

УДК 582.929.4:581.192

СОДЕРЖАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ У ВИДОВ РОДА *MONARDA* L. ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

Василий Дмитриевич Конобеев¹, Анфиса Евгеньевна Палий¹,
Оксана Михайловна Шевчук^{1,2}, Александр Рузвельтович Осокин²,
Сергей Александрович Феськов¹

¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52

²Севастопольский государственный университет
299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
E-mail: vasilikonobeev@mail.ru

Проведено сравнительное исследование суммарного содержания фенольных соединений, розмариновой кислоты и веществ, проявляющих антиоксидантную активность в сырье *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag., *Monarda didyma* L., *Monarda fistulosa* L., культивируемых в Степном Крыму. Установлено, что содержание фенольных соединений составляет 4161-8217 мг/100 г, наибольшее их количество выявлено в листьях *Monarda didyma* L. Содержание розмариновой кислоты колеблется в пределах 121–271 мг/100 г, максимальная концентрация определена для *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. В водных экстрактах изученных видов выявлено до 1384 мг/100 г проявляющих антиоксидантную активность веществ. Показано, что среди исследуемых экстрагентов, наиболее полно извлечь фенольные соединения из растительного сырья позволяет 70%-ный водный этиловый спирт. На основе полученных данных сделан вывод о том, что *Monarda didyma* L. и *Monarda didyma* L. являются перспективными источниками фенольных соединений, а *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag. – розмариновой кислоты.

Ключевые слова: *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.; *Monarda didyma* L.; *Monarda fistulosa* L.; фенольные соединения; розмариновая кислота; антиоксиданты

Введение

Monarda L. – род травянистых растений семейства Lamiaceae, насчитывающий до 34 видов, в естественных условиях произрастающих в Северной Америке. Как пряно-вкусовые, декоративные и лекарственные культивируются в Европе с начала XIX века под названиями бергамот, пчелиный или пахучий бальзам, чай Освего, американская мелисса [3].

Представители рода *Monarda* относятся к эфиромасличным растениям и отличаются высоким содержанием в надземной массе летучих веществ терпеновой и фенольной природы. Большое разнообразие биологически активных соединений, содержащихся в растительном сырье видов *Monarda*, обуславливает его антиоксидантное, противовоспалительное, антимикробное, фунгицидное, иммуномодулирующее, радиопротекторное и противовирусное действие [10, 13, 14-16].

Содержание и состав фенольных соединений надземной массы растений видов рода *Monarda* к настоящему времени исследованы недостаточно; известно, что в составе полифенолов присутствуют флавоноиды, антоцианы и гидроксикоричные кислоты [2]. В ряде работ показано, что надземные части растений *M. fistulosa* L., *M. didyma* L., *M. citriodora* Cerv. ex Lag., *M. pectinata* Nutt., и *M. clinopodia* L., собранных в период цветения имеют сходный компонентный состав флавоноидов. В растительном сырье *M. pectinata* идентифицированы акацетин-7-рутинозид (линарин), изосакуранетин-7-рутинозид (дидимин) лютеолин-7-глюкозид и др. Дидимин является одним из основных фенольных веществ *M. didyma* [19]. В экстрактах растений *M. fistulosa*, *M. didyma*, *M. hybrida*, *M. citriodora* и *M. russeliana* Nutt., культивируемых в Республике Башкортостан, выявлены лютеолин, нарингенин, цинарозид, рутин,

гиперозид, катехин, галловая и хлорогеновая кислоты [6-8]. В листьях *M. punctata* L. – кешонин [25]. Также хроматографическими методами среди фенольных соединений монарды выявлены розмариновая, феруловая, п-кумаровая кислоты, глюкозид гидроксibenзойной кислоты и апигенин-7-глюкозид [20, 23].

Фенольные соединения известны своими антиоксидантными свойствами, они играют важную роль в борьбе с окислительным стрессом и могут оказывать противовоспалительное и противоопухолевое действие [21, 24]. Антиоксидантная активность фенольных соединений обеспечивает защиту клеток от свободных радикалов [12], способствуя тем самым снижению риска развития различных заболеваний, включая сердечно-сосудистые и онкологические.

Несмотря на значительный интерес к представителям рода *Monarda*, имеется недостаток систематизированных данных о количественном содержании фенольных соединений и их способности нейтрализовать свободные радикалы, поэтому исследования направленные на углубленное понимание биохимического профиля представителей рода *Monarda* и его потенциального применения в области фармакологии актуальны. В связи с этим, целью наших исследований было выявление содержания фенольных соединений, розмариновой кислоты и веществ, проявляющих антиоксидантную активность, в растительном сырье видов рода *Monarda*, культивируемых в условиях Степного Крыма.

Материалы и методы

Объектами исследования служили три вида рода *Monarda* L.: *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.; *M. didyma* L. и *M. fistulosa* L. Растения выращивались на экспериментальном участке отделения агротехники и питомниководства «ДИКП» ФГБУН НБС–ННЦ (Республика Крым, Джанкойский район). Насаждения заложены в 2020 г., агрофон естественный, капельный полив проводили два раза неделю в течение всего вегетационного сезона. Биохимические исследования проводили в 2025 г., возраст растений 5 лет.

Монарда лимонная (*Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.) – травянистое многолетнее, в условиях интродукции однолетнее растение. В условиях Степного Крыма достигает высоты 1,2 м. Стебли прямостоячие, сильно ветвящиеся от соцветия и редко от основания или середины стебля. Листья узкие, 4,5 см в длину, зубчатые, ланцетовидные. На каждом цветоносе обычно от двух до шести мутовчатых соцветий с трубчатыми двугубыми цветками фиолетового цвета.

Монарда двойчатая (*Monarda didyma* L.) – многолетнее растение, достигающее до 1 м в высоту. Листья темно-зеленые имеют 6 см в длину, яйцевидно-ланцетные, супротивные, расположены крест-накрест на разветвлённых квадратных стеблях. Цветки собраны в мутовки на концах стеблей. Двугубый венчик – фиолетовый. Чашечка цветка пятилопастная, трубчатая, зелёная.

Монарда дудчатая (*Monarda fistulosa* L.) – многолетнее травянистое растение высотой до 71 см. У 2-3-х-летних растений формируется 10-20 цветоносных стеблей. Листья простые, супротивные, широколанцетной формы, зубчатые, серо-зеленые из-за сильного опушения тонкими волосками, длина листа 9 см. Цветки сиреневые, мелкие, соединенные в компактные шаровидные соцветия диаметром 5-7 см, расположены на концах основного и боковых побегов.

Климат в Степном Крыму умеренно-континентальный, засушливый, характеризуется неустойчивой умеренно мягкой зимой и умеренно жарким вегетационным периодом. Средняя температура самого теплого месяца (июля) – 23,3°C, самого холодного (января) –1,8°C. В июле в полдень температура воздуха поднимается до +27...30°C, в отдельные годы до 40°C. Переход среднесуточной температуры через

5°C, обеспечивающий начало вегетации сельскохозяйственных растений, начинается 29 марта и заканчивается 14 ноября. Продолжается период с этой и более высокой температурой 229 дней. Весенние заморозки на территории района прекращаются в среднем 14 апреля. В некоторые годы они отмечаются вплоть до середины мая. Первые осенние заморозки на территории района проявляются в среднем 21 октября. К неблагоприятным явлениям теплого времени относятся суховеи. За период апрель–октябрь они наблюдаются в течение 13-18 дней. Годовое количество осадков равно 418 мм, за вегетационный период выпадает 271 мм. Рельеф участков равнинный. Грунтовые воды залегают на глубине 5 м. Почвы лугово-каштановые в различной степени солонцеватые [1].

Фенольные соединения извлекали с помощью ультразвуковой экстракции из свежих листьев, собранных в фазу массового цветения растений и измельченных. Экстрагентами служили дистиллированная вода, 30%-ный, 70%-ный и 96%-ный этанол, соотношение сырья и растворителя составляло 1 : 20. Экстракцию чистым и водным этанолом проводили в ультразвуковой бане в течение 30 минут при температуре 38°C, водные экстракты готовили в соответствии с ГОСТ Р 54037-2010 [5].

Суммарное содержание фенольных веществ устанавливали на спектрофотометре Unicо 2100 с использованием реактива Фолина-Чокальтеу в пересчете на галловую кислоту [9].

Концентрацию розмариновой кислоты (РК) определяли в экстрактах, полученных с использованием 70%-ного спирта из воздушно-сухой надземной массы (стебли, листья, соцветия) растений, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [22] на хроматографе LCMS-8060 («Shimadzu») со встроенным диодно-матричным детектором SPD-M30A. Для исследования использовали длину волны возбуждения 200 нм и длину волны поглощения 350 нм. Отбирали по 1 мл спиртовых экстрактов из растительного сырья. Упаривали досуха, а затем растворяли в 100 мкл 0,1%-ной муравьиной кислоты. Анализ, полученного извлечения проводили на обращенно-фазовой колонке SHIMADZU Shim-pack GIST C18 5мкм (диаметр 2,1 мм, длина 150 мм). Температура термостата колонок 40°C. Время анализа составило 11 минут. Использовали метод бинарного элюирования с изократической выдержкой с 5 по 11 минут. Градиент А (0,1%-ная муравьиная кислота), градиент В (ацетонитрил). Соотношения градиентов при проходе через колонку в начальной точке (А : В, 95%:5%), затем постепенное увеличение до 5 минуты градиента В, в соотношении (А : В, 70%:30%) и выдержка в таком соотношении до 11 минуты. Скорость потока элюента составила 0,9 мл/мин. Идентификацию пиков производили на основании совпадения времени удерживания аналита и стандартного образца РК, а также совпадения УФ-спектров. Расчет количественного содержания РК производили по калибровочному графику зависимости площади пика от концентрации вещества, построенному по раствору стандартного образца РК. Для обеспечения однородности результатов содержание компонентов рассчитывали в пересчете на сухой вес.

Антиоксидантную активность водных экстрактов измеряли амперометрическим методом на приборе Цвет Яуза-01-АА в воздушно-сухом растительном сырье [5].

Содержание фенольных соединений, розмариновой кислоты и веществ, проявляющих антиоксидантную активность, пересчитывали на абсолютно сухой вес растительного сырья. Определения производили в трехкратной повторности. Полученные данные обрабатывали статистически в программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований изучено содержание суммы фенольных соединений, розмариновой кислоты и веществ, проявляющих антиоксидантную

активность в сырье трех видов рода *Monarda*, культивируемых в условиях Степного Крыма.

Суммарное содержание фенольных соединений в экстрактах из растительного сырья *M. citriodora*, *M. didyma* и *M. fistulosa*, полученных с использованием 96%-ного, 70%-ного и 30%-ного этилового спирта колеблется от 1368 мг/100г до 8217 мг/100г в пересчете на абсолютно сухой вес (таблица). Максимальные концентрации данной группы веществ в водно-этанольных экстрактах были характерны для *M. didyma*, что согласуется с данными других исследователей [14-16]. Имеются сведения, что в растительном сырье *M. citriodora* содержится существенное количество нелетучих фенольных соединений (до 3662 мг/100 г в пересчете на абсолютно сухой вес) [17], розмариновой кислоты (до 507 мг/100 г) и линарина [15]. Соцветия *M. didyma* богаты линарином. Листья отличаются высоким содержанием фенольных соединений (до 4494 мг/100 г), в том числе дидимина – флавоноида, характерного для этого вида растений [14]. Листья *M. fistulosa* содержат высокие концентрации веществ фенольной природы (до 3020 мг/100 г) розмариновой кислоты (до 522 мг/100 г) и дидимина, соцветия богаты линарином [16].

Сравнительный анализ показал, что из растительного сырья видов *M. citriodora* и *M. didyma* наибольшее количество фенольных соединений извлекается 70%-ным этанолом, а для выделения веществ фенольной природы из листьев *M. fistulosa* подходит как 30%-ный, так и 70%-ный этанол.

Таблица

Содержание фенольных соединений в этанольных экстрактах
в растительном сырье видов рода *Monarda* L.

Вид	Сумма фенольных соединений, мг/100 г			Розмаринова кислота, мг/100 г
	30%-ный этанол	70%-ный этанол	96%-ный этанол	
<i>Monarda didyma</i> L.	6326±190	8217±247	4793±144	121,5±10,8
<i>Monarda fistulosa</i> L.	6689±201	6243±187	1368±41	188,3±16,9
<i>Monarda citriodora</i> Cerv. ex Lag.	3834±115	4161±124	2444±73	271,1±24,4

В связи с тем, что имеются сведения о наличии розмариновой кислоты в надземных органах некоторых видов монарды [10, 14-16] методом высокоэффективной жидкостной хроматографии определено ее содержание в 70%-ных этанольных экстрактах из сырья исследуемых видов. Установлено, содержание розмариновой кислоты колеблется от 121 мг/100 г до 271 мг/100 г (табл., рис. 1), наибольшее количество характерно для листьев *M. citriodora*, наименьшее – для *M. didyma*. Полученные нами значения по содержанию розмариновой кислоты несколько ниже, чем в исследованиях других авторов для видов монарды, произрастающих в Польше [14-16], что можно объяснить различными климатическими условиями культивирования растений.

Так как фенольные соединения, в том числе и розмариновая кислота, проявляют выраженные антиокислительные свойства [18, 21], следующим этапом исследований являлось определение антиоксидантной активности растительного сырья исследуемых видов рода *Monarda*. В соответствии с методикой [5] определение активности производится в водных извлечениях из растительного сырья и пересчитывается на активность галловой кислоты, поэтому для выявления взаимосвязей, полученные

данные сравнивали с результатами анализа суммарного содержания фенольных соединений в тех же экстрактах.

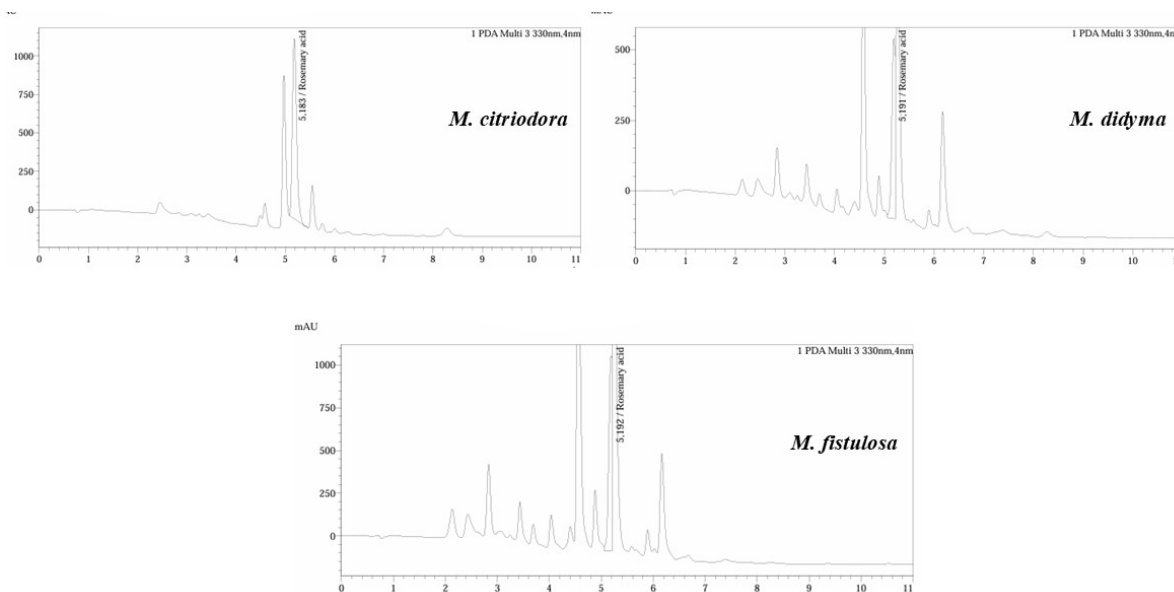


Рис. 1 Хроматограммы 70%-ных этанольных экстрактов из растительного сырья видов рода *Monarda* L.

Определение антиоксидантной активности водных экстрактов исследуемых видов показало, что по содержанию веществ, проявляющих антиоксидантную активность, они не имеют достоверных различий, и накапливают до 1384 мг/100 г антиоксидантов (рис. 2), в то время как содержание фенольных соединений в этих же экстрактах было значительно выше и составляло от 3101 мг/100 г (*M. citriodora*) до 7424 мг/100 г (*M. didyma*). Столь большую разницу в содержании антиоксидантов и веществ фенольной природы можно объяснить тем, что из растительного сырья монарды водой извлекаются, в основном, дубильные вещества, что было показано в исследованиях ряда авторов [6].

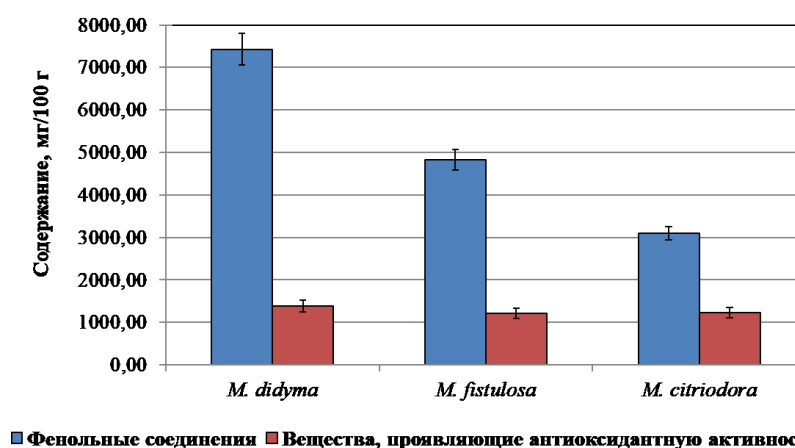


Рис. 2 Содержание фенольных соединений и веществ, проявляющих антиоксидантную активность в водных экстрактах видов *Monarda* L.

Предполагаем, что дубильные вещества изучаемых видов монарды представлены конденсированными формами, которые проявляют низкую

антиоксидантную активность [11]. По-видимому, растительное сырье *M. didyma* накапливает максимальные концентрации конденсированных таннинов, однако, данное предположение требует проведения дополнительных исследований. В то же время, наиболее ценные классы фенольных веществ монарды, такие как гидроксикоричные кислоты и флавоноиды, проявляющие широкий спектр биологической активности, плохо растворяются в воде, но имеют хорошую растворимость в спиртах (этанол, метаноле) и водных спиртах [4], поэтому для наиболее полного извлечения данных соединений из растительного сырья *M. citriodora*, *M. fistulosa* и *M. didyma*, и, соответственно, повышения потенциальной антиоксидантной активности полученных экстрактов, в качестве экстрагента подходит 70%-ный этиловый спирт.

Заключение

Сравнительное исследование биологически активных веществ трех видов рода *Monarda*, культивируемых в условиях умеренно-континентального климата Степного Крыма, показало, что наибольшее количество фенольных соединений накапливается в листьях *M. didyma*, розмариновой кислоты – *M. citriodora*. В водных экстрактах содержится более 1300 мг/100 г веществ, проявляющих антиоксидантную активность, а высокое содержание розмариновой кислоты и, согласно литературным данным, флавоноидов позволяет предположить более высокую антиоксидантную активность, полученных спиртовых экстрактов. Оптимальным экстрагентом для извлечения комплекса флавоноидов и гидроксикоричных кислот из растительного сырья видов *Monarda* является 70%-ный водный этиловый спирт. Анализ полученных результатов и данных литературы позволяет сделать вывод о том, что растительное сырье *M. didyma* и *M. fistulosa* являются перспективными источниками веществ фенольной природы, а *M. citriodora* – розмариновой кислоты.

Благодарности

Исследования выполнены в рамках НИР «Выявление закономерностей синтеза биологически активных веществ как основы создания сортов эфиромасличных и лекарственных растений – источников ценного растительного сырья и средств для улучшения качества жизни человека в рамках реализации программы импортозамещения» (FNNS-2025-0001) на оборудовании ЦКП «Физиолого-биохимические методы исследования растительных объектов» ФГБУН «НБС – ННЦ» (Ялта, Россия) и «Института перспективных исследований, ФГАОУ ВО Севастопольского государственного университета» (Севастополь, Россия).

Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 136 с.
2. Бедуленко, М.А. Количество фенольных соединений монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.) при использовании микроэлементов и регуляторов роста ретардантного типа // Международная научно-практическая конференция II «Современные проблемы биологии и экологии»: материалы докладов, (г. Махачкала, 4–5 марта 2016 г.). – Махачкала, 2016. – С. 168.
3. 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/CSD2020209
4. Георгиевский В.П., Комисаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1999 – 333 с.

5. ГОСТ Р 54037-2010 Продукты пищевые. Определение содержания водорастворимых антиоксидантов амперометрическим методом в овощах, фруктах, продуктах их переработки, алкогольных и безалкогольных напитках. – М: Стандартинформ, 2019. – 9 с.

6. Красюк Е.В., Пупыркина К.А. Качественный анализ и разработка методики количественного определения флавоноидов в видах монарды, интродуцируемых в Республике Башкортостан // Медицинский вестник Башкортостана. – 2016. – Т. 11, № 5(65). – С. 73-77.

7. Красюк Е.В., Пупыркина К.А., Анищенко И.Е. Характеристика фенольных соединений видов монарды, интродуцированных в Республике Башкортостан // Башкирский химический журнал – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 79-83.

8. 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

9. Методы теххимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой–Симферополь: Таврида, 2002. – 259 с.

10. Никитина А.С., Сергеева Е.О., Папаяни О.И., Алиев А.М., Феськов С.А., Никитина Н.В. Компонентный состав и противогрибковая активность СО₂-экстрактов из травы *Monarda didyma* L. и *Monarda fistulosa* L. Никитского ботанического сада // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2025. – Т. 24, № 6. – С. 216.

11. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Пономарева Н.И., Васильева А.П. Сравнительная оценка антиоксидантных свойств водных экстрактов танидосодержащих лекарственных растений // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2011. – № 1. – С. 52-56.

12. Сорокина И.В., Крысин А.П., Хлебникова Т.Б., Кобрин В.С., Попова Л.Н. Роль фенольных антиоксидантов в повышении устойчивости органических систем к свободно-радикальному окислению: аналитический обзор. – Новосибирск, 1997. – 68 с.

13. Шевчук О.М., Феськов С.А., Кустова О.К. Антимикробные свойства эфирного масла монарды и его основных компонентов // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2024 – № 3 (172). – С. 87-96.

14. Gontar L., Geszprych A., Drutowska A., Osińska E. Essential oil and phenolic compounds in different organs and developmental stages of *Monarda didyma* L., and their biological activity // Planta. – 2025. – Vol. 261. – P. 37. DOI: 10.1007/s00425-024-04591-z

15. Gontar L., Geszprych A., Przybyl J., Bula M., Osińska E. Chemical variability of lemon beebalm (*Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.) during plant phenology // Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. – 2022. – Vol. 31. – P. 100433. DOI: 10.1016/j.jarmap.2022.100433

16. Gontar L., Geszprych A., Sitarek-Andrzejczyk M., Osińska E. Influence of plant phenology on chemical composition of *Monarda fistulosa* L. organs and their bioactive properties // Plant Foods Hum Nutr. – 2024. – Vol. 79(4). – P. 920-925. DOI: 10.1007/s11130-024-01238-y

17. Grzeszczuk M., Wesolowska A., Stefaniak A. Biological value and essential oil composition of two *Monarda* // Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. – 2020. – Vol. 19. – P. 105-119. DOI: 10.24326/asphc.2020.4.10

18. Guan H., Luo W., Bao B., Cao Y., Cheng F., Yu S., Fan Q., Zhang L., Wu Q., Shan M. A comprehensive review of rosmarinic acid. Phytochemistry to pharmacology and its new insight // Molecules. – 2022. – V. 27, № 10. – P. 3292. DOI: 10.3390/molecules27103292.

19. Joshi B.S., Haider S.I., Pelletier S.W. Flavonoids from *Baccharis halimifolia*, *Monarda didyma* and *Gnaphalium dioicum* // J. Indian Chem. Soc. – 1997. – Vol. 74, №. 11–12. – P. 874-876.

20. Kozyra M, Biernasiuk A., Wiktor M, Kukula-Koch W., Malm A. Comparative HPLC-DAD-ESI-QTOF/MS/MS analysis of bioactive phenolic compounds content in the methanolic extracts from flowering herbs of *Monarda* species and their free radical scavenging and antimicrobial activities // *Pharmaceutics*. – 2023. – Vol. 16, № 15(3). – P. 964. DOI: 10.3390/pharmaceutics15030964.
21. Kruk J., Aboul-Enein B.H., Duchnik E. Antioxidative properties of phenolic compounds and their effect on oxidative stress induced by severe physical exercise // *J. Physiol Sci.* – 2022. – Vol. 72, №1. – P. 9. DOI: 10.1186/s12576-022-00845-1
22. Plazonic A., Bucar F., Males Z., Mornar A., Nigovi B., Kujundzic N. Identification and quantification of flavonoids and phenolic acids in burr parsley (*Caucalis platycarpos* L.), using high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionization mass spectrometry // *Molecules*. – 2009. – V. 14, № 7. – P. 2466. DOI: 10.3390/molecules14072466
23. Shanaida M., Hudz N., Jasicka-Misiak I., Wieczorek P. Polyphenols and pharmacological screening of a *Monarda fistulosa* L. dry extract based on a hydrodistilled residue by-product // *Frontiers in Pharmacology*. – 2021. – Vol. 12. – P. 1-10. DOI: 10.3389/fphar.2021.563436.
24. Smeriglio A., Ingegneri M., Germanò M.P., Miori L., Battistini G., Betuzzi F., Malaspina P., Trombetta D., Cornara L. Pharmacognostic evaluation of *Monarda didyma* L. growing in Trentino (Northern Italy) for cosmeceutical applications // *Plants*. – 2024. – Vol. 13, № 1. – P. 112. DOI: 10.3390/plants13010112
25. Yamada K., Murata T., Kobayashi K., Miyase T., Yoshizaki F. A lipase inhibitor monoterpene and monoterpene glycosides from *Monarda punctata* // *Phytochemistry*. – 2010. – Vol. 71, № 16. – P. 1884-1891. DOI: 10.1016/j.phytochem.2010.08.009

Статья поступила в редакцию 27.07.2025 г.

Konobeev V.D., Paliy A.E., Shevchuk O.M. Osokin A.R., Feskov S.A. Content of phenolic compounds in *Monarda* L. species under steppe Crimea conditions // *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.* – 2025. – № 156. – P. 125-132.

A comparative study was conducted on the total content of phenolic compounds, rosmarinic acid, and substances exhibiting antioxidant activity in the leaves of *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag., *M. didyma* L., and *M. fistulosa* L. cultivated in the steppe region of Crimea. It was found that the content of phenolic compounds in the plant material ranged from 4161 to 8217 mg/100 g, with the highest amount detected in the leaves of *M. didyma*. The rosmarinic acid content varied between 121 and 271 mg/100 g, with the maximum concentration identified in *M. citriodora*. Water extracts of the studied species contained up to 1384 mg/100 g of antioxidant-active compounds. The results demonstrated that among the solvents tested, 70% aqueous ethanol was the most effective for the comprehensive extraction of phenolic compounds from the plant material. Based on the data obtained, it was concluded that *M. didyma* and *M. fistulosa* are promising sources of phenolic compounds, while *M. citriodora* is a valuable source of rosmarinic acid.

Key words: *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.; *Monarda didyma* L.; *Monarda fistulosa* L.; phenolic compounds; rosmarinic acid; antioxidants