

УДК 615.32:543.632.4

Н. Н. Бойко, А. И. Зайцев, К. Н. Беликов\*, Е. В. Гришина\*

*Национальный фармацевтический университет, г. Харьков**\*ГНУ НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины, г. Харьков*

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ТРАВЫ НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ

*В статье приведены статистические данные по варьированию элементного состава трав для 21 растения.*

*По итогам исследований, растения по содержанию калия в траве можно разделить на две группы. Для первой группы растений содержание калия в траве может колебаться в пределах  $1655 \pm 3 \cdot 549$  мг/100 г ЛРС. Для второй группы растений этот диапазон составляет  $3823 \pm 3 \cdot 1248$  мг/100 г ЛРС. Содержание кальция может колебаться в пределах  $708 \pm 3 \cdot 235$  мг/100 г ЛРС. Содержание кремния может колебаться в диапазоне  $324 \pm 3 \cdot 108$  мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадают аномально высокие значения ортосифона, воробейника, грыжника, хвоща. Диапазон колебаний магния колеблется  $339 \pm 3 \cdot 111$  мг/100 г ЛРС. Растения по содержанию натрия в траве разделяется на две группы. Диапазон колебания натрия в первой группе растений  $55 \pm 3 \cdot 16$  мг/100 г ЛРС. Диапазон колебания натрия во второй группе растений  $235 \pm 77$  мг/100 г ЛРС. Содержание фосфора  $117 \pm 3 \cdot 38$  мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадают высокие значения для грыжника и вероники.*

*Диапазон варьирования значений золы общей в большинстве случаев находится в пределах от 0 до  $0.1434$  г/г ЛРС. В траве растений содержание калия превалирует над содержанием кальция. В среднем содержание калия 2,4 раза больше чем кальция. Поэтому эти два элемента рекомендуются для их определения в вытяжках в дальнейших экспериментах по изучению кинетики выхода неорганических веществ из травы растений в вытяжку в процессе экстракции.*

**Ключевые слова:** элементный состав травы растений, зола, статистика.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

На данный момент в технологии экстракционных препаратов одними из основных параметров растительного сырья, на которые обращают свое внимание, технологи являются: степень измельченности, содержание экстрактивных веществ, содержание целевых веществ или веществ маркеров, влажность, насыпная плотность, объемная плотность, коэффициент поглощения экстрагента и некоторые другие [7]. Приведенные выше параметры имеют различное значение в фитотехнологии, так например степень измельченности растительного сырья значительно влияет на скорость перехода веществ в экстрагент из частиц. Насыпная плотность и объемная плотность определяют размер экстрактора. Коэффициент поглощения экстрагента предсказывает потери вытяжки на растительном сырье. Содержание экстрактивных, целевых или веществ

маркеров в растительном сырье определяют их концентрации в получаемой вытяжке [1].

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Многие технологические параметры взаимосвязаны друг с другом, например, степень измельченности сырья значительно влияет на насыпную плотность сырья и коэффициент поглощения экстрагента сырьем, а также на удельную поверхность частиц и косвенно на скорость перехода веществ из частиц растительного сырья в экстрагент [4, 6, 8].

Однако в составе растений есть неорганические элементы в виде катионов металлов и некоторых анионов (сульфатов, хлоридов, силикатов), которые являются составной частью экстрактивных веществ.

В прошлой нашей работе были найдены статистические данные содержания элементов в подземных органах растений [2]. В работе было

показано, что в подземных органах растений накапливаются в значительных количествах: калий, кальций, кремний, магний, натрий, фосфор. Также сделан вывод о перспективности выбора элементов для анализа в процессе экстракции из подземных органов растений – калия и кальция.

#### ФОРМУЛИРОВАНИЕ НЕ РЕШЕННЫХ РАНЬШЕ ЧАСТЕЙ ОБЩЕЙ ПРОБЛЕМЫ

С точки зрения фитотехнологии, было бы интересно изучить и сравнить, кинетику накопления ионов металла и действующих веществ (или веществ маркеров) и сухого остатка в вытяжках в процессе их экстракции из травы растительного сырья. Однако, для этого, необходимо знать какие именно ионы металлов, и в каком количестве содержатся в траве. Далее выбрать среди них наиболее подходящие для последующих исследований.

#### ФОРМУЛИРОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ СТАТЬИ

Цель данной работы – исследовать элементный состав травы некоторых лекарственных растений; провести статистический анализ количественного содержания элементов в растительном сырье; определить перспективные ионы металлов в качестве объекта анализа с точки зрения фитотехнологии и аналитики.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для исследований использовалось растительное сырье, приобретенное в ООО Аптеке «Лекарственные травы», г. Харьков, ФЛП Любимая К. А. «Лекарственные травы, экстракты, масла» в период лето-осень 2013 года.

Анализ образцов проводился в НТК «Институт монокристаллов» НАН Украины, отдел аналитической химии функциональных материалов и объектов окружающей среды им. А.Б. Бланка под руководством заведующего отделом, к.х.н., К. Н. Великовым.

При выполнении настоящей работы применялся спектрограф ДФС-8, оснащенный измерительным комплексом фотоэлектрической регистрации эмиссионных спектров. Дугу переменного тока получали с помощью генератора ИВС-28. В работе использовали спектральные графитовые электроды «осч» 7-3 диаметром 6 мм и длиной 50-60 мм. Градуировочные образцы и подготовленные пробы помещали в катоды нижних (глубиной 4 мм, диаметром 4.5 мм) и верхних (глубиной 5 мм, диаметром 1.9 мм) электродов.

Устанавливали следующие условия испарения порошков: сила тока дуги переменного тока

– 16 А, фаза поджига – 60°, частота поджигающих импульсов – 100 разрядов в секунду, аналитический промежуток – 2 мм, ширина щели – 0,012 мм, экспозиция – 60 с.

Относительное стандартное отклонение для разных элементов в зависимости от их содержания составляло 0.1-0.2. Относительная ошибка содержания элемента в образцах в среднем составляет 30 %.

Содержание общей золы в растительном сырье определяли с помощью гравиметрии по методике описанной в ДФУ [5]. Относительная ошибка определения золы общей в образцах составляла не более 5 %.

Статистический анализ данных проводился с помощью программы MS Excel 2013 и теоретических материалов изложенных в [3].

#### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты исследований по изучению элементного состава травы некоторых растений приведены в табл. 1.

При анализе данных табл.1 и поиске корреляции между элементами, было замечено значительную корреляцию между содержанием кальция и магния в траве растений ( $M_{Ca}=2.1 \cdot M_{Mg}+35.4$  при  $R^2=0.89$ ); между содержанием кальция и стронция ( $M_{Ca}=30.7 \cdot M_{Sr}+333.8$  при  $R^2=0.73$ ); между кальцием и кремнием ( $M_{Ca}=1.0 \cdot M_{Si}+333.3$  при  $R^2=0.71$ ). Эти зависимости получены путем исключения аномально высоких значений для некоторых образцов растений.

Вероятно, эти корреляции объясняются тем, что элементы принадлежат к одной группе периодической таблицы Менделеева, а значит, их биохимические и физиологические пути подобны. Отмечена также очень сильная корреляция между калием и общей золой в траве растений ( $M_K=31957 \cdot M_{зола}-309.4$  при  $R^2=0.97$ ).

В отличие от подземных органов в траве растений была замечена значительная корреляция между калием и кальцием ( $M_K=2.4 \cdot M_{Ca}+323.3$  при  $R^2=0.80$ ).

Обращает на себя внимание то, что образец травы ортосифона и грыжника накапливают аномально большое количество: железа, алюминия, цинка и стронция; а образец вероники: железо, алюминий, цинк.

Как видно из данных табл.1 распределение средних величин количественного содержания восьми основных элементов, на долю которых приходится до 95 % от их суммы, следующее: для калия – 1655/3823, кальция – 708, кремния – 324, магния – 339, фосфора – 117, натрия – 55/235, железа – 30, алюминия – 35 мг/100 г

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ТРАВЫ  
НЕКОТОРЫХ РАСТЕНИЙ В ПЕРЕСЧЕТЕ НА АБСОЛЮТНО СУХОЕ СЫРЬЕ**

Наименование ЛРС	Концентрация элемента в растительном сырье, мг/100 г ЛРС												
	K	Ca	Si	Mg	Na	P	Fe	Al	Zn	Sr	Mn	Cu	Ni
Боровая матка	1421	730	238	287	94	49	35	38	0,01	9,6	19	0,23	0,03
Зола общая	0,0477, г/г ЛРС												
2. Вербейник обыкновенный	1572	628	316	262	131	52	21	52	10	13	39	1,3	0,05
Зола общая	0,0520, г/г ЛРС												
3. Вероника лекарственная	3274	1091	657	546	328	109	87	98	33	27	5,5	1,3	0,11
Зола общая	0,1087, г/г ЛРС												
4. Воробейник лекарственный	4616	1849	1229	382	199	155	46	23	15	38	7,7	1,5	0,08
Зола общая	0,1543, г/г ЛРС												
5. Гармала обыкновенная	5112	1704	271	763	170	343	34	17	1,7	17	8,5	0,88	0,03
Зола общая	0,1695, г/г ЛРС												
6. Грушанка круглолистная	835	333	169	224	55	5,6	2,8	5,6	0,01	5,6	2,8	0,28	0,03
Зола общая	0,0558 г/г ЛРС												
7. Грыжник голый	4681	1560	1246	780	314	236	157	157	79	47	7,9	1,6	0,16
Зола общая	0,1549, г/г ЛРС												
8. Душица обыкновенная	1816	482	303	275	123	62	18	9,1	6,0	6,0	7,6	0,91	0,18
Зола общая	0,0603, г/г ЛРС												
9. Зверобой продырявленный	598	399	319	148	68	27	40	60	8,0	12	5,9	0,40	0,19
Зола общая	0,0403, г/г ЛРС												
10. Зимолюбка зонтичная	1390	695	232	280	90	46	32	37	0,01	9,3	18	0,21	0,03
Зола общая	0,0469, г/г ЛРС												
11. Маклейя сердцевидная	2565	1026	276	513	204	52	21	52	0,99	10	5,1	0,55	0,03
Зола общая	0,1022, г/г ЛРС												
12. Мелисса лекарственная	3632	971	605	548	206	183	84	84	24	12	6,0	0,60	0,42
Зола общая	0,1212, г/г ЛРС												
13. Ортосифон тычиночный	3891	1297	1038	648	220	64	259	389	64	26	19	1,2	0,12
Зола общая	0,1287, г/г ЛРС												
14. Пастушья сумка	2181	1049	436	348	177	177	35	35	13	17	4,4	2,2	0,09
Зола общая	0,0873, г/г ЛРС												
15. Полынь горькая	1602	428	267	239	133	53	38	38	11	5,3	13	0,78	0,16
Зола общая	0,0537, г/г ЛРС												
16. Тимьян обыкновенный	1813	519	485	229	97	65	58	32	13	19	16	1,6	0,19
Зола общая	0,0645, г/г ЛРС												
17. Тысячелистник обыкновенный	2208	591	585	256	187	74	59	37	5,9	15	11	2,6	0,37
Зола общая	0,0736, г/г ЛРС												
18. Хвощ полевой	3341	1782	2227	668	267	111	22	11	22	6,7	5,6	3,3	0,03
Зола общая	0,2213, г/г ЛРС												
19. Черёда трехраздельная	1946	649	262	324	131	32	16	19	0,68	9,7	9,7	0,68	0,03
Зола общая	0,0655, г/г ЛРС												
20. Чистотел большой	6262	1113	373	417	234	139	97	69	11	6,9	21	3,4	0,13
Зола общая	0,0641, г/г ЛРС												
21. Шалфей лекарственный	248	657	329	290	139	83	66	41	8,2	8,2	4,1	2,9	0,08
Зола общая	0,1397, г/г ЛРС												
Среднее значение выборки, X*	1655/ 3823	708	324	339	55/ 235	117/ 198	30	35	—	—	—	—	—
Стандартное отклонение выборки, S*	549/ 1248	235	108	111	16/ 77	37/ 64	9,9	11	—	—	—	—	—
Среднее значение золы общей, X*	0,0893, г/г ЛРС												
Стандартное отклонение золы общей, S*	0,0297, г/г ЛРС												

Примечание. \* среднее значение и стандартное отклонение выборки находили для каждого элемента с учетом критерия  $X \geq 3S$ . Знак «-» означает, что расчет не проводился.

ЛРС. Среднее значение золы общей 0.0717 г/г ЛРС.

Интересно отметить отношение между средним значением таких элементов как кальций/магний и кремний в траве растений. Например, теоретически отношение кальция и магния к кремнию в силикате ( $\text{CaSiO}_3 + \text{MgSiO}_3$ ) равно  $1.15 = (40.1 + 24.3) / 2 \cdot 28.1$  ( $(\text{Ca} + \text{Mg}) / 2\text{Si}$ ), а на практике по среднестатистическим данным их содержания в траве растений равно  $3.23 = (708 + 339) / 324$  ( $(\text{Ca} + \text{Mg}) / \text{Si}$ ). При сопоставлении этих цифр друг с другом, можно прийти к двум выводам, во-первых, вполне вероятно, что кальций и магний в траве растений находятся в связанном состоянии с кремнием (в виде силикатов). Во-вторых, только треть кальция и магния находится в связанном состоянии с кремнием, а остальные две трети в виде других солей, вероятно, растворимых.

Приведенные выше данные можно проанализировать с помощью математической статистики для получения численных выводов в виде среднего значения содержания элементов в траве растений, а также пределы варьирования этого значения. Так, например, из статистики известно правило трех сигм, которое говорит, что при подчинении колебаний признака нормальному закону его величина будет отклоняться от среднего в пределах одного стандартного отклонения (S) приблизительно в 68 % случаев, в пределах двух стандартных отклонений (2S) приблизительно в 95 % случаев, в пределах трех стандартных отклонений (3S) более 99 % случаев.

Использование статистических формул в данной ситуации не имеет преимуществ поскольку ошибка метода количественного определения элементов большая и составляет в среднем – 30 %, а размер выборки малый – 21 растение, что в итоге может дать значительное расхождение между теорией и экспериментом.

При расчете среднего значения (X) содержания элемента в растении для выборки, а также его стандартного отклонения (S) использовали условие  $X \geq 3S$ . При этом если условие не достигается для выборки объемом N, то отбрасывали крайнее значение и пересчитывали заново для выборки объемом N-1 и т.д. до получения минимальной положительной разности между средним значением и тройным стандартным отклонением выборки  $X - 3S \geq 0$ . Ниже в качестве примера рассмотрен статистический анализ по содержанию калия в траве растений.

Среднее содержание калия в траве при формировании выборки из меньших значений равно 1655 мг/100 г ЛРС, а стандартное отклонение равно 549 мг/100 г ЛРС для выборки N=12 (зверобой, грушанка, зимилюбка, боровая матка, вербейник, полынь, тимьян, душица, череда,

пастушья сумка, тысячелистник, шалфей). Следовательно, можно ожидать, что количество растений в выборке с интервалом  $1655 \pm 549$  мг/100 г ЛРС ( $1106 \div 2203$  мг/100 г ЛРС) должно быть около 8 шт. ( $0.68 \cdot 12 = 8.16$ ), практический результат их 8 шт., это отличное совпадение практики и теории. В диапазон отклонений от среднего для двух стандартных отклонений  $1655 \pm 1098$  мг/100 г ЛРС ( $557 \div 2752$  мг/100 г ЛРС) должно входить около 11 растений ( $0.95 \cdot 12 = 11.4$ ), практический результат их 12 шт., что дает расхождение в 9 % концентрация калия. Это небольшое отклонение от теории при таком незначительном количестве наблюдений и такой ошибке в определении значений. В диапазон отклонений от среднего для трех стандартных отклонений  $1655 \pm 1647$  мг/100 г ЛРС ( $8,5 \div 3301$  мг/100 г ЛРС) должно входить около 12 растений ( $0.99 \cdot 12 = 11.88$ ), практический результат их 12, что при малой выборке дает отличное совпадение теории и практики.

При формировании выборки из 12 растений, как показано выше, в исследуемый диапазон не входят аномально большие значения других растений: хвоща, мелиссы, ортосифона, воробейника, грыжника, гармалы. Поэтому, нами было решено провести статистический анализ содержания калия для растений со стороны больших значений, в результате чего была получена вторая выборка из 11 растений (тысячелистник, шалфей, маклейя, вероника, хвощ, мелисса, ортосифон, воробейник, грыжник, гармала, чистотел). Статистические параметры для второй выборки: среднее содержание калия  $X = 3823$  мг/100 г ЛРС, стандартное отклонение содержания калия  $S = 1248$  мг/100 г ЛРС.

Вероятно, наблюдение двух групп растений со средним и высоким содержанием калия в траве вызвано какими-то внутренними особенностями растений: физиологическими / биохимическими, или внешними факторами – составом почвы, погодными условиями развития растения и т.д. Следует отметить, что растения по содержанию натрия в траве тоже распределяются на две группы. Вероятно такая же ситуация была и с содержанием натрия в подземных органах растений, но не замеченная нами в прошлой работе [2].

Данные статистики по содержанию основных элементов в траве растений представлены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2 растения по содержанию калия в траве можно разделить на две группы. Для первой группы растений содержание калия в траве может колебаться в пределах  $8,5 \div 3301$  мг/100 г ЛРС. Для второй группы растений этот диапазон другой  $80 \div 7566$  мг/100 г ЛРС. Как уже отмечалось выше это вероятно связано с внутренними или внешними особенностями жизни растений.

**ЗАВИСИМОСТЬ ВЕРОЯТНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА  
ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТРАВЕ РАСТЕНИЙ, МГ/100 Г ЛРС**

Вероятность наблюдения параметра	K	Ca	Si	Mg	Na	P
Среднее значение содержания элемента	1655* 3823**	708	324	339	55* 235**	117* 198**
Среднее значение для золы, г/г ЛРС	0.0717					
Стандартное отклонение содержания элемента для выборки	549* 1248**	235	108	111	16* 77**	38* 64**
Стандартное отклонение для золы, г/г ЛРС	0.0239					
Диапазон содержания элемента, который будет наблюдаться для 68 % случаев	1106÷2203* 2575÷5071**	473÷944	217÷432	227÷450	39÷71* 157÷312**	80÷155* 134÷261**
Диапазон значений золы для 68 % случаев, г/г ЛРС	0.0478÷0.0956					
Двойное стандартное отклонение содержания элемента для выборки	722* 2496**	470	216	222	32* 154**	76* 128**
Двойное стандартное отклонение для золы, г/г ЛРС	0.0478					
Диапазон содержания элемента, который будет наблюдаться для 95 % случаев	557÷2752* 1328÷6319**	237÷1179	109÷539	116÷561	23÷87* 80÷389**	42÷192* 71÷325**
Диапазон значений золы для 95 % случаев, г/г ЛРС	0.0239÷0.1195					
Тройное стандартное отклонение содержания элемента для выборки	1083* 3744**	705	324	333	48* 231**	114* 192**
Тройное стандартное отклонение для золы, г/г ЛРС	0.0717					
Диапазон содержания элемента, который будет наблюдаться для 99 % случаев	8,5÷3301* 80÷7566**	1,8÷1415	1,32÷647	4,8÷673	7,1÷103* 3,5÷466**	4,9÷230* 7,0÷389**
Диапазон значений золы для 99 % случаев, г/г ЛРС	0÷0.1434					

Примечание: \* значения приведены для первой группы растений с меньшим содержанием элемента; \*\* значения приведены для второй группы растений с большим содержанием элемента.

Содержание кальция может колебаться в пределах 1,8÷1415 мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадает аномально высокие значения гречника, гармалы, хвоща, воробейника, но с учетом 30 % ошибки эти растения входят в исследуемый диапазон.

Содержание кремния может колебаться в диапазоне от 1,3 до 647 мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадает аномально высокие значения вероники, ортосифона, воробейника, гречника, хвоща. Последние четыре растения не входят в диапазон трех сигм даже с учетом 30 % ошибки. Вероятно, это также объясняется внутренними или внешними особенностями жизни растений и существованием растений, которые концентрируют кремний.

Диапазон содержания магния колеблется от 4,8 до 673 мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапа-

зон не попадают высокие значения для гармалы и гречника, но при учете 30 % ошибки определения элементов в диапазон трех сигм входят и эти растения.

При анализе данных по содержанию натрия в растениях выяснилось, что среди исследуемых растений образовалось две группы. Диапазон колебания натрия в первой группе растений находится в диапазоне 7,1÷103 мг/100 г ЛРС. Диапазон колебания натрия во второй группе растений находится в диапазоне 3,5÷466 мг/100 г ЛРС. Вероятно это связано с внутренними или внешними особенностями жизни растений.

Содержание фосфора колеблется в пределах от 4,9 до 230 мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадают высокие значение для чистотела, хвоща, гречника и вероники, но с учетом 30 % ошибки в диапазон трех сигм не вкладываются

значения для последних двух растений. Однако при статистическом анализе данных со стороны больших значений была выявлена вторая группа растений с пределами колебаний фосфора от 7,0 до 389 мг/100 г ЛРС.

Диапазон варьирования значений золы общей в большинстве случаев будет варьироваться в пределах от 0 до 0.1434 г/г ЛРС, при этом в диапазоне не вкладываются значения воробейника, гречки, гармалы и хвоща.

Приведенные выше данные показывают, что в подземных органах лекарственного растительного сырья концентрируются такие элементы как: калий > кальций > кремний > магний > фосфор ≥ натрий. Причем содержание калия превалирует над содержанием кальция во всех исследуемых растениях.

Поэтому можно сделать вывод, что калий и кальций это два основных элемента, на которые следует ориентироваться при изучении кинетики выхода неорганических веществ из ЛРС в вытяжку в процессе экстракции, как с точки зрения фитотехнологии так и анализа. Определять эти два элемента рационально не только с точки зрения абсолютной величины их количественного содержания, но и из-за их относительной подвижности и возможности растворяться в полярных экстрагентах (воде, спирте). Особенно это относится к ионам калия, которые практически не образуют малорастворимых соединений. Следует отметить также, что проводить определение этих элементов проще, чем остальных.

#### ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

По итогам исследований, растения по содержанию калия в траве можно разделить на две группы. Для первой группы растений содержание калия в траве может колебаться в пределах 1655±3·549 мг/100 г ЛРС. Для второй группы растений этот диапазон составляет 3823±3·1248 мг/100 г ЛРС. Содержание кальция может колебаться в пределах 708±3·235 мг/100 г ЛРС. Содержание кремния может колебаться в диапазоне 324±3·108 мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадают аномально высокие значения ортосифона, воробейника, гречки, хвоща. Диапазон колебаний магния колеблется 339±3·111 мг/100 г ЛРС. Растения по содержанию натрия в траве разделяется на две группы. Диапазон колебания натрия в первой группе растений 55±3·16 мг/100 г ЛРС. Диапазон колебания натрия во второй группе растений 235±77 мг/100 г ЛРС. Содержание фосфора 117±3·38 мг/100 г ЛРС, при этом в этот диапазон не попадают высокие значения для гречки и вероники.

Диапазон варьирования значений золы общей в большинстве случаев находится в пределах от 0 до 0.1434 г/г ЛРС. В траве растений содержание калия превалирует над содержанием кальция. В среднем содержание калия 2,4 раза больше чем кальция. Поэтому эти два элемента рекомендуются для их определения в вытяжках в дальнейших экспериментах по изучению кинетики выхода неорганических веществ из травы растений в вытяжку в процессе экстракции.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ:

1. Бойко Н. Н. Изучение зависимости концентрации биологически активных веществ в получаемых вытяжках от соотношения экстрагент/растительное сырье / Бойко Н. Н., Зайцев А. И. // Материалы III международной научно-практической конференции «Актуальные исследования гуманитарных, естественных, точных и общественных наук. – 25 ноября 2013 г. Новосибирск. – С. 94–101.
2. Бойко Н. Н. Определение элементного состава подземных органов некоторых растений / Н. Н. Бойко, А. И. Зайцев, К. Н. Беликов, Е. В. Гришина // Управление, экономика и обеспечение качества в фармации. – 2014. – № 5 (37). – С. 19-24.
3. Гарна С. В. Взаємозв'язок основних технологічних параметрів рослинної сировини / Гарна С. В., Ветров П. П., Георгіянц В. А. // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2012. – №1(8). – С. 54–57.
4. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. Пособие для вузов / В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479 с.
5. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Науко-експертний фармакопейний центр». – 1-е вид. – Х.: РІРЕГ, 2001. – Доповнення 1. – 2004. – 520 с.
6. Литвинов В. Л. Взаимосвязь основных технологических параметров при экстракции из растительного сырья / В. Л. Литвинов, П. П. Ветров // Хим.-фарм. журн. – 1982. – № 4. – С. 81-83.
7. Настойки, экстракты, эликсиры и их стандартизация / Под ред. Проф. В. Л. Багировой, проф. В. А. Северцева. – СПб.: СпецЛит, 2001. – 223 с.
8. Попова Т. П. Некоторые общие закономерности извлечения действующих веществ из лекарственного сырья. Сообщение 2. Технологические свойства лекарственного растительного сырья / Т. П. Попова, В. И. Литвиненко // Фармаком. – 1993. – № 2. – С. 8–12.

**УДК 615.32:531.755.22**

М. М. Бойко, О. І. Зайцев, К. М. Беліков, О. В. Грішина

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ТРАВИ ДЕЯКИХ РОСЛИН**

У статті наведено статистичні дані по варіюванню елементного складу трави 21 рослини. Виявлено, що велика частина від сумарного вмісту всіх елементів в траві рослин припадає на калій, кальцій, кремній, магній, натрій і фосфор.

За підсумками наших досліджень, рослини за вмістом калію в траві можна розділити на дві групи. Для першої групи рослин вміст калію в траві  $1655 \pm 3 \cdot 549$  мг/100 г ЛРС. Для другої групи рослин цей діапазон становить  $3823 \pm 3 \cdot 1248$  мг/100 г ЛРС. Вміст кальцію може коливатися в межах  $708 \pm 3 \cdot 235$  мг/100 г ЛРС. Зміст кремнію може коливатися в діапазоні  $324 \pm 3 \cdot 108$  мг/100 г ЛРС, при цьому в цей діапазон не входять аномально високі значення *Orthosiphon stamineus*, *Lithospermum officinale*, *Herniaria glabra*, *Equisetum arvense*. Діапазон коливань магнію коливається  $339 \pm 3 \cdot 111$  мг/100 г ЛРС. Рослини із вмістом натрію в траві розділяються на дві групи. Діапазон коливання натрію в першій групі рослин  $55 \pm 3 \cdot 16$  мг/100 г ЛРС. Діапазон коливання натрію в другій групі рослин  $235 \pm 77$  мг/100 г ЛРС. Вміст фосфору  $117 \pm 3 \cdot 38$  мг / 100 г ЛРС, при цьому в цей діапазон не потрапляють високі значення для *Lithospermum officinale* і *Veronica officinalis*.

Діапазон варіювання значень золи загальної в більшості випадків знаходиться в межах від 0 до 0.1434 г/г ЛРС. В траві рослин вміст калію превалює над змістом кальцію.

Тому ці два елементи рекомендуються для їх визначення в витяжках в подальших експериментах з вивчення кінетики виходу неорганічних речовин з трави рослин в витяжку в процесі екстракції.

**Ключові слова:** елементний склад трави рослин, зола, статистика.

**UDC 615.32:543.632.4**

N. N. Boyko, A. I. Zaytsev, K. N. Belikov, E. V. Grishina

**DETERMINATION OF THE ELEMENT COMPOSITION OF THE HERBS OF SOME PLANTS**

The article presents statistics on the variation of the elemental composition of 21 herbs plants. Most of the total content of all elements in the grass plants account for potassium, calcium, silicon, magnesium, sodium and phosphorus.

According to the results of our studies, the plants on the content of potassium in the grass can be divided into two groups. For the first group of plant potassium content in the grass can range  $1655 \pm 3 \cdot 549$  mg/100 g of the raw material (RM). For the second group of plants, the range is  $3823 \pm 3 \cdot 1248$  mg/100 g of the RM. The calcium content can vary between  $708 \pm 3 \cdot 235$  mg/100 g of the RM. The silicon content may range from  $324 \pm 3 \cdot 108$  mg/100 g of the RM, wherein this range misses anomalously high values *Orthosiphon stamineus*, *Lithospermum officinale*, *Herniaria glabra*, *Equisetum arvense*. The fluctuation range of magnesium ranges  $339 \pm 3 \cdot 111$  mg/100 g of the RM. Plants for sodium content in the grass is divided into two groups. The range of fluctuation of sodium in the first group of plants  $55 \pm 3 \cdot 16$  mg/100 g of the RM. The range of fluctuation of sodium in a second group of plants  $235 \pm 77$  mg/100 g of the RM. The phosphorus content of  $117 \pm 3 \cdot 38$  mg/100 g of the RM, wherein in this range does not reach a high value for *Lithospermum officinale* and *Veronica officinalis*.

The range of variation of the values of total ash in most cases vary from 0 to 0.1434 g/g of the RM.

In the grass plant potassium content prevails over calcium content. Therefore, these two elements are recommended for their determination in extracts in further experiments on the study of the kinetics of release of inorganic substances from the herb plant extract in the extraction process.

**Key words:** element composition of herbs of plants, ash, statistics.

Адреса для листування:

61140, м Харків, вул. Невського, 18.

Кафедра «Процессы и аппараты химико-фармацевтических производств» НФаУ

Тел. +38(057)7718152,

E-mail: Boykoniknik@gmail.com

Надійшла до редакції:

03.12.2014