

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *MONARDA FISTULOSA* L., ВЫРАЩЕННОЙ В КРЫМУ

О.А. Пехова, Л.А. Тимашева, И.Л. Данилова, И.В. Белова

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма», Симферополь, Республика Крым, Россия

E-mail: isocrimea@gmail.com

Для цитирования: Метаболические особенности *Monarda fistulosa* L., выращенной в Крыму / О.А. Пехова, Л.А. Тимашева, И.Л. Данилова, И.В. Белова // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2025. – № 1(74). – С. 74–81. – DOI 10.31677/2072-6724-2025-74-1-74-81.

Ключевые слова: *Monarda fistulosa* L., сырье, эфирное масло, биологически активные вещества, срок хранения.

Реферат. Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) является широко востребованным эфиромасличным растением, содержащим целый ряд биологически активных веществ. Цель исследований – изучить метаболические изменения в растениях *M. fistulosa* в процессе вегетации и хранения. Характеристики сырья монарды по содержанию разных видов биологически активных веществ, в том числе эфирного масла, определяли по общепринятым методикам. В результате проведенных исследований установлены особенности накопления эфирного масла, экстрактивных веществ, общих фенольных соединений, фенолкарбоновых кислот, флавоноидов и дубильных веществ в процессе вегетации *M. fistulosa*. Основными маслосинтезирующими органами растений монарды были листья и соцветия. Наибольшее количество эфирного масла содержалось в соцветиях – 3,12 % на абсолютно сухую массу, которые преобладали во фракционном составе сырья (60,3 %). В фазу массового цветения *M. fistulosa* синтезировалось максимальное количество эфирного масла (2,97 %) с доминантным компонентом тимолом (66,22 %). Эта фаза является оптимальной для уборки растений в качестве эфиромасличного сырья. Оптимальным сроком уборки растений *M. fistulosa* в качестве лекарственного сырья являются фаза отрастания и фаза «бутонизации–начала цветения», в которые накапливается наибольшее количество экстрактивных веществ и фенольных соединений. Показано, что хранить воздушно сухое сырье монарды можно не более двух лет. Впервые изучены фитохимические особенности растений *M. fistulosa*, выращенных в Крыму (предгорная зона), с целью применения их в качестве эфиромасличного и лекарственного сырья.

METABOLIC CHARACTERISTICS OF *MONARDA FISTULOSA* L., GROWN IN CRIMEA

O.A. Pekhova, L.A. Timasheva, I.L. Danilova, I.V. Belova

Federal State Budgetary Institution of Science “Research Institute of Agriculture of Crimea”, Simferopol, Republic of Crimea, Russia

E-mail: isocrimea@gmail.com

Keywords: *Monarda fistulosa* L., raw materials, essential oil, biologically active substances, storage period.

Abstract. Currently, wild bergamot or bee balm (*Monarda fistulosa* L.) is a popular essential oil plant containing a wide range of biologically active substances. The purpose of the research was to study the content of biologically active substances in *M. fistulosa* grown in the foothill zone of Crimea, depending on the vegetation phase. Qualitative and quantitative characteristics of freshly harvested and air-dried raw materials, in terms of the content of different types of biologically active substances, including essential oil, were determined according to generally accepted methods. As a result of the conducted research, the features of the accumulation of essential oil, extractives, common phenolic compounds, phenolic carboxylic acids, flavonoids and tannins during the vegetation of *M. fistulosa* have been established. We found that the main oil-synthesizing organs of bee balm are leaves and inflorescences. The largest amount of essential oil (3.12 % in terms of absolutely dry weight) was obtained from inflorescences; in the fractional composition of raw materials, they amounted to 60.3 %. The maximum amount of essential oil with thymol as the dominant component (66.22%) was accumulated in plants during the phase of mass flowering (2.97 %). This phase is optimal for harvesting *M. fistulosa* plants as essential oilseed raw material.

*It was experimentally determined that the greatest amount of extractive substances and phenolic compounds was obtained during the phases of regrowth and bud formation–early flowering. This is an optimal time for harvesting plants as medicinal raw materials. It should be mentioned that air-dried raw materials of *M. fistulosa* can be stored for no more than two years. Phytochemical features of *M. fistulosa* plants grown in the foothill zone of Crimea were studied for the first time in order to use them as essential oil and medicinal raw materials.*

Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) – это травянистый многолетник семейства яснотковых (*Lamiaceae*), родом из Северной Америки, широко культивируется в странах Европы (Испания, Франция, Португалия, Великобритания) и в различных регионах Российской Федерации (Крым, Северный Кавказ, Урал, Сибирь, Ленинградская, Московская и Самарская области, Республика Башкортостан) [1–3].

Растения *M. fistulosa* используются в качестве эфиромасличного (эфирное масло, гидролаты, биоэкстракты); пряно-ароматического (консервирование, приправа к мясным блюдам, ароматизация напитков и чаев) и лекарственного (фармация, народная медицина) сырья [4, 5]. *M. fistulosa* – популярный объект фитодизайна.

По литературным данным фитокомплекс растений *M. fistulosa* содержит различные виды биологически активных веществ: эфирное масло (от 0, 5 до 2,8 % на абсолютно сухую массу), флавоноиды, тритерпеновые кислоты, фенилпропаноиды, смолистые вещества, дубильные вещества, каротиноиды, антоцианы, витамины (С – 4,5 мг %, В₁ – 3,7 мкг % и В₂ – 40 мкг %), макро- и микроэлементы (К, Са, Мн, Fe, Cu, Zn, Sr, Mo, Co) [6, 7].

Растения *M. fistulosa* характеризуются полиморфизмом и полихимизмом с широким диапазоном содержания эфирного масла в сырье и различным его качеством. Рядом исследователей выделены следующие хемотипы: тимольный, карвакрольный, тимольно-карвакрольный, гераниольный [1–3].

Сырье монарды, эфирное масло и экстракты различной природы характеризуются следующими видами биологической активности (бактерицидной, противогрибковой, противовирусной), а также обладают антиоксидантным, противовоспалительным, обезболивающим, противовоскологическим, антидиабетическим и другими действиями [8, 9].

В связи с возросшим интересом к применению растений монарды и продуктов ее переработки (эфирное масло, гидролаты, различные виды экстрактов) в разных сферах увеличилось число исследований фитохимических особенностей этого растения, произрастающего в различных регионах мира и различных почвенно-климати-

ческих условиях, в том числе и в России [9–11]. Исследования растений монарды в Крыму были проведены на южном берегу и в предгорной зоне [3, 12]. Однако вопросы накопления биологически активных веществ (БАВ) в растениях *M. fistulosa* в течение вегетационного периода в разных органах растений не изучались. Изучение этих вопросов дает возможность установить оптимальные сроки уборки сырья эфиромасличного и лекарственного направлений с наибольшим выходом целевых БАВ установленного качества. Исследований по продолжительности хранения высушенного сырья *M. fistulosa* и его влияния на содержание и качество БАВ не проводилось.

Цель исследований – изучить метаболические изменения в растениях *M. fistulosa* в процессе вегетации и хранения. В задачу исследований входило определение содержания эфирного масла и БАВ в надземной части растений по фазам вегетации и органам, а также в процессе хранения воздушно-сухого сырья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2020–2022 гг. в лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма». Объект исследований – свежесрезанные и воздушно-сухие растения *M. fistulosa* (коллекционный образец ЕОА-119), выращенные на экспериментальном участке НИИСХ Крыма в с. Крымская Роза Белогорского района.

M. fistulosa – многолетнее поликарпическое растение с ежегодно отмирающими надземными побегами. В предгорном Крыму растения достигают высоты 90–120 см, листья ланцетные, цветки розовато-лиловые, собраны в головчатые соцветия, цветет в июле-августе. Размножается семенами, делением куста, саженцами и рассадой. Период вегетации растений составляет 173–176 дней.

Общий вид растений *M. fistulosa* представлен на рис. 1.



а

б

Рис. 1. Общий вид растений и сырья *M. fistulosa*: а – фаза массового цветения; б – свежесрезанное сырье
General view of plants and raw materials *M. fistulosa*: а – mass flowering phase; б – freshly cut raw materials

Почвенно-климатические условия выращивания *M. fistulosa* характерные для IV агроклиматического района Крыма [13].

Качество сырья монарды (свежесрезанного и воздушно-сухого) определяли по следующим показателям: влажность – гравиметрическим методом, содержание эфирного масла – методом гидродистилляции; экстрактивных веществ – методом экстрагирования водно-спиртовым раствором; общих фенольных соединений, фенолкарбоновых кислот, флавоноидов и дубильных веществ – титриметрическим методом. Компонентный состав эфирного масла определяли методом газовой хроматографии на приборе Кристалл 2000М. Идентификацию основных компонентов эфирного масла *M. fistulosa* проводили методом нормализации. Содержание БАВ в сырье определяли в трехкратной повторности. Обработка результатов исследований проводилась общепринятыми статистическими методами [14] и пакета программ Microsoft Office Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из литературных источников известно, что содержание различных видов БАВ в сырье *M. fistulosa*, в том числе и химический состав эфирного масла, зависит от географических, почвенно-климатических условий произрастания, хемотипа растений, фенофазы растений, агротехнологии выращивания и способа переработки [2, 9, 10, 15–17].

Поэтому вопросы изучения метаболомики *M. fistulosa*, выращиваемой в предгорной зоне Крыма, являются актуальными. Результаты исследований представлены на рис. 2 (НСР₀₅: целое растение – 0,25; листья – 0,20; соцветия – 0,18).

Установлено, что надземная часть растений *M. fistulosa* состояла из фракций: листья (14,8–41,6 %), стебли (22,3–58,4 %) и соцветия (46,2–60,3 %). По фазам вегетации соотношение фракций было следующим: в фазу отрастания преобладали листья, а в фазу массового цветения их содержание уменьшалось; содержание соцветий достигало максимума в фазу массового цветения.

Нами определено, что содержание эфирного масла в целых растениях в процессе вегетации колебалось в пределах 1,49–2,97 %, увеличивалось начиная с фазы отрастания – 1,49 %, в период массового цветения достигало максимума – 2,97 % и снижалось к концу цветения – 2,29 % (см. рис. 2).

Проведенные исследования показали, что эфирное масло синтезировалось в основном в листьях и соцветиях *M. fistulosa*. Максимальное количество эфирного масла содержалось в соцветиях (3,12 %) в фазу массового цветения, а в листьях (2,45 %) – в фазу «бутонизация–начало цветения». Содержание эфирного масла в стеблях находилось в следовых количествах на протяжении всего периода вегетации. Следовательно, одной из физиологических особенностей растений *M. fistulosa*, выращиваемых в предгорном Крыму, является неравномерность накопления и локализации эфирного масла в вегетативных и генеративных органах.

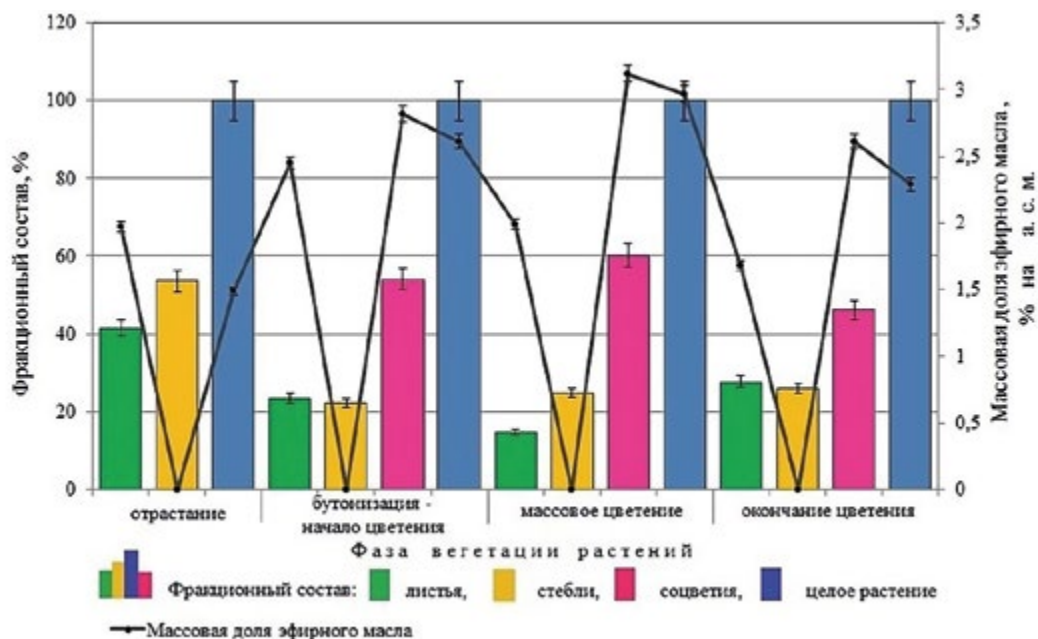


Рис. 2. Содержание эфирного масла в различных органах растений *M. fistulosa* по фазам вегетации (среднее за 2020–2022 гг.)

Content of essential oil in various organs of *M. fistulosa* plants by vegetation phases (average for 2020–2022)

Газохроматографическим методом в эфирном масле *M. fistulosa* было определено 38 компонентов, 20 из них идентифицировано. Эфирное масло содержало следующие группы химических веществ: терпеновые углеводороды – α - и β -пинены, лимонен, камфен, α - и γ -терпинены, β -мирцен, р-цимен, бурбонен, β -фелландрен, гермакрен D; фенолы: тимол, карвакрол; терпеновые спирты: борнеол, линалоол, α – терпинеол, сабиненгидрат;

оксиды – кариофилленоксид; хиноны – тимохинон. Установлено, что преобладающими компонентами эфирного масла были фенолы (тимол и карвакрол), сумма которых достигала максимума в фазу массового цветения – 68,34 %.

Типичная хроматограмма эфирного масла *M. fistulosa*, полученного в фазу массового цветения, представлена на рис. 3.

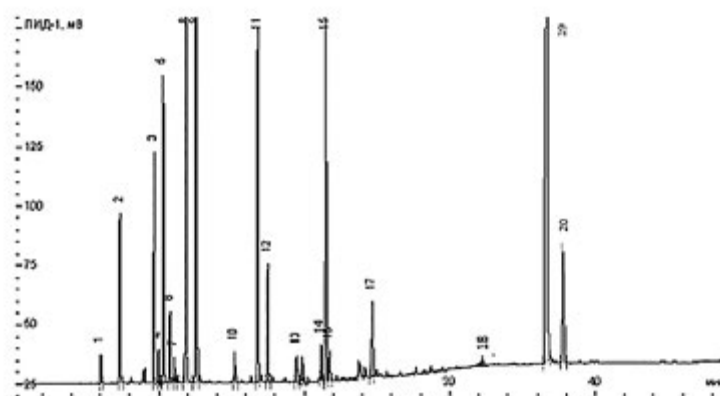


Рис. 3. Типичная хроматограмма эфирного масла *M. fistulosa* на полярной капиллярной колонке в фазу массового цветения, 2022 г.: 1 – α -пинен; 2 – камфен; 3 – β -пинен; 4 – α -терпинен; 5 – лимонен; 6 – β -фелландрен; 7 – γ -терпинен; 8 – р-цимен; 9 – β -мирцен; 10 – сабинен гидрат; 11 – бурбонен; 12 – линалоол; 13 – камфора; 14 – α -терпинеол; 15 – борнеол; 16 – гермакрен D; 17 – кариофилленоксид; 18 – тимохинон; 19 – тимол; 20 – карвакрол

Chromatogram of *M. fistulosa* essential oil on a polar capillary column during the mass flowering phase, 2022

Установлено, что в компонентном составе эфирного масла монарды на протяжении вегетации изменения происходили в пределах метаболитических вилок: тимол и карвакрол, р-цимен и γ-терпинен. Так, в фазу отрастания содержание тимола и карвакрола находилось соответственно на уровне 43,79 и 1,45 %, а в фазу массового цветения содержание тимола увеличивалось до 66,22 %, в фазу окончания цветения содержание тимола уменьшалось до 52,74 %, а карвакрола увеличивалось до 11,77 %. Содержание γ-терпинена было максимальным (24,70 %) в фазу отрастания растений монарды, снижаясь к концу цветения (10,78 %). Содержание р-цимена увеличивалось к концу цветения до 9,19 %.

Изучаемые растения монарды по химическому составу эфирного масла относятся к тимольному хемотипу (содержание тимола от 43,79 до 66,22 %, карвакрола от 1,45 до 11,77 %). Также следует отметить, что в эфирном масле был обнаружен биологически активный компонент тимохинон в количестве от 0,3 до 0,6 % в фазу массового цветения и окончания цветения.

Результаты анализа химического состава эфирного масла *M. fistulosa* показали, что органы растений по фазам вегетации синтезировали одинаковый набор химических соединений в различном количественном соотношении. Так, в фазу отрастания в листьях растений содержание тимола составило 28,62 %, терпеновых углево-

дородов – 52,77 %, а в фазу окончания цветения соответственно 51,49 и 13,37 %.

Полученное нами эфирное масло *M. fistulosa* в фазу отрастания и фазу «бутонизация и начало цветения» по органолептическим показателям представляло собой легкоподвижную прозрачную жидкость желтого цвета с характерным пряным запахом. А эфирное масло, полученное в фазы массового цветения и окончания цветения, приобретало красновато-коричневый цвет и резкий пряный запах, что объясняется содержанием в нем тимохинона и его производных [10]. Физические показатели качества эфирного масла, полученного из сырья в фазу массового цветения методом паровой дистилляции, были следующими: относительная плотность при 20 °С – от 0,895 до 0,919; показатель преломления при 20 °С – от 1,4984 до 1,5018; угол вращения плоскости поляризации света при 20 °С, градус – от минус 2,30 до минус 3,97.

Высушенное сырье *M. fistulosa*, убранное в разные фазы вегетации оценивалось по содержанию различных видов БАВ как лекарственное сырье. Определено, что содержание экстрактивных веществ (70 % водно-спиртовым раствором) в сырье находилось на уровне 21,75–33,67 %.

Содержание фенольных соединений в растениях *M. fistulosa* по фазам вегетации представлено на рис. 4.

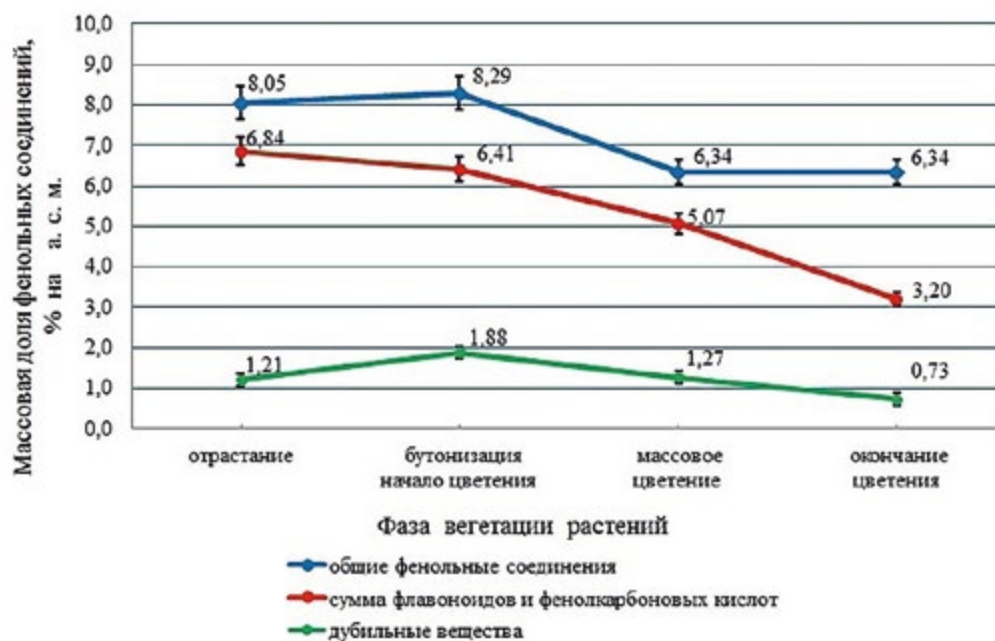


Рис. 4. Содержание фенольных соединений в растениях *M. fistulosa* в течение вегетации, 2020-2022 гг.

Content of phenolic compounds in plants *M. fistulosa* during the growing season, 2020-2022.

Нами установлено, что содержание общих фенольных соединений в растениях в течение их вегетации изменялось в пределах 3,93–8,29 %. Сумма флавоноидов и фенолкарбоновых кислот колебалась от 3,20 до 6,84 %, а дубильных веществ от 0,73 до 1,88 %. Проведенные исследования показали, что наибольшее количество общих фенольных соединений (в том числе флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты) образуется в фазы отрастания и «бутонизация–начало цветения», а дубильных веществ – в фазу «бутонизация–начало цветения».

Для установления оптимального срока хранения воздушно-сухого сырья монарды как лекарственного, образцы его хранили в неизмельченном виде на стеллажах в затемненном помещении при температуре от 20 до 25 °C и при относительной влажности воздуха 70 % в течение 24 мес. Оценка сырья в процессе хранения показала, что в растениях изменялось количество эфирного масла и его химический состав. Содержание эфирного масла снижалось по сравнению с контролем (исходное сырье, заложенное на хранение) – на 41,27 %; при этом уменьшалось количество терпеновых углеводов на 4,80 %, фенола-тимол на 12,64 %, терпеновых спиртов на 0,31 %. Это обусловлено процессами окисления и испарения легколетучих компонентов эфирного масла. Исходя из вышеизложенного следует, что хранить воздушно-сухое сырье монарды более двух лет нецелесообразно.

ВЫВОДЫ

В процессе проведенной работы изучены метаболические особенности *M. fistulosa*, выращенной в предгорном Крыму.

1. Установлена вариабельность содержания эфирного масла и его компонентного состава, а также других видов БАВ в различных органах растений *M. fistulosa* по фазам вегетации. В наших исследованиях листья и соцветия являются маслосинтезирующими органами растений *M. fistulosa*, которые накапливают соответственно 2,45 и 3,12 % эфирного масла. В растениях синтезировалось наибольшее количество эфирного масла характерного качества в фазу массового цветения (2,97 %) с доминирующим компонентом тимолом на уровне 66,22 %. Данный компонент

преобладал в эфирном масле во все фазы вегетации. Следовательно, по результатам наших исследований растения данного коллекционного образца ЕОА-119 *M. fistulosa* можно отнести к тимольному хемотипу. Определено, что содержание в эфирном масле четырех компонентов (тимол и карвакрол, γ -терпинен и *p*-цимен) в сумме составляло 87,15 %. Кроме того, выявлено, что в эфирном масле в фазы массового цветения и окончания цветения растения *M. fistulosa* синтезируют противораковой компонент тимохинон (0,3–0,6 %).

2. В фазы активного роста вегетативных и формирования генеративных органов в растениях монарды отмечен высокий уровень фенольных соединений (8,29 %), а экстрактивных веществ (33,67 %) – в фазу отрастания.

3. В процессе хранения воздушно-сухого сырья *M. fistulosa* в лабораторных условиях в течение двух лет происходили потери эфирного масла на 41,27 % и изменение его компонентного состава: уменьшение содержания терпеновых углеводов, тимол и терпеновых спиртов. Исходя из этого, хранить воздушно-сухое сырье данной культуры более двух лет нецелесообразно.

4. С целью получения эфирного масла и других продуктов переработки *M. fistulosa* в качестве технического сырья необходимо использовать верхнюю облиственную часть годичного прироста растений с соцветиями, убранные в фазу массового цветения. А в качестве лекарственного сырья – источника общих фенольных соединений (фенолкарбоновые кислоты, флавоноиды и дубильные вещества) и экстрактивных веществ – растения *M. fistulosa*, убранные в фазы отрастания и «бутонизация–начало цветения».

5. Проведенные исследования показали, что предгорная зона Крыма наряду с Центральным югобережным районом Крыма является благоприятной для выращивания растений *M. fistulosa*, сырье и эфирное масло которой обладают широким спектром биологической активности и разными сферами применения. Для расширения отечественного рынка технического и лекарственного сырья, на наш взгляд, перспективно выращивание *M. fistulosa* в различных регионах России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Высочина Г.И. Род *Monarda* L. (Lamiaceae): химический состав, биологическая активность и практическое применение (обзор) // Химия в интересах устойчивого развития. – 2020. – Т. 28, № 2. – С. 107–123. – DOI: 10.15372/KhUR2020209.

2. Федотов С.В. Эфирные масла монард видов *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes Ex Lag., их хемотипы и биологическая активность // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2015. – Т. 141. – С. 131–147.
3. Компонентный состав эфирного масла травы *Monarda fistulosa* L. из коллекции Никитского ботанического сада / А.С. Никитина, А.М. Алиев, С.А. Феськов [и др.] // Химия растительного сырья. – 2018. – № 2. – С. 55–62. – DOI: 10.14258/jcprm.2018023295.
4. Цибина А.С., Куркин В.А. Актуальные аспекты фармакогностического исследования травы монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.) // Аспирантский вестник Поволжья. – 2021. – № 5–6. – С. 132–140. – DOI: 10.55531/2072-2354.2021.21.3.132-140.
5. Антимикробные свойства эфирного масла растений рода *Monarda*, культивируемых в Беларуси / Н.А. Коваленко, В.Н. Леонтьев, Г.Н. Супиченко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2021. – № 2. – С. 137–144. – DOI: 10.14258/jcprm.2021027638.
6. Лапина А.С., Куркин В.А. Исследование флавоноидного состава травы монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.) // Аспирантский вестник Поволжья. – 2019. – Т. 19, № 5–6. – С. 135–142. – DOI: 10.17816/2072-2354.2019.19.3.135-142.
7. Essential oils from *Monarda fistulosa*: chemical composition and activation of transient receptor potential A1 (TRPA1) Channels. / M. Ghosh, I. Schepetkin, G. Özek [et al.] // Molecules. – 2020. – Vol. 25, No. 21. – 19 p. – DOI: 10.3390/molecules25214873.
8. A Review on the Pharmacological Activity of *Monarda fistulosa* L. / C. Chung, B. Wahyudi, C. Chelovna [et al.] // Indonesian Journal of Life Sciences. – 2022. – Vol. 04, № 2. – P. 87–107. – DOI: 10.54250/ijls.v4i2.142.
9. Ермошенко И.Г. Химический состав эфирного масла монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.), культивируемой в условиях северо-востока Беларуси // Известия национальной академии наук Беларуси. Сер. биологических наук. – 2023. – Т. 68, № 2. – С. 163–168. – DOI: 10.29235/1029-8940-2023-68-2-163-168.
10. Lawson S., Satyal P., Setzer W. The Volatile Photochemistry of *Monarda* Species Growing in South Alabama // Plants. – 2021. – Vol. 10, № 3. – 13 p. – DOI: 10.3390/plants10030482.
11. Цибина А.С. Фармакогностическое исследование травы монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.): дис. ... канд. фармацевт. наук. – Самара, 2020. – 209 с.
12. Интродукция и селекция перспективных эфирносов многопланового использования в предгорном Крыму / Т.В. Платонова, Э.Д. Аметова, И.А. Новиков [и др.] // Биология растений и садоводство: теория, инновации: сб. науч. трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2018. – Т. 146. – С. 95–103. – DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.14.
13. Савчук Л.П. Климат предгорья Крыма и эфирносы. – Симферополь, 2006. – 76 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. для студ. высш. с.-х. учеб. заведений по агроном. спец. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.
15. Содержание и компонентный состав эфирного масла монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.) в зависимости от фенологической фазы / Е.Л. Маланкина, А.Н. Кузьменко, Б.Ц. Зайчик [и др.] // Вестник Московского университета. Сер. 2. Химия. – 2021. – Т. 62, № 1. – С. 54–58.
16. Grzeszczuk M., Wesolowska A., Stefaniak A. Biological value and essential oil composition of two *Monarda* species flowers // Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. – 2020. – Vol. 19, № 4. – P. 105–119. – DOI: 10.24326/asphc.2020.4.10.
17. Morphobiological and Biochemical Characteristics of *Monarda* L. Varieties under Conditions of the Southern Steppe of Ukraine / V.V. Dudchenko, L.V. Svydenko, O.Ye. Markovska [et al.] // Journal of Ecological Engineering. – 2020. – Vol. 21, Issue 8. – P. 99–107. – DOI: 10.12911/22998993/127093.

REFERENCES

1. Vysochina G.I., *Khimiya v interesakh ustoichivogo razvitiya*, 2020, Vol. 28, No. 2, pp. 107–123. DOI: 10.15372/KhUR2020209. (In Russ.).
2. Fedotov S.V., *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2015, Vol. 141, pp. 131–147. (In Russ.).
3. Nikitina A.S., Aliev A.M., Fes'kov S.A., Nikitina N.V., *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, No. 2, pp. 55–62, DOI: 10.14258/jcprm.2018023295. (In Russ.).
4. Tsibina A.S., Kurkin V.A., *Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya*, 2021, No. 5–6, pp. 132–140, DOI: 10.55531/2072-2354.2021.21.3.132-140. (In Russ.).
5. Kovalenko N.A., Leont'ev V.N., Supichenko G.N., Akhramovich T.I., Fes'kova E.V., Shutova A.G., *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, No. 2, pp. 137–144, DOI: 10.14258/jcprm.2021027638. (In Russ.).
6. Lapina A.S., Kurkin V.A., *Aspirantskiy Vestnik Povolzh'ya*, 2019, Vol. 19, No. 5–6, pp. 135–142, DOI: 10.17816/2072-2354.2019.19.3.135-142. (In Russ.).

7. Ghosh M., Schepetkin I., Özek G., Özek T., Khlebnikov A., Damron D., Quinn M. Essential oils from *Monarda fistulosa*: chemical composition and activation of transient receptor potential A1 (TRPA1) Channels, *Molecules*, 2020, Vol. 25, No. 21, 19 p., DOI: 10.3390/molecules25214873.
8. Chung C., Wahyudi B., Chelovna C. et al., A. Review on the pharmacological activity of *Monarda fistulosa* L., *Indonesian Journal of Life Sciences*, 2022, Vol. 04, No. 2, pp. 87–107, DOI: 10.54250/ijls.v4i2.142.
9. Ermoshenko I.G., *Izvestiya natsional'noi akademii nauk Belarusi. Seriya biologicheskikh nauk*, 2023, Vol. 68, No. 2, pp. 163–168, DOI: 10.29235/1029-8940-2023-68-2-163-168. (In Russ.).
10. Lawson S., Satyal P., Setzer W., The volatile photochemistry of *Monarda* species growing in South Alabama, *Plants*, 2021, Vol. 10, No. 3, 13 p., DOI: 10.3390/plants10030482.
11. Tsibina A.S., *Farmakognosticheskoe issledovanie travy monardy dudchatoi (Monarda fistulosa L.)* (Pharmacognostic study of the herb *Monarda fistulosa* L.), Candidate's dissertation, Samara, 2020, 209 p. (In Russ.).
12. Platonova T.V., Ametova E.D., Novikov I.A., Polyakova N.K., *Biologiya rastenii i sadovodstvo: teoriya, innovatsii* (Plant biology and horticulture: theory, innovations), Collection of scientific works, 2018, Vol. 146, pp. 95–103, DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.14. (In Russ.).
13. Savchuk L.P., *Klimat predgor'ya Kryma i efironosy* (The climate of the foothill areas of the Crimea and essential oil crops), Simferopol, 2006, 76 p.
14. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Alyans, 2011, 350 p.
15. Malankina E.L., Kuzmenko A.N., Zaychik B.Ts., Ruzhitskiy A.O., Evgrafov A.A., Kozlovskaya L.N., *Vestnik Moskovskogo. universiteta. Ser. 2, Khimiya*, 2021, Vol. 62, No. 1, pp. 54–58. (In Russ.).
16. Grzeszczuk M., Wesołowska A., Stefaniak A., Biological value and essential oil composition of two *Monarda* species flowers, *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 2020, Vol. 19, No. 4, pp. 105–119, DOI: 10.24326/asphc.2020.4.10.
17. Dudchenko V.V., Svydenko L.V., Markovska O.Ye., Sydiakina O.V., Morphobiological and biochemical characteristics of *Monarda* L. varieties under conditions of the southern steppe of Ukraine, *Journal of Ecological Engineering*, 2020, Vol. 21, Issue 8, pp. 99–107, DOI: 10.12911/22998993/127093.

Информация об авторах:

О.А. Пехова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник НИИ сельского хозяйства Крыма
 Л.А. Тимашева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник НИИ сельского хозяйства Крыма
 И.Л. Данилова, научный сотрудник НИИ сельского хозяйства Крыма
 И.В. Белова, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник НИИ сельского хозяйства Крыма

Contribution of the authors:

O.A. Pekhova, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the Crimean Research Institute of Agriculture
 L.A. Timasheva, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the Crimean Research Institute of Agriculture
 I.L. Danilova, researcher at the Crimean Research Institute of Agriculture
 I.V. Belova, candidate of agricultural sciences, researcher at the Crimean Research Institute of Agriculture

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.