

Элементный состав грудного сбора №1 и его компонентов

С.Д. Кахраманова^{1,3}, Д.О. Боков^{1,2}, И.В. Гравель¹, И.А. Самылина¹

¹Первый Московский государственный медицинский университет

им. И.М. Сеченова Министерства (Сеченовский Университет),

Российская Федерация, 119991, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2;

²ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,

Российская Федерация, 109240, Москва, Устьинский проезд, дом 2/14;

³ФГБУ «НЦЭСМП» МЗ РФ,

Российская Федерация, 127051, Москва, Петровский бульвар, д. 8, стр. 2

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кахраманова Сабина Джейхуновна – аспирант кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Тел.: +7 (968) 530-84-74. E-mail: ksd113@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-8160-7829

Боков Дмитрий Олегович – кандидат фармацевтических наук, доцент, доцент кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); научный сотрудник лаборатории химии пищевых продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Тел.: +7 (925) 358-84-27. E-mail: bokov_d_o@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0003-2968-2466

Гравель Ирина Валерьевна – доктор фармацевтических наук, профессор, профессор кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Тел.: +7 (916) 717-62-58. E-mail: gravel_i_v@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0002-3735-2291

Самылина Ирина Александровна – доктор фармацевтических наук, член-корреспондент РАН, профессор, профессор кафедры фармацевтического естествознания Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет). Тел.: +7 (916) 585-42-17. E-mail: samylina_i_a@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0002-4895-0203

РЕЗЮМЕ

Введение. Спрос на использование лекарственных растительных препаратов в комплексной терапии различных заболеваний, в том числе и верхних дыхательных путей, постоянно растет. Многие лекарственные растения способны концентрировать минеральные элементы. Знания о содержании макро- и микроэлементов в растениях позволяют целенаправленно использовать их для профилактики и лечения заболеваний человека, в частности комплексной терапии микроэлементозов. В то же время для оценки безопасности использования сборов актуальным является мониторинг содержания токсичных элементов в сырье и переходе в извлечения из них.

Цель исследования. Изучение состава минеральных элементов и загрязнения токсичными элементами грудного сбора №1 и его компонентов.

Материал и методы. Для проведения испытания использовались промышленные образцы грудного сбора №1 и его компонентов – корней алтея, травы душицы обыкновенной, листьев мать-и-мачехи обыкновенной, выпущенных АО «Красногорсклексредства», приобретенных в аптечной сети Москвы. Элементный состав грудного сбора №1 и его компонентов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Результаты. Идентифицировано и определено количественное содержание 29 элементов в грудном сборе №1 и его компонентах. Преобладающие элементы сбора и его компонентов – калий, кальций, магний, натрий, алюминий, железо, стронций, цинк, марганец.

Заключение. Высокое содержание калия, кальция и магния в сборе можно объяснить высоким содержанием данных элементов в каждом из компонентов. Содержание тяжелых металлов в исследуемом сборе и его компонентах не превысило предельно допустимую концентрацию (свинец – 6,0 мг/кг; кадмий – 1,0 мг/кг; ртуть – 0,1 мг/кг; мышьяк 0,5 мг/кг).

Ключевые слова: грудной сбор №1, корни алтея, листья мать-и-мачехи обыкновенной, трава душицы обыкновенной, макроэлементы, тяжелые металлы, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

Для цитирования: Кахраманова С.Д., Боков Д.О., Гравель И.В., Самылина И.А. Элементный состав грудного сбора №1 и его компонентов. Фармация, 2022; 71 (8): 21–27. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-08-03>

ELEMENTAL COMPOSITION OF PECTORAL SPECIES NO. 1 AND ITS COMPONENTS

S.D. Kakhramanova^{1,3}, D.O. Bokov^{1,2}, I.V. Gravel¹, I.A. Samylina¹

¹Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), st. Trubetskaya, 8, bldg. 2, Moscow, 119991, Russian Federation;

²Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology", Ustinsky proezd, building 2/14, Moscow, 109240, Russian Federation;

³Federal State Budgetary Scientific Center for Expertise of Medicinal Products, Petrovsky Boulevard, 8, bldg. 2, Moscow, 127051, Russian Federation

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kakhramanova Sabina Dzheykhunovna – PhD student in pharmaceutical sciences of the Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University. Tel.: +7 (968) 530-84-74. E-mail: ksd113@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-8160-7829

Bokov Dmitry Olegovich – PhD in pharmaceutical sciences, associate professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University; researcher of laboratory of chemistry of food products at the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology". Tel.: +7 (925) 358-84-27. E-mail: bokov_d_o@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0003-2968-2466

Gravel Irina Valerievna – Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University. Tel.: +7 (916) 717-62-58. E-mail: gravel_i_v@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0002-3735-2291

Samylina Irina Alexandrovna – Doctor of Pharmaceutical Sciences, corresponding member of the RAS, Professor, professor of the Pharmaceutical Natural Sciences Department at Sechenov University. Tel.: +7 (916) 585-42-17. E-mail: samylina_i_a@staff.sechenov.ru. ORCID: 0000-0002-4895-0203

SUMMARY

Introduction. Medicinal herbal preparations are very popular in the complex therapy of various diseases. Many medicinal plants are able to concentrate mineral elements. Knowledge of the content of macro- and microelements in plants makes it possible to purposefully use them for the prevention and treatment of human microelementoses. Also, to assess the safety of herbal medicines, it is necessary to monitor the content of toxic elements in plant raw materials and the transition of toxic elements from raw materials to aqueous extracts.

Objectives: study of pectoral species No.1 and its components mineral elements composition and contamination with toxic elements.

Material and methods. Samples of pectoral species No.1 and its components – marshmallow roots, oregano herb, coltsfoot leaves (manufacturer: Krasnogorskleksredstva JSC) were purchased at Moscow's pharmacy and used for analysis. The elemental composition of pectoral species No. 1 and its components was determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS).

Results. 29 elements were found in pectoral species No. 1 and its components. Potassium, calcium, magnesium, sodium, aluminum, iron, strontium, zinc, manganese are the predominant elements of pectoral species No. 1 and its components.

Conclusion. The high content of potassium, calcium and magnesium in the pectoral species No. 1 can be explained by the high content of these elements in each component. The content of heavy metals in the pectoral species No. 1 and its components did not exceed the maximum permissible concentration.

Key words: pectoral species No 1, coltsfoot leaves, oregano herb, marshmallow roots, mineral elements, heavy metals, inductively coupled plasma mass spectrometry.

For reference: Kakhramanova S.D., Bokov D.O., Gravel I.V., Samylina I.A. Elemental composition of pectoral species No. 1 and its components. *Farmatsiya*, 2022; 71 (8): 21–27. <https://doi.org/10.29296/25419218-2022-08-03>

Введение

Среди современных лекарственных средств сотхаркивающего действия препараты растительного происхождения выделяются не только своей эффективностью, но и безопасностью [1]. В комплексной терапии респираторных заболеваний широко используются растительные сборы, одним из которых является грудной сбор (ГС) №1, состоящий из корней алтея (40%), листьев мать-и-мачехи обыкновенной (40%) и травы душицы обыкновенной (20%) [2].

Известно, что сырье, входящее в состав ГС №1, имеет богатый элементный состав (мг/кг):

- трава душицы обыкновенной: калий (5,7–23,8), кальций (9,0–16,0), магний (1,7–3,9), железо (74,0–413,0); медь (6,4–11), марганец (25,5–45,2), цинк (10,0–35,7) [3–5];

- листья мать-и-мачехи обыкновенной: кальций (15 800–42 692), медь (1,0–14,57), железо (215,0–305,4), калий (32,2–36,7), магний (852–2006), марганец (9–97,51), натрий (22–1181), никель (8,04–48), цинк (20–28,23) [6, 7];
- корни алтея: марганец (23,86), железо (114,16), медь (15,69), цинк (23,59) [8].

На основе ГС №1 готовят настой согласно инструкции по применению; в водную фазу переходят все указанные выше элементы и обуславливают комплексное действие ЛП.

Исследование элементного состава сырьевой части перспективных для внедрения в медицинскую практику лекарственных растений является в настоящее время востребованным, так как знания о содержании макро- и микроэлементов в растениях позволяют целенаправленно исполь-

зовать их для профилактики и лечения заболеваний человека, в частности, комплексной терапии микроэлементозов [9].

Одним из важнейших факторов риска применения растительных препаратов является потенциальная возможность накопления в лекарственном растительном сырье (ЛРС) тяжелых металлов в результате антропогенного загрязнения окружающей среды [1, 10].

Поэтому для оценки безопасности использования сборов актуальным является мониторинг содержания токсичных элементов в сырье и перелоада в извлечения из них.

Таким образом, целесообразно провести изучение элементного состава ГС №1.

Цель исследования – изучение состава минеральных элементов и загрязнения токсичными элементами ГС № 1 и его компонентов.

Материал и методы

Для проведения испытания использовались промышленные образцы ГС №1 и его компонентов – корней алтея, травы душицы обыкновенной, листьев мать-и-мачехи обыкновенной, выпущенных АО «Красногорсклексредства» и приобретенных в аптечной сети Москвы.

Элементный состав ГС №1 и его компонентов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС).

Пробоподготовка. Образцы ЛРС и ГС №1 перемалывали с помощью блендера в однородный порошок и просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм. Испытуемые образцы массой 1 г (точная навеска) помещали в сосуд для микроволнового разложения, добавляли 10 мл азотной кислоты концентрированной (Fisher Chemical) и проводили разложение с помощью микроволновой системы Milestone Ethos UP при максимальной температуре 165°C. После охлаждения растворы фильтровали через фильтр «синяя лента» в мерные колбы объемом 25 мл, доводили до метки деионизованной водой, очищенной на установке Milli-Q Integral 3, и тщательно перемешивали. Количественное определение содержания тяжелых металлов и мышьяка осуществляли с помощью масс-спектрометра с ИСП-МС Agilent 7900 (США). Мощность высокочастотного генератора плазмы – 1500 Вт, поток плазменного газа (аргон) – 15 л/мин, поток газа-распылителя (аргон) – 1,0 л/мин, скорость подачи пробы – 0,10 об/мин, количество повторностей – 5, время интегрирования – 0,1 с. Калибровку проводили в диапазоне 0,5-1,5 ПДК для каждого элемента. Для каждого образца готовили

по три параллельных испытуемых раствора. Итоговые величины концентраций определяли как среднее арифметическое измеренных значений.

Таблица 1

Содержание макро- и микроэлементов в грудном сборе №1 и его компонентах

Table 1

The content of macro- and microelements in pectoral species No.1 and its components

| № п/п | Элемент | Корни алтея | Трава душицы обыкновенной | Листья мать-и-мачехи обыкновенной | ГС №1 |
|---|---------|-------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|
| <i>Макроэлементы, мг/кг</i> | | | | | |
| 1 | K | 1125,95 | 2085,56 | 2794,17 | 2069,76 |
| 2 | Ca | 340,15 | 475,09 | 1219,52 | 748,35 |
| 3 | Mg | 255,10 | 121,75 | 194,37 | 184,52 |
| 4 | Na | 104,27 | 2,71 | 24,52 | 44,54 |
| <i>Микроэлементы, мг/кг</i> | | | | | |
| 5 | Al | 13,75 | 9,23 | 24,82 | 11,73 |
| 6 | B | 0,43 | 1,52 | 1,19 | 0,95 |
| 7 | Cu | 0,85 | 0,32 | 0,28 | 0,49 |
| 8 | Fe | 8,73 | 8,67 | 28,11 | 13,37 |
| 9 | Mn | 0,52 | 2,88 | 2,03 | 1,87 |
| 10 | Sr | 7,04 | 1,30 | 4,81 | 5,36 |
| 11 | Zn | 1,42 | 1,18 | 0,89 | 1,23 |
| <i>Ультрамикроэлементы, мг/кг</i> | | | | | |
| 12 | Ag | 0,009 | 0,003 | 0,008 | 0,0005 |
| 13 | Ba | 0,193 | 0,797 | 0,690 | 0,565 |
| 14 | Co | 0,008 | 0,006 | 0,04 | 0,023 |
| 15 | Cr | 0,042 | 0,044 | 0,223 | 0,104 |
| 16 | Ga | 0,003 | 0,002 | 0,006 | 0,003 |
| 17 | Li | 0,025 | 0,029 | 0,092 | 0,034 |
| 18 | Mo | 0,008 | 0,047 | 0,046 | 0,068 |
| 19 | Ni | 0,057 | 0,061 | 0,302 | 0,193 |
| 20 | Pd | 0,005 | 0,002 | 0,007 | 0,005 |
| 21 | V | 0,022 | 0,024 | 0,063 | 0,034 |
| <i>Содержание тяжелых металлов и мышьяка, мг/кг</i> | | | | | |
| 28 | As | 0,0028 | 0,0051 | 0,0067 | 0,0051 |
| 29 | Cd | 0,0027 | 0,0001 | 0,0086 | 0,0037 |
| 30 | Hg | 0,0801 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0011 |
| 31 | Pb | 0,0032 | 0,0072 | 0,0085 | 0,0070 |

Результаты и обсуждение

В результате испытания обнаружен 31 элемент в ГС №1 и его компонентах (табл. 1).

Масс спектры идентифицированных тяжелых металлов представлены на рис. 1.

В результате определения выявлено, что лекарственное растительное сырье, входящее в состав ГС №1, богато биологически активными макро-, микро, и ультрамикроэлементами. В исследуемых объектах преобладающими макроэлементами являются калий, кальций и магний.

Во всех образцах и ГС №1 преобладает калий, однако для листьев мать-и-мачехи отмечено высокое содержание кальция.

Отдельные элементы могут принимать участие в фармакотерапевтическом действии лекарственных растительных препаратов. В частности, обилие магния в ГС №1 (184,52 мг/кг) благотворно влияет на лечение бронхолегочных заболеваний благодаря образованию соединений, участвующих в реакциях нейтрализации свободных радикалов, снижая интенсивность вирус-индуцированного повреждения дыхательных путей, а также увеличивая интенсивность кашля [12].

Полученные результаты показывают, что содержание магния (121,75 мг/кг) в траве душицы обыкновенной более чем в 30 раз выше, чем заявлено в литературе (1,7–3,9 мг/кг) [3–5]. В листьях мать-и-мачехи обыкновенной, напротив, концен-

трация магния (194,37 мг/кг) была значительно ниже такового диапазона (852–2006 мг/кг), указанного в литературных данных [6, 7].

На основании полученных данных выявлен ряд накопления элементов в порядке уменьшения средних значений их количественного содержания:

1. Для корней алтея:

Макроэлементы: $K > Ca > Mg > Na$

Микроэлементы: $Al > Fe > Sr > Zn > Cu > Mn > B$

Ультрамикроэлементы: $Ba > Ni > Cr > Li > V > Ag > Mo > Co > Pd > Ga > Sb > Te > Bi > Se > W > Tl$

2. Для травы душицы:

Макроэлементы: $K > Ca > Mg > Na$

Микроэлементы: $Al > Fe > Mn > B > Sr > Zn > Cu$

Ультрамикроэлементы: $Ba > Ni > Mo > Cr > Li > V > Co > Ag > Ga > Pd > W > Bi > Sb > Te > Se > Tl$

3. Для листьев мать-и-мачехи:

Макроэлементы: $K > Ca > Mg > Na$

Микроэлементы: $Fe > Al > Sr > Mn > B > Zn > Cu$

Ультрамикроэлементы: $Ba > Ni > Cr > Li > V > Mo > Co > Se > Ag > Pd > Ga > W > Sb > Te > Bi > Tl$

4. Для грудного сбора №1:

Макроэлементы: $K > Ca > Mg > Na$

Микроэлементы: $Fe > Al > Sr > Mn > Zn > B > Cu$

Ультрамикроэлементы: $Ba > Ni > Cr > Mo > Se > Li > V > Co > Pd > Ga > Ag > Sb > W > Te > Tl > Bi$

Установлено, что убывающая последовательность накопления макроэлементов совпадает как

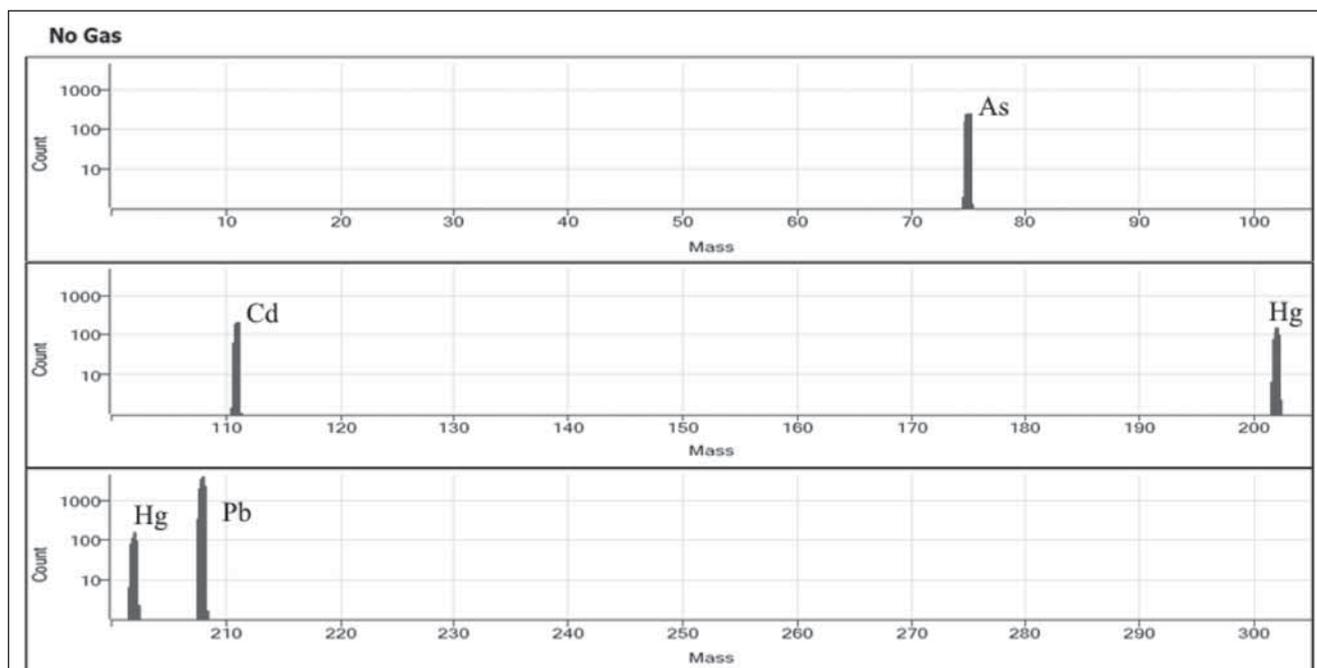


Рис. 1. Масс-спектры тяжелых металлов и мышьяка ГС №1
Fig. 1. Mass spectra of heavy metals and arsenic in pectoral species No. 1

в сборе, так и его компонентах. Однако на рис. 2 видно, что в листьях мать-и-мачехи обыкновенной обнаруженное содержание калия и кальция выше, чем в остальных компонентах ГС №1. Следовательно, высокое содержание этих элементов в сборе обеспечивается за счет этого вида сырья.

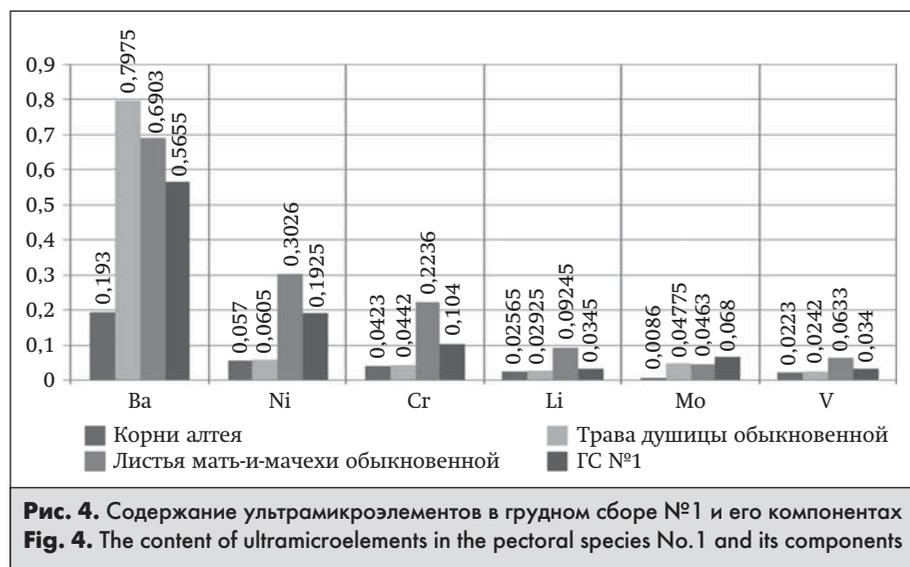
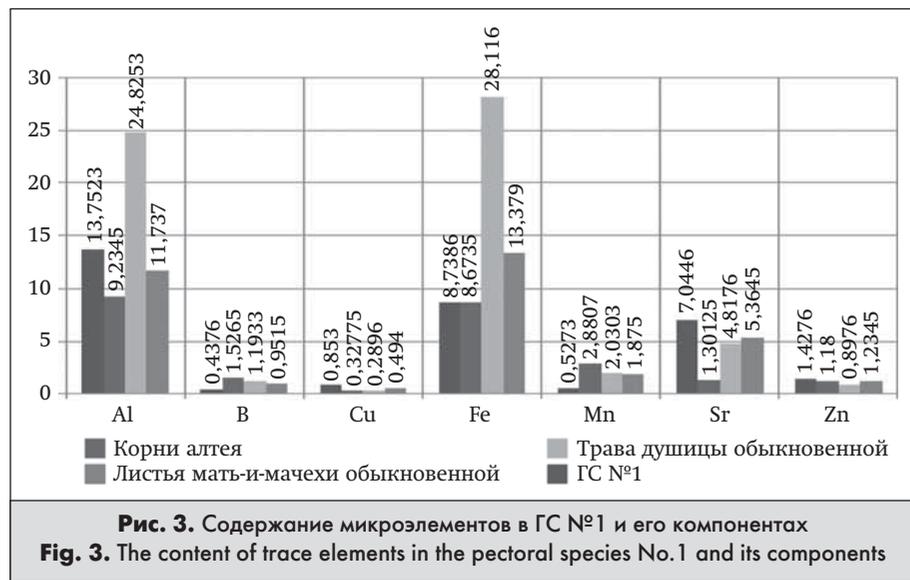
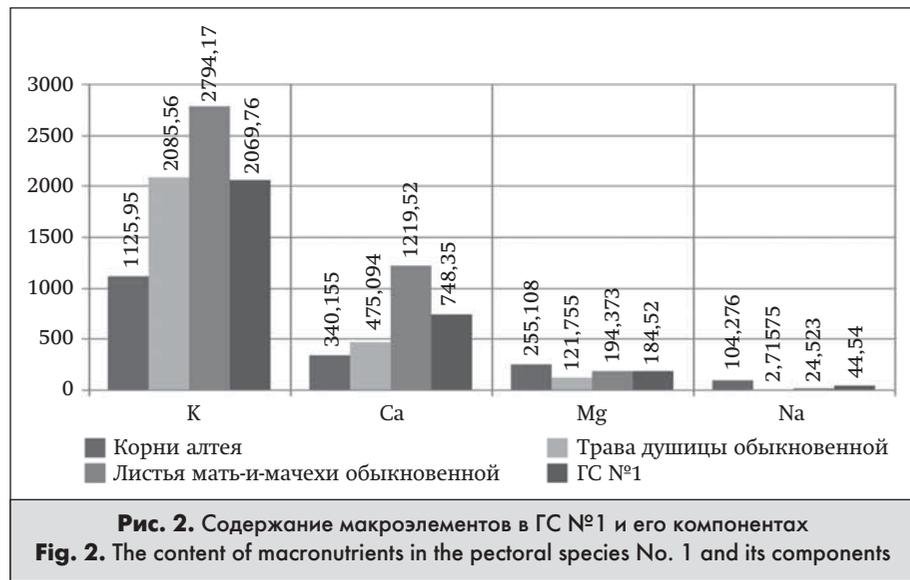
Из микроэлементов в составе ГС №1 преобладает железо, по-нашему мнению, за счет присутствия, главным образом, листьев мать-и-мачехи (рис. 3).

Содержание ультрамикрэлементов было также высоким в листьях мать-и-мачехи (рис. 4). Лишь содержание бария было на 15% выше в траве душицы обыкновенной.

Таким образом, богатый элементный состав ГС №1 обусловлен, главным образом, наличием в составе сбора листьев мать-и-мачехи.

Известно, что содержание макро- и микроэлементов в растениях варьирует в широких пределах в зависимости от анализируемого органа, фазы развития растения и при изменении ландшафтно-геохимических условий их произрастания [11]. При сравнительном анализе исследуемых образцов отмечено варьирование в содержании отдельных жизненно важных и токсичных элементов в зависимости от исследуемого растения (табл. 2).

Одним из используемых в клинической практике наряду с ГС №1 является грудной сбор №4 (ГС №4). Исследования элементного состава ГС №4 показали убывание средних значений некоторых макро- и микроэлементов в



ряду: $K > Ca > Mg > P > S > Na > Fe$ [13]. В ГС №1 значения тех же элементов убывают в ряду $K > Ca > Mg > Na > Fe$. Фтор и сера в анализируемом объекте не были обнаружены. Сравнительный анализ показал наличие общей тенденции содержания отдельных элементов в анализируемых грудных сборах. Обращает на себя внимание то, что содержа-

ние магния в ГС №4 (от 624,21 до 3265,08 мг/кг) выше в 10 раз, чем в ГС №1 (184,52 мг/кг) [14].

Заключение

Полученные данные дают возможность сделать следующие выводы:

- Повышенное содержание калия, кальция и магния в сборе можно объяснить высоким содержанием данных элементов в каждом из компонентов. В частности, на концентрации элементов повлияло их повышенное содержание в листьях мать-и-мачехи обыкновенной.
- Содержания тяжелых металлов в исследуемом сборе и его компонентах не превысили ПДК (свинец – 6,0 мг/кг; кадмий – 1,0 мг/кг; ртуть – 0,1 мг/кг; мышьяк – 0,5 мг/кг) согласно ОФС.1.5.3.0009.15 «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» [15].
- В сравнительном аспекте рассмотрен ГС №4 как потенциальный препарат для профилактики макроэлементозов при заболеваниях бронхолегочной системы наряду с ГС №1.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература

1. Гравель И.В., Шойхет Я.Н., Яковлев Г.П., Самылина И.А. Фармакогнозия. Экоотоксиканты в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах: учебное пособие. М.: ГЭОТАР-медиа, 2012; 304.
2. Государственный реестр лекарственных средств. ГРЛС. [Электронный ресурс]. URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/>
3. Chizzola R. Metallic mineral elements and heavy metals in medicinal plants. Medicinal and aromatic plant science and biotechnology. 2012; 6 (1): 39–53.
4. Potorti A.G., Turco V.L., Di Bella G. Chemometric analysis of elements content in Algerian spices and aromatic herbs. LWT. 2021; 138: 110643.
5. Szentmihályi K., May Z., Then M., Hajdú M. et al. Metal elements, organic agents in herbal remedy, Species thymi composite, and its drug-constituents. Eur. Chem. Bull. 2012; 1: 14–21.
6. Ghosh J., Middy M., Maity D. Tussilago farfara L., a promising ethnomedicinal plant of Sikkim. Exploratory Anim Med Res. 2017; 7 (1): 100–3.
7. Foisner V. The relationship between plants and minerals—co-occurrences, uptake strategies, and indicator plants. Salzburg 2021 1–78. [Electronic resource]. Access mode: <https://akjournals.com/view/journals/650/154/14/article-p538.xml>

Таблица 2
Содержание элементов в грудном сборе №1 и его компонентах с учетом их процентного содержания

Table 2

The content of elements in the pectoral species No. 1 and its components, taking into account their percentage

| Элемент | Корни алтея | Трава душицы обыкновенной | Листья мать-и-мачехи обыкновенной | ГС №1 |
|---------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------------|---------|
| Макроэлементы | | | | |
| | 40% | 20% | 40% | 100% |
| K | 450,38 | 417,11 | 1117,66 | 2069,76 |
| Ca | 136,06 | 95,01 | 487,8 | 748,35 |
| Mg | 102,04 | 24,35 | 77,74 | 184,52 |
| Na | 41,71 | 0,54 | 9,8 | 44,54 |
| Микроэлементы | | | | |
| Al | 5,55 | 1,84 | 9,93 | 11,73 |
| B | 0,17 | 0,3 | 0,47 | 0,95 |
| Cu | 0,34 | 0,06 | 0,11 | 0,49 |
| Fe | 3,49 | 1,73 | 11,24 | 13,37 |
| Mn | 0,21 | 0,57 | 0,81 | 1,87 |
| Sr | 2,81 | 0,26 | 1,92 | 5,36 |
| Zn | 0,57 | 0,23 | 0,35 | 1,23 |
| Ультрамикроэлементы | | | | |
| Ag | 0,003 | 0,0007 | 0,003 | 0,0005 |
| Ba | 0,077 | 0,159 | 0,276 | 0,565 |
| Co | 0,003 | 0,001 | 0,016 | 0,023 |
| Cr | 0,016 | 0,008 | 0,089 | 0,104 |
| Ga | 0,001 | 0,0004 | 0,002 | 0,003 |
| Li | 0,010 | 0,005 | 0,036 | 0,034 |
| Mo | 0,003 | 0,009 | 0,018 | 0,068 |
| Ni | 0,022 | 0,012 | 0,121 | 0,192 |
| Pd | 0,002 | 0,0003 | 0,002 | 0,005 |
| V | 0,008 | 0,004 | 0,025 | 0,034 |

8. Živkov-Baloš M. et al. Determination of some essential elements in herbal teas from Serbia using atomic spectrometry (AAS). *Savremena poljoprivreda*. 2014; 63 (4–5): 394–402.

9. Зыкова И. Д., Ефремов А. А. Минеральный состав надземных органов *Filipendula Ulmaria* (l) Maxim. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2012; 114 (7): 103–5.

10. Гравель И.В., Левушкин Д.В., Михеев И.В., Скибина А.А. Содержание макроэлементов в грудном сборе №4. *Традиционная медицина*. 2021; 3 (66): 19–26.

11. Галенко М.С., Гравель И.В., Вельц Н.Ю., Аляутдин Р.Н. Нормирование содержания тяжелых металлов и мышьяка как фактор безопасности использования лекарственных растительных препаратов. Безопасность и риск фармакотерапии. 2021; 9 (2): 61–8.

12. Попова Е.Н., Пономарева Л.А., Гравель И.В. Особенности кашля в период пандемии. Академия медицины и спорта. 2021; 2 (4): 37–40.

13. Левушкин Д.В., Гравель И.В. Многокомпонентные лекарственные сборы как источник макроэлементов. Вестник фармации. 2021; 4: 94.

14. Гравель И.В. и др. Содержание макроэлементов в грудном сборе №4. *Традиционная медицина*. 2021; 3: 19–26.

15. ОФС.1.5.3.0009.15 «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах». Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. II. М.; 2018.

References

1. Gravel I.V., Shoikhet Ya.N., Yakovlev G.P., Samylina I.A. *Pharmacognosy. Ecotoxicants in crude herbal drugs and herbal drugs: textbook*. М.: GEOTAR-media, 2012; 304.

2. State Register of Medicines. The Russian Federation Ministry of Health [Official site]. URL: <https://grls.rosminzdrav.ru/> (in Russian).

3. Chizzola R. Metallic mineral elements and heavy metals in medicinal plants. *Medicinal and aromatic plant science and biotechnology*. 2012; 6 (1): 39–53.

4. Potorti A.G., Turco V.L., Di Bella G. Chemometric analysis of elements content in Algerian spices and aromatic herbs. *LWT*. 2021; 138: 110643.

5. Szentmihályi K., May Z., Then M., Hajdú M. et al. Metal elements, organic agents in herbal remedy, Species thymi com-

posite, and its drug-constituents. *Eur. Chem. Bull.* 2012; 1: 14–21.

6. Ghosh J., Midday M., Maity D. Tussilago farfara L., a promising ethnomedicinal plant of Sikkim. *Exploratory Anim Med Res*. 2017; 7 (1): 100–3.

7. Foisner V. The relationship between plants and minerals—co-occurrences, uptake strategies, and indicator plants. *Salzburg 2021 1–78*. [Electronic resource]. Access mode: <https://akjournals.com/view/journals/650/154/14/article-p538.xml>

8. Živkov-Baloš M. et al. Determination of some essential elements in herbal teas from Serbia using atomic spectrometry (AAS). *Savremena poljoprivreda*. 2014; 63 (4–5): 394–402.

9. Zyкова I.D., Efremov A.A. Mineral composition of above-ground organs of *Filipendula Ulmaria* (l) Maxim. *Siberian Medical J. (Irkutsk)*. 2012; 114 (7): 103–5.

10. Gravel I.V., Levushkin D.V., Mikheev I.V., Skibina A.A. The content of macronutrients in the pectoral species No. 4. *Traditional medicine*. 2021; 3 (66): 19–26.

11. Galenko M.S., Gravel I.V., Velts N.Yu., Alyautdin R.N. Rationing of the heavy metals and arsenic content as a safety factor for the herbal drugs use. *Safety and risk of pharmacotherapy*. 2021; 9 (2): 61–8.

12. Popova E.N., Ponomareva L.A., Gravel I.V. Features of cough during a pandemic. *Academy of Medicine and Sports*. 2021; 2 (4): 37–40 [In Russian].

13. Levushkin D.V., Gravel I.V. Multicomponent drug preparations as a source of macronutrients. *Bulletin of Pharmacy*. 2021; 4: 94 [In Russian].

14. Gravel I.V. et al. The content of macroelements in pectoral species No. 4 // *Traditional medicine*. 2021; 3: 19–26 [In Russian].

15. GPM.1.5.3.0009.15 "Determination of the content of heavy metals and arsenic in medicinal plant raw materials and medicinal herbal preparations". State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIV ed.; 2018 [In Russian].

Поступила 2 сентября 2022 г.

Received 2 September 2022

Принята к публикации 24 ноября 2022 г.

Accepted 24 November 2022