УДК 635.744:631.524.84
DOI: 10.29296/25877313-2018-01-06
© Коллектив авторов, 2018

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ СЕМЕЙСТВА ЯСНОТКОВЫЕ (*LAMIACEAE*) КАК ИСТОЧНИКИ ФЛАВОНОИДОВ

Е.Л. Маланкина
д.с.-х.н., профессор, лаборатория Ботанический сад,
Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений (Москва)
E-mail: gandurina@mail.ru
Е.Н. Ткачёва
аспирант, кафедра овощеводства,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва)
Л.Н. Козловская
к.б.н., доцент, кафедра ботаники, селекции и семеноводства садовых растений,
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва)

Представлены результаты исследований по накоплению флавоноидов в сырье некоторых видов лекарственных растений семейства *Lamiaceae*; определены факторы, влияющие на их содержание. Выявлены значительные межвидовые различия в содержании флавоноидов в пределах семейства *Lamiaceae*.

Ключевые слова: *флавоноиды, яснотковые, иссоп лекарственный, мелисса лекарственная, лофант анисовый, душица обыкновенная.*

Лекарственные растения, как правило, оцениваются по интенсивности и качественным характеристикам аромата, то есть по количественному содержанию и качественному составу эфирного масла в сырье. Вместе с тем при сушке и последующем хранении содержание летучих терпеноидов существенно уменьшается, особенно у растений, желёзки которых расположены поверхностно и легко повреждаются, в частности у представителей семейства *Lamiaceae* (Яснотковые)[1–3].

В пряно-ароматических растениях из семейства Яснотковые высокое содержание фенольных соединений в целом и флавоноидов в частности, которые являются более стабильной при сушке и хранении группой биологически активных веществ благодаря тому, что находятся внутри клеток мезофилла. Кроме того, флавоноиды связаны с синтезом и активностью ауксинов в растении и являются регуляторами ауксинового обмена. Так, флавоноиды с *о*-гидроксилами в ядре *В* (кверцетин, мирицетин, лютеолин) выступают синергистами ауксина, стимулируя рост растений вследствие ингибирования ИУК-оксидазы [4]. С одной стороны, в продуктах растительного происхождения они ответственны за цвет, вкус, а также предотвращение окисления жиров и сохранность витаминов [5]. С другой стороны, это обширный перечень фармакологически значимых соединений, обладающих широким спектром действия, направление которого зависит от строения молекулы и функциональных групп [1–6]. В последние десятилетия особый интерес вызывают антиоксидантное действие флавоноидов, их способность разрушать свободные радикалы, являющиеся причиной возникновения у человека многих тяжелых патологий, и выводить их из организма [2–7].

Флавоноидная фракция в растениях семейства Яснотковые представлена в основном производными лютеолина и апигенина, относящихся к флавонам, которые придают этим растением противовоспалительный и в меньшей мере антимикробный эффект [8–10]. Лютеолин оказывает противоаллергическое, противоопухолевое и иммуномодулирующее действие, а также является мощным гипогликемическим средством – повышает чувствительность к инсулину. В составе препаратов для внешнего применения лютеолин показан при аллергических или воспалительных заболеваниях кожи и для профилактики рака [3–8]. Лютеолин является перспективным веществом для использования в офтальмологии – для профилактики и лечения катаракты и сосудистых нарушений глаз. Последние исследования показали эффективность лютеолина при проблемах, связанных со старением организма, таких как болезнь Альцгеймера и рассеянный склероз [3–6, 7, 10, 12].

В настоящее время в научной литературе представлены в основном исследования по содержанию флавоноидов в таких растениях из семейства Яснотковые, как зюзник европейский, живучка ползучая, будра плющевидная или некоторые эндемичные виды [13]. Из отобранных для изучения растений максимальная информация представлена только по мелиссе лекарственной, что

связано с наличием противовирусного препарата на основе ее флавоноидов [6, 7, 10]. По остальным культурам информация представлена без связи с погодными условиями и фазой развития растений [12]. Практически отсутствуют исследования, посвященные выявлению условий (климатических, агротехнических), влияющих на содержание флавоноидов в растениях.

У всех исследуемых видов сырьем являются надземные органы: полностью (трава) или обмолоченный лист (мята). Как известно из ряда исследований, максимальное количество гликозидов флавоноидов локализовано именно в надземных частях, в то время как агликоны больше присутствуют в стеблях и подземных органах, так же, как и более простые соединения фенольной природы [14].

Цель исследования – изучение накопления флавоноидов в сырье некоторых видов лекарственных растений семейства *Lamiaceae* и определение факторов, влияющих на их содержание

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили распространённые пряно-вкусовые растения, успешно выращиваемые в условиях Нечернозёмной зоны РФ: иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.), мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.), лофант анисовый (*Agastache foeniculum* (Pursh.) O.Kuntze), змееголовник молдавский (*Dracocephalum moldavica* L.), тимьян ползучий (*Thymus sepillum* L.) и тимьян обыкновенный (*Th. vulgaris* L.), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.). У отдельных видов (иссоп лекарственный, тимьян обыкновенный) было взято для исследования по несколько сортов различного географического происхождения.

Образцы сырья собраны на овощной опытной станции им В.И. Эдельштейна РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и в коллекции Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР. Исследования проводили в 2010–2016 гг. Содержание суммы флавоноидов определяли в сухом сырье спектрофотометрическим методом после реакции с хлоридом алюминия [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многие авторы указывают на сильную внутривидовую вариабельность содержания вторичных метаболитов, в частности флавоноидов. Так, содержание флавоноидов в сырье бессмертника песчаного при прочих равных условиях варьировало от 3,32 до 10,86%, у календулы – от 0,96 до 1,13% [16–18]. В проведенных опытах выявлена существенная вариабельность в пределах вида в зависимости от сорта и происхождения образца. Например, у иссопа лекарственного содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин колебалось от 0,52 до 1,24% (табл. 1). Наибольшее количественное содержание флавоноидов наблюдалось у сорта «Иней», образцов из Великобритании White (CN Seeds), из Нидерландов (Hem Zaden) и из Германии (Carl Sperling & Co).

Таблица 1. ***Содержание флавоноидов в сырье иссопа лекарственного в зависимости от сорта и популяции, %***

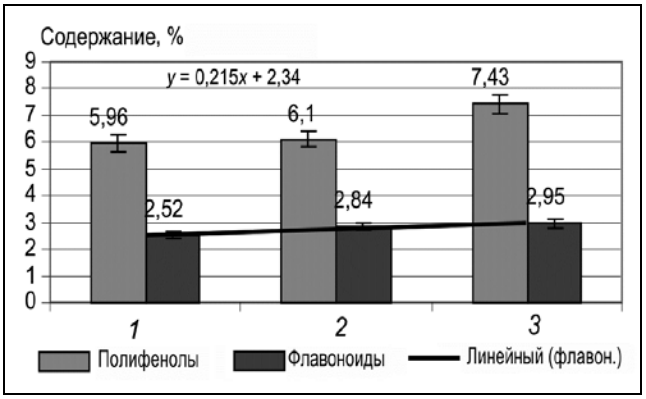
Сорта и популяции	Год			Среднее
	2012	2013	2014	
H.off. ВИЛАР	0,54	0,72	0,68	0,65
H.off. Германии (N.L. Ch.)	0,65	1,02	0,69	0,79
H.off. Германии (P.J. Sch.)	0,72	0,96	0,93	0,87
H.off. Германии (C. S. & Co)	0,58	1,65	1,21	1,15
H.off. «Иней» Россия	0,73	1,24	1,01	0,99
H.off. «Лазурит» Белоруссия	0,68	1,03	0,78	0,83
H. off. Россия (Фирма АС)	0,52	1,15	0,82	0,83
H.off. «Аккорд» Россия (Поиск)	0,52	0,97	0,80	0,76
H. off. Россия (Семена НК)	0,59	1,0	1,01	0,87
H. off. Чехии (Университет Менделя, г. Брно)	0,58	1,10	0,69	0,79
H. off. Нидерланды (Hem Zaden)	0,72	1,26	1,14	1,04
H. off. White, Великобритания(CN Seeds)	0,76	1,47	1,15	1,13
H. off. Pink, Великобритания (CN Seeds)	0,62	0,93	1,04	0,86
H. off. Blue, Великобритания (CN Seeds)	0,72	0,96	0,81	0,83
Среднее по годам	0,64	1,10	0,91	–
НСР	0,09	0,40	0,11	0,2

Степень влияния отдельных факторов среды на образование флавоноидов выявлена недостаточно, хотя мнение большинства исследователей сходятся в одном: решающим фактором, оказывающим воздействие на эти процессы, служит свет и температура, что показано на примере клевера [19]. Светозависимость биосинтеза флавоноидов в растениях проявляется в стимулирующем влиянии света на их количество и качественный состав [18, 20]. Естественно, что в разные годы растения оказывались в разных по инсоляции и температурному режиму условиях.

Отмечены существенные колебания содержания флавоноидов в зависимости от погодных условий. Например, в сырье иссопа лекарственного в 2013 г. содержание флавоноидов составило 0,72–1,65% в зависимости от образца по сравнению с 2012 г. (0,52–0,76%). Установлено, что при повышенных дневных температурах в 2012 г. (28–30 °С) наблюдается снижение содержания флавоноидов по сравнению с пониженными среднесуточными температурами в 2013 г. (17–18 °С), при этом среднее содержание флавоноидов в 2012 г. было в 1,72 раза ниже, чем в 2013 г.

Существует два пути адаптации растений: усиление активности антиоксидантных ферментов и накопление низкомолекулярных метаболитов, в частности флавоноидов, защитная функция которых в растении уже доказана. Таким образом, содержание флавоноидов не только сортоспецифично, но и существенно зависит от погодных условий года.

Исследование динамики накопления флавоноидов имеет как теоретическое, так и практическое значение, поскольку позволяет оптимизировать сроки уборки лекарственного растительного сырья. Имеется ряд исследований сельскохозяйственных культур, отражающих нарастающую динамику накопления в них полифенолов, и флавоноидов в частности, в разные фазы развития от вегетативного до генеративного периода онтогенеза, достигая максимума в фазу цветения и начала плодоношения, а далее постепенно уменьшаясь по мере завязывания плодов (фаза плодоношения) [14]. На некоторых лекарственных растениях показано, что прегенеративные особи содержат меньше флавоноидов, чем растения, достигшие генеративного этапа онтогенеза [11, 13].



Содержание полифенолов и флавоноидов в листьях шалфея лекарственного в разные фазы развития растений (2016 г.): *1* – бутонизация; *2* – цветение; *3* – начало плодоношения

На примере шалфея отмечен рост содержания флавоноидов от бутонизации (2,52%) до начала плодоношения (2,95%), т.е. на 17% (рисунок). В то же время аналогичная динамика обнаружена и в содержании полифенолов (+ 24,66% по сравнению с бутонизацией). Следовательно, накопление полифенольных соединений и флавоноидов взаимосвязано и зависит от фазы онтогенеза. Аналогичная зависимость была получена и на других культурах. Вместе с тем на примере шалфея лекарственного показано, что флавоноиды не являются основной группой фенольных соединений для этой культуры. В большинстве изученных культур они составляли от четверти у мелиссы лекарственной до половины у лофанта морщинистого и мяты перечной от суммы полифенолов.

Как показано в исследованиях на гречихе, позднеспелые сорта имеют повышенный уровень накопления флавоноидов (рутина) в фазу массового цветения, тогда как у скороспелых сортов процесс накопления рутина наблюдается в период роста вегетативной массы растения. Следовательно, окислительно-восстановительные процессы скороспелых и среднеспелых сортов более интенсивно протекают при формировании вегетативных органов в период роста и развития растений, а позднеспелые сорта предрасположены к более медленному развитию окислительно-восстановительных реакций, но длительно поддерживающемуся на высоком уровне [13]. Исходя из этого, можно предположить, что сроки уборки растений будут видо- и сортоспецифичными, и, вероятно, растения, переходящие к цветению во второй половине лета, сохранят высокое содержание флавоноидов в течение более продолжительного времени, что делает возможным более продолжительный период для уборки. Но это предположение нуждается в дальнейших исследованиях.

В табл. 2 представлено содержание флавоноидов у других представителей семейства Яснотковые. Как видно из представленных данных, отмечаются существенные колебания содержания флавоноидов в сырье по годам.

Таблица 2. ***Содержание флавоноидов в сырье некоторых представителей семейства Яснотковые, %***

Название растения	Год	
	2015	2016
Буквица лекарственная	0,61±0,06	1,28±0,05
Душица обыкновенная	2,75±0,12	2,15±0,16
Змееголовник молдавский	0,95±0,07	0,56±0,06
Иссоп лекарственный	1,16±0,11	0,55±0,03
Котовник крупноцветковый	1,34±0,09	0,49±0,03
Лаванда узколистная	0,70±0,01	0,50±0,04
Лофант анисовый	2,50±0,08	2,03±0,12
Мелисса лекарственная	1,14±0,1	0,82±0,11
Монарда дудчатая	2,04±0,06	1,42±0,09
Тимьян обыкновенный	2,83±0,12	1,64±0,07
Тимьян лимонный	3,12±0,05	1,63±0,1
Тимьян ползучий (Москва, Ботанический сад ВИЛАР)	2,96±0,09	1,90±0,08
Шалфей лекарственный	3,41±0,16	2,97±0,08

Суммарное содержание флавоноидов в образце мелиссы лекарственной, выращенной в Московской области, находилось в пределах от 0,82 до 1,14%, а в образцах лофанта анисового, выращенного в Московской области, в среднем составило 2,03–2,5%.

Все изученные растения можно рассматривать в качестве источников флавоноидов и использовать их при производстве функциональных продуктов питания, биологически активных добавок к пище, а также в косметической промышленности. Наибольший интерес представляют душица обыкновенная и лофант анисовый, в которых содержание флавоноидов превышало 2,5%, что согласуется с данными других авторов [21].

ВЫВОДЫ

1. Установлены существенные межвидовые различия по содержанию флавоноидов в пределах семейства Яснотковые: шалфей лекарственный (2,95–3,41%), тимьян лимонный (3,12%), ловант анисовый (12,03 – 2,54%).
2. Выявлены виды растений с высоким и с низким содержанием флавоноидов: лаванда узколистная (0,70%), буквица лекарственная (0,61–1,28%), змееголовник молдавский (0,56–0,95%), иссоп лекарственный (0,55–1,16%), мелисса лекарственная (0,82–1,14%).
3. На примере трехлетних исследований изучения иссопа лекарственного выявлены существенные внутривидовые различия по содержанию флавоноидов в сырье – от 1,15% у образца H.off. (Германия, C. S. & Co) до 0,65% у образца H.off. (Москва, ВИЛАР).
4. В результате многолетних наблюдений прослеживается тенденция к увеличению содержания флавоноидов в годы с более низкими среднесуточными температурами на период уборки.
5. Обнаружено, что у шалфея лекарственного сумма полифенолов в целом и флавоноидов в частности возрастала от фазы вегетативного роста к фазе цветения от 5,96 до 7,43% и от 2,52 до 2,95% соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Марахова А.И., Федоровский Н.Н., Сорокина А.А., Галько М.Н.* Определение флавоноидов в траве и лекарственных формах тимьяна ползучего // Фармация. 2013. № 5. С. 14–17.
2. *Гринева М.В.* Интродукционные исследования котовника кошачьего *Nepeta cataria* L. и эльсгольции реснитчатой *Elsholtzia ciliata* (Lep) (Garcke) в Московской области: Дисс. … канд. биол. наук. М.: ВИЛАР. 2007. 103 с.
3. *L.H. Yao, Jiang Y.M., Shi J., Tomas-Barberan F.A., Datta N., Singanusong R., Chen S.S.* Flavonoids in food and their health benefits // Plant Foods for Human Nutrition. 2004. V. 59. №. 3. P. 113–122.

4. *Макаренко О.А., Левицкий А.П.* Физиологические функции флавоноидов в растениях. // Физиология и биохимия культурных растений. 2013. Т. 45. № 2. С. 100–112.
5. *Agati G., Azzarello E., Pollastri S., and Tattini M.* Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance // Plant Science. 2012. V. 196. P. 67–76.
6. *Okach D.O., Nyunja A.R.O., Opande G.* Phytochemical screening of some wild plants from Lamiaceae and their role in traditional medicine in Uriri District – Kenya // International Journal of Herbal Medicine 2013. V. 1, № 5. P. 135–143.
7. *Patora J., Klimek B.* Flavonoids from lemon balm (*Melissa officinalis* L., Lamiaceae) // Acta Pol. Pharm. 2002. V. 59. № 2. P. 139–143.
8. *Cook N.C., Samman S.* Flavonoids – chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources // J. Nutrit. Boichem. 1996. V. 7. № 2. P. 66–76.
9. *Rice-Evans C.A., Miller N.J.* Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food // Biochem. Soc. Trans. 1996. V. 24. № 3. P. 790–795.
10. *Sanda Vladimir-Knežević, Biljana Blažeković, Marija Kindl, Jelena Vladić, Agnieszka D. Lower-Nedza and Adelheid H. Brantner.* Acetylcholinesterase Inhibitory, Antioxidant and Phytochemical Properties of Selected Medicinal Plants of the Lamiaceae Family // Molecules. 2014. № 19. P. 767–782.
11. *Ломбоева С.С., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н.* Динамика накопления флавоноидов в надземной части ортилии однобокой (*Orthilia secunda* (L.) House) // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С. 83–88.
12. *Atanassova M., Georgieva S., Ivancheva K.* Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs // Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. 2011. V. 46. № 1. P. 81–88.
13. *Василенко Е.А.* Фармакогностическое изучение будры плющевидной (*Glechoma hederacea* L., сем. Lamiaceae): Дисс. … канд. фарм. наук. Пятигорск. 2014. 174 с.
14. *Полехина Н.Н.* Динамика накопления флавоноидов в онтогенезе районированных в Орловской области сортах гречихи посевной (*Fagopyrum esculentum* Moench.): Дисс. канд. Орёл, 2013. 26 с.
15. *Тутельян В.А., Эллер К.И.* Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи. М.: Династия. 2010. 160 с.
16. *Маланкина Е.Л., Кузнецова Л.В., Козловская Л.Н., Комарова Е.Л., Евграфов А.А.* Использование декоративных сортов календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) в качестве источника лекарственного растительного сырья в условиях Нечернозёмной зоны России // Известия ТСХА. 2011. Вып. 5. С. 106–110.
17. *Калиниченко Л.В., Маланкина Е.Л., Козловская Л.Н.* Сравнительная оценка продуктивности иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) в зависимости от сорта и происхождения // Известия ТСХА. 2013. № 5. С. 174–176.
18. *Машурчак Н.В.* Влияние условий произрастания на накопление флавоноидов в природных и экспериментальных популяциях цмина песчаного (*Helichrysum arenarium* (L.) Moench) в Саратовской области: Дисс. … канд. Саратов. 2010. 19 с.
19. *Федураев П.В., Чупахина Г.Н., Скрыпник Л.Н.* Сравнительный анализ активности накопления биофлавоноидов клевером луговым в Калининградской области // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. 2011. Вып. 1. С. 3–68.
20. *Steiner A.M.* Der Einfluss der Lichtintensität auf Akkumulation einzelner Anthocyane in isolierten Petalen von Petunia hybrida // Zeitschrift Pflanzenphysiologie. 1972. Bd. 68. № 3. S. 266–271.
21. *Хлебцова Е.Б., Сережникова Т.К., Турченков С.С., Сорокина А.А., Боков Д.О.* Фитохимический анализ травы лофанта анисового // Фармация. 2016. №3. С. 13–15.

Поступила 11 апреля 2017 г.

MEDICINAL PLANTS OF THE *LAMIACEAE* FAMILY AS FLAVONOIDS SOURCES

© Authors, 2018

E.L. Malankina
Dr.Sc. (Agricul.), Professor, All-Russian Scientific Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants (Moscow)
E-mail: gandurina@mail.ru
E.N. Tkacheva
Post-graduate Student, Faculty of Horticulture and Landscape Architecture,
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
E-mail: gandurina@mail.ru
L.N. Kozlovskaya
Ph.D. (Biol.), Associate Professor, Department of Botany, Breeding and Seed Breeding of Horticultural Crops,
Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy
E-mail: lkozlovska@mail.ru

The article presents the results of studies about flavonoids accumulation in raw material of some medicinal plants species of the *Lamiaceae* family and were identified factors influencing on their content. It was revealed significant interspecific differences in flavonoids content within the *Lamiaceae* family.

Flavonoids are biologically active substances related with auxin synthesis and activity in plant. It is the regulators of auxin-metabolism, they prevent fat oxidation and ensure the stability of the vitamins in plants. In the last decades the especial interest are

the antioxidant effects of flavonoids, their ability to destroy free radicals and remove from the human body. However, now in the scientific literature the results about flavonoids content in medicinal plants of *Lamiaceae* family had been studied insufficiently.

In this regard, the aim of our work to identify species of the *Lamiaceae* family with the highest flavonoids content, and to study the influence of various factors on their content in plants.

As research objects, we have taken common medicinal and spicy-flavoring plants, successfully grown in non-Chernozem zone of Russia: the common hyssop (*Hyssopus officinalis* L.), lemon balm (*Melissa officinalis* L.), lofant anise (*Agastache foeniculum* (Pursh.) O. Kuntze), Moldavian dragonhead (genus *Dracocephalum moldavica* L.), creeping thyme (*Thymus sepillum* L.) and thyme (*Th. vulgaris* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.). For hyssopus officinalis and thymus vulgaris species were taken several varieties of different geographical origin.

The study was conducted in the period from 2010 to 2016, the definition of flavonoids content was carried out in dry raw materials by spectrophotometry after reaction with aluminum chloride. The flavonoids content in raw materials were fluctuated significantly by year depending on weather conditions and the phase of development. Also were revealed significant interspecific and intraspecific differences in the flavonoids content for the populations of different geographical origin. The dynamic of flavonoids accumulation allows to optimize the harvesting of medicinal plants. We established that the greatest scientific and practical interest have oregano and lofant anise, in which the flavonoids content were moreover 2.5%, this is consistent with data of other authors.

Key words*: flavonoids, Lamiaceae, Hyssopus officinalis, Melissa officinalis, Agastache foeniculum, Origanum vulgare.*

REFERENCES

1. Marahova A.I., Fedorovskij N.N., Sorokina A.A., Gal'ko M.N. Opredelenie flavonoidov v trave i lekarstvennyh formah tim'jana polzuchego // Pharmacy. 2013. № 5. S. 14–17.
2. Grineva M.V. Introdukcionnye issledovanija kotovnika koshach'ego Nepeta cataria L. i jel'sgol'cii resnitchatoj Elsholtzia ciliata (Lep) (Garcke) v Moskovskoj oblasti: Diss. … kand. biol. nauk. M.: VILAR. 2007. 103 s.
3. L.H. Yao, Jiang Y.M., Shi J., Tomas-Barberan F.A., Datta N., Singanusong R., Chen S.S. Flavonoids in food and their health benefits // Plant Foods for Human Nutrition. 2004. V. 59. №. 3. P. 113–122.
4. Makarenko O.A., Levickij A.P. Fiziologicheskie funk¬cii flavonoidov v rastenijah. // Fiziologija i biohimija kul'turnyh rastenij. 2013. T. 45. № 2. S. 100–112.
5. Agati G., Azzarello E., Pollastri S., and Tattini M. Flavonoids as antioxidants in plants: location and functional significance // Plant Science. 2012. V. 196. P. 67–76.
6. Okach D.O., Nyunja A.R.O., Opande G. Phytochemical screening of some wild plants from Lamiaceae and their role in traditional medicine in Uriri District – Kenya // International Journal of Herbal Medicine 2013. V. 1, № 5. P. 135–143.
7. Patora J., Klimek B. Flavonoids from lemon balm (Melissa officinalis L., Lamiaceae) // Acta Pol. Pharm. 2002. V. 59. № 2. P. 139–143.
8. Cook N.C., Samman S. Flavonoids – chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources // J. Nutrit. Boichem. 1996. V. 7. № 2. P. 66–76.
9. Rice-Evans C.A., Miller N.J. Antioxidant activities of flavonoids as bioactive components of food // Biochem. Soc. Trans. 1996. V. 24. № 3. P. 790–795.
10. Sanda Vladimir-Knežević, Biljana Blažeković, Marija Kindl, Jelena Vladić, Agnieszka D. Lower-Nedza and Adelheid H. Brantner. Acetylcholinesterase Inhibitory, Antioxidant and Phytochemical Properties of Selected Medicinal Plants of the Lamiaceae Family // Molecules. 2014. № 19. P. 767 □782.
11. Lomboeva S.S., Tanhaeva L.M., Olennikov D.N. Dinamika nakoplenija flavonoidov v nadzemnoj chasti ortilii od¬nobokoj (Orthilia secunda (L.) House) // Himija rasti¬tel'nogo syr'ja. 2008. № 3. S. 83–88.
12. Atanassova M., Georgieva S., Ivancheva K. Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs // Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. 2011. V. 46. № 1. P. 81–88.
13. Vasilenko E.A. Farmakognosticheskoe izuchenie budry pljushhevidnoj (Glechoma hederacea L., sem. Lamiaceae): Diss. … kand. farm. nauk. Pjatigorsk. 2014. 174 s.
14. Polehina N.N. Dinamika nakoplenija flavonoidov v on¬togeneze rajonirovannyh v Orlovskoj oblasti sortah grechihi posevnoj (Fagopyrum esculentum Moench.): Diss. kand. diss. Orjol, 2013. 26 s.
15. Tutel'jan V.A., Jeller K.I. Metody analiza minornyh biologicheski aktivnyh veshhestv pishhi. M.: Dinastija. 2010. 160 s.
16. Malankina E.L., Kuznecova L.V., Kozlovskaja L.N., Koma¬rova E.L., Evgrafov A.A. Ispol'zovanie dekorativnyh sortov kalenduly lekarstvennoj (Calendula officinalis L.) v kachestve istochnika lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ja v uslovijah Nechernozjomnoj zony Rossii // Izvestija TSHA. 2011. Vyp. 5. S. 106–110.
17. Kalinichenko L.V., Malankina E.L., Kozlovskaja L.N. Sravnitel'naja ocenka produktivnosti issopa lekarst¬vennogo (Hyssopus officinalis L.) v zavisimosti ot sorta i proishozhdenija.// Izvestija TSHA. 2013. № 5. S. 174–176.
18. Mashurchak N.V. Vlijanie uslovij proizrastanija na nakoplenie flavonoidov v prirodnyh i jeksperimental'¬nyh populjacijah cmina peschanogo (Helichrysum arenarium (L.) Moench) v Saratovskoj oblasti: Diss. … kand. diss. Saratov. 2010. 19 s.
19. Feduraev P.V., Chupahina G.N., Skrypnik L.N. Sravnitel'nyj analiz aktivnosti nakoplenija bioflavonoidov kleverom lugovym v Kaliningradskoj oblasti // Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo universiteta im. I. Kanta. 2011. Vyp. 1. S. 3–68.
20. Steiner A.M. Der Einfluss der Lichtintensität auf Akkumulation einzelner Anthocyane in isolierten Petalen von Petunia hybrida // Zeitschrift Pflanzenphysiologie. 1972. Bd. 68. № 3. S. 266–271.
21. Hlebcova E.B., Serezhnikova T.K., Turchenkov S.S., Sorokina A.A., Bokov D.O. Fitohimicheskij analiz travy lofanta anisovogo// Pharmacy. 2016. №3. P. 13–15.