

УДК 631.147+631.526.3+631.527

**Редакционная коллегия:**

академик НАН Беларуси В.Н. Решетников (отв. редактор), д.б.н. В.В. Титок (отв. редактор), к.б.н. Е.В. Спиридович, к.б.н. Т.И. Фоменко, к.б.н. А.А. Кузовкова

Биотехнологические приемы в сохранении биоразнообразия и селекции растений: материалы международной научной конференции 18–20 августа 2014 г., Минск. — Минск: ГНУ «Центральный ботанический сад Академии наук Беларуси», 2014.—277 с.

В сборник вошли материалы Международной научной конференции, посвященной актуальным проблемам сохранения биоразнообразия, селекции растений с использованием биотехнологических приемов, представленные учеными Беларуси, России, Украины, Казахстана, Сербии, Литвы, Молдовы, Таджикистана и Узбекистана.

УДК 631.147+631.526.3+631.527

ГНУ «Центральный ботанический сад Национальной академии наук Беларуси», 2014 г.

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ СЕМЯН *TRIGONELLA FOENUM GRAECUM* L.

Агабалаева Е.Д.

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», 220012, Республика Беларусь, Минск, ул. Сурганова 2в, E-mail [plechischik@rambler.ru](mailto:plechischik@rambler.ru)

*Ключевые слова:* пажитник греческий, *Trigonella foenum graecum* L., элементный состав, макроэлементы, микроэлементы.

**Введение.** Одним из направлений расширения сырьевой базы лекарственных растений является изучение элементного состава растений. Актуальным аспектом этого направления считается изучение видовой специфичности элементного состава растений. Известно, что многие пряно-ароматические и лекарственные растения накапливают в больших количествах макро-, микроэлементы и могут быть использованы в качестве лекарственных и профилактических средств в комплексной терапии различных заболеваний. Состав и содержание микроэлементов обусловлены элементным обменом данного растения, условиями произрастания и микроэлементным составом почвы.

*Trigonella foenum graecum* L. — пажитник греческий — однолетнее лекарственное и пряно-ароматическое растение сем. *Fabaceae*, получившее признание во всем мире и активно возделываемое в странах Азии, Африки, Америки, Южной и Средней Европы, в частности, во Франции, Германии, Австрии и Венгрии. В бывшем СССР культура пажитника греческого была развита в Армении и Азербайджане, в СНГ широко культивируется в Украине и Киргизии. Лекарственным сырьем являются семена пажитника греческого. Благодаря комплексу биологически активных соединений (стероидные сапонины, флавоноиды, галактоманнаны, 4-гидроксиизолейцин, масло, каротиноиды, алкалоиды, кумарины, оксикоричные кислоты) [1] пажитник греческий обладает антидиабетическим, гипохолестеролемическим, антиканцерогенным, гастропротекторным, антимикробным и другими эффектами [2].

На мировом фармацевтическом рынке на основе пажитника греческого (*Trigonella foenum graecum* L.) выпускается препарат пасенин, обладающий антисклеротическим действием, Fenumax (Fenuber) антидиабетического действия, Fenoil, увеличивающий лактацию, Sterofen, понижающий уровень холестерина без влияния на триглицериды (Kentucky Biosafety Consultants Inc., USA).

Поскольку фармакологические и хозяйственные свойства пажитника греческого в условиях Беларуси мало изучены, актуальной задачей является изучение элементного состава растений, так как оптимальное содержание элементов в растениях способствует нормальному росту и развитию растений [3]. Ряд элементов необходим любому живому организму. Без их достаточного количества не могут протекать основные физиолого-биохимические реакции. Сильное воздействие микроэлементов на физиологические процессы объясняется тем, что они входят в состав дыхательных пигментов, витаминов, гормонов, ферментов, а также коферментов, участвующих в регуляции жизненных процессов [4].

Цель настоящей работы — изучение элементного состава семян *T. foenum graecum* L. различного географического происхождения.

**Материалы и методы.** Объектами исследования служил семенной материал *Trigonella foenum graecum* L. различного географического происхождения: Obanos, Blidet, Chiadoncha (Испания), 19X, H-26, D19 (Сирия), Gers (Франция), Metha (Индия), Ghahkamon (Ливия), Ovary Gold, Ovary 4 (Венгрия). Растения выращивали на опытных участках отдела биохимии и биотехнологии растений ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» в 2011 году.

Микроэлементный анализ проводили на спектрометре энергий рентгеновского излучения СЕР-01, согласно утвержденной методике (МВИ.МН – 3272-2009). В основе

работы прибора положен рентгенофлуоресцентный метод, основанный на измерении интенсивности рентгеновского излучения атомов химических элементов при возбуждении их рентгеновским излучением с помощью миниатюрной рентгеновской трубки. Для статистической обработки результатов пользовались пакетами программ «Excel». Полученные результаты считали достоверными при заданном уровне значимости  $p < 0,05$  [5]. Получаемый спектр состоял из набора аналитических линий в диапазоне от 1,0 до 34,5 кэВ. Регистрация интенсивностей осуществлялась при помощи многоканального спектрометра с энергодисперсионным полупроводниковым детектором (Si-p-i-n диод) с термоэлектронным охлаждением.

**Результаты и обсуждение.** По величине среднего содержания в семенах всех исследуемых образцов элементы располагаются в следующем убывающем порядке:  $K > Ca > Zn > Fe > Ba > Cu > Mn > Br > Se$ . В таблице 1 представлены данные по элементному составу семян пажитника греческого различного географического происхождения.

Из таблицы 1 видно, что имеются различия в величинах аккумуляции элементов в семенах пажитника греческого различного географического происхождения. *K* аккумулируется примерно одинаково всеми сортами (в среднем 7407,1 мкг/г), лишь для сорта D19 наблюдается незначительное снижение содержания данного элемента (6349,0 мкг/г). *Mn* в наибольших количествах накапливается семенами сорта Chiadoncha (7,078 мкг/г), а содержание его в семенах сортов 19X (4,09 мкг/г), D19 (4,30 мкг/г) и Ghahkamon (4,38 мкг/г) наименьшее. Самое высокое содержание *Fe* отмечено для семян сорта Gers (55,48 мкг/г), а самое низкое — для семян сорта Ghahkamon (31,06 мкг/г). *Cu* аккумулируется примерно одинаково всеми сортами (в среднем 13,63 мкг/г), лишь для сорта 19X наблюдается незначительное снижение содержания данного элемента (10,21 мкг/г). Содержание *Zn* в семенах исследуемых сортов пажитника греческого составляет в среднем 47,4 мкг/г, наивысшее содержание отмечено для сорта Chiadoncha (58,36 мкг/г), наименьшее — для Ghahkamon (41,98 мкг/г). Следует отметить, что аккумуляция *Br* происходит неравномерно. Так, самые высокие показатели содержания данного элемента отмечены для сортов Ovary 4 (6,88 мкг/г) и Blidet (6,60 мкг/г), а самый низкий — для сорта Metha (1,87 мкг/г). *Ba* аккумулируется в различных сортах примерно одинаково (в среднем 24,44 мкг/г), лишь для сортов Gers и 19X наблюдается значительное снижение концентрации данного элемента – 14,06 и 14,54 мкг/г соответственно.

Полученные данные по элементному содержанию семян пажитника греческого согласуются с исследованиями зарубежных и отечественных ученых [6], где было показано, что в семенах пажитника, выращенного в Ираке, в высоких количествах присутствуют *Ca* (644 мкг/г), *Fe* (120 мкг/г), *Zn* (70 мкг/г). Также сходные результаты были получены для 13 сортов семян пажитника греческого, выращенных в центральной части Турции: *Fe* (62,6 мкг/г), *Zn* (54,6 мкг/г), *Cu* (9,4 мкг/г) [7]. Содержание *Ca* было ниже в турецких образцах примерно в 3,4 раза, а количество *Mn* выше в 3,4 раза. Сходные результаты по содержанию *K* и *Ca* в семенах пажитника греческого были представлены в работе Нестеровой И.М. [8].

Таким образом, можно предположить, что накопление элементов семенами пажитника греческого слабо зависит от их содержания в почве и, возможно, является видовым признаком. По-видимому, это объясняется тем, что благодаря довольно полной разобщенности флоэмного и ксилемного тока веществ наиболее тщательно генотипические пропорции химических элементов поддерживаются в репродуктивных органах (органах запасаания ассимилятов), что, вероятно, является эволюционным приспособлением для защиты проростка-гетеротрофа от излишних минеральных компонентов и косвенным способом передачи информации о видовых особенностях элементного химического состава [9]. Как показали исследования [10], в цикле развития злаковых и бобовых растений от семени до семени соотношение элементов-биофилов, за исключением *Ca* и *K*, существенно не изменяется.

Таблица 1 — Элементный состав семян различных сортов *Trigonella foenum graecum* L.,  
мкг/г

Элемент	Ovary 4	Metha	Ovary Gold	Obanos	H-26	Ghahka mon	D19	Blidet	Chiadoncha	Gers	19 X
<i>Макроэлементы</i>											
K	8028,0 ±512,0	8347,6± 124,1	8873,1± 454,1	7417,7± 250,0	7812,2± 211,2	7659,1± 290,9	6349,0 ±436,3	8159,3 ±569,3	8368,2 ±151,6	7988,7 ±157,0	7975,4 ±163,9
Ca	854,5± 54,9	964,7±3 1,7	788,0±4 7,3	760,6±4 1,0	941,7±2 7,8	846,1±1 1,0	803,5± 25,8	909,1± 40,7	1031,3 ±11,5	832,6± 26,0	699,61 ±17,9
<i>Микроэлементы</i>											
Mn	5,31±0 ,13	6,04±0, 89	5,80±0,1 5	6,0±0,4 2	5,07±0, 26	4,38±0,1 5	4,30±0, 34	4,75±0, 35	7,078± 0,36	5,92±0 ,31	4,09±0, 26
Fe	41,77± 0,73	41,64±2 ,13	39,67±1, 62	35,86±1 ,36	37,12±1 ,72	31,06±2, 31	41,30± 2,23	35,31± 0,74	45,24± 1,67	55,48± 0,62	36,97± 2,54
Cu	14,93± 0,82	14,71±0 ,91	11,95±0, 34	14,51±0 ,39	12,38±0 ,23	14,81±0, 35	15,11± 0,15	11,70± 0,11	14,87± 0,83	14,71± 0,32	10,21± 0,42
Zn	53,71± 2,13	53,70±1 ,48	45,08±1, 01	45,09±2 ,25	44,37±1 ,15	41,98±2, 27	45,32± 0,50	43,65± 2,85	58,36± 1,91	45,88± 1,05	44,54± 0,71
Se	0,80±0 ,05	0,75±0, 05	0,91±0,0 6	0,72±0, 04	0,83±0, 05	0,88±0,0 4	0,81±0, 03	1,31±0, 02	0,70±0 ,07	0,98±0 ,008	0,62±0, 01
Br	6,88±0 ,46	1,87±0, 07	4,0±0,37	4,71±0, 08	2,45±0, 15	5,95±0,3 2	2,05±0, 10	6,60±0, 32	2,92±0 ,11	3,27±0 ,22	2,69±0, 12
Ba	23,31± 1,18	26,69±0 ,81	24,28±1, 15	23,51±0 ,62	24,31±1 ,45	22,34±1, 11	21,39± 1,27	27,09± 1,31	27,01± 1,75	14,06± 0,97	14,54± 0,31

Пропорции же *Ca* и *K*, заложенные в семенах, нарушаются в первые дни развития растений. В работе [10] было показано, что доля этих элементов в тканях проростков оказалась значительно большей, чем в семенах. Возможно, это происходит потому, что растениям в процессе эволюции не приходилось сталкиваться с дефицитом в среде обитания кальция и калия. Поэтому поддерживать в семенах требуемые соотношения этих, в большом количестве потребляемых элементов питания было «нецелесообразно».

По поводу малого содержания калия в семенах Д. Б. Вахмистров [11] приводит такое объяснение. Созревающее семя должно потерять почти всю воду, отчего ему требуется снизить осмотический потенциал. Это достигается уменьшением содержания осмотически активных агентов — органических кислот, аминокислот, углеводов, ионов азота, фосфора, калия. Все перечисленные осмотики, за исключением калия, переводятся в запасные вещества. Чтобы освободиться от главного из них, ничем не связываемого калия, семена выводят его из эндосперма.

**Заключение.** Таким образом, рентгенофлуоресцентным методом определено содержание 9 элементов в семенах пажитника греческого, выращенного в центральной агроклиматической зоне Беларуси. Показаны различия в аккумуляции элементов в семенах пажитника греческого сортов различного географического происхождения.

## Литература

1. Srinivasan, K. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effect / K. Srinivasan // Food reviews international. – 2006. - Vol. 22, №2.- P. 203-224.
2. Madar, Z. New legume sources as therapeutic agents / Z. Madar, A.H. Stark // British Journal of Nutrition. - 2002. – Vol. 88. – P. 287-292.
3. Ковальский, В.В. Микроэлементы в растениях и кормах // В.В. Ковальский, Ю.И. Раецкая, Т.И. Грачева. М.:Колос,1971. - 235с.
4. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы. Новосибирск: Наука, 1993. 168 с.
5. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. – М., 1967. – 328с.
6. Jala Bahjet Ziwar. Estimation of Lipid Composition in Fenugreek Seed by GC/MS / Jala Bahjet Ziwar // Journal of Pure Science. – 2010. – Vol.15, №3 – P. 15-20.
7. Atomic absorption spectrometric analysis of *Trigonella foenum graecum* L. seeds cultivated in Turkey / Y. Kan [et al.] // Turkish J. Pharm. Sci. – 2005. – Vol. 2, №3. – P. 187-191.
8. Нестерова И.М. Продуктивность и качество пажитника греческого (*Trigonella foenum-graecum* L.) в зависимости от сорта и приемов возделывания в республике Беларусь: автореф. дис. ...канд. с/х. наук. 06.01.09/ И.М. Нестерова; Белорусская государственная сельскохозяйственная академия – Горки, 2012. – 14 с.
9. Ильин, В.Б. Элементный химический состав растений / В.Б. Ильин – Новосибирск:Наука, 1985. – 128с.
10. Ильин, В.Б. Ассоциации элементов-биофилов в вегетирующей массе и плодах злаковых и бобовых растений / В.Б. Ильин, М.Д. Степанова, А.А. Трейман // Этюды по биогеохимии и агрохимии элементов биофилов. – Новосибирск: Наука, 1977. – С.90-100.
11. Вахмистров, Д.Б. Потребление проростками ячменя элементов питания из эндосперма и наружной среды / Д.Б. Вахмистров – Физиол. раст. – 1980. – Т. 27, вып. 3. – С. 551-559.