

Ольга Михайловна Савченко^{1✉}, Елизавета Александровна Федорова²

^{1,2}Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия

¹savchenko@vilarnii.ru

²bot.gard.vilar@yandex.ru

МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БУКВИЦЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (*BETONICA OFFICINALIS* L.) В УСЛОВИЯХ СЕВООБОРОТА ОПЫТНОГО ПОЛЯ ВИЛАР

В условиях агроценоза Нечерноземной зоны буквица лекарственная начинает отрастать вскоре после таяния снега, отличается продолжительным цветением (25–27 суток). Буквица лекарственная проходит все фенологические фазы развития (весеннее отрастание, бутонизация, цветение, плодоношение, отмирание надземной части). Впервые проведен микроморфологический анализ эпидермы листовой пластинки буквицы лекарственной, выращенной в условиях полевого севооборота. На верхней эпидерме железки встречаются очень редко, они имеют 4 выделительных клетки и расположены преимущественно в средней части листа ближе к центральной жилке. На адаксиальной стороне листьев количество устьиц на 1 мм² составляет 254,79±17,31 штук. Клеточные стенки имеют продолговато-округлую форму. На абаксиальной стороне листа клеточные стенки имеют извилистую форму. Количество устьиц на 1 мм² 560,51±34,18 штук. Длина трихомов на адаксиальной стороне листа 394,83±40,21 мкм. Плотность их распределения на верхней эпидерме выше, чем на нижней, и составляет 343,76±13,71 мкм. На абаксиальной стороне листа располагаются более крупные устьица и эфиромасличные железки. Диаметр железок на нижней эпидерме равен 51,27±48,23 мкм, а их число – 114,64±10,35 шт/мм². Изменчивость изученных структурных элементов эпидермиса листа варьирует: низкая (количество основных клеток эпидермы, число устьиц на обеих сторонах листа и их размеры); средняя (количество железистых трихом и железок на абаксиальной поверхности листовой пластинки и их размеры); высокая (количество железистых трихом и железок на адаксиальной поверхности листовой пластинки и их размеры). Полученные результаты можно использовать в дальнейших исследованиях по экологии данного вида.

Ключевые слова: буквица лекарственная, агроценоз, фенологические фазы, эпидерма, трихомы, устьица

Для цитирования: Савченко О.М., Федорова Е.А. Микроморфологические и биологические особенности буквицы лекарственной (*Betonica officinalis* L.) в условиях севооборота опытного поля ВИЛАР // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4. С. 17–23. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-17-23.

Благодарности: авторы выражают особую благодарность Е.А. Мотиной, старшему научному сотруднику, куратору фармакопейного участка Ботанического сада ФГБНУ ВИЛАР в 2006-2019 гг. и Н.Ю. Гудковой, куратору участка флоры Крыма и Кавказа за помощь в определении вида исследуемого растения. Авторы не имеют конфликта интересов. Работа выполнена в рамках темы НИР «Научное формирование, сохранение и изучение биокolleкций генофонда различного направления с целью создания новых лекарственных средств и оздоровления среды обитания человека» (FNSZ -2019-0008).

Olga Mikhailovna Savchenko^{1✉}, Elizaveta Aleksandrovna Fedorova²^{1,2}All-Russian Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia¹savchenko@vilarnii.ru²bot.gard.vilar@yandex.ru**MICROMORPHOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES OF THE *BETONICA OFFICINALIS* L. UNDER THE CROP ROTATION CONDITIONS OF THE EXPERIMENTAL FIELD VILAR**

In the conditions of the agrocenosis of the Non-Chernozem zone, the *Betonica officinalis* begins to grow soon after the snow melts, it is distinguished by long flowering (25–27 days). The *Betonica officinalis* goes through all the phenological phases of development (spring regrowth, budding, flowering, fruiting, death of the aerial part). For the first time, a micromorphological analysis of the epidermis of the leaf blade of the *Betonica officinalis* grown under field crop rotation was carried out. On the upper epidermis, the glands are very rare, they have 4 secretory cells and are located mainly in the middle part of the leaf closer to the central vein. On the adaxial side of the leaves, the number of stomata per 1 mm² is 254.79±17.31. The cell walls are oblong-rounded. On the abaxial side of the leaf, the cell walls have a sinuous shape. The number of stomata per 1 mm² is 560.51±34.18 pieces. The length of trichomes on the adaxial side of the leaf is 394.83±40.21 µm. The density of their distribution on the upper epidermis is higher than on the lower one and is 343.76±13.71 µm. On the abaxial side of the leaf are larger stomata and essential oil glands. The diameter of the glands on the lower epidermis is 51.27±48.23 µm, and their number is 114.64±10.35 pieces/mm². The variability of the studied structural elements of the leaf epidermis varies: low (the number of basic epidermal cells, the number of stomata on both sides of the leaf and their size); medium (the number of glandular trichomes and glands on the abaxial surface of the leaf blade and their sizes); high (the number of glandular trichomes and glands on the adaxial surface of the leaf blade and their size). The results obtained can be used in further studies on the ecology of this species.

Keywords: *Betonica officinalis*; agrocenosis; phenological phases; epidermis; trichomes; stomata

For citation: Savchenko O.M., Fedorova E.A. Micro-morphological and biological features of the *Betonica officinalis* L. under the crop rotation conditions of the experimental field VILAR // Bulliten KrasSAU. 2022;(4): 17–23. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-4-17-23.

Acknowledgments: the authors express special gratitude to E.A. Motina, senior researcher, curator of the pharmacopoeial section of the Botanical Garden of the Federal State Budgetary Scientific Institution VILAR in 2006–2019 and N.Yu. Gudkova, curator of the Crimean and Caucasian Flora Section, for help in determining the species of the studied plant. The authors have no conflict of interest. The work has been carried out within the framework of the research theme “Scientific formation, preservation and study of biocollections of the gene pool of various directions in order to create new medicines and improve the human environment” (FNSZ -2019-0008).

Введение. Буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.), или чистец лекарственный (*Stachys officinalis* (L.) Trevir.), – вид рода Буквица (*Betonica*), семейство Яснотковые [1].

Растение высотой до 100 см. Листья супротивные, черешчатые, продолговато-яйцевидные, с городчатым краем, опушенные с обеих сторон. У прикорневых листьев длинные черешки. Цветки крупные, обоеполые, собраны в сидячие в пазухах верхних листьев полумутовки; на конце стебля соцветия колосовидные. Венчик светло-пурпуровый. Плод состоит из четырех продолговатых, трехгранных, гладких бурых односемянных орешков (эремов). Плоды в Нечерноземной зоне созревают в июле–октябре [2, 3].

Н.В. Портнягиной с соавторами (2010, 2011) описаны результаты изучения биологии развития *Betonica officinalis* L. при ее интродукции в условиях среднетаежной подзоны на территории Республики Коми [2, 3]. Описаны биологические особенности растений буквицы в условиях Крыма [4] и в условиях ботанического сада ММА в Москве [5]. В доступной литературе отсутствуют подробные биоморфологические исследования буквицы, произрастающей в условиях агроценоза в Нечерноземной зоне РФ.

В.В. Артемьевой были исследованы анатомо-диагностические признаки листовой пластинки. Определена форма клеток верхней и нижней эпидермы. Определен тип устьичного аппарата

(диацитный), обнаружены трихомы двух типов и эфирномасличные железки [6]. У растений *Stachys officinalis* (L.) Trevis. subsp. *officinalis* из Италии выявлены пельтатные железки и головчатые трихомы на всей поверхности листьев [7]. Однако количественные и метрические показатели эпидермы не были описаны.

Цель исследования – изучение фенологии, анатомических особенностей листьев буквицы лекарственной *Betonica officinalis* L. в условиях севооборота опытного поля ВИЛАР.

Материалы и методы. Объектом исследования являлись многолетние растения буквицы из биокolleкции ФГБНУ ВИЛАР (Москва), произрастающие на опытном поле.

Растения высажены рассадой в 2016 г. по схеме 30×60 см. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми среднеподзоленными пылеватыми суглинками, пахотный горизонт мощностью 22–23 см. По гранулометрическому составу почва пахотного слоя тяжелая суглинистая, гумус (по Тюрину) – 2,23 %, pH солевой – 5,15.

Фенологические и микроморфологические исследования проводили по общепринятым методикам [8–10] с помощью светового микроскопа ЛОМО МИКМЕД-1, фотографировали камерой 14,0 Мп USB 2.0 C-Mount. Выборка составляла 10 измерений, статистическая обработка (среднее значение, его ошибка, коэффициент вариации) выполнена в программе MS Excel [11].

Погодные условия во время прохождения растениями основных фенологических фаз уточняли на интернет-ресурсе «Погода и климат» для Москвы и Московской области [12].

Результаты и их обсуждение. Начало отрастания буквицы лекарственной обычно приходится на конец первой – второй декады апреля, до этого времени наблюдаются только перезимовавшие листья. Начало весеннего отрастания буквицы лекарственной происходит после перехода среднесуточной температуры через отметку 0 °С и таяния снега. В марте 2020 г. отмечалось раннее отрастание (11 марта) в связи с повышением среднесуточной температуры. Этому также способствовали малоснежные и теплые зимние месяцы (табл. 1).

Таблица 1

Фенологические наблюдения за *Betonica officinalis*, 2017–2020 гг.

Год	Весеннее отрастание	Бутонизация		Цветение			Созревание плодов
		Начало	Масс.	Начало	Масс.	Конец	
2017	11.04	17.06	27.06	04.07	08.07	29.07	30.08
2018	20.04	16.06	22.06	27.06	02.07	22.07	26.08
2019	19.04	18.06	24.06	28.06	03.07	25.07	02.09
2020	11.03	17.06	22.06	27.06	03.07	24.07	30.08

Наиболее поздняя дата начала отрастания отмечена в 2018 г.: 20 апреля. Средняя температура марта была отрицательной, однако в апреле температура воздуха превысила среднюю на 1,1 °С. Начало бутонизации происходит в среднем во второй декаде июня, массовая бутонизация – в третьей декаде июня. Продолжительность бутонизации до начала цветения составляет 10–17 суток. Массовое цветение начинается в конце третьей декады июня – в начале первой декады июля. Продолжительность цветения в зависимости от условий увлажнения и температуры воздуха в течение фенологической фазы составляет от 25 до 27 суток (см. табл. 1). Начало созревания плодов обычно отмечается в конце августа. Конец вегетации в среднем по годам наступает в I–II декаде ноября, после перехода среднесуточных температур

через 0 °С в сторону понижения. Самосев не образуется. В условиях агроценоза изменение погодных условий не оказывает значительного влияния на наступление основных фенологических фаз (кроме отрастания).

В природных популяциях (в зоне средней тайги) буквица достигает высоты до 1 м [2, 3], в то время как в условиях полевого севооборота высота растений буквицы не превышает 78–80 см. Это может быть связано с достаточной освещенностью места выращивания (растениям не нужно конкурировать) либо с почвенно-климатическими условиями места произрастания. Растения представляют собой плотный куст с 4–5 монокарпическими побегами. Средняя урожайность эремов по годам отличается незначительно, так же как и масса 1000 шт. (табл. 2).

Таблица 2

**Высота и количество побегов у растений буквицы, урожайность
и посевные качества эремов в 2017–2020 гг.**

Год	Высота побегов, см	C _v , %	Кол-во побегов, шт.	C _v , %	Масса эремов, г/м ²	Масса 1000 шт., г
2017	80,00±6,2	19,0	4,8±0,4	31,1	43,30±4,18	1,18±0,06
2018	78,50±5,8	14,2	4,5±0,4	30,0	44,87±2,93	1,22±0,04
2019	79,20±5,8	12,7	5,1±0,7	35,4	44,63±3,20	1,18±0,04
2020	78,65±6,0	17,4	4,0±0,6	38,1	43,72±2,28	1,16±0,04

Клетки верхней эпидермы имеют слабоизвилистые стенки, клетки нижней эпидермы – неправильной формы, с глубоко извилистыми стенками. Устьица располагаются на верхней и нижней эпидерме. На нижней стороне устьиц значительно больше. В паренхиме верхней и нижней эпидермы заметны многочисленные хлоропласты. Эпидерма густо покрыта многоклеточными (3–4-клеточными) волосками, имеющими 4 ба-

зальные клетки. На нижней эпидерме встречаются круглой формы эфирно-масличные железки с 8 выделительными клетками, реже встречаются железки с 4 выделительными клетками. На верхней эпидерме железки встречаются очень редко, они имеют 4 выделительных клетки и расположены преимущественно в средней части листа ближе к центральной жилке (табл. 3, рис.).

Таблица 3

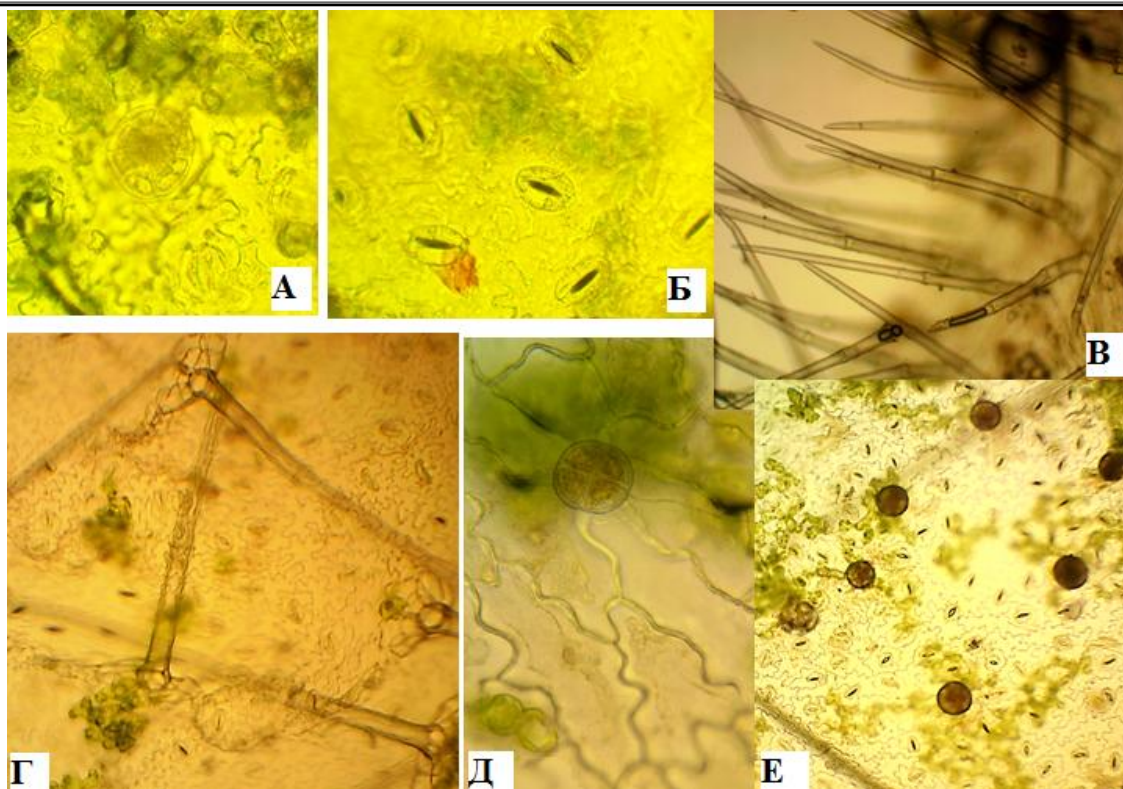
Морфометрическая характеристика эпидермы листа *Betonica officinalis*

Показатель	Сторона листа			
	Верхняя	C _v , %	Нижняя	C _v , %
Количество клеток, шт/мм ²	864,33±37,02	12,70	1426,75±97,57	11,00
Количество устьиц, шт/мм ²	254,79±17,31	15,98	560,51±34,18	11,77
Устьичный индекс, %	22,76		28,20	
Длина устьиц, мкм	21,61±1,98	8,24	30,72±3,38	6,00
Ширина устьиц, мкм	20,44±1,77	13,29	26,68±2,65	12,60
Количество трихомов, шт/мм ²	343,76±13,71	40,29	216,55±20,93	31,90
Длина трихомов, мкм	394,83±40,21	44,80	513,67±51,39	38,23
Количество железок, шт/мм ²	12,73±1,65	66,15	114,64±10,35	29,50
Размер железок, мкм	34,59±30,11	42,71	51,27±48,23	28,30

На адаксиальной стороне листьев размер устьиц составляет в длину 21,61±1,98 мкм, в ширину 20,44±1,77 мкм. Клеточные стенки имеют продолговато-округлую форму. Количество устьиц на 1 мм² составляет 254,79±17,31 штук. На абаксиальной стороне листа клеточные стенки имеют извилистую форму. Размер устьиц составляет в длину 38,22±2,19 мкм, в ширину 26,68±2,65 мкм. Количество устьиц на 1 мм²

560,51±34,18 штук. На верхней эпидерме устьица имеют более округлую форму, на нижней эпидерме – более вытянутую (табл. 3).

Длина трихомов на адаксиальной стороне листа 394,83±40,21 мкм. Плотность их распределения на верхней эпидерме выше, чем на нижней, и составляет 343,76±13,71 мкм. На нижней эпидерме количество трихомов составляет 216,55±20,93 мкм (табл. 2, рис., В и Г).



Эпидерма буквицы лекарственной:

А – железка 8-клеточная на нижней эпидерме (увеличение 400×); Б – устьица (увеличение 400×); В – многоклеточные трихомы на верхней эпидерме (увеличение 100×); Г – основание трихомов на верхней эпидерме (увеличение 100×); Д – железка 4-клеточная на верхней эпидерме (увеличение 400×); Е – устьица и железки на нижней эпидерме (увеличение 100×)

На абаксиальной стороне листа располагаются более крупные устьица и эфиромасличные железки. Диаметр железок на нижней эпидерме равен $51,27 \pm 48,23$ мкм, а их число – $114,64 \pm 10,35$ шт/мм².

Количественные показатели клеток и устьиц (а также их длина и ширина) на 1 мм² на обеих сторонах листовой пластинки буквицы лекарственной маловариабельны. Средне варьируют на нижней стороне листовой пластинки буквицы количественные показатели трихомов и железок, длина трихомов и диаметр, количественные показатели и размер железок. Довольно значительна вариабельность количества конусовидных трихомов и железок верхней эпидермы, а также их метрологические показатели.

Заключение. В условиях севооборота опытного поля ВИЛАР Нечерноземной зоны буквица лекарственная начинает отрастать вскоре после таяния снега, отличается продолжительным цветением (25–27 суток). Буквица лекарственная проходит все фенологические фазы развития (весеннее отрастание, бутонизация, цветение, плодоношение, отмирание надземной части).

Изменчивость изученных структурных элементов эпидермиса листа варьирует: низкая (количество основных клеток эпидермиса, число устьиц на обеих сторонах листа и их размеры); средняя (количество железистых трихом и железок на абаксиальной поверхности листовой пластинки и их размеры); высокая (количество железистых трихом и железок на адаксиальной поверхности листовой пластинки и их размеры). Полученные результаты можно использовать в дальнейших исследованиях по экологии данного вида.

Список источников

1. The Plant List (TPL). URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-195388> (дата обращения: 30.08.2021).
2. Портнягина Н.В., Пунегов В.В., Зайнуллина К.С. Буквица лекарственная в культуре на Севере // Вестник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2010. № 9. С. 8–11.
3. Портнягина Н.В., Пунегов В.В., Зайнуллина К.С. и др. Биология развития, содержа-

- ние и состав эфирного масла *Betonica officinalis* (Lamiaceae) в условиях интродукции (Республика Коми) // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47. № 4. С. 42–49.
4. Логвиненко Л.А. Буквица лекарственная *Betonica officinalis* L. // Растения Крыма: прелестные соседи. Сер. Природная кладовая Крыма. Симферополь, 2016. С. 207–208.
 5. Боков Д.О., Морохина С.Л., Луферов А.Н. Лекарственные растения семейства Яснотковых (Lamiaceae Lindl.) в ботаническом саду Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. // Лекарственное растениеводство: от опыта прошлого к современным технологиям: мат-лы второй междунар. науч.-практ. интернет-конф. Полтава, 2013. С. 29–34. URL: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/1239/5bokovmorohinalufarev.pdf>.
 6. Артемьева В.В. Лекарственное сырье *Betonica officinalis* L. – источник биологически активных соединений // Фармацевтическая ботаника: современность и перспективы: мат-лы III междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Самарского гос. мед. ун-та // под ред. В.А. Куркина. Самара, 2018. С. 59–63.
 7. Giuliani C., Pellegrino R.M., Selvaggi R., Tani C., Tirillini B., Bini L.M. Secretory structures and essential oil composition in *Stachys officinalis* (L.) Trevisan subsp. *officinalis* (Lamiaceae) from Italy. P. 1006–1013. Received 11 Sep 2016. Accepted 27 Oct 2016. Published online: 08 Dec 2016. DOI: 10.1080/14786419.2016.1261347.
 8. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами // Лекарственное растениеводство: обзор. информ. 1981. № 1. 55 с.
 9. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений в растительных сообществах: метод. указания. Новосибирск: Наука, 1974. 154 с.
 10. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. и др. Справочник по ботанической микро-технике. Основы и методы. М.: Изд-во МГУ, 2004. 312 с.
 11. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
 12. Климатический монитор г. Москвы. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27612> (дата обращения: 10.09.2021).

References

1. The Plant List (TPL). URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-195388> (data obrasheniya: 30.08.2021).
2. Portnyagina N.V., Punegov V.V., Zajnullina K.S. Bukvica lekarstvennaya v kul'ture na Severe // Vestnik Instituta biologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN. 2010. № 9. S. 8–11.
3. Portnyagina N.V., Punegov V.V., Zajnullina K.S. i dr. Biologiya razvitiya, sodержanie i sostav `efirnogo masla *Betonica officinalis* (Lamiaceae) v usloviyah introdukcii (Respublika Komi) // Rastitel'nye resursy. 2011. T. 47. № 4. S. 42–49.
4. Logvinenko L.A. Bukvica lekarstvennaya *Betonica officinalis* L. // Rasteniya Kryma: prelestnye sosedi. Ser. Prirodnaya kladovaya Kryma. Simferopol', 2016. S. 207–208.
5. Bokov D.O., Morohina S.L., Luferov A.N. Lekarstvennye rasteniya semejstva Yasnotkovyh (Lamiaceae Lindl.) v botanicheskom sadu Per-vogo Moskovskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta imeni I.M. Sechenova. // Lekarstvennoe rastenievodstvo: ot opyta proshlogo k sovremennym tehnologiyam: mat-ly vtoroj mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. Poltava, 2013. S. 29–34. URL: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/1239/5boko vmorohinalufarev.pdf>.
6. Artem'eva V.V. Lekarstvennoe syr'e *Betonica officinalis* L. – istochnik biologicheskii aktivnykh soedinenij // Farmaceuticheskaya botanika: sovremennost' i perspektivy: mat-ly III mezhvuzov. nauch.-prakt. konf., posvyasch. 100-letiyu Samarskogo gos. med. un-ta // pod red. V.A. Kurkina. Samara, 2018. S. 59–63.
7. Giuliani C., Pellegrino R.M., Selvaggi R., Tani C., Tirillini B., Bini L.M. Secretory structures and essential oil composition in *Stachys officinalis* (L.) Trevisan subsp. *officinalis* (Lamiaceae) from Italy. P. 1006–1013. Received 11 Sep 2016. Accepted 27 Oct 2016. Published online: 08 Dec 2016. DOI: 10.1080/14786419.2016.1261347.
8. Provedenie polevykh opytov s lekarstvennymi kul'turami // Lekarstvennoe rastenievodstvo: obzor. inform. 1981. № 1. 55 s.

9. *Bejdeman I.N.* Metodika izucheniya fenologii rastenij v rastitel'nyh soobshchestvah: metod. ukazaniya. Novosibirsk: Nauka, 1974. 154 s.
10. *Barykina R.P., Veselova T.D., Devyatov A.G.* i dr. Spravochnik po botanicheskoj mikrotehnike. Osnovy i metody. M.: Izd-vo MGU, 2004. 312 s.
11. *Zajcev G.N.* Metodika biometricheskikh raschetov. Matematicheskaya statistika v `eksperimental'noj botanike. M.: Nauka, 1973. 256 s.
12. Klimaticheskij monitor g. Moskvy. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=27612> (data obrascheniya: 10.09.2021).

Статья принята к публикации 13.12.2021 / The article accepted for publication 13.12.2021.

Информация об авторах:

Ольга Михайловна Савченко, ведущий научный сотрудник лаборатории агробиологии, кандидат сельскохозяйственных наук

Елизавета Александровна Федорова, ведущий научный сотрудник лаборатории Ботанического сада, кандидат биологических наук

Information about the authors:

Olga Mikhailovna Savchenko, Leading Researcher, Laboratory of Agrobiology, Candidate of Agricultural Sciences

Elizaveta Aleksandrovna Fedorova, Leading Researcher, Botanical Garden Laboratory, Candidate of Biological Sciences

