

## ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛЕКАРСТВЕННОМ РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ И ПРЕПАРАТАХ НА ЕГО ОСНОВЕ

Н.П. Матвейко, А.М. Брайкова, К.А. Бушило,  
В.В. Садовский

УДК 543.253

### РЕФЕРАТ

*ИНВЕРСИОННАЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ, КОНТРОЛЬ, ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, ЛЕКАРСТВЕННОЕ РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ, ЛЕКАРСТВЕННЫЕ НАСТОЙКИ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ*

*Методом инверсионной вольтамперометрии определено содержание Zn, Pb, Cd, Cu и Hg в образцах лекарственного растительного сырья и спиртовых лекарственных настоек.*

*Установлено, что во всех изученных образцах лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе больше всего содержится Zn.*

*Кадмий в незначительных количествах содержится в образцах корня валерьяны, травы зверобоя, травы пустырника и плодов боярышника.*

*Во всех образцах изученных лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе в небольших количествах содержатся Pb, Cu и Hg.*

*Содержание Cd, Pb и Hg во всех исследованных образцах как лекарственных растительных трав, так и их спиртовых настоек ниже значений, регламентированных ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для лекарственного сырья.*

### ABSTRACT

*STRIPPING VOLTAMMETRY, CONTROL, HEAVY METALS, MEDICINAL HERBS, MEDICINAL INFUSIONS FROM PLANTS*

*By stripping voltammetry determine the content of Zn, Pb, Cd, Cu and Hg in samples of medicinal plant raw drug and alcohol tinctures.*

*Found that in all investigated samples of medicinal herbs and alcoholic liquors based on it most of all contains Zn.*

*Cadmium in small quantities contained in samples of Valerian root, herb St. John's wort, grass motherwort and hawthorn fruit.*

*In all samples studied medicinal herbs and alcoholic liquors in small quantities contains Pb, Cu and Hg.*

*The content of Cd, Pb and Hg in all studied samples as a medicinal plant and their alcoholic liquors below the values specified by technical regulations of the customs Union 021/2011 for tea and by General Pharmacopeia article of the Russian Federation for medicinal raw materials.*

### ВВЕДЕНИЕ

Во многих растениях содержатся химические вещества, которые оказывают физиологическое действие на организм человека. В современной научной медицине их значение трудно переоценить. Несмотря на успехи фармацевтической химии и синтез новых лекарств заболевания, связанные с функциональными расстройствами, лечат в первую очередь препаратами, полученными из растительного сырья. В некоторых случаях они могут оказаться значительно более эффективными, чем их синтетические аналоги, хотя фармакологическая активность лекарственных средств из растительного сырья относительно

слабее синтезированных [1].

Среди причин риска медицинского применения лекарственных растительных препаратов Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) названа возможность их загрязнения токсичными веществами. Лекарственное растительное сырье так же, как и пищевые продукты, могут являться одним из источников поступления ряда вредных веществ, и прежде всего тяжелых металлов, в организм человека [2]. Содержание тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье зависит от ряда факторов: кислотности почвы, содержание гумуса, механического состава и условий увлажнения почвы [2–4].

Следует отметить, что такие тяжелые металлы, как кадмий, свинец и ртуть являются токсичными, и их присутствие в организме человека совсем не необходимо. Другие тяжелые металлы, в том числе цинк и медь, являясь в малых количествах необходимыми человеку микроэлементами, в повышенных концентрациях становятся токсичными. И те и другие металлы вызывают развитие экологически обусловленных заболеваний [2–5]. В связи с этим проблема экологической чистоты лекарственных растений становится особенно актуальной.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание тяжелых металлов: ртуть, кадмий, свинец, медь и цинк в образцах лекарственного сырья и настоек, приготовленных из этого сырья.

В качестве объектов исследования выбраны образцы наиболее распространенных и популярных среди населения растительных лекарственных трав: корни валерианы, плоды боярышника, трава пустырника, цветки календулы и трава зверобоя, а также образцы спиртовых настоек этих препаратов. Лекарственные травы и их спиртовые настоики приобретены в аптеках г. Минска.

Выбор для исследований названных препаратов и настоек обусловлен не только их широким применением, но и особенностями их лечебных свойств. Так, валериана оказывает успокаивающее, болеутоляющее, седативное действие, а также применяется как антидепрессант и средство от бессонницы. Плоды и цветы боярышника назначают для профилактики и лечения заболеваний сердца, сосудов, нормализации давления и пищеварения, преодоления переутомления, бессонницы, устранения последствий нервного перенапряжения. Пустырник регулирует функциональное состояние центральной нервной системы, оказывает успокаивающее действие, снижает повышенную нервную возбудимость, потенцирует снотворный эффект, эффективен при невралгии и неврозах, сопровождающихся бессонницей, чувством напряженности и повышенной реактивностью, регулирует сердечный ритм при вегето-сосудистой дистонии, понижает артериальное давление. В цветках календулы содержатся вещества, которые способствуют заживлению язв, оказывают противовос-

палительное действие, улучшают проведение и передачу нервных импульсов, снижают уровень холестерина. Микроэлементы, содержащиеся в цветках календулы, способствуют укреплению иммунитета и препятствуют образованию атипичных клеток. Календула способна помочь онкологическим больным, так как имеет свойство уменьшать интоксикацию, улучшает сон и аппетит. Зверобой положительно влияет на нервную систему и обладает антидепрессивными свойствами. В состав зверобоя входят: токоферолы (витамин E), каротин, необходимый для правильной работы глаз, обновления клеток кожи, защиты организма от вирусов и бактерий.

В ряде документов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) отмечена важность разработки национальных требований к содержанию чужеродных токсичных и потенциально опасных веществ в лекарственных растениях и препаратах на их основе с целью повышения безопасности их применения [6]. Проблема нормирования содержания токсичных веществ в лекарственных растениях и препаратах на территории Таможенного союза до настоящего времени полностью не решена, хотя в этом направлении проводится определенная работа [2, 5, 7]. Анализ нормативной правовой базы Республики Беларусь показал, что в отечественной фармакопее разработана общая статья по определению тяжелых металлов в растительном сырье методом атомно-абсорбционной спектроскопии, однако значения предельно допустимых концентраций (ПДК) токсичных металлов в ней не приведены.

Согласно общей фармакопейной статье «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах», предлагаемой к утверждению Минздравом Российской Федерации, предельно допустимое содержание свинца, кадмия и ртути в растительном сырье не должно превышать мг/кг: 6,0; 1,0 и 0,1 соответственно (таблица 1).

В работе [2] отмечается, что в подходах решения проблемы нормирования токсичных веществ в лекарственных растениях и препаратах с одной стороны, и в продовольственном сырье, пищевых продуктах и БАД с другой стороны, может быть много общего.

Поскольку отсутствуют сведения о ПДК тяжелых металлов в лекарственных растительных препаратах, в своей работе мы руководствовались нормами для травяного чая, установленными Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52, а также Техническим регламентом Таможенного Союза № 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (таблица 1).

растительного сырья и их спиртовых настоек проводили методом мокрой минерализации с использованием программируемой печи ПДП - 18М по ГОСТ 26929 [9]. Для этого отбирали пробы образцов лекарственного растительного сырья массой 0,5 г. Затем проводили высушивание проб при температуре 150–300 °С в течение 4–5 часов. Из образцов спиртовых настоек отбирали пробы объемом по 1 мл и выпарива-

Таблица 1 – Допустимое содержание тяжелых металлов в травяных чаях (на растительной основе) и лекарственном сырье

Показатели	Допустимые уровни, мг/кг, не более		
	Постановление Минздрава Республики Беларусь № 52 (чай)	ТР ТС 021/2011 (чай)	ОФС РФ (лекарственное сырье)
Свинец	0,02	10,0	6,0
Кадмий	0,02	1,0	1,0
Ртуть	0,005	0,1	0,1

Из таблицы 1 видно, что в Постановлении Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 52 для чая на растительной основе установлены значительно более низкие допустимые уровни свинца, кадмия и ртути, чем в других нормативных правовых актах.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для определения содержания тяжелых металлов в образцах лекарственного сырья и настойках, приготовленных из этого сырья, применяли метод инверсионной вольтамперометрии. Этот метод подробно рассмотрен в работе [8]. Суть метода заключается в предварительном концентрировании определяемых элементов в течение заданного времени на индикаторном электроде и последующей регистрации процесса растворения накопленных на электроде элементов. Возникающий в процессе растворения элементов ток имеет форму пика. Потенциалы пиков идентифицируют элемент (качественная характеристика), а максимальный ток пропорционален концентрации элемента (количественная характеристика) [8].

Все растворы для исследований готовили на дважды дистиллированной воде (бидистиллят) из реактивов марки «чда» и «хч».

Подготовку каждой пробы лекарственного

ли их досуха при температуре 120 °С, исключая разбрызгивание. Затем пробы лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек обрабатывали концентрированной азотной кислотой, 30%-ным раствором пероксида водорода и выпаривали при температуре 150 °С до получения сухого остатка. Пробы озоляли при температуре 450 °С в течение 30 минут. Операции растворения в концентрированной азотной кислоте и 30%-ном растворе пероксида водорода, выпаривания при температуре 150 °С и озоления при температуре 450 °С в течение 30 минут повторяли 3–4 раза до получения однородной золы белого цвета. После этого золу растворяли в 10 мл электролита (1 мл концентрированной муравьиной кислоты и 9 мл бидистиллята).

Определение **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4 с помощью амальгамированного серебряного индикаторного электрода, хлор-серебряного электрода сравнения в 1 М растворе хлорида калия, который выполнял также роль вспомогательного электрода. Электрохимическую очистку индикаторного электрода осуществляли в течение 20 секунд попеременной анодной и катодной поляризацией при потенциалах +100 мВ и –1150 мВ соответственно. Накопление металлов на поверхности индикаторного электрода

проводили при потенциале –1350 мВ в течение 20–40 секунд. Успокоение раствора – при потенциале –1100 мВ в течение 10 секунд. Развертку потенциала выполняли со скоростью 80 мВ/с на фоне 0,40 М водного раствора муравьиной кислоты от потенциала –1100 до потенциала +100 мВ.

Анализ образцов лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек на содержание ртути выполняли на анализаторе марки АВА-3 с применением вращающегося углеситаллового индикаторного электрода, хлорсеребряного электрода сравнения и платинового вспомогательного электрода. Фоном служил водный раствор электролита, содержащего 0,4 моль/дм<sup>3</sup>  $H_2SO_4$ ; 0,1 моль/дм<sup>3</sup>  $KNO_3$  и 0,001 моль/дм<sup>3</sup> динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б). Условия анализа: очистка индикаторного электрода при потенциале +1000 мВ в течение 10 с; концентрирование ртути на поверхности индикаторного электрода при потенциале –1100 мВ в течение 60 с; успокоение раствора при потенциале –1000 мВ в течение 3 с; регистрация анодной вольтамперной кривой при скорости развертки потенциала 5 В/с.

Для определения тяжелых металлов применяли метод добавок стандартного водного раствора, содержащего по 2 мг/л цинка, кадмия, свинца и меди, приготовленного на основе Государственного стандартного образца (ГСО) и стандартного водного раствора ртути концентрацией 2 мг/л, приготовленного из оксида ртути (II).

Каждую пробу анализировали не менее четырех раз. Результаты обрабатывали методом математической статистики по методике, приведенной в работе [10]. Для чего рассчитывали средние значения, дисперсии, стандартные отклонения, а затем, используя их, относительные стандартные отклонения  $S_r$  и интервальные значения содержания металлов  $X_{cp} \pm \Delta x$  при доверительной вероятности 95 %.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 в качестве примера представлены вольтамперные кривые, зарегистрированные при определении **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в пробе образца корня валерьяны.

Видно, что на вольтамперной кривой фо-

нового электролита (кривая 1) максимумы токов окисления отсутствуют. Это указывает на отсутствие в электролите **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**. На анодной вольтамперной кривой, зарегистрированной в растворе пробы корня валерьяны (кривая 2), имеются четыре максимума тока при потенциалах (В) –0,86; –0,50; –0,34; –0,03, которые свидетельствуют о присутствии в растворе этой пробы **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** соответственно. При введении в раствор анализируемой пробы добавки стандартного раствора, содержащего определяемые металлы, максимумы токов окисления пропорционально увеличиваются (кривая 3). Это обусловлено увеличением концентрации **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** в растворе пробы.

Аналогичные анодные вольтамперные кривые зарегистрированы для растворов проб всех исследованных наименований лекарственного растительного сырья и их спиртовых настоек.

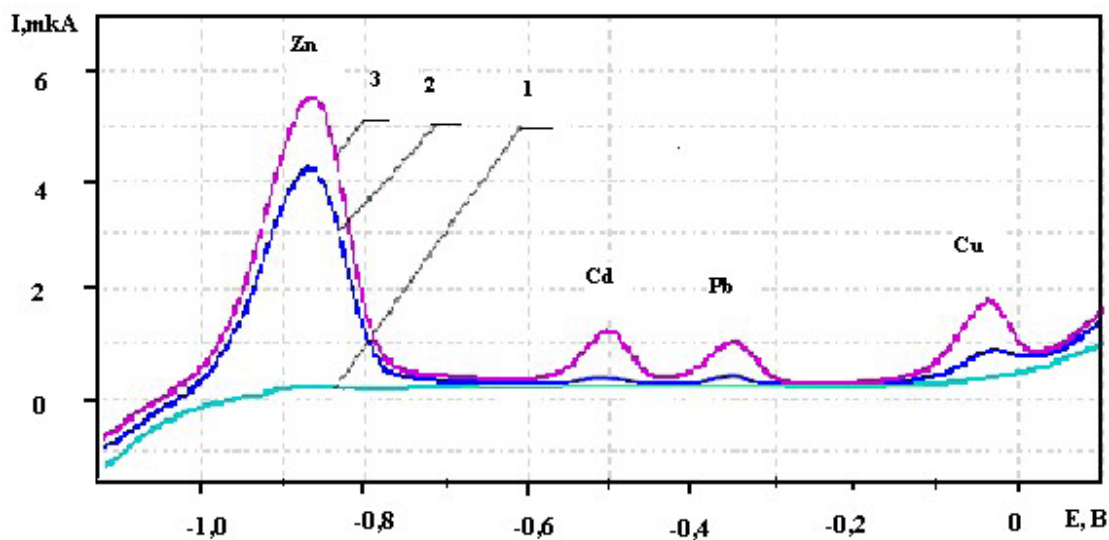
По разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы “VALabTx” рассчитано содержание каждого металла во всех исследованных образцах.

Интервальные значения содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и относительные стандартные отклонения, полученные при анализе образцов проб лекарственного растительного сырья и их спиртовых настоек, представлены в таблицах 2, 3.

На рисунке 2 приведены кривые, представляющие собой разность анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника и фонового электролита (кривая 1) и разность анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника с добавкой стандартного раствора и фонового электролита (кривая 2), зарегистрированные с помощью анализатора марки АВА-3.

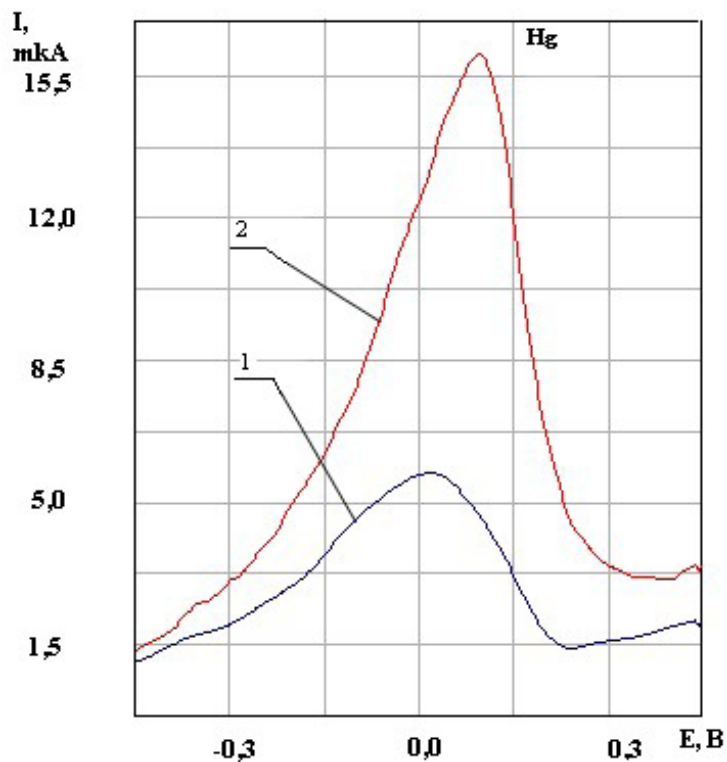
Из рисунка 2 видно, что на кривой разности анодных вольтамперных кривых пробы и фонового электролита (кривая 1) имеется хорошо выраженный максимум тока окисления ртути. Введение в анализируемую пробу добавки стандартного раствора ртути приводит к увеличению тока окисления ртути (кривая 2), что связано с увеличением концентрации этого металла в растворе.

Аналогичные кривые, представляющие собой разность анодных вольтамперных кривых пробы



- 1 – фонового электролита, содержащего 0,45 моль/л муравьиной кислоты;
- 2 – пробы корня валерьяны;
- 3 – пробы корня валерьяны с добавкой стандартного раствора

Рисунок 1 – Вольтамперные кривые пробы корня валерьяны



- 1 – анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника и фонового электролита;
- 2 – анодных вольтамперных кривых пробы плодов боярышника с добавкой стандартного раствора ртути и фонового электролита

Рисунок 2 – Кривые разности

и фонового электролита, а также разность анодных вольтамперных кривых пробы с добавкой стандартного раствора ртути и фонового электролита зарегистрированы для всех изученных образцов лекарственных растений и спиртовых настоек на их основе.

По относительному изменению значений токов окисления ртути при анализе пробы (кривая 1 рисунок 2) и анализе пробы с добавкой стандартного раствора (кривая 2 рисунок 2) с помощью специализированной компьютерной программы, поставляемой совместно с анализа-

тором марки АВА-3, для всех изученных образцов лекарственных растений и спиртовых настоек на их основе рассчитано содержание ртути.

Результаты статистической обработки этих данных: интервальные значения содержания ртути и относительные стандартные отклонения представлены в таблицах 2 и 3.

Из таблицы 2 видно, что во всех образцах лекарственных растений содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**. Кадмий обнаружен в небольших количествах также во всех образцах лекарственных растений, кроме цветков календулы. Больше

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 кг лекарственного растительного сырья

Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	Hg	S <sub>r</sub> , %
Корни валерьяны	29,21± 0,41	1,0	0,021± 0,001	4,9	0,252± 0,015	4,2	1,142± 0,062	3,9	0,0091± 0,0006	5,0
Трава зверобоя	33,62± 0,37	0,8	0,192± 0,012	4,5	0,321± 0,019	4,2	3,251± 0,136	3,0	0,0222± 0,0015	4,9
Цветки календулы	19,42± 0,30	1,1	не обнаружен	-	0,112± 0,007	4,7	2,202± 0,099	3,3	0,0582± 0,0039	4,8
Трава пустырника	33,63± 0,37	0,8	0,101± 0,007	4,7	0,201± 0,012	4,3	1,941± 0,095	3,5	0,0171± 0,0012	5,0
Плоды боярышника	31,51± 0,39	0,9	0,122± 0,008	4,6	0,473± 0,026	4,0	2,992± 0,129	3,1	0,0782± 0,0052	4,8

Таблица 3 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в мг на 1 л спиртовых лекарственных настоек

Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	Hg	S <sub>r</sub> , %
Корни валерьяны	3,61± 0,15	2,9	не обнаружен	-	0,0581± 0,0039	4,8	0,0402± 0,0027	4,9	0,0022± 0,0001	5,0
Трава зверобоя	10,02± 0,31	2,2	не обнаружен	-	0,0442± 0,0030	4,8	0,1301± 0,0082	4,6	0,0013± 0,0001	5,0
Цветки календулы	11,02± 0,32	2,1	не обнаружен	-	0,0421± 0,0028	4,8	0,0642± 0,0042	4,7	0,0081± 0,0006	4,9
Трава пустырника	7,01± 0,23	2,4	не обнаружен	-	0,0902± 0,0059	4,7	0,1003± 0,0031	4,6	0,003± 0,0002	5,0
Плоды боярышника	6,13± 0,22	2,7	не обнаружен	-	0,0713± 0,0047	4,7	0,0271± 0,0018	4,8	0,004± 0,0003	5,0

всего в лекарственных растениях содержится цинка (от 19,42 до 33, 63 мг/кг), меньше всего – ртути (от 0,0091 до 0,0782 мг/кг). Содержание свинца в лекарственных растениях в десятки и даже сотни раз меньше, чем содержание цинка, и меняется от 0,112 мг/кг для цветков календулы до 0,473 мг/кг для плодов боярышника. Что касается меди, то содержание этого металла колеблется от 1,142 мг/кг для корня валерьяны до 3,251 для травы зверобоя.

Анализ данных таблицы 3 показывает, что, в отличие от лекарственных трав (таблица 2), ни в одном из изученных образцов их спиртовых настоек не обнаружен кадмий. Вместе с тем во всех образцах спиртовых настоек содержатся **Zn**, **Pb**, **Cu** и **Hg**, хотя и в количествах меньших, чем в лекарственных травах (таблица 2). Как и в случае лекарственных трав в спиртовых настойках на их основе больше всего содержится **Zn**: от 11,02 мг/л для настойки календулы до 3,61 мг/л для настойки валерьяны. По сравнению с **Zn** содержание **Pb**, **Cu** и **Hg** в спиртовых настойках также как это наблюдалось для лекарственных трав в десятки и сотни раз меньше.

Сравнение данных, представленных в таблицах 2 и 3, с допустимыми уровнями, установленными ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для ле-

карственного сырья (таблица 1), показывает, что во всех исследованных образцах лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек на их основе содержание **Cd**, **Pb** и **Hg** ниже нормированных значений.

## ВЫВОДЫ

1. Во всех изученных образцах лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе больше всего содержится **Zn**.

2. Кадмий в незначительных количествах содержится в образцах корня валерьяны, травы зверобоя, травы пустырника и плодов боярышника. В образцах травы календулы и спиртовых настоек всех изученных лекарственных трав кадмий не обнаружен.

3. Во всех образцах изученных лекарственных трав и спиртовых настоек на их основе в небольших количествах содержатся **Pb**, **Cu** и **Hg**.

4. Сравнение полученных данных с допустимыми уровнями, установленными ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для лекарственного сырья, показывает, что во всех исследованных образцах как лекарственных растительных трав, так и их спиртовых настоек содержание **Cd**, **Pb** и **Hg** ниже регламентированных значений.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Губанов, И.А., Крылова, И.Л., Тихонова, В.Л. (1976), *Дикорастущие полезные растения СССР*, Москва, Мысль, 360 с.
2. Терёшкина, О.И., Самылина, И.А., Рудакова, И.П., Гравель, И.В. (2011), Гармонизация подходов по оценке безопасности состава лекарственных растительных препаратов, *Биомедицина*, 2011, №3, С. 80–85.
3. Ильин, В.Б. (1991), *Тяжелые металлы в системе почва–растение*, Новосибирск, Наука, 150 с.
4. Тиво, П.В., Бытько, И.Г. (1996), *Тяжелые металлы и экология*, Минск, Юнипол, 191 с.

## REFERENCES

1. Gubanov, I.A., Krylova, I.L., Tihonova, V.L. (1976), *Dikorastushhie poleznye rastenija SSSR* [Wild-growing useful plants of the USSR], Moscow, Thought Publ., 360 p.
2. Tereshkina, O.I., Samylina, I.A., Rudakova, I.P., Gravel', I.V. (2011), *Garmonizatsiya podkhodov po otsenke bezopasnosti sostava lekarstvennykh rastitel'nykh preparatov* [Harmonization of approaches according to safety of structure of medicinal vegetable preparations], *Biomeditsina – Biomedicine*, 2011, № 3, pp. 80–85.
3. Il'in, V.B. (1991), *Tyazhelye metally v sisteme pochva–rastenie* [Heavy metals in system the

5. Терёшкина, О.И., Рудакова, И.П., Гравель, И.В., Самылина, И.А. (2010), Проблема нормирования тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье, *Фармация*, № 2, С. 7-11.
6. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization. 2007.
7. Терёшкина, О.И., Рудакова, И.П., Гуськова, Т.А., Самылина, И.А. (2011), Методологический подход к нормированию остаточных пестицидов в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах, *Фармация*, № 2, С. 3-7.
8. Брайнина, Х.З., Нейман, Е.Я., Слепушкин, В.В. (1988), *Инверсионные электроаналитические методы*, Москва, Химия, 240 с.
9. *Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация проб для определения содержания токсичных элементов*, (1994), ГОСТ 26929, Введ. 21.10.94., Минск, Изд-во стандартов, 12 с.
10. Дворкин, В.И. (2014), *Метрология и обеспечение качества химического анализа*, Москва, МИТХТ, 416 с.
- soil plant], Novosibirsk, Science Publ., 150 p.
4. Tivo, P.V., Byt'ko, I.G. (1996), *Tyazhelye metally i ekologiya* [Heavy metals and ecology], Minsk, Yunipol Publ., 191 c.
5. Tereshkina, O.I., Rudakova, I.P., Gravel', I.V., Samylina, I.A. (2010), Problema normirovaniya tyazhelykh metallov v lekarstvennom rastitel'nom syr'e [Problem of rationing of heavy metals in medicinal vegetable raw materials], *Farmatsiya – Pharmacy*, № 2, pp. 7-11.
6. WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization. 2007.
7. Tereshkina, O.I., Rudakova, I.P., Gravel', I.V., Samylina, I.A. (2011), Metodologicheskii podkhod k normirovaniyu ostatochnykh pestitsidov v lekarstvennom rastitel'nom syr'e i lekarstvennykh rastitel'nykh preparatakh [Methodological approach to rationing of residual pesticides in medicinal vegetable raw materials and medicinal vegetable preparations], *Farmatsiya – Pharmacy*, № 2, pp. 3-7.
8. Brainina, Kh.Z., Neiman, E.Ya., Slepushkin, V.V. (1988), *Inverzionnye elektroanaliticheskie metody* [Inversion electroanalytical methods], Moscow, Chemistry Publ., 240 p.
9. *Syr'e i produkty pishchevye. Podgotovka prob. Mineralizatsiya prob dlya opredeleniya soderzhaniya toksichnykh elementov* [Raw materials and foodstuff. Preparation of tests. A mineralization of tests for determination of content of toxiferous elements], (1994), GOST 26929, Ent. 21.10.94., Minsk, Publ. house of standards, 12 p.
10. Dvorkin, V.I. (2014), *Metrologiya i obespechenie kachestva khimicheskogo analiza* [Metrology and ensuring quality of a chemical analysis], Moscow, MITHT, 416 p.

Статья поступила в редакцию 27.05.2015 г.