

Н. В. Корожан

## ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛЬЦИЯ И МАГНИЯ В ЛИСТЬЯХ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ НА НАКОПЛЕНИЕ В НИХ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь

*Изучено содержание водорастворимых кальция и магния в листьях крапивы двудомной, а также проведена оценка влияния содержания кальция и магния в данном виде лекарственного растительного сырья на накопление в нем фенольных соединений.*

*Установлено, что содержание водорастворимого кальция в листьях крапивы двудомной составило 12,1–33,2 мг/г, водорастворимого магния – 11,6–24,3 мг/г.*

*Изменчивость содержания фенольных соединений от концентрации водорастворимого кальция в листьях крапивы двудомной имела M-образную зависимость. Водорастворимый магний не оказывал влияния на содержание фенольных соединений в диапазоне концентраций 13,2–18,1 мг/г. Увеличение концентрации водорастворимого магния в листьях крапивы двудомной до 18,9–21,7 мг/г приводило к статистически значимым изменениям в содержании фенольных соединений.*

**Ключевые слова:** листья крапивы двудомной, кальций, магний, фенольные соединения.

### ВВЕДЕНИЕ

Макроэлементы являются важным фактором нормального функционирования как организма человека, так и растений. Одними из самых важных макроэлементов для растения являются кальций и магний. Кальций присутствует в растительных клетках и тканях в белок-связанном виде и свободной ионной форме и выполняет ряд значимых функций, таких как обеспечение функционирования корневой системы, структурирование клеточной стенки и мембран, регулирование фотосинтетического электронного потока и светозависимого метаболизма, передачи сигналов в цитозоле [1–5]. Магний, выполняющий такие важные функции в растении, как обеспечение функционирования ферментов (РНК-полимеразы, АТФазы, протеинкиназы, фосфатазы, глутатион-синтазы, карбоксилазы и др.) и участие в фотосинтезе, присутствует в клетках и тканях в виде центрального атома тетрапиррольного кольца хлорофилла, в связанной форме в структуре рибосом и ферментов или в свободной ионной форме [6, 7]. Благодаря наличию водорастворимых форм кальция и магния, растения могут выступать в качестве дополнительного источника этих макроэлементов.

Наибольшее количество исследований, посвященных изучению содержания макро- и микроэлементов в лекарственных расте-

ниях, основано на применении атомно-абсорбционной спектрометрии [8–10], не позволяющей оценить соотношение их водорастворимых и водонерастворимых форм. В то же время растворимость в водных извлечениях макро- и микроэлементов растений варьирует от 0 до 60 %. Это значит, что элементы, присутствующие только в водонерастворимой форме, не оказывают влияния на организм человека в виду их отсутствия в жидких лекарственных формах (настоях, отварах и чаях) [11, 12].

В связи с этим были предприняты попытки изучить содержание водорастворимых форм макроэлементов в некоторых видах лекарственного растительного сырья (подорожника большого листьях, змеевика корневищах, крапивы листьях, горца перечного траве, дуба коре и др.) [13]. В то же время для исследуемых видов лекарственного растительного сырья не проводилась оценка содержания биологически активных веществ, оказывающих непосредственно терапевтическое действие и влияния на него минерального состава растений.

Одним из интересных объектов для изучения влияния содержания макроэлементов на содержание биологически активных веществ являются листья крапивы двудомной. Этот вид лекарственного растительного сырья обладает широким спектром фармакологической активности (противовоспалительная, противодиабетическая,

гипотензивная, антигиперлипидемическая, противоопухолевая, противовирусная и др.). Значительная часть указанных видов активности считается обусловленной фенольными соединениями. Кроме того, листья крапивы двудомной содержат значительное количество макроэлементов (калия – 5,3–34,2 мг/г, натрия – 0,05–0,16 мг/г, кальция – 1,1–50,9 мг/г, магния – 0,02–35,6 мг/г) [8, 14–16].

Цель данной работы – изучить содержание водорастворимых кальция и магния в листьях крапивы двудомной, а также оценить влияние концентрации водорастворимых кальция и магния в данном виде лекарственного растительного сырья на накопление в нем фенольных соединений.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись листья крапивы двудомной, заготовленные в 2017 году в нескольких местах естественного произрастания. Заготовку, сушку и хранение лекарственного растительного сырья осуществляли согласно установленным требованиям [17].

Определение содержания суммы фенольных соединений в листьях крапивы двудомной осуществляли, используя спектрофотометрическую методику с фосфорномолибденовольфрамовым реактивом, изложенную в частной статье «Крапивы листья» Государственной фармакопеи Республики Беларусь [18].

Содержание кальция и магния определяли предложенной и валидированной

А. А. Сорокиной и соавт. методикой комплексонометрического титрования [19].

Статистическую обработку проводили, используя параметрическую статистику в программе Microsoft Excel. Полученные данные приводили в виде  $x_{\text{ср}} \pm \Delta x$ , где  $x_{\text{ср}}$  – среднее значение не менее трех параллельных измерений,  $\Delta x$  – полуширина доверительного интервала. Для определения зависимостей и обоснования выбора вида графика использовали коэффициент корреляции  $r$  при  $p = 0,05$ . Для сравнения результатов использовали  $t$ -критерий, как рекомендовано Государственной фармакопеей Республики Беларусь [20].

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследуемые образцы листьев крапивы двудомной содержали 12,1–33,2 мг/г водорастворимого кальция и 11,6–24,3 мг/г водорастворимого магния. Таким образом, при использовании рекомендуемого для приготовления водных извлечений количества листьев крапивы двудомной (5 г в сутки [21]) можно получить 5–15 % суточной потребности кальция и 14–30 % суточной потребности магния.

Изменчивость содержания фенольных соединений от концентрации водорастворимого кальция в листьях крапивы двудомной имела М-образную зависимость, описываемую полиномиальным уравнением четвертой степени ( $y = -9,4763x^4 + 85,942x^3 - 285,14x^2 + 409,61x - 212,72$ ; коэффициент корреляции  $r$  составил 0,86) (рисунок 1).

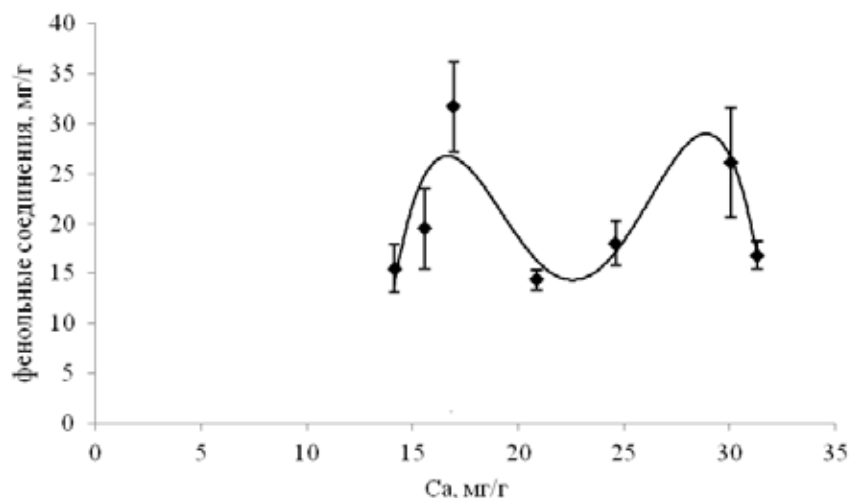


Рисунок 1. – Зависимость содержания фенольных соединений в листьях крапивы двудомной от концентрации водорастворимого кальция

Содержание фенольных соединений в листьях крапивы двудомной от концентрации в них водорастворимого кальция в исследуемом диапазоне значимо отличалось для всех образцов ( $t_{\text{эксп}} > t_{\text{крит}}$  при  $p = 0,05$ ), что свидетельствовало о том, что изменение концентрации данного макроэлемента в листьях крапивы двудомной в пределах  $\pm 1-4$  мг/г приводит к значимому изменению содержания биологически активных веществ.

Данный феномен М-образной зависимости содержания фенольных соединений в листьях крапивы двудомной от концен-

трации водорастворимого кальция можно объяснить тем, что при оптимальном содержании кальция в растении в первую очередь увеличивается первичный обмен, приводящий к росту (урожайности), а не синтез веществ вторичного метаболизма (фенольных соединений) [22].

Для проверки данной гипотезы была проведена оценка площади листа крапивы двудомной и влияния на данный морфологический параметр лекарственного растительного сырья концентрации водорастворимого кальция. Результаты исследования приведены на рисунке 2.

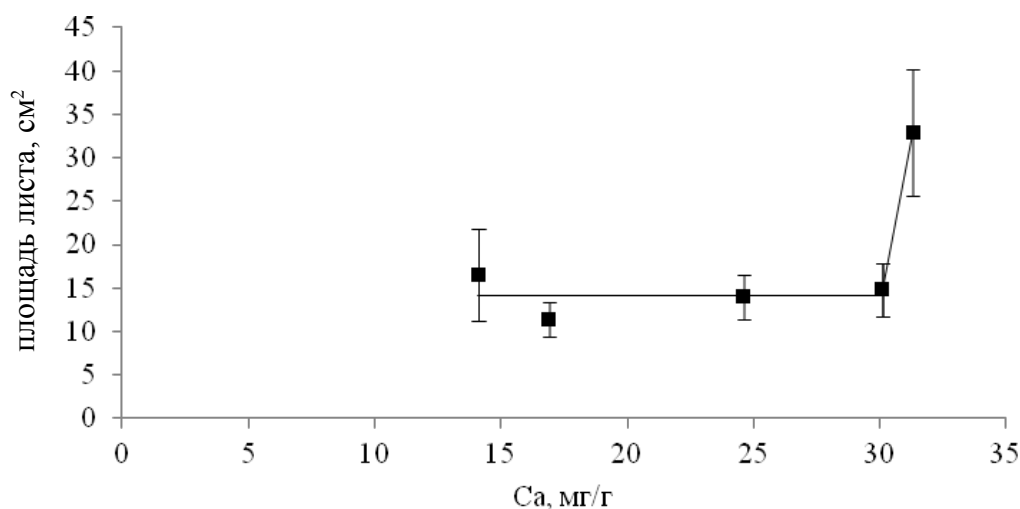


Рисунок 2. – Изменчивость площади листа крапивы двудомной от концентрации водорастворимого кальция

Из рисунка 2 видно, что площадь листа крапивы двудомной в диапазоне концентраций водорастворимого кальция 14,1–30,3 мг/г не изменялась ( $t_{\text{эксп}} < t_{\text{крит}}$ ). Значимое изменение площади листа от исследуемого фактора выявлено только в диапазоне 30,3–31,3 мг/г водорастворимого кальция.

Вместе с тем, между размером листа крапивы двудомной и содержанием фе-

нольных соединений выявлена достаточно сильная обратная связь (коэффициент корреляции  $r$  составил  $-0,85$ ).

Изменчивость содержания фенольных соединений от концентрации водорастворимого магния в листьях крапивы двудомной представлена в таблице 1.

В образцах лекарственного растительного сырья, содержащих 13,2–18,1 мг/г водорастворимого магния, не выявлено

Таблица 1. – Изменчивость содержания фенольных соединений в листьях крапивы двудомной от концентрации водорастворимого магния

Содержание водорастворимого магния, мг/г	Содержание фенольных соединений, мг/г
13,2	16,8±1,4
13,6	15,5±2,4
14,0	26,1±5,5
16,6	18,0±2,2
18,1	19,5±4,0
18,9	31,7±4,5
21,7	14,4±1,0

статистически значимых различий в содержании фенольных соединений ( $t_{\text{экс}} < t_{\text{крит}}$  при  $p = 0,05$ ). Это свидетельствует о том, что данный макроэлемент в исследуемом диапазоне концентраций не влияет на содержание данной группы биологически активных веществ. Увеличение концентрации водорастворимого магния в листьях крапивы двудомной до 18,9–21,7 мг/г привело к статистически значимым изменениям в содержании фенольных соединений. Ввиду полученных данных для установления зависимости содержания фенольных соединений от концентрации водорастворимого магния требуется дальнейшее исследование в более широком диапазоне концентраций данного макроэлемента.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание водорастворимого кальция в листьях крапивы двудомной находится в пределах 12,1–33,2 мг/г, что составляет 5–15 % суточной потребности данного макроэлемента. Содержание водорастворимого магния в данном виде лекарственного растительного сырья и доля от его суточной потребности соответственно составили 11,6–24,3 мг/г и 14–30 %.

Изменчивость содержания фенольных соединений в листьях крапивы двудомной от концентрации водорастворимого кальция имела М-образную зависимость, описываемую полиномиальным уравнением четвертой степени (коэффициент корреляции  $r$  составил 0,86). Установлено, что площадь листа практически не зависела от содержания водорастворимого кальция, однако между данным морфологическим параметром исследуемого лекарственного растительного сырья и содержанием фенольных соединений выявлена достаточно сильная обратная связь (коэффициент корреляции  $r$  составил -0,85).

В образцах листьев крапивы двудомной, содержащих 13,2–18,1 мг/г водорастворимого магния, не выявлено статистически значимых различий в содержании фенольных соединений. Повышение концентрации макроэлемента в лекарственном растительном сырье приводило к значимым изменениям в содержании биологически активных веществ.

### SUMMARY

N. V. Karazhan

#### EFFECT OF CALCIUM AND MAGNESIUM CONTENT IN URTICA DIOICA LEAVES ON ACCUMULATION OF PHENOLIC COMPOUNDS IN THEM

The content of water-soluble calcium and magnesium in *Urtica dioica* leaves has been studied and the effect of calcium and magnesium in this species of medicinal plant raw material on the accumulation of phenolic compounds in it has been studied.

It was established that the content of water-soluble calcium in *Urtica dioica* leaves made 12,1–33,2 mg/g, the content of water-soluble magnesium made 11,6–24,3 mg/g.

Variability of phenolic compounds content had M-shaped dependence from the concentration of water-soluble calcium in the leaves of *Urtica dioica*. Water-soluble magnesium did not affect phenolic compounds content in the concentration range of 13,2–18,1 mg/g. An increase in the concentration of water-soluble magnesium in *Urtica dioica* leaves up to 18,9–21,7 mg/g resulted in statistically significant changes of phenolic compounds content.

Keywords: *Urtica dioica* leaves, calcium, magnesium, phenolic compounds.

### ЛИТЕРАТУРА

1. White, P. J. Calcium in Plants / P. J. White, M. R. Broadley // *Annals of Botany*. – 2003. – № 4. – P. 487–511.
2. Calcium-dependent regulation of photosynthesis / A. K. Hochmal [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta - Bioenergetics*. – 2015. – № 9. – P. 993–1003.
3. Evolution of the Calcium-Based Intracellular Signaling System / E. Elodie Marchadier [et al.] // *Genome Biology and Evolution*. – 2016. – № 7. – P. 2118–2132.
4. Calcium is an organizer of cell polarity in plants / E. Himschoot [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research*. – 2015. – № 9. – P. 2169–2172.
5. The Evolution of Calcium-Based Signalling in Plants / K. H. Edel [et al.] // *Current biology*. – 2017. – № 13. – P. 667–679.
6. Shaul, O. Magnesium transport and function in plants: the tip of the iceberg / O. Shaul // *Biometals*. – 2002. – № 15. – P. 307–321.
7. Metal ions in biological systems. Vol-

ume 26. Compendium on Magnesium and Its Role in Biology, Nutrition, and Physiology / Edited by H. Sigel. – MARCEL DEKKER, INC, 1990. – 56 p.

8. Почему растения лечат / М. Я. Ловкова [и др.]. Изд. 2-е. – М.: ЛЕНАНД, 2014. – 288 с.

9. Analysis of mineral and heavy metals in some medicinal plants collected from local market / R. Subramanian [et al.] // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. – 2012. – P. 74–78.

10. Lokhande, R. Study on Mineral content of Some Ayurvedic Indian Medicinal Plants by Instrumental Neutron Activation Analysis and AAS Techniques / R. Lokhande, P. Singare, M. Andhale // Health science journal. – 2010. – № 3. – P. 157–168.

11. Salahinejad, M. Toxic and Essential Mineral Elements Content of Black Tea Leaves and Their Tea Infusions Consumed in Iran / M. Salahinejad, F. Aflaki // Biol. Trace Elem. Res. – 2010. – № 134. – P. 109–117.

12. Aluminium and other elements in selected herbal tea plant species and their infusions / J. Malik [et al.] // Food Chemistry. – 2013. – № 139. – P. 728–734.

13. Способ количественного определения кальция и магния в лекарственном растительном сырье: пат. РФ 2466387 / А. И. Марахова, Т. А. Скалзубова, И. А. Самылина, А. А. Сорокина, Н. Н. Федоровский. – G01N31/16. Бюл. № 31 от 10.11.2011. – 6 с.

14. Rajput, P. Phytochemical And Pharmacological Importance Of Genus Urtica – A Review / P. Rajput, M. Chaudhary, R. A. Sharma // International journal of pharmaceutical sciences and research. – 2018. – № 6. – P. 1387–1396.

15. Kregiel, D. Urtica spp.: Ordinary Plants with Extraordinary Properties / D. Kregiel, E. Pawlikowska, H. Antolak // Molecules. – 2018. – № 23. – P. 1664–1685.

16. Highlights on nutritional and therapeutic value of stinging nettle (*Urtica dioica*) / A. A. H. Said [et al.] // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2015. – № 10. – P. 8–14.

17. Производство лекарственных средств. Надлежащая практика выращивания, сбора, хранения лекарственного растительного сырья: ТКП 450-2012 (02041). –

Введ. 01.03.2013 (приказом Департамента фармацевтической промышленности Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 29.11.2012 г. № 81).

18. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ РБ II): разработана на основе Европейской фармакопеи. В 2 т. Т.2. Контроль качества субстанций для фармацевтического использования и лекарственного растительного сырья / М-во здравоохранения Республики Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. С. И. Марченко. – Молодечно: Тип. «Победа», 2016. – 1368 с.

19. Определение кальция и магния в листьях и настое крапивы двудомной / А. А. Сорокина [и др.] // Фармацевтическая химия и фармакогнозия. – 2013. – № 2. – С. 5–8.

20. Государственная фармакопея Республики Беларусь. (ГФ РБ II): разработана на основе Европейской фармакопеи. В 2 т. Т.1. Общие методы контроля лекарственных средств / М-во здравоохранения Республики Беларусь, УП «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении»; под общ. ред. А. А. Шерякова. – Молодечно: Тип. «Победа», 2012. – 1220 с.

21. Научно-производственная компания Биотест // Продукция компании [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : <http://biotest.by/products/view/25>. – Дата доступа: 03.03.2019.

22. Бузук, Г. Н. Универсальный характер М-образной зависимости между основным и специализированным обменом у лекарственных растений / Г. Н. Бузук, М. Я. Ловкова, С. М. Соколова // Вестник фармации. – 2006. – № 1. – С. 23–33.

**Адрес для корреспонденции:**

210009, Республика Беларусь,  
г. Витебск, пр. Фрунзе, 27,  
УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов  
медицинский университет»,  
декан фармацевтического факультета,  
тел. раб.: 8 (0212) 60-14-05,  
Корожан Н.В.

Поступила 25.03.2019 г.