (Б.Н. Дорожкин, Н.А. Калашник) / ВАСХ-НИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1984. – 36 с.

**«Проблемы экологического мониторинга»  
Италия (Рим – Венеция), 20-27 декабря 2014 г.**

**Экология и рациональное природопользование**

**МОНИТОРИНГ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ  
В РАСТЕНИЯХ РОДА HELLEBORUS L.  
ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ  
АБХАЗИИ**

Гулия В.О., Орловская Т.В.

*Институт ботаники АН Абхазии, Сухум,  
e-mail: tvorlovskaya@mail.ru*

В настоящее время особенно острым лимитирующим фактором использования природных популяций лекарственных растений является загрязнение окружающей среды. Тяжелые металлы, представляют наибольшую опасность из-за высокой токсичности их избыточных количеств, мутагенного, тератогенного и канцерогенного эффектов, долговечности и практически невыводимости из системы «почва – растения – лекарственные формы – человек». Поэтому исследования направленные в сторону выяснения экологической безопасности лекарственного растительного сырья (ЛРС) весьма актуальны.

Цель исследования. Оценить качество ЛРС, произрастающего в Абхазии по содержанию тяжелых металлов.

Материал и методы исследования. Пробы почв и образцы растительного сырья отбирались с территорий ценопопуляций (ЦП) определенных для возможных заготовок.

Валовое содержание тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе АAnalyst 400 Atomic Absorption Spectrometer (Perkin Elmer) по стандартным методикам [2]. Сравнение показателей для растительного сырья проводили с нормами для биологически активных добавок к пище на растительной основе [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено, что какой-либо избирательности в накоплении определенного тяжелого металла растениями, принадлежащими к разным ЦП, не обнаружено. Содержание металлов в почве и растительном сырье не превышает ПДК и ОДК (табл. 1). Сопоставление видов рода Helleborus из разных ЦП по показателям, характеризующим степень их загрязненности тяжелыми металлами, выполнено путем сравнения ценопопуляционных средних, что позволило установить следующий ряд поллютантов Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cd>Hg>As – для почвы и растительного сырья. Средневзвешенное содержание тяжелых металлов в почвах исследованных районов Абхазии является достаточно низким. Концентрация металлов в почве ниже величин ПДК и ОДК во много раз: As – 200,0; Hg – 161,54; Cd – 19,51; Pb – 10,44; Cu – 8,43; Zn – 2,23; Mn – 2,19; Fe – 0,34.

**Таблица 1**

Содержание техногенных элементов в почве и подземных органах видов рода Helleborus (мг/кг)

Элемент	Ценопопуляции								ПДК
	11	14	24	38	46	58	59	62	
Pb	4,50***	3,21	2,17	3,12	3,91	2,95	2,01	2,66	32,0
	1,52****	1,56	2,01	1,65	1,58	1,72	1,81	1,12	6,0
Cd	0,06	0,11	0,09	0,15	0,08	0,10	0,10	0,13	2,0**
	0,12	0,23	0,15	0,32	0,17	0,21	0,19	0,24	1,0
Cu	5,23	4,64	6,66	5,75	5,64	7,54	7,02	7,83	53,0
	1,81	2,75	2,31	3,56	2,25	3,87	3,58	2,98	–
Zn	30,10	42,81	29,01	49,45	53,20	35,71	35,52	37,03	87,0
	17,31	20,34	14,58	18,20	22,31	15,97	16,05	16,52	–
Fe	6581	6529	8015	7882	6421	7581	7194	8192	25000*
	521	452	583	621	715	684	671	752	–
Hg	0,005	0,027	0,006	0,013	0,045	0,001	0,001	0,006	2,1
	–	0,002	–	0,001	–	–	–	–	0,1
As	–	0,01	–	0,01	–	–	–	–	2,0
	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5
Mn	645,32	651,62	427,52	398,92	776,34	787,51	654,36	1120,21	1500
	162,35	170,52	120,69	98,69	178,91	185,36	168,23	147,35	–

Примечание. \* значение кларка; \*\* ОДК; \*\*\*валовое содержание в почве; \*\*\*\*содержание в растительном сырье.

Для выяснения уровня адаптации растений к экологическим режимам была проанализирована интенсивность поглощения растениями тяжелых металлов с помощью коэффициента биологического поглощения (КБП), позволяющая рационально использовать растительные ресурсы. Согласно рядам КБП по шкале И.А. Авессаломовой элементом сильного накопления является Cd (1,67-2,13), слабого накопления и среднего захвата Cu (0,35-0,62), Pb (0,34-0,93), Zn (0,37-0,58), Mn (0,13-0,28), остальные элементы слабого захвата (КБП <0,1) [4]. В целом показатель КБП был меньше единицы, следовательно, растения рода *Helleborus* не накапливают тяжелые металлы и относятся к деконцентраторам, кроме Cd, который можно отнести к концентраторам [1].

Для анализа полученных данных были просчитаны коэффициенты корреляции (табл. 2). Положительная тесная и значительная корреляционная зависимости отмечены у кадмия ( $r=0,96$ ), цинка ( $r=0,83$ ), марганца ( $r=0,54$ ) и меди ( $r=0,52$ ), в подземных органах изучаемого сырья и их валовым содержанием в почве.

Это свидетельствует о том, что обнаруженные межпопуляционные различия обусловлены, в наибольшей степени, различием антропогенного давления на эти ЦП, так как большую часть тяжелых металлов ЛРС на изучаемых территориях получает именно из почвы. Умеренная положительная и отрицательная корреляционная связь между содержанием тяжелых металлов в растениях и почве (Fe  $r=0,43$ ; Pb  $r=-0,36$ ) с одной стороны, говорит о том, что в данных местах загрязнение этими элементами идет преимущественно воздушным путем. С другой, что при возрастании концентрации в почве железа и свинца концентрация этих металлов в растении резко не возрастает, т.е. данные металлы накапливаются преимущественно в необходимых для физиологических процессов в растениях количествах.

При взаимодействии двух элементов может происходить усиление их поступления в организм растения (синергический эффект), или, наоборот, при повышении поглощения одного элемента поступление другого снижается (антагонистический эффект).

Таблица 2

Коэффициенты корреляции (r) между содержанием элементов в подземных органах *Helleborus caucasicus* и *H. abchasicus*

Элемент	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	Mn
Pb		-0,26	0,09	-0,31	-0,26	-0,15
Cd	-0,26		0,68	0,13	0,17	-0,46
Cu	0,09	0,68		-0,28	0,38	-0,03
Zn	-0,31	0,13	-0,28		-0,11	0,30
Fe	-0,26	0,17	0,38	-0,11		0,08
Mn	-0,15	-0,46	-0,03	0,30	0,08	

В подземных органах исследуемых растений положительные корреляционные связи выявлены между парами Pb–Cu, Cd–Cu, Cd–Zn, Cd–Fe, Cu–Fe, Zn–Mn, Fe–Mn со значениями коэффициента корреляции 0,09-0,68. Наибольшее количество отрицательных корреляционных пар характерно для Pb ( $r=-0,15-0,31$ ) он выступает слабо-умеренным антагонистом для всех элементов кроме меди ( $r=0,09$ ).

Наиболее тесная положительная синергическая связь зафиксирована между Cd и Cu ( $r=0,68$ ), умеренная отрицательная антагонистическая между Cd и Mn ( $r=-0,46$ ).

Вывод. По показателю содержания тяжелых металлов подземные органы заготовленные в исследованных ЦП соответствуют требованиям и являются экологически чистыми.

**Список литературы**

1. Авессаломова И.А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. – М.: МГУ, 1987. – 108 с.
2. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: Минсельхоз России, 1992. – 61 с.
3. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1966. – 392 с.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fumigaciya.ru/sites/default/files/public/page/2011-09/14/sanpin2321078-01.doc>.