

ISSN 1029-8940 (Print)
ISSN 2524-230X (Online)
УДК 58.084.2:581.192
<https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-2-163-168>

Поступила в редакцию 06.12.2022
Received 06.12.2022

И. Г. Ермошенко

*Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,
Витебск, Республика Беларусь*

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА МОНАРДЫ ДУДЧАТОЙ (*MONARDA FISTULOSA* L.), КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Аннотация. Впервые приводятся данные по химическому составу эфирного масла монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.), культивируемой на северо-востоке Беларуси (Витебский район Витебской области). Для получения эфирного масла использовали высушенные листья и соцветия *M. fistulosa* L., которые заготавливали в фазу цветения. Методом хромато-масс-спектрометрии обнаружено более 70 компонентов, из которых идентифицировано 33. Главными компонентами эфирного масла являлись тимол (29,18 % в листьях и 38,4 % в соцветиях), карвакрол (22,83 % в листьях и 21,5 % в соцветиях) и *n*-цимен (17,5 % в листьях и 9,5 % в соцветиях). Основным компонентом эфирных масел являлся тимол, что позволило отнести исследуемые образцы *M. fistulosa* L. к тимольному хемотипу. *M. fistulosa* L. можно рекомендовать для дальнейшего изучения и культивирования в качестве перспективного эфирноноса в условиях северо-востока Беларуси.

Ключевые слова: *Monarda fistulosa* L., эфирное масло, хромато-масс-спектрометрия, химический состав, тимол, карвакрол

Для цитирования: Ермошенко, И. Г. Химический состав эфирного масла монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.), культивируемой в условиях северо-востока Беларуси / И. Г. Ермошенко // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. биол. наук. – 2023. – Т. 68, № 2. – С. 163–168. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-2-163-168>

Irina G. Ermoshenko

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

CHEMICAL COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF *MONARDA FISTULOSA* L., CULTIVATED IN THE NORTH-EAST OF BELARUS

Abstract. For the first time the data have been presented on the chemical composition of the essential oil of *Monarda fistulosa* L., cultivated in the north-east of Belarus (Vitebsk region). Dried leaves and inflorescences of *M. fistulosa* L., harvested in the flowering phase, were used to obtain the essential oil. More than 70 components were detected by chromatography-mass spectrometry, of which 33 were identified. The main components of the essential oil are thymol (29.18 % in leaves and 38.4 % in inflorescences), carvacrol (22.83 % in leaves and 21.5 % in inflorescences) and *p*-cymene (17.5 % in leaves and 9.5 % in inflorescences). The main component of essential oils is thymol, which makes it possible to attribute the studied samples of *M. fistulosa* L. to the thymol chemotype. *M. fistulosa* L. can be recommended for further study and cultivation as a promising essential oil plant in the north-east of Belarus.

Keywords: *Monarda fistulosa* L., essential oil, gas chromatography-mass spectrometry, chemical composition, thymol, carvacrol

For citation: Ermoshenko I. G. Chemical composition of the essential oil of *Monarda fistulosa* L., cultivated in the north-east of Belarus. *Vesti Natsyuanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2023, vol. 68, no. 2, pp. 163–168 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-2-163-168>

Введение. В настоящее время в мире сохраняется интерес к изучению эфиромасличных растений и их эфирных масел. Особое место среди эфиромасличных растений занимает монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) – многолетнее травянистое растение, относящееся к семейству Яснотковые (*Lamiaceae*). Родиной монарды является Северная Америка, где растение произрастает в диком виде, часто как сорняк. Индейцы Северной Америки издавна использовали монарду в качестве лекарственного растения, как антисептическое и ранозаживляющее средство.

В Европу растение было завезено в конце XV в., после открытия Х. Колумбом Америки, а к началу XIX в. уже широко возделывалось там в качестве декоративного, пряно-ароматического и эфиромасличного растения. В странах Европы и в Республике Беларусь встречается только в условиях культуры [1–4].

M. fistulosa L. содержит ценный комплекс биологически активных веществ, включая эфирное масло. В составе эфирного масла содержится более 40 компонентов, главными из которых являются фенольные соединения тимол и карвакрол. В эфирном масле *M. fistulosa* L. обнаружено также высокое содержание *n*-цимола, γ -терпинена, сабинена, цинеола, линалоола, пинена, камфена, мирцена, лимонена, тимохинона. Качественный состав и количественное соотношение компонентов эфирного масла *M. fistulosa* L. во многом зависит от географических, климатических и экологических условий места произрастания и фазы вегетации растения, а также от сроков сбора сырья [1–8].

Высокое содержание в эфирном масле *M. fistulosa* L. тимола и карвакрола, соединений с высокой антимикробной активностью, обуславливает его противомикробные и противовирусные свойства, а также высокую антифунгальную и антигельминтную активность. Согласно литературным данным, эфирное масло монарды проявляет также антиоксидантное, антирадикальное, антисклеротическое, антианемическое, антиканцерогенное, антистрессовое, противовоспалительное, ранозаживляющее, иммуномодулирующее, адаптогенное, радиопротекторное действие [1, 2, 7, 9, 10].

Установлено, что количество эфирного масла у *M. fistulosa* L. меняется в зависимости от фазы вегетации, достигая максимума в период цветения. Наибольшее его количество содержится в соцветиях и листьях, наименьшее – в стеблях, поэтому количество эфирного масла в сырье обуславливается долей листьев и соцветий, которые являются более ценной его частью. Согласно исследованиям Н. В. Коршачкиной, которая изучала биологические особенности роста и развития видов рода *Monarda* L. в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации, наибольшее содержание эфирного масла в листьях растения наблюдается в фазе начала цветения, затем оно начинает уменьшаться. В соцветиях содержание эфирного масла сохраняется высоким до фазы массового цветения, но со временем постепенно снижается [11].

Химический состав эфирного масла *M. fistulosa* L. хорошо известен, но на территории Республики Беларусь изучались растения, культивируемые только в условиях центральной агроклиматической зоны Беларуси. Данных о химическом составе эфирных масел *M. fistulosa* L., культивируемой на северо-востоке Беларуси, нет.

Целью данной работы являлось изучение химического состава эфирных масел, полученных из листьев и соцветий *M. fistulosa* L., интродуцированной в условиях северо-востока Беларуси (Витебский район Витебской области).

Материалы и методы исследования. Объектом исследования являлось сырье *M. fistulosa* L., выращенное в ботаническом саду УО ВГМУ в пос. Улановичи Витебского района. Сырье заготавливали в фазу цветения, затем подвергали естественной сушке в тени и до начала его изучения хранили в бумажных пакетах в сухом прохладном месте.

Для определения химического состава из сырья путем экстрагирования диэтиловым эфиром извлекали фракцию липофильных веществ, содержащую эфирное масло. Затем полученную фракцию исследовали методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе Hewlett Packard 5890/II с квадрупольным масс-спектрометром (HP MSD 5971A) в качестве детектора. Анализ проводился с использованием 30-метровой кварцевой колонки HP-5 с внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 μ m. Неподвижная фаза: сополимер 5 %-дифенил–95 %-диметилсилоксан. Процентный состав компонентов эфирных масел вычисляли по площадям хроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Для идентификации компонентов эфирного масла проводили сравнение времени удерживания и полных масс-спектров с данными библиотеки масс-спектрометрических данных Wiley275 (275 000 масс-спектров) и каталогов. Масс-спектр исследуемого вещества считали идентифицированным при совпадении с библиотечным масс-спектром при коэффициенте подобия, превышающем 80 %.

Результаты и их обсуждение. Проведенный хромато-масс-спектрометрический анализ эфирных масел из листьев и соцветий *M. fistulosa* L. позволил обнаружить более 70 компонентов, из которых было идентифицировано 33. Состав и процентное содержание идентифицированных компонентов эфирного масла *M. fistulosa* L. представлены в таблице, общий вид хроматограмм эфирных масел – на рисунке.

Компонентный состав эфирного масла *Monarda fistulosa* L.
Component composition of the essential oil of *Monarda fistulosa* L.

Соединение	Листья, %	Соцветия, %
α -Терпинен	3,75	
Лимонен	1,49	
Сабинен	1,02	
γ -Терпинен	1,25	0,7
<i>n</i> -Цимен	17,5	9,5
α -Кубебен	0,17	
<i>цис</i> -Сабинен гидрат	3,14	
α -Копаен	0,36	
β -Бурбонен	0,61	
L-Линалоол	0,12	
<i>транс</i> -Сабинен	0,61	
<i>транс</i> -Сабинен гидрат		1,08
Борнил ацетат	0,17	
β -Кариофиллен	2,46	1,3
Метилкарвакрол	2,52	
Терпинен-4-ол	0,42	
α -Гумулен	0,27	
<i>транс</i> - β -Фарнезен	0,14	
Гермакрен-D	3,61	
α -Селинен	0,24	
β -Кубебен	0,33	0,9
2,5-Циклогексадиен-1,4-дион	6,72	
<i>p</i> -Цимен-8-ол	0,07	
α -Калакорен	0,07	
Оксид кариофиллена	0,21	
Тимол	29,81	38,4
Карвакрол	22,83	21,5
Пентакозан		1
Гептакозан		4,1
Гексакозан		2,23
<i>n</i> -Докозан		6,84
Геникозан		3,15
Пентатриаконтан		5,01

В эфирном масле, полученном из листьев *M. fistulosa* L., обнаружено свыше 50 компонентов, из которых идентифицировано 26. Основными компонентами являлись тимол (29,81 %) и карвакрол (22,83 %). Кроме того, в значительных количествах содержались *n*-цимен (17,5 %), 2,5-циклогексадиен-1,4-дион (6,72 %), α -терпинен (3,75 %), гермакрен-D (3,61 %), *цис*-сабинен гидрат (3,14 %), метилкарвакрол (2,52 %), β -кариофиллен (2,46 %), лимонен (1,49 %), γ -терпинен (1,25 %), сабинен (1,02 %). Другие компоненты были обнаружены в незначительных количествах (менее 1 %).

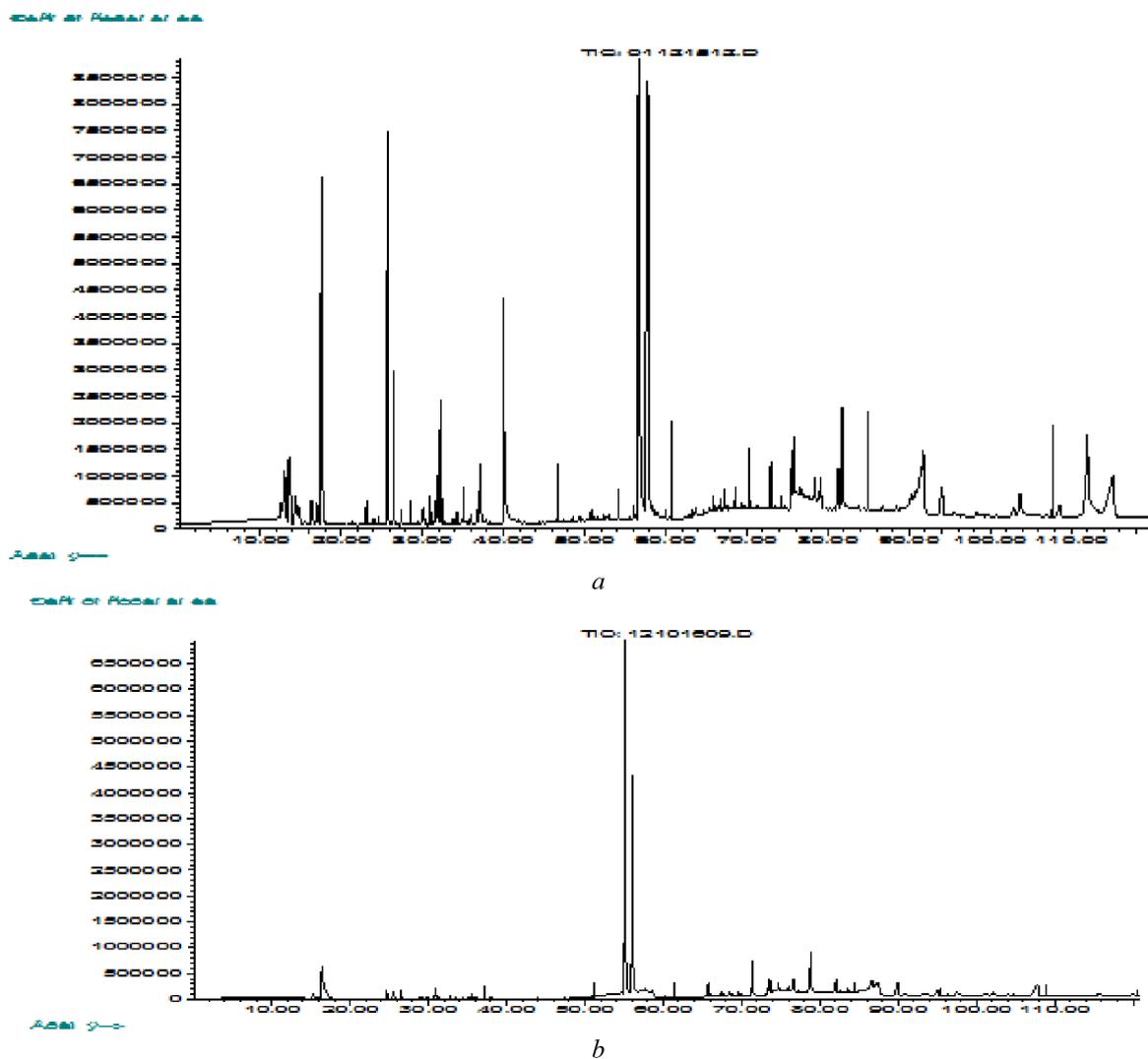
В эфирном масле, полученном из соцветий *M. fistulosa* L., обнаружено 27 компонентов, из которых идентифицировано 13. Основными компонентами также являлись тимол (38,4 %) и карвакрол (21,5 %). В значительных количествах содержались *n*-цимен (9,5 %), *n*-докозан (6,84 %),

пентатриаконтан (5,01 %), гептакозан (4,1 %), геникозан (3,15 %), гексакозан (2,23 %), β -кариофиллен (1,3 %), *транс*-сабинен гидрат (1,08 %), пентакозан (1 %). Содержание остальных компонентов не превышало 1 %.

Сравнивая исследуемые образцы, можно сделать вывод, что наиболее богатым компонентным составом обладает эфирное масло, полученное из листьев *M. fistulosa* L. Анализ данных показывает, что исследуемые образцы эфирных масел имеют ряд общих компонентов (тимол, карвакрол, *n*-цимен, γ -терпинен, *транс*-сабинен гидрат, β -кариофиллен, β -кубебен).

В обоих исследуемых образцах доминирующим компонентом являлся тимол, причем в эфирном масле, полученном из соцветий, его в 1,28 раза больше. Содержание карвакрола примерно одинаково, незначительно выше оно (на 1 %) в эфирном масле, полученном из листьев. Преобладание тимола в эфирном масле позволило отнести исследуемые образцы *M. fistulosa* L. к тимольному хемотипу.

Следует отметить, что в изученных образцах эфирного масла после тимола и карвакрола в достаточно высокой концентрации содержится *n*-цимен (17,5 % в листьях и 9,5 % в соцветиях). Этот компонент часто встречается в эфирных маслах растений семейства *Lamiaceae*, сопутству-



Общий вид хроматограмм образцов эфирных масел, полученных из листьев (a) и соцветий (b) *Monarda fistulosa* L.

General view of the chromatograms of essential oils samples obtained from leaves (a) and inflorescences (b) of *Monarda fistulosa* L.

ет γ -терпинену и является предшественником тимоло и карвакрола. Установлено, что высокое содержание *n*-цимена в эфирном масле монарды ухудшает его аромат и снижает его бактерицидную активность [1].

Эфирное масло, полученное из соцветий, содержит много алканов (*n*-докозан, геникозан, пентакозан, гексакозан, гептакозан, пентатриаконтан), которые отсутствуют в эфирном масле, полученном из листьев. Согласно литературным данным, углеводороды, в отличие от обладающих высокой биологической активностью производных монотерпенов, фенолов, спиртов, альдегидов, кетонов, сложных эфиров, являются наименее биологически активными компонентами эфирных масел [12].

В результате химического исследования образцов эфирного масла *M. fistulosa* L. нами не обнаружены ранее отмеченные в литературе как составляющие эфирного масла этого вида такие соединения, как *n*-цимол, цинеол, пинен, камфен, мирцен, тимохинон.

Заключение. Впервые определен химический состав эфирных масел, полученных из листьев и соцветий *M. fistulosa* L., интродуцированной в условиях северо-востока Беларуси (Витебский район Витебской области). В составе эфирных масел обнаружено более 70 компонентов, 33 из которых идентифицированы. Основным компонентом эфирных масел являлся тимол, что позволило отнести исследуемые образцы *M. fistulosa* L. к тимольному хемотипу.

На наш взгляд, в качестве сырья для получения эфирного масла *M. fistulosa* L. целесообразно использовать листья и соцветия.

Североамериканский вид *M. fistulosa* L. можно рекомендовать для дальнейшего изучения и культивирования в качестве перспективного эфирноса в условиях северо-востока Беларуси.

Благодарность. Работа выполнена в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» (подпрограмма 10.2 «Биоразнообразие, биоресурсы и экология», задание 06.02, 2021–2025 гг.). Автор выражает благодарность доктору фармацевтических наук, профессору Г. Н. Бузук и А. Г. Бузук за помощь, оказанную при выполнении данной работы.

Acknowledgements. The research was funded by State Program of Scientific Research “Natural resources and the environment” (subprogram 10.2 “Biodiversity, biological resources, ecology”, grant 06.02, 2021–2025). The author is very grateful to the Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor G. N. Buzuk and A. G. Buzuk for the help provided in the performance of this work.

Список использованных источников

1. Федотов, С. В. Эфирные масла монард видов *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes Ex Lag., их хемотипы и биологическая активность / С. В. Федотов // Сб. науч. тр. Гос. Никит. бот. сада. – 2015. – № 141. – С. 131–147.
2. Бедуленко, М. А. Интродукция, экологический аспект и современные направления изучения и применения лекарственного, пряно-ароматического и эфирномасличного растения *Monarda fistulosa* L. (обзор) / М. А. Бедуленко // Тр. БГУ. Сер. Физиол., биохим. и молекуляр. основы функционирования биосистем. – 2013. – Т. 8, № 2. – С. 52–60.
3. Исследование компонентного состава эфирного масла растений рода *Monarda* (*Lamiaceae*), культивируемых в условиях северо-западного региона / О. Е. Вишневецкая [и др.] // Аграр. Россия. – 2006. – № 6. – С. 60–62.
4. Исследование химического состава эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и *Monarda Didyma* L., культивируемых в условиях Западной Сибири / Р. В. Опарин [и др.] // Химия раст. сырья. – 2000. – № 3. – С. 19–24.
5. Зависимость состава эфирного масла *Monarda didyma* L. (*Lamiaceae*) от возраста растений и характера сырья / М. А. Мяделец [и др.] // Химия раст. сырья. – 2014. – № 1. – С. 215–219.
6. Компонентный состав эфирного масла *Monarda fistulosa*, произрастающей в Республике Беларусь / Н. А. Коваленко [и др.] // Хроматография в химическом анализе и физико-химических исследованиях : сб. материалов Всерос. симп., Клязьма, 23–27 апр. 2007 г. / РАН ; редкол.: А. Ю. Цивадзе [и др.]. – М., 2007. – С. 186.
7. Мащенко, З. Е. Фитохимическое исследование и стандартизация тимолсодержащих растений семейства Яснотковых : автореф. дис. ... канд. фарм. наук : 15.00.02 / З. Е. Мащенко ; Самар. гос. мед. ун-т. – Пермь, 2004. – 23 с.
8. Цибина, А. С. Фармакогностическое исследование травы монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.) : дис. ... канд. фарм. наук : 14.04.02 / А. С. Цибина. – Самара, 2020. – 209 л.
9. Монарда – ценный источник биологически активных соединений / В. А. Харченко [и др.] // Овощи России. – 2015. – № 1 (26). – С. 31–35.
10. Marchese A. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature [review] / A. Marchese [et al.] // Food Chem. – 2016. – Vol. 210. – P. 402–414. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.111>
11. Корчашкина, Н. В. Биологические особенности роста и развития видов рода Монарда (*Monarda* L.) в условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 06.01.13 / Н. В. Корчашкина ; ГНУ ВИЛАР РАСХН. – М., 2009. – 24 л.
12. Николаевский, В. В. Ароматерапия : справочник / В. В. Николаевский. – М. : Медицина, 2000. – 336 с.

References

1. Fedotov S. V. Essential oils of monard species *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L., *Monarda citriodora* Cervantes Ex Lag., their chemotypes and biological activity. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada* [Collection of scientific papers of the State Nikitski Botanical Garden], 2015, no. 141, pp. 131–147 (in Russian).
2. Bedulenko M. A. Introduction, ecological aspect and modern trends in the study and application of the medicinal, spicy-aromatic and essential oil plant *Monarda fistulosa* L. (review). *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fiziologicheskie, biokhimicheskie i molekulyarnye osnovy funktsionirovaniya biosistem = Proceedings of the Belarusian State University. Series of Physiological, Biochemical and Molecular Biology Sciences*, 2013, vol. 8, no. 2, pp. 52–60 (in Russian).
3. Vishnevskaya O. E., Shavarda A. L., Solov'eva A. E., Zvereva O. A. Investigation of the component composition of the essential oil of plants of the genus *Monarda* (*Lamiaceae*) cultivated in the conditions of the northwestern region. *Agrarnaya Rossiya* [Agricultural Russia], 2006, no. 6, pp. 60–62 (in Russian).
4. Oparin R. V., Pokrovskii L. M., Vysochina G. I., Tkachev A. V. Study of the chemical composition of the essential oil of *Monarda fistulosa* L. and *Monarda Didyma* L. cultivated in Western Siberia. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2000, no. 3, pp. 19–24 (in Russian).
5. Myadelets M. A., Domrachev D. V., Kriklivaya A. N., Vysochina G. I. Dependence of the composition of the essential oil of *Monarda didyma* L. (*Lamiaceae*) on the age of plants and the nature of materials. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2014, no. 1, pp. 215–219 (in Russian).
6. Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Leont'ev V. N., Shutova A. G., Anosova N. A. Component composition of the essential oil of *Monarda fistulosa* growing in the Republic of Belarus. *Khromatografiya v khimicheskoy analize i fiziko-khimicheskikh issledovaniyakh: sbornik materialov Vserossiiskogo simpoziuma (Klyaz'ma, 23–27 aprelya 2007 goda)* [Chromatography in chemical analysis and physicochemical research: collection of materials of the All-Russian symposium (Klyazma, April 23–27, 2007)]. Moscow, 2007, p. 186 (in Russian).
7. Mashchenko Z. E. *Phytochemical study and standardization of thymol-containing plants of the Lamiaceae family*. Abstract of Ph. D. diss. Perm, 2004. 23 p. (in Russian).
8. Tsibina A. S. *Pharmacognostic study of the herb Monarda fistulosa* L. Ph. D. Thesis. Samara, 2020. 209 p. (in Russian).
9. Kharchenko V. A., Bespal'ko L. V., Gins V. K., Gins M. S., Baikov A. A. *Monarda* is a valuable source of biologically active compounds. *Ovoshchi Rossii* [Russian vegetables], 2015, no. 1 (26), pp. 31–35 (in Russian).
10. Marchese A., Orhan I. E., Daglia M., Barbieri R., Di Lorenzo A., Nabavi S. F., Gortzi O., Izadi M., Nabavi S. M. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature [review]. *Food Chemistry*, 2016, vol. 210, pp. 402–414. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.111>
11. Korchashkina N. V. *Biological features of growth and development of species of the genus Monarda (Monarda L.) in the Non-Chernozem zone of the Russian Federation*. Abstract of Ph. D. diss. Moscow, 2009. 24 p. (in Russian).
12. Nikolaevskii V. V. *Aromatherapy: A Handbook*. Moscow, Meditsina Publ., 2000. 336 p. (in Russian).

Информация об авторе

Ермошенко Ирина Григорьевна – ст. преподаватель. Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет (пр. Фрунзе, 27, 210023, г. Витебск, Республика Беларусь). E-mail: irina.ermosenko81@mail.ru

Information about the author

Irina G. Ermoshenko – Senior Lecturer. Vitebsk State Order of Friendship of Peoples' Medical University (27, Frunze Ave., 210023, Vitebsk, Republic of Belarus). E-mail: irina.ermosenko81@mail.ru