

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

# **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник научных трудов  
XIV Международной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых

**Том 2. Химия**

РОССИЯ, ТОМСК, 25 – 28 апреля 2017 г.

# **PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT**

XIV International Conference of students, graduate students  
and young scientists

**Volume 2. Chemistry**

RUSSIA, TOMSK, April 25– 28, 2017

Томск 2017

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ  
ФЛОРЫ СИБИРИ**

Е.С. Рабцевич, А.Обухова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.И. Отмахов

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: [evgenia882-a@mail.ru](mailto:evgenia882-a@mail.ru)

**THE TECHNIQUE FOR ELEMENTAL ANALYSIS OF SIBERIA MEDICINAL PLANTS**

E.S. Rabcevich, A.Obuhova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.I.Otmahov

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: [evgenia882-a@mail.ru](mailto:evgenia882-a@mail.ru)

***Abstract.** The development of methods for medicinal plants analysis on regulated impurities are presented in this work. Physical-chemical researches were carried out on the preparation stage to evaluate matrix influence. We have offered the way how to take into account matrix influence using certified reference material. Pre-certification procedure was carried out.*

**Введение.** Последние десятилетия особое внимание уделяется препаратам на основе растительного сырья. В состав растений входит набор неорганических компонентов, которые играют важную роль в формировании фармакологического эффекта и обладают собственной активностью.

**Методы исследования.** Количественное определение макро- и микроэлементов в концентратах растений проводили методом ДАЭС [1,2] с использованием комплекса «Гранд», включающего спектроаналитический генератор «Везувий-3», полихроматор «Роуланд» и многоканальный анализатор эмиссионных спектров (МАЭС), (НПО «Оптоэлектроника», Россия). Для исследования состава зольных остатков растений, с целью устранения матричных влияний на стадии пробоподготовки и для проведения сличительных испытаний при оценке правильности использованы следующие методы: масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой – ИСП-МС (Agilent 7500cx, Agilent Technologies, США), атомно-абсорбционная спектрометрия – ААС (Solaar серии S, Thermoelectron, США), ИК-спектроскопия с использованием Фурье спектрометра «Nicolet 6700» и рентгенофазовый анализ (РФА) с использованием дифрактометра Rigaku MiniFlex 600 (CuK – излучение).

**Экспериментальная часть.** На начальном этапе создания методики анализа растений проведено определение макрокомпонентов. Из ранее проведенных исследований можно сделать вывод, о том, что зола растений состоит из следующих элементов (в порядке их убывания в пробах):K>Ca>Mg>Si>P>. Причем содержание калия и кальция значительно превосходит содержание других элементов.

Анализируя результаты содержания матричных элементов, можно предположить, что при анализе микрокомпонентов при небольшой степени разбавления можно ожидать мешающее влияние элементов основы: калия и кальция. Для учета матричных влияний необходимо установить молекулярный и фазовый состав зольного остатка растений.

С помощью ИК-спектроскопии с использованием Фурье спектрометра «Nicolet 6700» установлен анионный состав зольного остатка. Результаты ИК-спектроскопии показали, что в составе зольного остатка содержатся карбонат-ионы  $\text{CO}_3^{2-}$  и фосфат-ионы  $\text{PO}_4^{3-}$ . [3]

Таким образом, можно предположить, что зольный остаток растений состоит из карбонатов калия и кальция с примесями фосфатов. В этом же виде, предположительно, находятся все остальные элементы. Фазовый состав зольного остатка растения *Bergenia crassifolia* определённый с помощью рентгено-фазового анализа, указывает на присутствие в пробе карбонатов калия и кальция с примесями фосфатов. Таким образом, на основании физико-химических исследований можно сделать вывод о том, что зольные остатки в основном состоят из карбонатов калия и кальция.

Исследование влияния матрицы проводилось на модельных смесях, которые соответствовали реальной пробе разбавленной 1:10. Предварительно были исследованы кривые «испарения - возбуждения», путем развертки спектра во времени. В большинстве случаев процесс поступления атомов в зону разряда, носит ступенчатый характер, в особенности для проб без введения матрицы. С введением матрицы кинетические максимумы уменьшаются и сглаживаются, что может быть обусловлено протеканием высокотемпературных термохимических реакций матрицы с графитом входящим в состав пробы.

Поскольку все-таки, содержание калия в золе растений преобладает, рекомендовано в состав стандартных образцов для устранения матричных влияний вводить катион калия путем накапывания в кратер электродов с навесками стандартов спиртового раствора карбоната калия (5% по катиону).

Предлагаемый способ устранения матричного влияния при определении микропримесей проверен на стандартном образце листа березы ЛБ-1. (таблица 1)

Таблица 1

Содержание микроэлементов (мкг/г) в стандартном образце ЛБ-1 с учетом введения корректирующей добавки  $\text{K}_2\text{CO}_3$  ( $n=10$ ,  $P=0,95$ )  $t_{\text{табл}}=2,28$

| Элемент   | Аттестованное значение | С (без $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) | С (с введением $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) | $t_{\text{ксп}}$ |
|-----------|------------------------|----------------------------------|--|------------------|
| <b>B</b>  | 50,0                   | 22,0                             | 57,6                                     | 2,24             |
| <b>Cd</b> | 0,16                   | 0,24                             | 0,15                                     | 0,25             |
| <b>Co</b> | 0,79                   | 0,49                             | 0,72                                     | 1,24             |
| <b>Cr</b> | 4,30                   | 2,60                             | 4,46                                     | 2,20             |
| <b>Cu</b> | 7,30                   | 9,86                             | 7,38                                     | 0,11             |
| <b>Mo</b> | 0,160                  | 0,070                            | 0,158                                    | 0,14             |
| <b>Ni</b> | 5,80                   | 2,74                             | 6,25                                     | 1,67             |
| <b>Pb</b> | 3,70                   | 2,20                             | 3,01                                     | 1,17             |
| <b>Ti</b> | 59                     | 26                               | 67                                       | 2,12             |
| <b>V</b>  | 2,10                   | 3,27                             | 2,69                                     | 2,28             |
| <b>W</b>  | 0,300                  | 0,480                            | 0,336                                    | 2,04             |
| <b>Zr</b> | 5,50                   | 3,44                             | 5,19                                     | 1,65             |

Из таблицы 1, видно, что предлагаемый способ корректировки при определении микропримесей входящих в состав растений может быть использован для устранения матричных влияний.

В соответствии с нормативным документом (по РМГ-61-2010) проведена предварительная метрологическая аттестация методики. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

*Результаты метрологической аттестации методики*

| Элемент | Диапазон, мкг/г | $\Delta_c$ , мкг/г | $\sigma_{Rm}$ , мкг/г | $\Delta$ , мкг/г | $\delta$ , % | R, мкг/г |
|---------|-----------------|--------------------|-----------------------|------------------|--------------|----------|
| Al      | 500–1000        | 55,7               | 24,0                  | 73,0             | 8,0          | 66,5     |
| Ba      | 100–500         | 13,7               | 15,0                  | 32,0             | 13,0         | 41,5     |
| Ca      | 1000–20000      | н.з.               | 1018,0                | 1995,0           | 13,0         | 2820,0   |
| Mn      | 600–1200        | н.з.               | 26,0                  | 51,0             | 5,0          | 72,0     |
| P       | 1500–2000       | 149,0              | 94,0                  | 237,0            | 13,0         | 260,0    |
| Si      | 100–5000        | 232,0              | 153,0                 | 379,0            | 13,0         | 424,0    |
| B       | 30–70           | н.з.               | 3,5                   | 7,0              | 12,0         | 9,6      |
| Ni      | 3–7             | 0,8                | 0,3                   | 1,0              | 15,0         | 0,8      |
| Ti      | 30–70           | 4,7                | 4,5                   | 10,0             | 15,0         | 12,5     |
| Zn      | 80–130          | н.з.               | 3,4                   | 6,7              | 5,0          | 9,4      |
| Zr      | 3–7             | 0,25               | 0,18                  | 0,40             | 8,00         | 0,50     |
| K (ПФ)  | 5000–20000      | н.з.               | 471                   | 923              | 13           | 1304     |
| Na (ПФ) | 150–250         | н.з.               | 10,0                  | 20               | 11           | 28       |
| Li (ПФ) | 0,5–1,5         | н.з.               | 0,03                  | 0,05             | 4,00         | 0,08     |

По разработанной методике проведены анализы лекарственных растений, таких как – мелисса, эвкалипт, шалфей, ромашка, лабазник.

**Выводы.** На основании проделанной работы предложен способ пробоподготовки, позволяющий учесть матричные влияния и проводить анализы с удовлетворительными метрологическими характеристиками, изучен состав зольных остатков растений и проведена метрологическая аттестация методики выполнения измерений массовой доли макро- и микроэлементов в зольном остатке лекарственных растений.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Отмахов В.И., Петрова Е.В. Дуговой атомно-эмиссионный спектральный анализ лекарственных растений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78. – №1 (II). – С. 82–85.
2. Отмахов В.И., Петрова Е.В. Оптимизация условий проведения атомно-эмиссионного спектрального анализа порошковых проб сложного состава // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78. – № 1 (II). С. 82–85.
3. Шелег Е.С., Рабцевич Е.С., Овчинникова О.К. Разработка методики анализа лекарственных растений на регламентируемые примеси // Современные техника и технологии: материалы XXI международной научной конференции. – Томск, 2015. – Т. 2 – С. 152–154.