

УДК 582.929.4:581.192

DOI: 10.15372/KhUR2020209

Род *Monarda* L. (Lamiaceae): химический состав, биологическая активность и практическое применение (обзор)

Г. И. ВЫСОЧИНА

Центральный сибирский ботанический сад СО РАН,
Новосибирск (Россия)

E-mail: vysochina_galina@mail.ru

(Поступила 05.07.19; после доработки 04.10.19)

Аннотация

Приведен обзор материалов по химическому составу и биологической активности рода *Monarda* L., который представлен 20 видами, произрастающими в Северной Америке. *Monarda fistulosa* L., *Monarda didyma* L. и *Monarda citriodora* Cervantes ex Lag. успешно культивируются в различных регионах России. Эфирные масла монарды отличаются высоким содержанием фенолов (67–89 %). Состав их зависит от вида монарды, фазы вегетации, места произрастания, погодных условий. В условиях резко континентального климата Сибири (г. Новосибирск) в *M. fistulosa* образуется повышенное содержание (до 4.16 %) эфирного масла в сравнении с растениями, произрастающими в мягких условиях Крыма или Северного Кавказа. Фенольный комплекс содержит флавоноиды, антоцианы и фенолокси кислоты. Специфичным для видов рода является монардеин – 3-О-(6-О-транс-п-кумарил-β-D-глюкопиранозил)-5-О-(4,6-ди-О-малонил-β-D-глюкопиранозил)пеларгонидин. Эфирное масло и экстракты монарды обладают высокой бактерицидной, противовирусной, противогрибковой активностью, противовоспалительным, обезболивающим, иммуномодулирующим, антиоксидантным, радиопротекторным, противоонкологическим и другими действиями. Масляный экстракт из надземной части *M. fistulosa* показал антимикробную активность в отношении патогенных микроорганизмов: *Staphylococcus aureus*, *Enterobacter cloacae*, *Streptococcus faecalis*, *Escherichia coli* и др. Водно-этанольные и водные экстракты проявили высокую противовирусную активность в отношении вируса гриппа субтипов A/Aichi/2/68 (H3N2) (человека) и A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) (птиц). Экстракты монарды обладают также ярко выраженными фунгицидными свойствами. Активность масляных, водных и водно-спиртовых экстрактов *M. fistulosa* против дрожжеподобного гриба *Candida albicans* оказалась очень высокой. Тимол и тимохинон из *M. fistulosa* цитотоксичны против определенных клеточных линий опухолевых клеток человека. Эфирное масло из *M. citriodora* и его основной компонент тимол ингибируют пролиферацию раковых клеток линий HL-60, MCF-7, PC-3, A-549 и MDAMB-231. Антиоксидантным и противоопухолевым действием обладает и карвакрол. Эфирное масло используется в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности для ароматизации вермутов, стабилизации вин, а также как натуральный ароматизатор, консервант и антиоксидант вместо синтетических пищевых добавок. Для расширения отечественного рынка сырья целесообразно выращивать монарду в культуре.

Ключевые слова: род *Monarda* L., эфирные масла, нелетучие низкомолекулярные соединения, бактерицидная, противовирусная, антимикотическая биологическая активность, практическое применение

Оглавление

Род <i>Monarda</i> L.: химический состав, биологическая активность, применение	108
Состав и содержание эфирных масел монарды	108
<i>Monarda fistulosa</i>	110
<i>Monarda didyma</i>	113
<i>Monarda citriodora</i>	113
<i>Monarda punctata</i>	113

Флавоноиды, фенолокислоты и другие нелетучие соединения	114
Биологическая активность растений рода <i>Monarda</i>	115
Бактерицидное и противовирусное действие	115
Антимикотическое действие	115
Антиоксидантная активность	116
Цитотоксическое действие	116
Фармакологические исследования	117
Практическое значение и перспективы использования видов рода <i>Monarda</i>	117

РОД MONARDA L.: ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ, БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ, ПРИМЕНЕНИЕ

Род *Monarda* L. – монарда (сем. Lamiaceae) – представлен многолетними травянистыми растениями, произрастающими в Северной Америке: в США (южная и центральная часть), Канаде и Мексике. В мировой флоре насчитывают около 20 видов [1–3]. Растения с прямыми или ветвистыми стеблями до 150 см высотой, с простыми, продолговато-ланцетными, зубчатыми листьями. Цветки мелкие, душистые, белые, красные, пурпуровые, желтоватые или крапчатые, двугубые, собраны в густые кистевидные или головчатые соцветия до 7 см в диаметре. Цветение одного соцветия длится 18–20 дней. Большинство видов монарды произрастает в сухих районах – прериях и горных склонах, но есть и влаголюбивые виды, предпочитающие влажные луга и поляны [4].

Название свое род получил в честь испанского врача и ботаника Николоса Батиста Монардеса (N. V. Monardes, 1508–1588), который впервые описал найденные им растения в книгах “Радостные вести из Нового мира” (1569) и “Медицинская история Западной Индии” (1580). В начале XVI века монарда была завезена в Испанию и другие страны Европы, позднее в Россию, на Урал и в Сибирь. В XIX веке монарду стали использовать как пряно-вкусовое растение в Испании, Франции, Португалии, Великобритании под названиями: чай Освего, бергамот, горный бальзам, пчелиный или пахучий красный бальзам, американская мелисса, индейское перо, лимонная мята и др. [5]. По итогам этноботанических исследований было отмечено, что из 200 видов растений, которые использовались североамериканскими индейскими племенами, поселенцами и врачами в лечебных целях, два – *Monarda fistulosa* L. и *Acorus calamus* L. – применяли при множественных заболеваниях [6]. Во многих странах Европы и Азии виды монарды выращиваются как декоративные, лекарственные и пряно-ароматиче-

ские растения. Издавна их применяют в народной медицине, в качестве пряности при приготовлении пищи и для ароматизации чая [7, 8].

Цель настоящей работы – обзор материалов по химическому составу, биологической активности и практическому использованию видов рода *Monarda* L. мировой флоры, опубликованных в основном в течение двух последних десятилетий.

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ МОНАРДЫ

Эфирные масла представляют собой многокомпонентные смеси индивидуальных веществ. Наиболее полный компонентный состав масел выявлен в соцветиях и листьях растений в фазе массового цветения [9]. Извлекаются они чаще всего паровой перегонкой измельченной свежескошенной или подсушенной облиственной зеленой массы растений [10]. Эфирные масла монарды, как правило, отличаются высоким содержанием фенолов (67–89 %) [11]. В Никитском ботаническом саду (г. Ялта, Крым) были изучены эфирные масла 10 видов монарды, распознаны 13 компонентов. Отмечено высокое содержание тимола (60–84,8 %), также идентифицированы карвакрол (4.13–9.6 %), γ -терпинен (13–16.6 %), сабинен (3.75–4.51 %), *n*-цимен (2.25–7.76 %), борнеол, α -туйен, α -туйол, мирцен, линалоол, цинеол [12]. Состав эфирного масла, соотношение в нем тимола и карвакрола зависят от вида монарды, фазы вегетации растения, места ее произрастания, погодных условий в период развития растений, времени сбора сырья [13]. В Нечерноземной зоне содержание эфирного масла в образцах монарды дудчатой варьировалось в пределах 1.39–2.43 %, монарды двойчатой – 1.66–2.13 % в зависимости от условий года. Состав эфирного масла был обусловлен как временем уборки, так и видом образца. Отмечен широкий спектр генетической изменчивости образцов монарды [14]. Установлено, что при интродукции растений *Monarda didyma* L. и

ТАБЛИЦА 1

Содержание эфирного масла и главные компоненты его состава в растениях *Monarda fistulosa*, *M. didyma* и *M. citriodora* из различных регионов

№ образца	Место произрастания образца (характеристика сырья)	Эфирное масло			Ссылка на публикацию
		Выход, % от массы абс. сухого сырья	Число компо- нентов	Главные компоненты (%)	
<i>Monarda fistulosa</i>					
1	Крым, Ялта; Никитский ботанический сад (свежесобранное сырье)	2.37	–	тимол (48.0) карвакрол (19.0) камфен (11.2) цинеол (7.0) терпениол (2.6)	[12, 15]
2	Там же (воздушно-сухое сырье)	1.67	41	<i>n</i> -цимен (28.1) тимол (21.8) тимохинон (11.7) тимогидрохинон (6.7) карвакрол (5.23) γ -терпинен (5.10)	[16]
3	Украина (воздушно-сухое сырье)	–	38	тимол (42.0) <i>n</i> -цимен (15.4) 1,8-цинеол	[17]
4	Краснодарский край	0.6–0.9	34	<i>n</i> -цимен (32.5) карвакрол (23.9) тимол (12.6) метиловый эфир карвакрола (5.5)	[18]
5	Ленинградская область	–	более 30	карвакрол (55.0) γ -терпинен (24.8) <i>n</i> -цимен (4.4) тимол (0)	[19]
6	Самарская область	1.67	–	карвакрол (46.3) β -цимен (30.9) тимол (1.2)	[20]
7	Там же	2.84	–	тимол карвакрол	[21]
8	Новосибирская область (сбор 20 июля)	3.40	около 40	тимол (56.3) линалоол (20.6) γ -терпинен (6.7) карвакрол (5.4)	[22]
9	Там же (сбор 29 июля)	4.16	около 40	карвакрол (50.7) тимол (14.3) γ -терпинен (12.2) <i>n</i> -цимол (4.7)	[22]
10	Там же, Академгородок (коллекция ЦСБС)	3.68	около 40	карвакрол (33.7) тимол (22.7) γ -терпинен (18.6) <i>n</i> -цимол (5.3)	[22]
<i>Monarda didyma</i>					
11	Ленинградская область	–	более 30	карвакрол (57.2) γ -терпинен (22.5) <i>n</i> -цимен (4.8) тимол (0.4)	[19]
12	Новосибирская область	2.16	около 40	тимол (65.9) карвакрол (10.7) γ -терпинен (6.3) 1-октен-3-ол (3.5) <i>n</i> -цимол (2.8)	[22]

№ образца	Место произрастания образца (характеристика сырья)	Эфирное масло			Ссылка на публикацию
		Выход, % от массы абс. сухого сырья	Число компо- нентов	Главные компоненты (%)	
13	Там же (сорт "Махогени")	2.38	около 40	карвакрол (54.4) γ-терпинен (16.5) метилловый эфир карвакрола (7.3) n-цимол (3.8) тимол (3.4)	[22]
14	Омская область	1.26	более 50	тимол (64.9) n-цимол (9.5) метилловый эфир тимола (7.6) γ-терпинен (3.6) карвакрол (1.2)	[23]
<i>Monarda citriodora</i>					
15	Ленинградская область	–	более 30	тимол (62.4) γ-терпинен (9.8) n-цимен (5.0) карвакрол (3.4)	[19]
16	Индия	–	–	тимол (82.3) карвакрол (4.8) терпинен-4-ол (2.8) n-цимен (1.5)	[24]
17	Швейцария	1.46	30	тимол (44.6) 1,8-цинеол (23.6) α-фелландрен (4.8) β-цимен (4.0)	[25]
18	Великобритания (цветки, листья)	–	–	цветки тимол (61.8) γ-терпинен (13.3) n-цимен (4.2) листья тимол (50.7)	[26]

Примечание: 1. Прочерк обозначает, что данные отсутствуют. 2. ЦСБС - Центральный сибирский ботанический сад СО РАН.

Monarda citriodora Cervantes ex Lag. из южных районов в более северные компонентный состав эфирного масла практически не претерпевает изменений, наблюдаются лишь незначительные отклонения в содержании некоторых терпеноидов [27]. В связи со способностью видов монарды к гибридизации можно получить зимостойкие, устойчивые к болезням гибриды, обогащенные тем или иным компонентом. Так, в результате серии открытых циклов опыления и селекции были созданы пять гибридов *M. fistulosa* L. sp. *menthaefolia* с *M. didyma*. Масло одного гибрида содержало преимущественно гераниол (92 %), второго – карвакрол (74 %), третьего – линалоол (67 %), четвертого – тимол (31 %), пятого – 1,8-цинеол (22 %), при выходе масла 1.17, 1.08, 1.00, 0.62 и 0.68 г на 100 г свежей растительной массы, соответственно [28].

Наиболее популярны виды монарды с ароматом цитрусовых и тимьяна: *M. fistulosa*, *M. didyma* и *M. citriodora*. В табл. 1 представлены результаты исследования содержания эфирного

масла в растениях *M. fistulosa*, *M. didyma* и *M. citriodora* из различных регионов, а также главные компоненты его состава.

Monarda fistulosa

M. fistulosa – монарда дудчатая – один из наиболее изученных видов, который имеет множество сортов и клонов. В качестве эфиромасличной культуры культивируется в США, Канаде, странах Европы, а также в Крыму, на Кавказе и других регионах России. В масле фенольных хемотипов монарды дудчатой преобладают тимол и карвакрол – компоненты, отличающиеся положением гидроксильной группы в бензольном кольце, легко переходящие друг в друга (рис. 1, а, б). Их соотношение может изменяться в зависимости от стадии развития растений и погодных факторов. В отдельных случаях в составе эфирного масла может превалировать n-цимен или γ-терпинен [29].

В свежесобранных растениях (1), произрастающих в условиях Крыма (Никитский ботани-

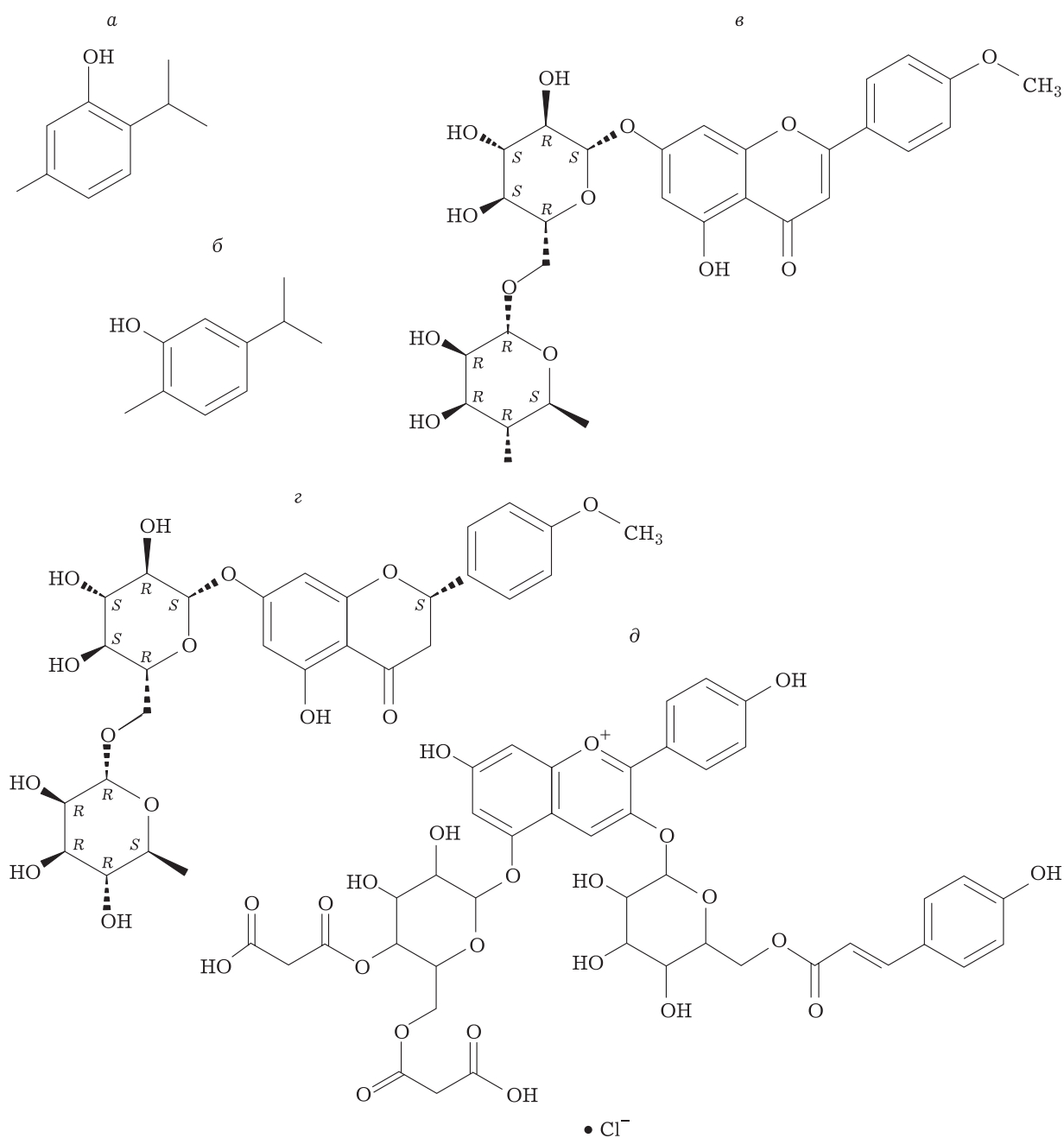


Рис. 1. Структурные формулы основных биологически активных веществ растений рода *Monarda* L.: тимол (а), карвакрола (б), линарина (в), дидимина (з), монардеина (д).

ческий сад), содержание тимол в 2.5 раза больше, чем карвакрола (см. табл. 1) [15]. В воздушно-сухом сырье (2) количественное соотношение компонентов изменяется: главным компонентом становится *n*-цимен, количество тимол уменьшается в 2.2 раза, а карвакрола – в 3.6 раз. Выход масла из сухого сырья уменьшается на 0.7 % [16]. Отмечено [23], что при высушивании сырья монарды качественный состав эфирного масла не меняется, но варьируется содержание составляющих его компонентов. В воздушно-

сухом сырье (3) монарды дудчатой, культивируемой в условиях Украины, обнаружено 38 летучих компонентов, в основном ароматических терпеноидов, при этом главным компонентом является тимол, которого в 2.7 раза больше, чем *n*-цимена [17].

В работе В. А. Замуренко с соавторами отмечено [18], что основными составляющими эфирного масла монарды, произрастающей в Краснодарском крае (4), являются *n*-цимен, карвакрол и тимол в соотношении 2.5 : 1.9 : 1.0, соответ-

ственно. Исходя из низкого выхода масла (0.6–0.9 %), можно предположить, что исследован образец воздушно-сухого сырья (в работе эти данные отсутствуют). Растения монарды дудчатой, выращенные в Ленинградской области (5) из семян, полученных из Краснодарского края, характеризуются иным соотношением компонентов. В этом случае первую позицию занимает карвакрол; γ -терпинена и *n*-цимена меньше в 2.2 и 12.5 раз, соответственно. Наличие тимола не установлено. По-видимому, условия северного региона так существенно влияют на состав масла [19]. Карвакрол выступает главным компонентом и в образце из Самарской области (6); β -цимена в нем меньше в 1.5 раза, а тимола – почти в 40 раз [20]. Однако в работе [21] тимол и карвакрол отмечены как главные компоненты растений из Самарской области; выход масла достаточно высокий – 2.84 %.

В свежесрезанных растениях монарды дудчатой, культивируемой в Центральном сибирском ботаническом саду СО РАН (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск), отмечен богатый качественный состав и очень высокое содержание эфирного масла – до 4.16 % (9) [22]. Авторами сделан вывод о том, что в условиях резко континентального климата Сибири в монарде образуется значительно больше эфирного масла (на 40–70 %), чем в растениях, произрастающих на Южном берегу Крыма и Северном Кавказе. Показано, что содержание и состав эфирных масел зависят от сроков срезки. Образцы (8) и (9) представляют собой цветущие растения монарды дудчатой одной и той же интродукционной популяции с интервалом сбора побегов в 9 дней. В растениях более позднего срока срезки эфирного масла больше на 22.4 %. Количество тимола сокращается в 4 раза, а карвакрола – увеличивается почти в 10 раз, т. е. тимол уступает место карвакролу в качестве главного компонента. Важно отметить, что в образце (8) содержится 20.6 % ценного компонента линалоола; это на 100 % больше, чем приводится в литературе для эфирных масел растений, выращиваемых в южных регионах России. По данным G. Heinrich [30], в масле молодых листьев *M. fistulosa* обнаружено 18 компонентов, в основном углеводородов. В масле стареющих листьев качественный состав компонентов не изменился, однако содержание тимола увеличилось до 68 %, а доля летучих компонентов уменьшилась.

В условиях Крыма накопление эфирного масла у растений монарды дудчатой происходит в основном в соцветиях (до 0.85–3.13 %) и

листьях (до 1.23–3.51 %) в фазах начала цветения и массового цветения. Так как стебли не содержат эфиромасличных железок, масла в них обычно очень мало [31]. При выращивании монарды дудчатой в Московской области максимальное содержание эфирного масла как в соцветиях, так и в листьях было отмечено в фазе массового цветения. К концу вегетации нижние листья начинают отмирать, а содержание эфирного масла в оставшихся листьях снижается. Доля листьев в сырье уменьшается и, как следствие, содержание эфирного масла в сырье в целом тоже. Автор считает, что оптимальной для срезки сырья является фаза начала массового цветения, а на загущенных и старых плантациях – фаза начала цветения [9]. Сдвиг сроков сбора сырья объясняется также поражением монарды мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces biocellatus* (Ehreb.) Gel. Заболевание растений приводит к изменению содержания, состава и массовой доли компонентов эфирного масла [32, 33].

G. Heinrich описал связь тонкой структуры желез *M. fistulosa* с биосинтезом отдельных компонентов масел [34, 35]. Эфирное масло с высоким содержанием тимола встречается преимущественно в пельтатных железистых трихомах листьев. Неспециализированные клетки также продуцируют эфирное масло, но в гораздо меньшей степени [36]. Состав эфирных масел железок у семядолей, листьев, оси побегов сходен. Синтез компонентов масла наблюдался в довольно молодых растениях. Состав компонентов 10-дневных проростков уже походил на состав зрелых листьев [37]. Проанализированы возгоняемые паром вещества, возникающие до и после ферментативного и кислотного гидролиза экстрактов и тканей из листьев и корней *M. fistulosa*. Тимол и борнеол – основные компоненты масла из листьев и стеблей – в виде гликозидов не встречались, однако 1-октен-3-ол, связанный с глюкозой, присутствовал [38].

Во Франции широко распространена разновидность *M. fistulosa* L. var. *menthaefolia*, которая признана ценным источником гераниола. Гераниол – основной компонент эфирного масла этой разновидности, в некоторых клональных вариантах его содержание может достигать 90 % от общего количества. Самый высокий выход масла обнаружен в соцветиях и листьях, а самое высокое содержание гераниола – в эфирном масле лепестков и стеблей. Оптимальное время сбора сырья – период массового цветения растений. Материнские растения *M. fistu-*

losa L. var. *menthaefolia* из разных климатических и географических условий Нормандии и Корсики удалось размножить методами *in vitro*.

Состав эфирного масла растений из географически удаленных территорий оказался сходным [39, 40]. Методом газожидкостной хроматографии установлено, что основными компонентами масла, кроме гераниола, являлись линалоол, нерал и γ -терпинен. На выход масла влияли метод извлечения и состояние растительного материала: он оказался выше из свежих и подвявших растений по сравнению с сухими [41]. Эфирные масла растений, выращенных в провинции Квебек (Канада), состояли из гераниола на 95–98 % независимо от способов получения [42].

Monarda didyma

Наряду с *M. fistulosa* в качестве эфиромасличного растения широко используется *M. didyma* – монарда двойчатая. Ее выращивают в России на Южном берегу Крыма, Северном Кавказе, в Московской, Новосибирской, Омской и Ленинградской областях. Выявлены существенные расхождения в содержании эфирного масла и его компонентов в образцах *M. didyma* различного происхождения [27]. Основными компонентами эфирного масла *M. didyma* (как и масла *M. fistulosa*) являются тимол и карвакрол (см. рис. 1, а, б). Соотношение тимола и карвакрола изменяется в зависимости от места произрастания растений и условий окружающей среды. Так, при возделывании в Ленинградской области (11) содержание карвакрола достигает 57.2 %, при этом количество тимола небольшое – 0.4 %, а в Западной Сибири, в Новосибирской (12) и Омской (14) областях, наоборот, основным компонентом является тимол – 65.9 и 64.9 %, тогда как карвакрола содержится 10.7 и 1.2 %, соответственно. Если в образцах монарды дудчатой наряду с тимолом и карвакролом часто встречается *n*-цимен, то в монарде двойчатой им сопутствует γ -терпинен. Содержание последнего также значительно различается: в Ленинградской области – 22.5 %, в Новосибирской и Омской – меньше в 3.5 и 6.0 раз, соответственно [19, 22, 23]. В эфирном масле монарды двойчатой, выращенной в Самарской области, выявлено 11 компонентов, из которых два – карвакрол и тимол – обуславливают проявляемый фармакологический эффект [21]. Авторы [27] считают, что активность ферментов, участвующих в биосинтезе терпеноидов, нахо-

дится под контролем гормонального баланса и изменяется в онтогенезе. Сравнительный анализ эфирных масел монарды двойчатой второго и третьего годов жизни выявил изменения в содержании основных компонентов: увеличение количества тимола и *n*-цимола, уменьшение – карвакрола и γ -терпинена. Компонентный состав масел из отдельных органов растений также различается: в листьях и стеблях содержание тимола выше, чем в соцветиях, в которых больше карвакрола и терпинен-4-ола [23]. Основным компонентом монарды дудчатой, выращиваемой во Франции, является линалоол [43].

Monarda citriodora

M. citriodora (монарда лимонная) также является одним из перспективных природных источников эфирного масла, которое используется в медицинских целях, для ароматизации пищи и парфюмерии. Основные составляющие эфирного масла растений из Индии (16) – тимол (82.3 %), карвакрол (4.8 %), терпинен-4-ол (2.8 %), *n*-цимен (1.5 %) [24]. В эфирном масле монарды лимонной из Швейцарии (17) обнаружено 30 компонентов, из которых 26 идентифицированы, – это в основном моно- и сесквитерпены. Главные компоненты – тимол (44.6 %), 1,8-цинеол (23.6 %), α -фелландрен (4.8 %) и β -цимен (4.0 %). Выход масла – 1.46 % [25]. Также тимол – доминирующий компонент эфирного масла растений *M. citriodora* var. *citriodora*, выращенных в Ленинградской области (15) и в Великобритании (18). В цветках растений из Великобритании – 61.8 % тимола, в листьях – 50.7 %. Доля *n*-цимена и γ -терпинена в цветках и листьях неодинакова: в цветках меньше первого (4.2 %), но больше второго (13.3 %) [26].

Monarda punctata

Вышеупомянутые виды – *M. fistulosa*, *M. didyma* и *M. citriodora* – исследованы наиболее основательно с позиций содержания и качественного состава эфирных масел, *Monarda punctata* изучена недостаточно. R. Scora [44] с помощью метода газовой хроматографии обнаружил в масле *M. punctata* var. *maritima* следующие компоненты: тимол и карвакрол – 20.2 % (в сумме), γ -терпены – 18.8 %, α -пинен – 5.4 %, цинеол – 5.5 %, гептанол – 4.8 %, β -пинен – 3.3 %, *D*-лимонен – 1.9 % и пр. Автор пришел к заключению, что масла разных видов рода *Monarda* содержат одни и те же компоненты, количество которых варьируется. Показано, что фермент-

ные системы *M. punctata* очень активны, компоненты легко взаимопревращаются. Высокий уровень биологической активности отмечен у камфена, линалоола, нерала, изоментона и борнилацетата, низкий – у α -терпинеола, α -пинена, цинеола и сабинина. Уровень активности компонентов определяет их положение на пути биосинтеза [45].

ФЛАВОНОИДЫ, ФЕНОЛОКИСЛОТЫ И ДРУГИЕ НЕЛЕТУЧИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Фенольный комплекс растений рода *Monarda* исследован фрагментарно, не так детально, как эфирные масла. Он содержит флавоноиды, антоцианы и фенолоксилоны. Отмечено также наличие в надземных органах монарды витаминов, аллилгорчичных масел, олеорезина (резинила) [5, 8, 17].

Исследования метанольных экстрактов из надземной части цветущих растений *M. fistulosa*, *M. fistulosa* var. *rubra*, *M. didyma* var. *rosea*, *M. didyma* var. *Cambridge Scarlet*, *M. citriodora*, *Monarda pectinata* и *Monarda clinopodia* показали сходство состава их флавоноидных соединений. Из *M. pectinata* выделены шесть флавоноидных гликозидов, в том числе линарин (7-рутинозид акацетина) (см. рис. 1, в), дидимин (7-рутинозид изосакуранетина) (см. рис. 1, з) и 7-гликозид лютеолина [46]. Дидимин выделен также из 90 % спиртового экстракта *M. didyma* [47]. О выделении линарина и дидимина и установлении их структуры сообщали немецкие ученые L. Hörhammer, H. Wagner et al. [48–50] еще в 60-х годах прошлого столетия. Хроматографическими методами в растениях *M. fistulosa*, *M. didyma*, *Monarda hybrida*, *M. citriodora* и *Monarda Rassela*, интродуцированных в Республике Башкортостан, установлено наличие лютеолина, нарингенина, 7-гликозида лютеолина, рутина, гиперозида, катехина, галловой и хлорогеновой кислот. Содержание лютеолина в этих видах составило 1.57, 1.63, 1.52, 1.61 и 0.91 %, дубильных веществ – 9.70, 12.11, 9.90, 6.72 и 7.29 %, соответственно [51, 52]. В листьях растений *M. fistulosa* нами обнаружено не менее 8 флавоноидных гликозидов, их суммарное содержание – 3.2 % [53]. В надземной части *M. punctata* идентифицирован флавоновый глюконоид – кешонин [54].

Ярко окрашенные цветки монарды содержат антоцианы. С помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии в свежих лепестках

M. fistulosa определено пять антоцианиновых пигментов, количество которых составило 214.8 мг на 100 г свежей растительной массы. Основным антоцианином был 3,5-диглюкозид пеларгонидина, ацилированный кумаровой и малоновой кислотами. На его долю приходится 81 % от общего содержания антоцианинов и 17 % от общего количества флавоноидов. В составе флавоноидов обнаружены: флавоон, 7-О-гликозид апигенина, 5-гидроксифлавоон и 8-С-гликозид дигидрокси-флавона [55]. Вероятно, специфичным для видов рода *Monarda* является монардеин, структура которого была установлена как 3-О-(6-О-*транс*-*n*-кумарил- β -D-глюкопиранозил)-5-О-(4,6-ди-О-малонил- β -D-глюкопиранозил) пеларгонидин (см. рис. 1, д) [56].

Из надземной части растений *M. punctata* выделены и идентифицированы спектроскопическими методами анализа шесть монотерпеновых гликозидов [54], а из *M. citriodora* – β -ситостерол [57]. В надземной части трех разновидностей *M. punctata* обнаружили *n*-алканы: у *M. punctata* var. *maritima* – 9, у *M. punctata* var. *fruticulosa* – 7, у *M. fistulosa* var. *molloyi* – 5. Во всех трех таксонах количество нечетных алканов превосходило количество четных. Их состав варьировался от C₂₇H₅₆ до C₃₅H₇₂ [58]. Изучен состав жирных кислот и триглицеридов в масле из семян семи видов монарды. В относительно большом количестве обнаружены пальмитиновые, стеариновые, олеиновые, линолеиновые и линоленовые кислоты и триглицериды – трилиноленин, линолеодилиноленин, дилинолеолиноленин, олеодилиноленин, ральмитодилиноленин, трилинолеин, олеолинолеолиноленин и др. [59, 60]. Из надземных органов *M. fistulosa* выделены монардиновые кислоты А и В, которые представляют собой диастереомеры литоспермической и литоспермиевой кислот [61].

Определено содержание неорганических химических элементов методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения. В листьях и соцветиях монарды дудчатой обнаружены (мг/кг сухой массы, соответственно): К (6207, 10917), Са (33208, 13503), Мп (66.19, 50.86), Fe (454.87, 194.30), Cu (6.33, 17.74), Zn (17.11, 46.01), Br (11.22, 2.07), Rb (18.96, 79.03), Sr (113.56, 53.93), Zr (2.14, 0.45), Mo (4.23, 2.08), W (2.76, 3.63), Pb (2.01, 2.45), Th (0.53, 0.62). Некоторые элементы содержатся только в листьях – это Y (0.65) и Bi (0.53), другие – только в соцветиях: Co (4.38), Ni (7.28), Ga (0.20), Hg (1.18) [53]. Содержание Se составило 169.0 мкг/кг сухой массы [62].

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ РОДА *MONARDA*

Эфирное масло и экстракты монарды обладают высокой бактерицидной, противовирусной, противогрибковой, противомикоплазменной и антигельминтной активностью, иммуномодулирующим эффектом, антиоксидантным, радиопротекторным, антисклеротическим, десенсибилизирующим, противоонкологическим, противовоспалительным и обезболивающим действиями. Они восстанавливают нарушенные окислительно-восстановительные процессы в организме, оказывают седативное действие на центральную нервную систему, стимулируют регенерацию поврежденных покровов кожи, снижают до нормы повышенные показатели липидного обмена [7, 29]. Считается, что с наличием флавоноидов связано проявление эффективности против различных возбудителей болезней (бактерий, грибов, простейших и др.) [5].

Бактерицидное и противовирусное действие

Эфирные масла монарды вследствие высокого содержания фенолов (67–89 %) отличаются бактерицидной и антибиотической активностью. Исследования показали, что терпеновые соединения фенольной природы обладают широким спектром антимикробного действия к различным видам микроорганизмов. Формирование устойчивости бактерий к эфирному маслу монарды происходит намного медленнее, чем к антибиотикам; некоторые штаммы стафилококка вообще не вырабатывают устойчивости к маслу монарды [11, 63]. Масло из соцветий *M. citriodora*, состоящее преимущественно из монотерпенов и сесквитерпенов, оказывало по сравнению с пенициллином более высокую антибактериальную активность против *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* и *Staphylococcus albus* [25]. Антибактериальную активность масла *M. punctata*, в котором преобладают тимол (75.2 %), *n*-цимен (6.7 %), лимонен (5.4 %) и карвакрол (3.5 %) (оксигенированные монотерпены), оценивали по отношению к патогенам некоторых часто встречающихся респираторных инфекций – *Streptococcus pyogenes*, *E. coli*, *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* и *Haemophilus influenzae*. Первые три штамма оказались наиболее восприимчивыми к этому воздействию [64]. Тесты на антимикробную активность эфирного масла *M. didyma* против девяти штаммов бактерий показали, что грамположительные бактерии более чувствительны по сравнению с грамотрицательными, а в общем это масло обладает ингибирующим дей-

ствием в отношении всех тестовых культур и особенно эффективно против *Bacillus cereus*. Предполагается, что высокое содержание сильного антимикробного агента (тимола) в масле *M. didyma* является основным фактором его выраженной антимикробной активности [65, 66]. Антибиотические эффекты масел были протестированы на *E. coli*, наиболее устойчивому к эфирным маслам. Сильное действие проявили масла *Monarda ramoleyi*, *M. citriodora* и *Monarda violacea*; трипаносомы, контактирующие с эфирными маслами, теряли мобильность и быстро погибали [67]. По данным Б. В. Богущко с соавторами [68], добавление эфирного масла *M. fistulosa* к бактериальным суспензиям *S. aureus* и *E. coli* вызывало клеточный лизис и значительно уменьшало оптическую плотность культуры.

Антибиотическую активность проявляют не только эфирные масла монарды, но также и экстракты из надземной части растений. Масляный экстракт из сырья *M. fistulosa* (июльский сбор) показывает антимикробную активность в отношении как грамотрицательных, так и грамположительных микроорганизмов. В концентрации 30 мг/мл он полностью подавляет рост *Enterobacter cloacae*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *S. aureus*, *Streptococcus faecalis*. В концентрации 50 мг/мл происходит полное подавление всех испытанных патогенных бактерий, т. е. дополнительно к указанным и *E. coli*, *Citrobacter freundii*, *Pseudomonas aeruginosa* [69]. Возможность применения масляного экстракта монарды в качестве антимикробного средства защищена патентом РФ [70]. Водно-этанольные экстракты из *M. fistulosa* обладают бактерицидным действием против грамположительных бактерий *S. aureus*, *Enterococcus faecium* и *B. subtilis*, при этом против двух первых – в высокой степени. Водный экстракт проявляет более низкую активность и только против одного тест-штамма – *S. aureus* [71].

Водно-этанольные и водные экстракты из надземной части растений *M. fistulosa* проявляют высокую противовирусную активность в отношении вируса гриппа субтипов A/Aichi/2/68 (H3N2) (человека) и A/chicken/Kurgan/05/2005 (H5N1) (птиц) [72].

Антимикотическое действие

Антимикотическую активность видов рода *Monarda* изучают в связи с возможным практическим применением в растениеводстве. Поиск альтернативы синтетическим фунгицидам –

чрезвычайно важная задача, связанная с безопасностью пищевых продуктов и защитой окружающей среды. Установлено, что эфирные масла из надземной части растений *M. didyma*, *M. didyma* var. 80-1A и *M. fistulosa* являются перспективными средствами против грибковых патогенов серой плесени клубники *Botrytis cinerea* и томата *Rhizoctonia solani* [73–76]. Японские ученые [77] изучали эфирное масло монарды, а также надземную часть в комбинации с другими травами в составе гидрозолей и травяных сборов против *Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus* и *Trichophyton mentagrophytes*. Испытанные составы трав показывали угнетение *C. albicans* в разной степени, однако монарда всегда проявляла высокую степень ингибирования как нитчатой, так и дрожжевой формы кандиды. В опытах с летучими выделениями 11 видов растений самым активным в способности угнетать *T. mentagrophytes* и в несколько меньшей степени *A. fumigatus* оказалось эфирное масло монарды. Эффект этого действия объясняют наличием больших количеств тимохинона [78]. Некоторые растения проявляют высокую активность при действии парами, однако большая их часть – при контактном воздействии. Противогрибковая активность *M. citriodora* var. *citriodora* оказалась высокой в обоих случаях при испытании на 15 патогенах [79–81].

Впервые создана математическая модель влияния эфирного масла монарды и его компонента цимена на прорастание и рост спор *Beauveria bassiana*, энтомопатогенного грибка, способного колонизировать большое количество видов растений. Установлено, что в мониторинге влияния эфирных масел на рост *B. bassiana* удобно использовать показатель “прорастание спор”, так как этот период является наиболее уязвимым моментом в жизненном цикле грибка [66]. Экстракты монарды также обладают ярко выраженными фунгицидными свойствами. Так, активность масляных, водных и водно-спиртовых экстрактов *M. fistulosa* против дрожжеподобного гриба *C. albicans* оказалась очень высокой [53, 69, 71, 82].

Антиоксидантная активность

Биологически активные вещества монарды обладают антиоксидантными и антирадикальными свойствами. Исследованиями А. Г. Шутовой [83, 84] доказано, что наибольшую антирадикальную активность проявляют фенольные соединения – тимол и его изомер карвакрол. Эфирное масло из надземной части *M. fistulosa*,

содержащее тимол и карвакрол в качестве доминирующих компонентов, оказывает сильнейший антиоксидантный эффект. В связи с этим открываются большие возможности использования эфирного масла монарды в качестве природного источника антиоксидантов для фармацевтической промышленности [75, 85, 86]. По данным авторов [87], в надземной массе *M. fistulosa* содержится до 5.52 мг/г антиоксидантов фенольного типа. Это может быть хорошей основой для создания инновационных функциональных пищевых продуктов и продуктов лечебно-профилактического назначения. По другим данным [88, 89], в период массового цветения растений *M. fistulosa* суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов достигает 16.1–17.3 мг-экв. галловой кислоты на 1 г сырой массы, что в 10 раз больше по сравнению с тимьяном и лавандой. Проведен скрининг эфирного масла *M. citriodora* var. *citriodora* на антиокислительные свойства в обогащенной липидами матрице. Сделано заключение о его высокой активности как в антиоксидантных, так и в антибактериальных тест-системах в важные периоды жизни – плод, новорожденность и старение [90, 91].

Цитотоксическое действие

Выделенные из растений флавоноидные фракции имеют слабую антимикотическую и отчетливую антимицотическую активность [46]. Немногочисленные данные о противоопухолевом действии эфирных масел видов монарды и их компонентов дают некоторую надежду на расширение этих исследований. При испытании действия биологически активных монотерпенов из *M. fistulosa* на 60 линий опухолевых клеток человека тимол и тимохинон проявили избирательную цитотоксичность против определенных клеточных линий (SF-539 (ЦНС), РС-3, М-14, OVCAR-5, MCF-7) [92]. Индийские ученые показали, что эфирное масло из *M. citriodora* и его основной компонент тимол ингибируют пролиферацию раковых клеток линий HL-60, MCF-7, РС-3, А-549 и MDAMB-231. В клетках с промиелоцитарной лейкемией HL-60 эфирное масло было вдвое цитотоксичнее, чем тимол. По сравнению с тимолом значительно выше оказались степень индукции апоптоза и нарушение сигнального каскада [93]. Показано, что карвакрол, подобно своему изомеру тимолу, обладает антиоксидантным и противоопухолевым (цитотоксическим) действием [94].

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Фармакологические исследования видов рода *Monarda* немногочисленны. Имеющиеся сведения касаются испытания эфирных масел и их компонентов. Так, В. В. Николаевский с сотрудниками [95] установили, что эфирное масло монарды снижает количество холестерина в аорте и уменьшает атеросклеротические бляшки, проявляя ангиопротективное действие. Фракции эфирного масла, введенные в атмосферу, нормализуют некоторые ферментные реакции в крови и печени крыс [96]. Эфирное масло *M. didyma* и его компоненты проявляют высокую аллелопатическую активность [97]. В опытах на мышах установлена возможность стимуляции или подавления в зависимости от схемы введения эфирного масла вторичного антительного иммунного ответа [98]. Ацетоновый экстракт из надземной части растений *M. punctata* показал ингибирующее действие на активность липазы в изолированной плазме мышей *in vitro*; активным компонентом эфирного масла этого вида является карвакрол [54].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИДОВ РОДА *MONARDA*

Виды рода *Monarda* известны с давних времен как источник тимола, обладающего сильной антибактериальной и фунгистатической активностью. Эфирное масло монарды производили в основном для выделения этого монотерпеноида, имевшего для медицины высокую ценность и потому экспортировавшегося в Индию и страны Европы. Сообщения о возделывании монарды для получения тимола на экспорт в Индию и Европу датированы 1916 г. [99, 100]. Для выделения тимола необходим отбор “тимольных” сортов и клонов с высоким содержанием этого компонента в составе эфирного масла. В обзоре С. В. Федотова [29], посвященном хемотипам эфирных масел монарды, отмечено, что производство отдельных веществ из состава масел должно происходить под строгим контролем, так как “зачастую компонентные составы продающихся эфирных масел существенно отличаются от тех, которые исследовались на предмет биологической активности и были описаны”. Автор отмечает, что тимольный, карвакрольный, гераниольный и другие хемотипы натурального эфирного масла существенно различаются по своим свойствам и биологической ак-

тивности, вследствие чего не могут применяться одинаково. Это ограничение касается всех сторон использования видов монарды в связи с ее биологической активностью. Вследствие нежелательного присутствия того или иного компонента необходимо полное представление о составе применяемого образца эфирного масла. Разделение эфирных масел на фракции применяется в парфюмерной промышленности для улучшения аромата продукции, некоторые компоненты отделяют, другие – вносят, как например: линалоол, придающий маслу приятный цветочный аромат, лимонен – цитрусовый аромат, борнеол и камфен – камфорный. Подобный подход необходим и при использовании эфирных масел в медицине. Масло с высоким содержанием тимола обладает высоким бактерицидным эффектом, карвакрола – микостатической активностью против различных штаммов *Candida* [101]. Гераниол придает эфирному маслу антигельминтное и токсичное действие [102, 103].

В 1996 г. Международная ассоциация лекарственных трав объявила *Monarda* лекарственной травой года [104]. Эфирное масло монарды можно применять для профилактики бронхитов и острых респираторных заболеваний, коррекции вторичных иммунодефицитов (преимущественно Т-системы), повышения устойчивости к различным инфекционным заболеваниям [105]. Благодаря широкому фармакологическому спектру действия надземная часть всех видов монарды наряду с эфирным маслом используется для ингаляций при инфекционных заболеваниях верхних дыхательных путей и легких (микоплазменная пневмония, хронический бронхит, туберкулез, бронхоэктатическая болезнь, грипп, ОРЗ). Водно-спиртовый или водный экстракты применяются в виде полосканий при воспалениях слизистой оболочки полости рта и носоглотки (ангина, синусит, стоматит, гингивит, гайморит, ринит), при атеросклерозе, онкологическом риске, анемии, дистрессе, гипоксии, малых радиационных воздействиях и др. [7, 8]. При этом тимол является трахейным релаксантом, вызывая расслабление трахеи, используется в стоматологической практике как анальгетическое средство для обезболивания дентина, в антисептических жидкостях для полоскания рта и лечения язв ротовой полости, оказывает антисептическое, бактерицидное, дезинфицирующее, дезодорирующее, противоопухолевое (цитотоксическое), спазмолитическое, фунгицидное действие [106–108]. Карвакрол по своей биологической ак-

тивности очень близок к тимолу, однако в медицине так широко не используется [29]. Применяют карвакрол для подавления развития различных штаммов рода *Candida* [109].

В ароматерапии эфирное масло монарды рекомендуется использовать при пневмониях, хронических бронхитах, туберкулезе, снижении иммунитета, старении организма, атеросклерозе, гипоксии, стрессе, анемии, кандидозе, гингивитах, периодонтитах, стоматитах, малых радиационных воздействиях, а также для профилактики ОРЗ и гриппа, оптимизации адаптации к новым климатическим условиям [15, 104, 110]. Проводятся исследования по созданию новых лекарственных средств из *M. fistulosa* для лечебно-профилактического применения у людей пожилого возраста [21, 111]. Эфирное масло монарды дудчатой предложено использовать для лечения себореи; оно ингибирует рост микроорганизмов, превышая по противовоспалительной активности эффект гидрокортизона в сочетании с витамином В [112]. Опыты по применению фитоэкстрактов из монарды дудчатой и других видов растений для санации медицинских помещений (стоматологических кабинетов) показали снижение уровня микробной контаминации по микробному числу в среднем в 2–3 раза. Насыщение воздуха летучими молекулами эфирного масла положительно воздействует на эмоциональную сферу медицинских работников и пациентов, оказывает бодрящее, антидепрессивное, адаптогенное действие [113, 114]. Виды монарды рекомендуют выращивать в помещениях, а также в санаторных парках и садах для терапевтического (аэроостимулирующего) эффекта, образующегося благодаря летучим выделениям [115, 116].

Эфирное масло монарды используется в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности для ароматизации вермутов, биологической стабилизации столовых сухих, полусухих и полусладких вин, а также в качестве антисептической составляющей в безалкогольных напитках [7, 8, 117]. Монарда применяется как натуральный ароматизатор, консервант и антиоксидант, как естественная замена синтетических пищевых добавок. Так, эфирное масло *M. didyma* проявило высокую антиоксидантную активность, превышающую в дозе 0.2 % способность синтетического препарата ВНТ (бутилгидрокситолуола). Бактериостатические и бактерицидные свойства карвакрола в отношении ряда бактерий, например *E. coli*, *B. cereus* и других, в сочетании с достаточно приятным за-

пахом и своеобразным жгучим вкусом позволили рекомендовать его в качестве пищевой добавки, оказывающей консервирующее действие [107, 109]. Надземную массу, собранную в промежутке между фазами бутонизации и цветения растений, используют при консервации овощей и производстве маринадов в качестве альтернативы черному перцу [118, 119]. Ароматные листья монарды можно использовать практически круглый год, так как она очень рано отрастает и остается зеленой в ноябре при заморозках $-5... -7$ °С; монарда является источником витаминов С, В₁, В₂ [89].

В связи с применением компонентов эфирных масел в пищевой промышленности в качестве замены синтетических антиоксидантных пищевых добавок проведена оценка их прооксидантных и токсичных свойств, выполнено исследование цитотоксических, генотоксических и защитных ДНК эффектов длительной (24 ч) инкубации клеток млекопитающих с двумя основными компонентами масел монарды (карвакрол и тимол) в условиях *in vitro*. Карвакрол оказался несколько более цитотоксичным, чем тимол, а клетки Сасо-2 – более устойчивыми к карвакролу и тимолу, чем клетки НерG2 и V79 [120].

Биохимическая оценка различных видов и сортов монарды, проведенная в 1990–1991 гг. во Всесоюзном научно-исследовательском институте селекции и семеноводства овощных культур (ВНИИССОК) в Подмоскowie, показала перспективность ее введения как нового пряно-вкусового овощного растения. Сотрудниками института собрана и изучена большая коллекция – более 43 сортообразцов, относящихся к 12 видам рода. По их мнению, важная задача заключается в создании новых отечественных сортов монарды с высоким содержанием биологически активных веществ, обладающих профилактическим и лечебным действием на организм человека [89, 121]. В 1997 г. был создан и занесен в Государственный реестр первый овощной сорт монарды дудчатой – Виктюлия [122].

В результате интродукции в различных почвенно-климатических условиях России ученые признали некоторые виды рода *Monarda* перспективными для промышленного выращивания [4, 9, 14, 19, 22, 123]. Как многолетнюю культуру в Сибири можно выращивать монарду дудчатую и монарду двойчатую. Другие виды зимой вымерзают, поэтому их высевают ежегодно [53]. В ЦСБС СО РАН получен патент РФ “Способ выращивания монарды дудчатой в Западной Сибири” (Новосибирская область) [124].

Опубликованные материалы свидетельствуют о том, что интерес к видам рода *Monarda* с течением времени возрастает. На основе биоцидных свойств монарды разрабатываются различные варианты ее практического использования: в сельском хозяйстве – ингибирование прорастания семян и токсического воздействия на проростки сорняков [125], а также применение в борьбе против плазмодиев [126], личинок черпахового жука [127], мексиканского бобового долгоносика [128], в быту – обработка обуви от грибка [129], употребление в качестве репеллентов от комаров [130] и пр. Многочисленные результаты исследований доказали хозяйственную ценность и практическую значимость видов монарды. Они являются перспективным лекарственным, пряно-ароматическим и эфирно-масличным сырьем. Для расширения отечественного рынка сырья целесообразно выращивать виды монарды в культуре, что возможно в различных регионах России.

Работа выполнена в рамках государственного задания ЦСБС СО РАН № АААА-А17-117012610051-5 по проекту “Оценка морфогенетического потенциала популяций растений Северной Азии экспериментальными методами”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Mabberley D. J. The Plant-Book: A Portable Dictionary of the Higher Plants. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. 707 p.
- McClintock E., Epling C. A review of the genus *Monarda* // Univ. California Publ. Bot. 1982. Vol. 20, No. 2. P. 147–194.
- Scora R. W. Interspecific relationships in the genus *Monarda* (Labiatae) // Univ. California Publ. Bot. 1967. Vol. 41, No. 2. P. 1–71.
- Бодруг М. В. Интродукция новых эфирно-масличных растений в Молдове. Кишинев: ШТИИЦ, 1993. 258 с.
- Дрягина И. В., Кан Л. Ю. Монарда – растение индейцев Северной Америки // Картофель и овощи. 1996. № 5. С. 17–18.
- Weber M., Knoy Ch., Kindscher K., Brown R. C. D., Niemann S., Chapman J. Identification of medicinally active compounds in prairie plants by HPLC coupled to electron impact-mass spectrometry // American Laboratory. 2007. Vol. 39, No. 12. P. 9–11.
- Бедуленко М. А. Интродукция, экологический аспект и современные направления изучения и применения лекарственного, пряно-ароматического и эфирно-масличного растения *Monarda fistulosa* L. (обзор) // Труды БГУ. 2013. Т. 8, № 2. С. 52–60.
- Дрягина И. В., Кан Л. Ю. Секрет целебности монарды // Картофель и овощи. 1997. № 5. С. 17–18.
- Маланкина Е. Л. Особенности накопления эфирного масла в монарде дудчатой в условиях Московской области // Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию Ботан. сада Рос. гос. ун-та им. И. Канта “Роль ботанических садов в сохранении и обогащении биологического разнообразия видов”, Калининград, 15–17 сентября 2004. С. 214–216.
- Исиков В. П. Исследования ароматических и лекарственных растений в Никитском ботаническом саду // Бюлл. Никит. ботан. сада. 2010. Вып. 100. С. 64–67.
- Богущий Б. В., Николаевский В. В., Васюта Г. Г., Иванов И. К., Синченко Н. Н., Тютюнник В. И., Еременко А. Е., Тихомиров А. А., Мязина Л. Ф. Действие эфирных масел на микробы // Тез. докл. III Симп. “Актуальные вопросы изучения и использования эфиромасличных растений и эфирных масел”, Симферополь, 24–26 сентября 1980. С. 223.
- Работягов В. Д., Хлыпенко Л. А., Корсакова С. П. Эфиромасличные растения семейства яснотковые из коллекции Никитского ботанического сада // Материалы Междунар. совещ., посвящ. памяти В. Г. Минаевой “Физиолого-биохимические аспекты изучения лекарственных растений”, Новосибирск, 15–18 апреля 1998. С. 54–55.
- Оголевец Г. С. Энциклопедический словарь лекарственных, эфирно-масличных и ядовитых растений. М.: Сельхозгиз, 1951. 508 с.
- Корчашкина Н. В. Биологические особенности роста и развития видов рода монарда (*Monarda* L.) в условиях нечерноземной зоны Российской Федерации: дис. ... канд. биол. наук. М., 2009. 149 с.
- Николаевский В. В., Зинькович В. И. Ароматы растений и здоровье человека. Тольятти: Тип. АО Автогаз, 1997. 206 с.
- Никитина А. С., Алиев А. М., Феськов С. А., Никитина Н. В. Компонентный состав эфирного масла травы *Monarda fistulosa* L. из коллекции Никитского ботанического сада // Химия растит. сырья. 2018. № 2. С. 55–62.
- Шанайда М. И. Фітахімічна дослідження надземної частини Монарди трубчатой (*Monarda fistulosa* L.) // Фармацевтичний журнал. 2010. No. 5. С. 89–93.
- Замуреенко В. А., Клюев Н. А., Бочаров Б. В., Кабанов В. С., Захаров А. М. Исследование компонентного состава *Monarda fistulosa* // Химия природ. соединений. 1989. Т. 5. С. 646–649.
- Вишневецкая О. Е., Шаварда А. Л., Соловьева А. Е., Зверева О. А. Исследование компонентного состава эфирного масла растений рода *Monarda* (Lamiaceae), культивируемых в условиях Северо-Западного региона // Аграрная Россия. 2006. № 6. С. 60–62.
- Лапина А. С., Варина Н. Р., Куркин В. А., Авдеева Е. В., Рязанцева Т. К., Рыжов В. М., Рузаева И. В. Монарда дудчатая как перспективный источник получения лекарственных препаратов // Сб. науч. тр. ГНБС. 2018. Т. 146. С. 175–178.
- Мащенко З. Е., Куркин В. А., Шаталаев И. Ф. Исследование компонентного состава эфирного масла травы монарды дудчатой, выращенной в условиях Самарской области / Сб. науч. тр. “Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции”, Вып. 59. Пенза: Пензенский гос. фармацевт. акад., 2004. С. 37–38.
- Опарин Р. В., Покровский Л. М., Высочина Г. И., Ткачев А. В. Исследование химического состава эфирного масла *Monarda fistulosa* L. и *Monarda didyma* L., культивируемых в условиях Западной Сибири // Химия растит. сырья. 2000. № 3. С. 19–24.
- Мяделец М. А., Домрачев Д. В., Крикливая А. Н., Высочина Г. И. Зависимость состава эфирного масла *Monarda didyma* L. (Lamiaceae) от возраста растений и характера сырья // Химия растит. сырья. 2014. № 1. С. 215–219.
- Verma M. K., Chandra S. *Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.: an alternate rich source of thymol // Indian Perfumer. 2013. Vol. 57, No. 2. P. 43–48.
- Lu Zh.-G., Li X.-H., Li W. Chemical composition of antibacterial activity of essential oil from *Monarda citriodora* flowers // Advanced Materials Research. 2011. Vol. 183–185. P. 920–923.

- 26 Collins J. E., Bishop Ch. D., Deans S. G., Svoboda K. P. Composition of the essential oil from the leaves and flowers of *Monarda citriodora* var. *citriodora* grown in the United Kingdom // J. Essent. Oil Res. 1994. Vol. 6, Issue 1. P. 27–29.
- 27 Дмитриева В. Л., Дмитриев Л. Б. Изучение состава эфирных масел эфиромасличных растений Нечерноземной зоны России // Изв. Тимиряз. с.-х. акад. 2011. № 3. С. 106–119.
- 28 Mazza G., Marshall H. H. Geraniol, linalool, thymol and carvacrol-rich essential oils from *Monarda* hybrids // J. Essent. Oil Res. 1992. Vol. 4, Issue 4. P. 395–400.
- 29 Федотов С. В. Эфирные масла монард видов *Monarda fistulosa* L., *M. didyma* L., *M. citriodora* Cervantes ex Lag., их хемотипы и биологическая активность // Сб. науч. тр. ГНБС. 2015. Т. 141. С. 131–147.
- 30 Heinrich G. Essential oil of *Monarda fistulosa* and the incorporation of labeled carbon dioxide in its components // Planta Medica. 1973. Vol. 23, No. 3. P. 201–212.
- 31 Баранова С. В. Эфирные масла некоторых видов монарды и мяты // Сб. науч. тр. “Биологически активные вещества плодовых, пряно-ароматических и декоративных растений”, Ялта, 1981. 148 с.
- 32 Contaldo N., Bellardi M. G., Cavicchi L., Epifano F., Genovese S., Bertaccini A. Phytochemical effects of phytoplasma infections on essential oil of *Monarda fistulosa* L. // Bulletin of Insectology. 2011. Vol. 64 (Supplement). P. S177–S178.
- 33 Работягов В. Д., Исиков В. П., Овчаренко Н. С., Лопотова О. В. Состав эфирного масла у *Monarda fistulosa* L., пораженной мучнисто-росяным грибом *Golovinomyces bicoellatus* (Ehreb.) Gel. // Черномор. ботанический журнал. 2010. Т. 6, № 3. С. 373–377.
- 34 Heinrich G. Development, line structure, and oil content of the patelliform glands of *Monarda fistulosa* // Planta Medica. 1973. Vol. 23, No. 2. P. 154–166.
- 35 Heinrich G. Fine structure and the essential oil of a certain type of gland hair in *Monarda fistulosa* // Biochemie und Physiologie der Pflanzen. 1977. Vol. 171, No. 1. P. 17–24.
- 36 Heinrich G., Schultze W., Pfab I., Boettger M. The site of essential oil biosynthesis in *Poncirus trifoliata* and *Monarda fistulosa* // Physiologie Vegetale. 1983. Vol. 21, No. 2. P. 257–268.
- 37 Pfab I., Heinrich G., Schultze W. The essential oil of *Monarda fistulosa* L.: occurring in glandular and non-glandular tissues // Biochemie und Physiologie der Pflanzen. 1980. Vol. 175, No. 1. P. 29–44.
- 38 Pfab I., Heinrich G., Francke W. Glycoside-bound components in essential oils of *Monarda fistulosa* // Biochemie und Physiologie der Pflanzen. 1980. Vol. 175, No. 3. P. 194–207.
- 39 Chubey B. B. Geraniol-rich essential oil from *Monarda fistulosa* L. // Perfumer & Flavorist. 1982. Vol. 7, No. 3. P. 32–34.
- 40 Acquarone L., Corticchiato M., Ramazotti J., Raoul J. L. Growing of *Monarda fistulosa* in France and getting of essential oils by hydrodiffusion // Rivista Italiana EPPOS. 1998. Spec. Num. P. 761–765.
- 41 Mazza G., Chubey B. B., Kiehn F. Essential oil of *Monarda fistulosa* L. var. *menthaefolia*, a potential source of geraniol // Flavour and Fragrance Journal. 1987. Vol. 2, No. 3. P. 129–132.
- 42 Simon D. Z., Beliveau J., Aube C. Extraction by hydrodiffusion of the essential oil of *Monarda fistulosa* grown in the Province of Quebec: assay of geraniol in the hydrodiffused oil // Int. J. Crude Drug Res. 1986. Vol. 24, No. 3. P. 120–122.
- 43 Carnat A. P., Lamaison J. L., Remery A. Composition of leaf and flower essential oil from *Monarda didyma* L. cultivated in France // Flavour and Fragrance Journal. 1991. Vol. 6, No. 1. P. 79–80.
- 44 Scora R. W. Gas chromatographic analysis of the oil from *Monarda punctata* // Journal of Chromatography. 1965. Vol. 19, No. 3. P. 601–603.
- 45 Scora R. W., Mann J. D. Essential oil synthesis in *Monarda punctata* // Lloydia. 1967. Vol. 30, No. 3. P. 236–241.
- 46 Banach R., Olechnowicz-Stepien W. The flavonoid fraction of some *Monarda* species // Herba Polonica. 1986. Vol. 32, No. 3–4. P. 145–153.
- 47 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, No. 11–12. P. 874–876.
- 48 Hörhammer L., Aurnhammer G., Wagner H. Linarin from the tops of *Monarda didyma* // Phytochemistry. 1970. Vol. 9, No. 4. P. 899.
- 49 Wagner H., Hörhammer L., Aurnhammer G., Farkas L. Structural studies of didymine, an isosakuranetin rutinoside from *Monarda didyma* // Tetrahedron Letters. 1967. Vol. 19. P. 1837–1839.
- 50 Wagner H., Hörhammer L., Aurnhammer G., Farkas L. Structural elucidation and synthesis of didymin, an isosakuranetin-7- β -rutinoside from *Monarda didyma* // Chemische Berichte. 1968. Vol. 101, Issue 2. P. 445–449.
- 51 Красюк Е. В., Пупыкина К. А., Анищенко И. Е. Характеристика фенольных соединений видов монарды, интродуцированных в Республике Башкортостан // Башкир. хим. журн. 2015. Т. 22, № 3. С. 79–83.
- 52 Красюк Е. В., Пупыркина К. А. Качественный анализ и разработка методики количественного определения флавоноидов в видах монарды, интродуцируемых в Республике Башкортостан // Медиц. вестн. Башкортостана. 2016. Т. 11, № 5 (65). С. 73–77.
- 53 Высочина Г. И. Перспективы использования монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.), содержащей биологически активные вещества // Материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию заслуж. деятеля науки РК, д. х. н., проф. Т. К. Чумбалова “Химия, технология и медицинские аспекты природных соединений”, Алматы, 10–13 октября 2007. С. 172.
- 54 Yamada K., Murata T., Kobayashi K., Miyase T., Yoshizaki F. A lipase inhibitor monoterpene and monoterpene glycosides from *Monarda punctata* // Phytochemistry. 2010. Vol. 71, Issue 16. P. 1884–1891.
- 55 Davies A. J., Mazza G. Separation and characterization of anthocyanins of *Monarda fistulosa* by high-performance liquid chromatography // J. Agric. Food Chem. 1992. Vol. 40, No. 8. P. 1341–1345.
- 56 Kondo T., Nakane Y., Tamura H., Goto T., Eugster C. H. Structure of monardaein, a bis-malonylated anthocyanin isolated from golden balm, *Monarda didyma* // Tetrahedron Lett. 1985. Vol. 26, Issue 48. P. 5879–5882.
- 57 Dominguez X. A., Chacon I. Mexican medicinal plants. XIV. β -Sitosterol and other substances from *Monarda citriodora* // Phytochemistry. 1971. Vol. 10, Issue 7. P. 1691.
- 58 Scora R. W., Tin W. Isolation and identification of alkanes from three taxa of *Monarda* // Phytochemistry. 1971. Vol. 10, Issue 2. P. 462–464.
- 59 Новицкая Г. В., Мальцева В. И. Жирнокислотный состав масел семян некоторых видов сем. Labiatae в связи с их систематическим положением // Растит. ресурсы. 1967. Т. 3, Вып. 3. С. 438–442.
- 60 Новицкая Г. В., Мальцева В. И. Триглицеридный состав семян *Monarda fistulosa*, *M. mollis* и *Pycnanthemum virginicum* // Биохимия. 1966. Т. 31, Вып. 5. С. 953–958.

- 61 Murata T., Oyama K., Fujiyama M., Oobayashi B., Umehara K., Miyase T., Yoshizaki F. Diastereomers of lithospermic acid and lithospermic acid B from *Monarda fistulosa* and *Lithospermum erythrorhizon* // *Fitoterapia*. 2013. Vol. 91. P. 51–59.
- 62 Голубкина Н. А., Хомякова Е. М., Гинс В. К. Накопление селена некоторыми лекарственными растениями // Тез. Междунар. науч.-практ. конф. “Селекция и семеноводство овощных культур в XXI веке”, Москва, 24–27 июля 2000. С. 182–183.
- 63 Чайковская Л. Е. Монарда лимонная – перспективная эфиромасличная культура в условиях Молдавии. Исследования по селекции, семеноводству и технологии возделывания эфиромаслических растений // Штиинца, 1988. С. 34–36.
- 64 Li H., Yang T., Li F. Y., Yao Y., Sun Z. M. Antibacterial activity and mechanism of action of *Monarda punctata* essential oil and its main components against common bacterial pathogens in respiratory tract // *Int. J. Clin. Exp. Pathol.* 2014. Vol. 7, No. 11. P. 7389–7398.
- 65 El Kalamouni C., Raynaud C., Talou T., Venskutonis P. R. Screening of antioxidant and antimicrobial activities of Midi-Pyrenees aromatic plants // *Chemine Technologija*. 2009. No. 3 (52). P. 69–73.
- 66 El Kalamouni Ch., Dobravalskyte D., Raynaud Ch., Venskutonis R., Talou Th. Native vs extracted essential oil: from chemical composition to biological activities // *Royal Society of Chemistry. Special Publication*. 2010. Vol. 326. P. 369–378.
- 67 Хачоян В. И., Абрамян А. В. Действие некоторых эфирных масел на микроорганизмы // *Биолог. журн. Армении*. 1969. Т. 22, № 4. С. 106–107.
- 68 Богущкий Б. В., Николаевский В. В., Еременко А. Е., Тихомиров А. А., Иванов И. К. Влияние эфирного масла монарды дудчатой на живые клетки *in vitro* // *Материалы VIII Совещания “Фитонциды”*. Киев: Наукова думка, 1981. С. 87–90.
- 69 Высочина Г. И., Якимова Ю. Л., Волхонская Т. А. Монарда – уникальное растение биоцидного действия // *Материалы II Рос. науч.-практ. конф. “Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными природными ресурсами и создания функциональных продуктов”*. М.: РАЕН, 2003. С. 45–46.
- 70 РФ Пат. № 2244552, 2005.
- 71 Лобанова И. Е., Андреева И. С., Высочина Г. И., Соловьянова Н. А. Скрининг дикорастущих и культивируемых растений Новосибирской области на наличие антибиотической активности // *Растит. мир Азиат. России*. 2017. № 2 (26). С. 85–91.
- 72 Лобанова И. Е., Филиппова Е. И., Высочина Г. И., Мазуркова Н. А. Противовирусные свойства дикорастущих и культивируемых растений Юго-Западной Сибири // *Растит. мир Азиат. России*. 2016. № 2 (22). С. 64–72.
- 73 Adebayo O., Dang T., Belanger A., Khanizadeh Sh. Antifungal studies of selected essential oils and a commercial formulation against *Botrytis cinerea* // *J. Food Res.* 2013. Vol. 2, No. 1. P. 217–226.
- 74 Adebayo O., Belanger A., Khanizadeh Sh. Variable inhibitory activities of essential oils of three *Monarda* species on the growth of *Botrytis cinerea* // *Canad. J. Plant Sci.* 2013. Vol. 93, No. 6. P. 987–995.
- 75 Fraternali D., Giampieri L., Bucchini A., Ricci D., Epifano F., Burini G., Curini M. Chemical composition, antifungal and *in vitro* antioxidant properties of *Monarda didyma* L. essential oil // *J. Essent. Oil Res.* 2006. Vol. 18, Issue 5. P. 581–585.
- 76 Gwinn K. D., Ownley B. H., Greene Sh. E., Clark M. M., Taylor Ch. L., Springfield T. N., Trently D. J., Green J. F., Reed A., Hamilton S. L. Role of essential oils in control of *Rhizoctonia* damping-off in tomato with bioactive monarda herbage // *Phytopathology*. 2010. Vol. 100, No. 5. P. 493–501.
- 77 Inouye Sh., Takahashi M., Abe Sh. Inhibitory activity of hydrosols, herbal teas and related essential oils against filament formation and the growth of *Candida albicans* // *Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi*. 2009. Vol. 50, Issue 4. P. 243–251.
- 78 Inouye Sh., Uchida K., Abe Sh. Volatile constituents and antimicrobial activity of oleoresins of 11 aromatic herbs cultivated in the Chichibu district // *Aroma Research*. 2006. Vol. 7, No. 2. P. 173–179.
- 79 Inouye S., Uchida K., Abe S. Volatile composition and vapour activity against *Trichophyton mentagrophytes* of 36 aromatic herbs cultivated in Chichibu district in Japan // *Int. J. Aromatherapy*. 2006. Vol. 16, No. 3–4. P. 159–168.
- 80 Inouye S., Takahashi M., Abe Sh. Anti-trichophyton activity of hydrosols, herbal teas and related essential oils // *Int. J. Essent. Oil Therapeutics*. 2008. Vol. 2, No. 4. P. 139–144.
- 81 Bishop Ch. D., Thornton I. B. Evaluation of the antifungal activity of the essential oils of *Monarda citriodora* var. *citriodora* and *Melaleuca alternifolia* on post-harvest pathogens // *J. Essent. Oil Res.* 1997. Vol. 9, Issue 1. P. 77–82.
- 82 Андреева И. С., Высочина Г. И., Лобанова И. Е., Соловьянова Н. А., Воронкова М. С., Селиванова М. А. Оценка антимикробного действия экстрактов *Monarda fistulosa* L. и *Bistorta officinalis* Delarbre относительно возбудителя кандидозов *Candida albicans* // *Успехи мед. микологии*. 2015. Т. 14. С. 320–324.
- 83 Шутова А. Г. Антирадикальная активность эфирных масел и входящих в их состав терпеновых и фенольных соединений в различных средах // *Весці Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біялаг. навук*. 2009. No. 4. С. 5–10.
- 84 Шутова А. Г. Состав, свойства и применение фенольных и терпеновых соединений экстрактов и эфирных масел пряно-ароматических растений семейства Lamiaceae: дис. ... канд. биол. наук. Минск, 2007. 207 с.
- 85 Shanaida M., Hudz N., Korzeniowska K., Wiczorek P. Antioxidant activity of essential oils obtained from aerial parts of some Lamiaceae species // *Int. J. Green Pharmacy*. 2018. Vol. 12, No. 3. P. 1–5.
- 86 Sunil K. The importance of antioxidant and their role in pharmaceutical science – a review // *Asian. J. Res. Chem. Pharm. Sci.* 2014. Vol. 1. P. 27–31.
- 87 Чулахина Г. Н., Масленников П. В., Скрыпник Л. Н., Мальцева Е. Ю., Полтавская Р. Л. Оценка антиоксидантного статуса лекарственных растений из коллекции ботанического сада БФУ им. И. Канта // *Вестн. БФУ им. И. Канта*. 2012. Вып. 7. С. 17–23.
- 88 Гинс М. С., Харченко В. А., Гинс В. К., Байков А. А. Антиоксидантные характеристики зеленых и пряно-ароматических культур // *Овощи России*. 2014. № 2 (23). С. 42–45.
- 89 Харченко В. А., Беспалько Л. В., Гинс В. К., Гинс М. С., Байов А. А. Монарда – ценный источник биологически активных соединений // *Овощи России*. № 1 (26). 2015. С. 31–35.
- 90 Dorman H. J. D., Deans S. G. Chemical composition, antimicrobial and *in vitro* antioxidant properties of *Monarda citriodora* var. *citriodora*, *Myristica fragrans*, *Origanum vulgare* ssp. *hirtum*, *Pelargonium* sp. and *Thymus zygis* oils // *J. Essent. Oil Res.* 2004. Vol. 16, Issue 2. P. 145–150.
- 91 Dorman H. J. D., Deans S. G., Noble R. C., Surai P. Evaluation *in vitro* of plant essential oils as natural antioxidants // *J. Essent. Oil Res.* 1995. Vol. 7, Issue 6. P. 645–651.
- 92 Johnson H. A., Rogers L. L., Alkire M. L., McCloud Th. G., McLaughlin J. L. Bioactive monoterpenes from *Monarda fistulosa* (Lamiaceae) // *Natural Product Letters*. 1998. Vol. 11, No. 4. P. 241–250.

- 93 Pathania A. S., Guru S. K., Verma M. K., Sharma Ch., Abdullah Sh. T., Malik F., Chandra S., Katoch M., Bhu-shan Sh. Disruption of the PI3K/AKT/mTOR signaling cascade and induction of apoptosis in HL-60 cells by an essential oil from *Monarda citriodora* // Food and Chemical Toxicology. 2013. Vol. 62. P. 246–254.
- 94 Mehdi S. J., Ahmad A., Irshad M. Cytotoxic effect of carvacrol on human cervical cancer cells // Biology and Medicine. 2011. Vol. 2, No. 3. P. 307–312.
- 95 Николаевский В. В., Кононова Н. С., Петровский А. И., Шинкарчук И. Ф. Влияние эфирных масел на течение экспериментального атеросклероза // Патол. физиология и эксперимент. терапия. 1990. Т. 5. С. 52–53.
- 96 Николаевский В. В., Юркова О. Ф., Иванов И. К., Гержикова В. Г. Особенности влияния растительных ароматических веществ на активность некоторых ферментов в крови и печени крыс // Вопросы медицинской химии. 1990. Т. 36, № 1. С. 31–33.
- 97 Гнатюк Н. О., Радіоза С. А., Юрчак Л. Д. Компонентний склад ефірних олій гісопу лікарського, монарди двійчастої, змістогловнику молдавського та оцінювання їх біологічної активності // Фізіологія і біохімія культурних рослин. 2010. Т. 42, No. 3. С. 246–250.
- 98 Науменко Е. И., Жилиякова Е. Т., Новиков О. О., Кричковская Л. В., Тимошенко Е. Ю., Ступаков А. Г. Исследование иммуномоделирующей активности эфирного масла монарды дудчатой [*Monarda fistulosa*] // Науч. вед. Белгород. гос. ун-та. Серия: Естеств. науки. 2012. № 21-1 (140). С. 154–158.
- 99 Середин Р. М., Крутенко Е. Г. Эфиромасличные растения // Растительные ресурсы. Т. 2. Ростов н/Д., 1984. С. 238–244.
- 100 Wagner W. L. Wild bergamot // USDA NRCS National Plant Data Center. 2006. Vol. 13. P. 556–561.
- 101 Антифунгальные свойства высших растений. Новосибирск: Наука, 1969. 253 с.
- 102 Крутенко Е. Г., Зеленгур Н. Е. Монарда – новое эфиромасличное растение // Тез. докл. III Симп. “Актуальные вопросы изучения и использования эфиромасличных растений и эфирных масел”, Симферополь, 24–26 сентября 1980. С. 105.
- 103 Лоулесс Д. Энциклопедия ароматических масел. Пер. с англ. М.: Крон-Пресс, 2000. 288 с.
- 104 International Herb Association. Monarda The Herb of The Year 1996 [Electronic Resource]. URL: <http://www.theherbaltouch.com/iha/monarda.html> (дата обращения 01.07.2019)
- 105 Николаевский В. В., Еременко А. Е., Иванов И. К. Биологическая активность эфирных масел. М.: Медицина, 1987. 144 с.
- 106 Aeschbach R., Loliger J., Scott B. C. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol // Food and Chemical Toxicology. 1994. Vol. 1, No. 32. P. 31–36.
- 107 Mastelić J., Jerković I., Blažević I., Poljak-Blaži M., Boro-vić S., Ivančić-Baće I., Smrečki V., Žarković N., Brčić-Kostić K., Vikić-Topić D., Müller N. Comparative study on the antioxidant and biological activities of carvacrol, thymol, and eugenol derivatives // J. Agric. Food Chem. 2008. Vol. 56, Issue 11. P. 3989–3996.
- 108 Tisserand R., Young R. Essential Oil Safety: A Guide for Health Care Professionals. Edinburgh–London–New York: Churchill Livingstone Elsevier, 2014. 780 p.
- 109 Chami N., Bennis S., Chami F. Study of anticandidal activity of carvacrol and eugenol *in vitro* and *in vivo* // Oral Microbiology and Immunology. 2005. Vol. 2, No. 20. P. 106–111.
- 110 Николаевский В. В., Зинькович В. И., Разыков А. Ю. Ароматерапия в медицине, на производстве и в быту. Тольятти: Тип. АО Автоваз, 1997. 158 с.
- 111 Куркин В. А., Запесочная Г. Г., Авдеева Е. В., Сенцов М. Ф., Первушкин С. В., Мизина П. Г., Сохина А. А. Перспективы использования лекарственных растений в практической гериатрии // Материалы и тез. докл. Междунар. семинара по проблемам пожилых “Медицинские и социальные проблемы в геронтологии”, Самара, 3–5 июня 1996. С. 150–152.
- 112 Жилиякова Е. Т., Новиков О. О., Науменко Е. Н., Кричковская Л. В., Киселева Т. С., Тимошенко Е. Ю., Новикова М. Ю., Литвинов С. А. Исследование эфирного масла *Monarda fistulosa* как перспективного антисеборейного агента // Бюлл. эксперимент. биологии и медицины. 2009. Т. 148, № 10. С. 414–416.
- 113 Казаринова Н. В., Музыченко Л. М., Ткаченко К. Г., Шургая А. М., Колосов Н. Г., Жижин В. П., Бондаренко О. Д. Эфирные масла как средство борьбы с госпитальными гнойно-септическими инфекциями // Тез. докл. Всерос. науч. конф. “Актуальные проблемы создания новых лекарственных средств”, Санкт-Петербург, 21–23 ноября 1996. С. 138.
- 114 Михайлова Е. Г., Копецкий И. С., Чубатова О. И. Эффективность применения средств на основе природных антисептиков в медицинских учреждениях // Медиц. вестн. МВД. 2012. Т. 58, № 3. С. 51–55.
- 115 Дмитриев М. Т., Растяников Е. Г., Акимов Ю. А., Малышева А. Г. Хромато-масс-спектрометрическое исследование летучих выделений растений Южного Крыма // Растит. ресурсы. 1988. Т. 24, № 1. С. 81–85.
- 116 Казаринова Н. В., Ткаченко К. Г. Медицинская ботаника. Прикладные аспекты в профилактической медицине // Материалы XI Съезда Рус. ботан. о-ва “Ботанические исследования в азиатской России”. Барнаул, 18–22 августа 2003. Т. 3. С. 20–21.
- 117 Кишковская С. А., Баранова С. В., Иванова Е. В. Пути повышения биологической стабильности виноградных вин // Виноградарство и виноделие. 1999. № 30. С. 96–97.
- 118 Дудченко Л. Г., Козьяков А. С., Кривенко В. В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения. Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 304 с.
- 119 Рыбак Г. М. Монарда трубчатая – пряно-вкусовое растение // Пищевая промышленность. 1992. № 11. С. 27.
- 120 Slamenova D., Horvathova E., Sramkova M., Marsalkova L. DNA-protective effects of two components of essential plant oils carvacrol and thymol on mammalian cells cultured *in vitro* // Neoplasma. 2007. Vol. 54. P. 108–112.
- 121 Дрягин В. М. Монарда – новое овощное пряно-вкусовое растение. М.: Всерос. НИИ селекции и семеноводства овощных культур, 1994. 98 с.
- 122 Дрягина И. В., Кан Л. Ю. Методические рекомендации по селекции монарды. М., 1996. 32 с.
- 123 Анищенко И. Е. Нетрадиционные пряно-ароматические растения семейства Lamiaceae в Башкортостане // Вестн. Оренбург. гос. ун-та. 2009. № 6 (100). С. 35–38.
- 124 Пат. RU 2250596 C2, 2005.
- 125 Rolli E., Marieschi M., Maietti S., Sacchetti G., Bruni R. Comparative phytotoxicity of 25 essential oils on pre- and post-emergence development of *Solanum lycopersicum* L.: A multivariate approach // Industrial Crops and Products. 2014. Vol. 60. P. 280–290.
- 126 Fujisaki R., Kamei K., Yamamura M., Nishiya H., Inouye Sh., Takahashi M., Abe Sh. *In vitro* and *in vivo* anti-plasmodial activity of essential oils, including hinokitiol //

- Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. 2012. Vol. 43, No. 2. P. 270–279.
- 127 Keefover-Ring K. Making scents of defense: do fecal shields and herbivore-caused volatiles match host plant chemical profiles? // *Chemoecology*. 2013. Vol. 23, Issue 1. P. 1–11.
- 128 Weaver D. K., Phillips Th. W., Dunkel F. V., Weaver T., Grubb R. T., Nance E. L. Dried leaves from rocky mountain plants decrease infestation by stored-product beetles // *J. Chem. Ecology*. 1995. Vol. 21, Issue 2. P. 127–142.
- 129 Inouye Sh., Uchida K., Abe Sh. The antimicrobial activity of the vapor of essential oils against *Trichophyton mentagrophytes* using a shoe foot model // *Bokin Bobai*. 2006. Vol. 34, No. 7. P. 381–389.
- 130 Tabanca N., Bernier U. R., Ali A., Wang M., Demirci B., Blythe E. K., Khan Sh. I., Baser K. H. C., Khan I. A. Bioassay-guided investigation of two *Monarda* essential oils as repellents of yellow fever mosquito *Aedes aegypti* // *J. Agricult. Food Chem.* 2013. Vol. 61, No. 36. P. 8573–8580.