

УДК 615.32+613.27

КОНТАМИНАЦИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ДИКОРАСТУЩИХ И КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Кузовкова А.А., Дребенкова И.В., Велентей Ю.Н., Плешкова А.А., Бычок Г.Э., Черник Д.В., Маскалевич Н.В.

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены»
Министерства здравоохранения Республики Беларусь, Минск, Республика Беларусь

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки проблема загрязненности лекарственных растений тяжелыми металлами (ТМ) становится особенно актуальной. В настоящей статье представлены результаты исследований контаминации кадмием (Cd), свинцом (Pb), никелем (Ni), ртутью (Hg), медью (Cu), цинком (Zn), марганцем (Mn) лекарственных растений, произрастающих в дикой флоре (7 объектов) и культурно выращенных (6 объектов) в Гродненской области Республики Беларусь. При использовании методов атомной спектрометрии установлено, что концентрации ТМ в исследованных растениях варьировали в широких пределах, но не превышали нормативы стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС), Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и других стран.

Ключевые слова: лекарственные растения, тяжелые металлы, Беларусь.

Для цитирования: Кузовкова А.А., Дребенкова И.В., Велентей Ю.Н., Плешкова А.А., Бычок Г.Э., Черник Д.В., Маскалевич Н.В. Контаминация тяжелыми металлами дикорастущих и культивируемых в республике беларусь лекарственных растений. Медицина труда и экология человека. 2020; 4:112-117

Для корреспонденции: Кузовкова Анна Антоновна, заведующая лабораторией спектрометрических исследований Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», кандидат биологических наук, e-mail: zav_lsi@rspch.by.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10416>

HEAVY METAL CONTAMINATION OF WILD AND CULTIVATED MEDICINAL PLANTS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Kuzovkova A.A., Drebenkova I.V., Velentej YU.N., Pleshkova A.A., Bychok G.E., Chernik D.V., Maskalevich N.V.

Republican unitary enterprise «Scientific practical centre of hygiene» of Ministry of Health
of the Republic of Belarus, Minsk, Belarus

The problem of contamination of medicinal plants with heavy metals (HM) becomes especially urgent under the conditions of an increasing anthropogenic load. This article presents the results of studies of cadmium (Cd), lead (Pb), nickel (Ni), mercury (Hg), copper (Cu), zinc (Zn),

manganese (Mn) contamination of medicinal plants growing in wild flora (7 objects) and culturally grown (6 objects) in the Grodno region of the Republic of Belarus. Using the methods of atomic spectrometry, it was found that the HM concentrations in the studied plants varied within wide limits, but did not exceed the standards of the countries of the Eurasian Economic Union (EAEU), the World Health Organization (WHO), and other countries.

Key words: medicinal plants, heavy metals, Belarus.

Citation: Kuzovkova A.A., Drebenkova I.V., Velentey Yu.N., Pleshkova A.A., Bychok G.E., Chernik D.V., Maskalevich N.V. Heavy metal contamination of wild and cultivated medicinal plants in the republic of belarus. *Occupational Health and Human Ecology*. 2020; 4:112-117

Correspondence: Anna A. Kuzovkova, Head of the Laboratory of Spectrometric Research, Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center for Hygiene", CSc (Biology), e-mail: zav_lsi@rspch.by.

Financing: The study had no financial support.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2020-10416>

Лекарственные растения широко используются в различных странах для лечения многих заболеваний. Они представляют собой важную составляющую традиционной медицины и применяются при оказании первичной медицинской помощи как в развитых, так и в развивающихся странах [1]. Беларусь известна своими богатыми традициями фитотерапии, и население республики хорошо знакомо с лечебными свойствами широкого спектра лекарственных растений. При этом существует распространенное заблуждение, что лекарственные растения безопасны по своей природе. Однако загрязненные ТМ, пестицидами, патогенными микроорганизмами лекарственные растения могут стать токсичными для человека. ТМ, поступающие с лекарственным сырьем в организм человека, могут взаимодействовать с белками, нуклеиновыми кислотами и другими молекулами, изменять активность ферментов, нарушать их биологические и транспортные свойства [2]. ТМ имеют низкую скорость выведения через почки, что может привести к разрушительному воздействию на человека даже при очень низких концентрациях [3]. В условиях возрастающей антропогенной нагрузки проблема экологической чистоты лекарственных растений становится особенно актуальной и требует повышения контроля над качеством растительного сырья с учетом загрязнения ТМ.

Цель исследования — оценить уровень контаминации ТМ (Cd, Pb, Ni, Hg, Cu, Zn, Mn) лекарственных растений, произрастающих в дикой флоре (7 объектов) и культурно выращенных (6 объектов) в Гродненской области Республики Беларусь.

Материал и методы

Объектами исследований были дикорастущие (брусники и черники листья, пырей ползучий (из лугового и лугово-болотного фитоценоза), полынь горькая, зверобой пятнистый, дудник лесной) и культурно выращенные (календулы (ноготков) цветки, пустырника трава, ромашки цветки, каштана конского семена, пиона уклоняющегося корневища и корни, пиона уклоняющегося трава) в Гродненской области Республики Беларусь лекарственные растения. Все испытанные образцы предварительно высушивали на воздухе и измельчали в порошок. Масса навески образца составляла от 0,3 до 0,5 г. При

минерализации в качестве окислителя использовали смесь концентрированных азотной кислоты (65%) и перекиси водорода (30%) в соотношении 8:2. Минерализацию брусники и черники листьев, календулы (ноготков) цветков, пустырника травы, ромашки цветков, каштана конского семян, пиона уклоняющегося корневищ и корней, пиона уклоняющегося травы выполняли с использованием системы микроволнового разложения образцов Mars 5 (SEM Corporation, США). Определение содержания ТМ в минерализате из данных образцов проводили методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Нижний предел количественного обнаружения ТМ составлял для Ni — 0,0075 мг/кг, Mn — 0,0013 мг/кг, Cd — 0,0075 мг/кг, Cu — 0,005 мг/кг, Zn — 0,0038 мг/кг, Pb — 0,075 мг/кг, As — 0,075 мг/кг. Определение содержания Hg осуществляли на анализаторе ртути РА-915М с приставкой ПИРО-915+ без предварительной подготовки пробы. Масса навески для определения Hg составляла от 0,03 до 0,11 мг. Нижний предел количественного обнаружения Hg составлял 3,3 мкг/кг. Минерализацию пырея ползучего (из лугового и лугово-болотного фитоценоза), полыни горькой, зверобоя пятнистого, дудника лесного проводили с использованием системы микроволнового разложения образцов Speedwave XPERT (BergHof, Германия). Содержание ТМ в данных образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии: нижний предел количественного обнаружения составлял для Ni — 0,42 мг/кг, Mn — 4,17 мг/кг, Cd — 0,17 мг/кг, Cu — 4,17 мг/кг, Zn — 3,33 мг/кг, Pb — 3,33 мг/кг, As — 0,625 мг/кг. Содержание Hg определяли на анализаторе ртути Юлия-2М (Россия). Нижний предел количественного обнаружения ртути составлял 0,015 мг/кг. Повторность опытов при определении всех исследуемых химических элементов была двукратной. В результатах исследования приведено среднее значение между двумя повторностями.

Результаты исследования и их обсуждение

Содержание Pb во всех проанализированных образцах варьировало от менее 0,075 мг/кг до менее 3,3 мг/кг, что ниже, чем установленный в ЕАЭС норматив 6 мг/кг [4]. Такая же ситуация была описана в работе российских ученых, исследовавших лекарственные растения, выращенные в районе города Дубна [2]. Надо отметить, что норматив по Pb в ЕАЭС существенно ниже рекомендованного ВОЗ и принятого, например, в Китае (10 мг/кг) и Сингапуре (20 мг/кг) [5]. Такой высокий норматив в азиатских странах обусловлен сильным загрязнением Pb почв и, соответственно, лекарственных растений. Как показали исследования лекарственных растений, присутствующих в свободной продаже в Объединенных Арабских Эмиратах (ОАЭ), в 64% из них был превышен норматив ВОЗ по Pb. Максимальные концентрации Pb в мяте, петрушке, ромашке, базилике, шалфее, орегано и тимьяне составляли соответственно 9,24; 12,83; 11,40; 16,15; 21,76; 18,06 и 23,52 мг/кг [3]. Средняя концентрация Pb в наиболее часто используемых лекарственных травах в Иордании составила 13,9 мг/кг [6]. Максимальный уровень Pb в египетских пряно-ароматических растениях составил 14,4 мг/кг, а иранских — 21,7 мг/кг [3].

Концентрации Cd в исследованных лекарственных растениях варьировали от менее 0,0075 мг/кг до 0,268 мг/кг (в культурно выращенном сырье ромашки цветках). В ромашки цветках норматив (1 мг/кг), установленный в ЕАЭС [4], не был превышен, но находился практически на уровне предела, рекомендованного ВОЗ (0,3 мг/кг) [5]. Подобный норматив

действует и в Канаде [5]. В исследованиях российских ученых [2] концентрации Cd на уровне норматива ЕАЭС были обнаружены в некоторых лекарственных растениях из аптечной сети: зверобое продырявленном — 1,01 мг/кг, тысячелистнике обыкновенном — 1,02 мг/кг. Повышенные концентрации Cd были установлены в образцах кровохлебки лекарственной (аптечное сырье) — 0,87 мг/кг, иван-чая узколистного — 0,50 мг/кг. В целом среднее содержание Cd в лекарственных растениях, собранных в окрестностях Дубны, составляло 0,29 мг/кг, в растениях, приобретенных в аптечной сети, — 0,69 мг/кг [2]. Как показали исследования лекарственных растений в ОАЭ, 55% образцов ромашки, 80% базилика, 66% шалфея, 9% орегано и 27% тимьяна превышали допустимый предел для Cd, установленный ВОЗ. Максимальные концентрации Cd, обнаруженные в петрушке, ромашке, базилике, шалфее, душице и тимьяне, составили 0,21, 0,82, 1,11, 0,88, 0,35 и 0,63 мг/кг соответственно. Интересно, что ни в одном из тринадцати проанализированных образцов мяты Cd обнаружен не был [3].

Содержание Hg во всех проанализированных образцах было ниже, чем установленный в ЕАЭС норматив в 0,1 мг/кг [4]. Интересно, что в Канаде данный норматив выше в 2 раза (0,2 мг/кг), в Китае и Сингапуре — в 5 раз (0,5 мг/кг) [5]. К сожалению, сравнить содержание Hg в белорусских образцах со значениями в российских и азиатских лекарственных растениях невозможно, поскольку данный ТМ не анализировался в исследованиях [2,3].

Диапазон содержания Ni в исследованных дикорастущих лекарственных растениях варьировал от менее 0,42 мг/кг в дуднике лесном и пырее ползучем до 2,124 мг/кг в зверобое пятнистом. По сравнению с другими исследованными растениями, черники листья также имели высокие концентрации Ni: от 0,89 до 1,80 мг/кг в зависимости от места произрастания. В брусники листьях уровни накопления Ni также различались более чем в 2 раза в зависимости от места произрастания — от 0,43 до 0,96 мг/кг. Российские ученые [2] обнаружили Ni во всех исследованных образцах лекарственных растений в концентрациях от 0,06 до 10,41 мг/кг. Максимальная концентрация Ni (10,41 мг/кг) была установлена в иван-чае узколистом, приобретенном в аптечной сети. Среднее содержание цинка в образцах лекарственных растений из российской аптечной сети составило 3,05 мг/кг, среднее содержание никеля в лекарственных растениях, собранных в окрестностях Дубны, — 1,72 мг/кг. Пределы ВОЗ и ЕАЭС для Ni в лекарственных травах не установлены [4,5].

Содержание Zn во всех проанализированных образцах белорусских лекарственных растений варьировало от 9,93 мг/кг в черники листьях до 43,99 мг/кг в полыни горькой. Зверобой пятнистый также характеризовался довольно высокими концентрациями Zn — 33,15 мг/кг. В странах ЕАЭС нет норматива содержания Zn в лекарственных растениях [4]. По данным статьи [3], допустимым пределом, установленным ВОЗ для цинка в лекарственных растениях, является концентрация 50 мг/кг. Исходя из этого норматива, обнаруженная в белорусских образцах полыни горькой концентрация Zn может рассматриваться как достаточно высокая. Российские ученые [2] показали, что содержание Zn в исследуемых ими лекарственных растениях колебалось от 13,23 до 49,96 мг/кг. Высокие концентрации Zn в лекарственных растениях, собранных в окрестностях Дубны, обнаружены в образцах таволги вязолистной — 43,53 мг/кг и зверобоя продырявленного — 49,96 мг/кг. В исследованных в

ОАЭ лекарственных растениях [3] содержание Zn находилось в диапазоне от 12,65 до 146,67 мг/кг. Максимальные концентрации Zn в мяте, петрушке, ромашке, базилике, шалфее, орегано и тимьяне составляли 52,97, 50,10, 38,93, 112,19, 58,78, 37,28 и 146,67 мг/кг соответственно. Полученные учеными ОАЭ результаты показали, что из семи проанализированных трав 7% образцов мяты и петрушки, 36% шалфея и 50% базилика превышали допустимые ВОЗ пределы содержания Zn.

В исследованных лекарственных растениях концентрации Cu находились в диапазоне от 3,18 мг/кг в брусники листьях до 9,41 мг/кг в полыни горькой. В странах ЕАЭС не установлен норматив по содержанию Cu в лекарственных растениях. Такой норматив существует в Сингапуре и составляет 150 мг/кг [5]. Есть сведения [3], что в Китае данный предел находится на уровне 20 мг/кг. Ни в одном из исследованных белорусских лекарственных растений концентрация Cu не приближалась к данным цифрам. В то время как аналогичные исследования, проведенные в ОАЭ [3], показали превышение китайского норматива в 12% образцов, в одном из образцов шалфея содержание Cu было на уровне 156,24 мг/кг. Максимальные концентрации Cu в мяте, петрушке, ромашке, базилике, орегано и тимьяне составляли 12,32, 13,29, 12,99, 18,87, 41,64 и 13,16 мг/кг соответственно. Наиболее загрязненными Cu были образцы шалфея и орегано — 18% проб имели превышение китайского норматива [3]. В российских образцах лекарственных растений [2], как и в белорусских, содержание Cu не превышало ни сингапурский норматив, ни китайский: в исследованном лекарственном сырье концентрации Cu варьировали от 3,33 до 12,78 мг/кг, среднее содержание Cu в лекарственных растениях из окрестностей Дубны было 7,17 мг/кг. Максимальное содержание Cu отмечалось в образцах зверобоя продырявленного (12,78 мг/кг) и таволги вязолистной (12,09 мг/кг).

Диапазон содержания Mn в исследованных дикорастущих лекарственных растениях находился между 5,22 мг/кг в дуднике лесном и 3997,21 мг/кг в черники листьях. Пределы ВОЗ и ЕАЭС для Mn в лекарственных травах еще не установлены [4,5]. Результаты настоящего исследования показывают широкий разброс Mn в разных образцах лекарственных растений. К сожалению, сравнить содержание Mn в белорусских образцах со значениями в российских и азиатских лекарственных растениях невозможно, поскольку концентрации данного ТМ не определялись в исследованиях [2,3].

Заключение

Таким образом, полученные результаты показали, что в исследованных дикорастущих и культивируемых в Республики Беларусь лекарственных растениях концентрации ТМ варьировали в широких пределах, но не превышали нормативы ЕАЭС, ВОЗ и других стран. Широкие вариации в концентрациях металлов в анализируемых растениях можно объяснить их различиями в способностях к поглощению и транслокации ТМ. Поглощение металлов растениями зависит от нескольких факторов, включая видовые особенности растений и стадию их роста, тип почвы и тип поглощаемых металлов. На биодоступность ТМ влияет ряд физико-химических характеристик почвы, среди которых рН, гранулометрический состав, содержание органического вещества и металлов, окислительно-восстановительный потенциал и др. [2,3].

Представленные результаты исследования указывают, что в целом лекарственные растения из дикой флоры и культурно выращенные в Республике Беларусь не контаминированы на существенных уровнях ТМ, однако при долгосрочном потреблении трав, загрязненных ТМ даже в следовых количествах, существует потенциальный риск для здоровья людей. Необходимы дальнейшие более масштабные исследования для определения присутствия ТМ в лекарственных растениях и оценки их долгосрочного совокупного риска для здоровья населения.

Список литературы:

1. Sahoo N., Manchikanti P., Dey S. Herbal drugs: standards and regulation. *Fitoterapia*. 2010;81(6):462–471.
2. Каманина И.З., Каплина С.П., Салихова Ф.С. Содержание тяжелых металлов в лекарственных растениях. *Научное обозрение*. 2019;1:29–34.
3. Dghaim R., Al Khatib S., Rasool H., Ali Khan M. Determination of Heavy Metals Concentration in Traditional Herbs Commonly Consumed in the United Arab Emirates. *Journal of Environmental and Public Health*. 2015;4:1–6.
4. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Введ. 09.12.2011.
5. World Health Organization. WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues., Geneva: WHO; 2006.

References:

1. Sahoo N., Manchikanti P., Dey S. Herbal drugs: standards and regulation. *Fitoterapia*. 2010; 81 (6): 462–471.
2. Kamanina I.Z., Kaplina S.P., Salikhova F.S. The content of heavy metals in herbal medicines. *Scientific review*. 2019; 1: 29–34.
3. Dghaim R., Al Khatib S., Rasool H., Ali Khan M. Determination of Heavy Metals Concentration in Traditional Herbs Commonly Consumed in the United Arab Emirates. *Journal of Environmental and Public Health*. 2015; 4: 1-6.
4. Technical Regulations of the Customs Union TRCU 021/2011 "Food Safety". Introduced 09.12.2011.
5. World Health Organization. WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues., Geneva: WHO; 2006.

Поступила/Received: 02.10.2020

Принята в печать/Accepted: 22.10.2020