

**ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ.
ФИТОРЕАБИЛИТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 581.192.4

ФЕНОЛЬНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ CO₂ ЭКСТРАКТА *SATUREA MONTANA* L.**Надежда Николаевна Бакова¹, Александр Сергеевич Новосад²,
Оксана Михайловна Шевчук¹, Алексей Александрович Гасюк¹**¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52²АО «Алуштинский эфиромасличный совхоз-завод»
298500, Республика Крым, г. Алушта, ул. 15 Апреля, д. 37
E-mail: tkdizain@yandex.ru, alexn2008@mail.ru

В статье представлены результаты сравнительного изучения компонентного состава эфирного масла и фенольных соединений в спиртовом экстракте, CO₂-экстракте и шроте после CO₂-экстракции сорта *Saturea montana* L. (чабера горного) селекции Никитского ботанического сада 'Крымский изумруд'. CO₂-экстракцию проводили методом флюидной сверхкритической экстракции, идентификацию компонентов эфирного масла и фенольных соединений - хроматографическими (ВЭЖХ и ГЖХ) методами. Выявлено, что мажорными компонентами являются: эфирного масла - карвакрол (54,6%); фенольные соединения (в 70% водно-этанольном экстракте) - розмариновая кислота (162,7 мг/100 г), карвакрол (109,9 мг/100 г) и лютеолин 7-О-гликозид (32,2 мг/100 г). В CO₂-экстракте содержится только карвакрол в количестве в 16 раз (2026,0 мг/100 г) превышающем количество его в эфирном масле и спиртовом экстракте. В шроте после CO₂-экстракции содержится остаточное количество карвакрола, а содержание розмариновой кислоты и лютеолина 7-О-гликозида является достаточно существенным, что свидетельствует о необходимости применения при CO₂-экстракции соразработителя - этилового спирта - для экстрагирования этих веществ из сырья.

Ключевые слова: *Saturea montana* L., эфирное масло, фенольные соединения, CO₂-экстракт, карвакрол, розмариновая кислота

Введение

Детальное исследование вторичных метаболитов растений является важной задачей и помогает выявить вещества или комплексы веществ, обуславливающие их полезные свойства. В изучении метаболома растений в процессе развития технологий из-за широкого динамического разнообразия часто используются различные методы экстракции и комбинации дополнительных аналитических инструментальных технологий [5, 11, 14]. Широкое применение в настоящее время приобретает CO₂ экстракция, которая используется для извлечения биоактивных веществ из сухого сырья, обладающая рядом преимуществ в сравнении с другими методами экстракции: высокие показатели массообменного процесса, высокая селективность выделения отдельных компонентов и их существенное количество, высокая степень экстрагирования и качество получаемого продукта; исключается риск деградации компонентов, что свидетельствует об эффективности применения данной технологии в отношении извлечения широкого спектра биологически активных веществ [24].

Род *Satureja* L. (чабер) семейства Lamiaceae Lindl. насчитывает до 200 видов, распространенных в умеренных и субтропических областях, среди которых широко распространены и используются в качестве пряно-ароматических культур два вида: многолетний полукустарник *S. montana* L. (чабер горный) и однолетник *S. hortensis* L. (чабер садовый) [2]. В частности, в надземной массе *Satureja montana* содержится существенное количество биологически активных веществ (эфирное масло, фенольные соединения, витамины, макро-и микроэлементов и др.), что определяет перспективность

применения сырья данного вида в пищевой и фармацевтической промышленности [4, 7, 19]. Так, в сырье чабера горного в условиях интродукции на Южном берегу Крыма накапливается до 23 мг% аскорбиновой кислоты, 28 мкг% витамина В₁, определено восемь микроэлементов с преобладанием алюминия и цинка [7]. Использование метода водно-этанольной экстракции выявило высокое содержание карвакрола (до 81,6%) и существенное содержание биогенетически связанных с карвакролом моноциклических терпеноидов - *n*-цимена (9,7%), γ -терпинена (2,1%), что также свидетельствуют о целесообразности применения этанола, как возможного экстрагента для более полного извлечения биологически активных веществ [8]. Выявлено, что водно-этанольный экстракт содержит значительное количество карвакрола, и может быть использован для создания продукции, обогащенной биологически активными веществами, и использоваться в качестве натурального консерванта [8]. В спиртовых экстрактах определены 12 свободных аминокислот при общем содержании 30 мг/л, доминирующей среди которых является пролин [10]. В условиях интродукции в Предгорном Крыму общее содержание фенольных соединений в сырье *Satureja montana* L., варьирует в зависимости от фазы развития растения от 6,0% до 7,3%; а сумма флавоноидов и фенолкарбоновых кислот - от 3,8% до 6,5% [4]. Комплексное изучение метаболитов растения, а также их качественные характеристики позволили включить сырье *Satureja montana* в состав пряностей в композиции с перечным ароматом [7, 25]. В качестве сырья для получения эфирного масла и пряностей используется надземная масса, собранная в фазу массового цветения.

В Никитском ботаническом саду, расположенном на Южном берегу Крыма в зоне субтропического климата средиземноморского типа, методом индивидуального отбора создан высокопродуктивный (урожайность сырья достигает 80 ц/га), высокомасличный (массовая доля эфирного масла – до 0,7% от сырой массы) сорт *Satureja montana* cv. 'Крымский изумруд' [2]. Предыдущими исследованиями установлено наличие розмариновой кислоты в сырье – 186 мг/100 г [9,13].

Целью настоящего исследования было сравнительное изучение содержания и состава биологически активных веществ, полученных различными методами экстракции, в надземной массе сорта чабера горного (*Saturea montana* L.) 'Крымский изумруд'.

Объекты и методы

Объектом исследования являлось сырье сорта чабера горного 'Крымский изумруд', собранное в фазу массового цветения (июль, 2024 г.) на коллекционном участке ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада.

Эфирное масло извлекали методом гидродистилляции на аппарате Гинзберга [5] из сырого сырья. Компонентный состав эфирного масла исследовали на хроматографе Хроматэк-Кристалл 5000.2 с масс-спектрометрическим детектором. Компоненты ЭМ идентифицировали по результатам сравнения с данными библиотеки масс-спектров NIST14 MS Search [12, 14]. Экстракцию фенольных соединений из сухого сырья проводили 70% водно-этанольной жидкостью при соотношении сырье-растворитель 1:10; идентификацию фенольных соединений - согласно ОФС1.2.1.2.0005.15 фармакопейным методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [5] на хроматографе «Agilent Technologies», модель 1100, укомплектованным автоматическим инжектором, диодноматричным детектором, с последующей компьютерной обработкой результатов исследования с помощью программы «Chemstation». В качестве неподвижной фазы была использована металлическая колонка размером 2,1x150 мм ZORBAX SB-C18, размер частиц 3,5 микрон. Хроматографирование проводили в градиентном режиме. Состав элюента: элюент А 0,1%-ный водный раствор фосфорной кислоты – раствор В – метанол. Состав элюента в ходе хроматографирования изменялся по следующей схеме (по

содержанию компонента В): 0 мин 10%; 0-8 мин 10-30%; 8-25 мин 30-80%; 25,1-31 мин 95-100%; 31-35 мин 100%; 35,1-40 мин 10%. Объем вводимой пробы – 2 мкл. Анализ проводили при температуре термостата 45°C. Скорость подачи элюента 0,25 мл/мин. Продолжительность анализа 40 мин. Детектирование проводилось с помощью диодноматричного детектора «Agilent Technologies» модель G1316A, при длинах волн 280 нм для карвакрола, 313 нм для хлорогеновой, кофейной, розмариновой и 3'-О-(8"-Z-кофеоил) розмариновой кислот, 350 нм для лютеолин 7-О-глюкозида. В качестве стандартов использовали розмариновую кислоту, хлорогеновую кислоту, кофейную кислоту (Fluka Chemie AG, Швейцария) карвакрол и лютеолин 7-О-глюкозида (Sigma-Aldrich, Швейцария). Содержание 3'-О-(8"-Z-кофеоил) розмариновой кислоты было выполнено в пересчёте на розмариновую кислоту.

Для получения CO₂-экстракта применяли сверхкритическую флюидную CO₂-экстракцию при температуре 40°C, давлении 35,46 МПа, время 16 часов без применения дополнительного растворителя. Суть метода заключается в растворении биологически активных веществ в CO₂ с последующим стравливанием полученной смеси в приемную емкость. CO₂ переходит в газовую фазу и либо выбрасывается в атмосферу, либо направляется обратно в реактор, а выделившийся экстракт остается в приемной емкости [6, 11, 24].

Результаты их обсуждение

Эфирное масло *Satureja montana* 'Крымский изумруд' представляет собой прозрачную светло-желтую легкоподвижную жидкость с ярко-выраженным перечным ароматом, массовая доля его в исследуемом сырье составила 0,67%. В компонентном составе эфирного масла выявлено и идентифицировано 27 компонентов (табл. 1).

Таблица 1

Компонентный состав эфирного масла *Satureja montana* L. cv. 'Крымский изумруд'

№	Компонент	Индекс удерживания	Массовая доля, %	№	Компонент	Индекс удерживания	Массовая доля, %
Монотерпены				Сесквитерпены			
<i>ациклические монотерпены</i>				11	а-копаен	1383	0,13
1.	β-мирцен	990	2,63	12	β-борбонен	1390	0,12
<i>моноциклические монотерпены</i>				13	β-кариофиллен	1427	1,13
2	α-фелландрен	1010	0,33	14	γ-муролен	1481	0,46
3	α-терпинен	1023	2,75	15	гермакрен D	1487	0,31
4	п-цимен	1030	10,0	16	β-бисоболен	1511	1,49
5	γ-терпинен	1065	15,24	17	γ-кадинен	1519	0,09
<i>бициклические монотерпены</i>				18	δ-кадинен	1525	0,19
6	α-гуйен	933	1,66	Всего			3,92
7	α-пинен	943	0,91	Спирты			
8	β-пинен	986	0,19	19	1-октен-3-ол	978	1,72
9	3-карен	1016	0,09	20	цис-сабинена гидрат	1073	0,35
<i>циклические монотерпены</i>				21	α-терпинолен	1090	0,35
10	лимонен	1036	0,37	22	линалоол	1098	1,60
Всего			34,17	23	транс-сабиненгидрат	1102	0,17
				24	эндоборнеол	1175	0,36
				25	терпинен-4-ол	1183	1,14
				Всего			3,97
				Фенолы			
				26	карвакрол	1304	54,65
				27	карвакрол ацетат	1364	0,33
				Всего			54,98

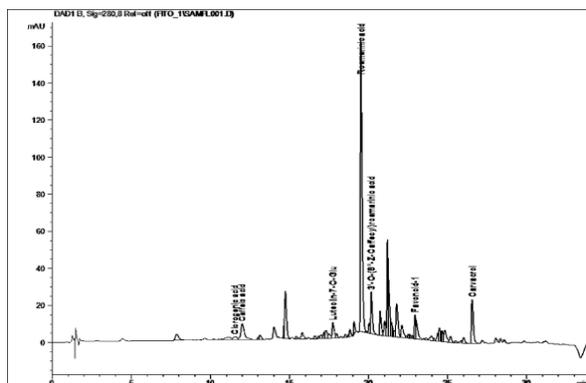
Среди компонентов эфирного масла преобладают фенолы (суммарная массовая доля 55%, мажорным компонентом является карвакрол 54,6%), сумма монотерпенов, основными из которых являются γ -терпинен (15,2%) и *n*-цимен (10,0%) составляет 34,9%. Сесквитерпены и спирты в составе эфирного масла представлены в незначительных количествах (3,9% и 4,0%).

В связи с тем, что в ходе исследований биологически активных соединений *Satureja montana* cv. 'Крымский изумруд' ставилась задача оценить качественную разницу в составе экстрактов, полученных разными методами, нами проанализирован состав фенольных соединений в исходном сырье, в экстракте, полученном методом CO₂ экстракции и в шроте (табл. 2, рис. 1).

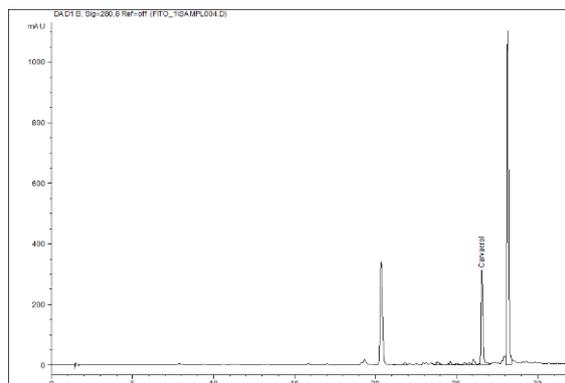
Таблица 2

Содержание фенольных соединений в экстрактах
Satureja montana L. cv. 'Крымский изумруд'

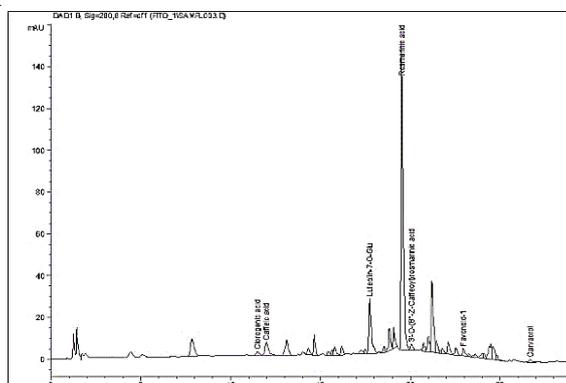
Компонент	Содержание, мг/100 г		
	спиртовой экстракт	CO ₂ -экстракт	шрот после CO ₂ экстракции
Карвакрол	109,9	2026,0	11,5
Кофейная кислота	3,1	-	2,2
Розмариновая кислота	162,7	-	160,4
3'-О-(8''-Z-кофеоил) розмариновая кислота	44,3	-	17,3
Лютеолин 7-О-глюкозид	32,2	-	82,8
Флавоноид-1 (не идентифицирован)	15,9	-	6,7



А



Б



В

Рис. 1 Хроматограммы фенольных соединений 70% этанольных экстрактов *Satureja montana* L. cv. 'Крымский изумруд'
А – спиртовой экстракт, Б - CO₂-экстракт, В - шрота после CO₂-экстракции

Установлено, что в исследуемом сырье сумма фенольных соединений составляет 1052,3 мг/100 г. Выделено 6 фенольных соединений: фенольные кислоты и флавоноиды, из них идентифицировано 5 (см. табл. 2). По содержанию преобладает розмариновая кислота, карвакрол и лютеолин 7-О-глюкозида, что говорит о высоком качестве спиртового экстракта чабера. Розмариновая кислота, являясь сложным эфиром кофейной кислоты и 3,4-дигидроксифенилмолочной кислоты, представляет значительный интерес для применения в фармации и медицине как вещество, обладающее высокой антиоксидантной, антимикробной, иммуностимулирующей, противовирусной, противоопухолевой активностью [3]. РК ингибирует активность ацетилхолинэстеразы, глутатионредуктазы, альдозоредуктазы, ангиотензин-превращающего фермента, обладает способностью снижать цитотоксическое действие ионизирующей радиации [13]. Встраивание РК в мембрану предотвращает перекисное окисление липидов, не изменяя структуры самой мембраны [16]. Антимикробные, антибактериальные свойства РК проявляются в снижении количества патогенных бактерий, таких как *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*, *Listeria monocytogenes* и *Herpes simplex virus* [21]. Использование антибиотиков в комбинации с РК более эффективно, чем прием только антибиотиков [15]. Противоаллергические свойства РК проявляются в снижении воспалительных процессов при аллергических астме и рините [22]. Противовоспалительная активность РК связана с иммуномодулирующим действием [17], а также со снижением концентрации гистамина, уменьшением инфильтрации эозинофилов [18,23]. Данные исследования свидетельствуют о перспективности применения розмариновой кислоты в качестве источника для создания эффективных лекарственных средств.

Лютеолин 7-О-глюкозид, является перспективным для внедрения во врачебную практику как противовирусный компонент [21], поскольку он характеризуется безопасностью при поступлении в организм человека, так как пищеварительная система приспособлена к расщеплению таких ксенобиотиков [1].

Применение метода сверхкритической флюидной CO₂-экстракции позволило получить экстракт чабера темно-зеленого цвета густой консистенции, в котором содержался только карвакрол, в количестве почти в 16 раз превышающем его содержание в исходном сырье (как в эфирном масле, так и в спиртовом экстракте), что позволяет говорить об эффективности используемого метода CO₂-экстракции для извлечения карвакрола. Карвакрол — это природное соединение, с доказанной высокой противомикробной активностью против многих штаммов бактерий, дрожжей и грибов. Карвакрол часто обладает активностью, сравнимой с его изомером тимолом, легко проникает через клеточную мембрану и может связывать АТФ (аденозинтрифосфатная кислота) или одновалентные катионы (например, K⁺), изменяя потенциал клеточной мембраны и влияя на гомеостаз. Способность карвакрола сохранять липофильность способствует повреждению им клеточной мембраны грибных и споровых гиф, изменению размеров и формы клеток, что приводит к потере цитоплазматического содержимого и вызывает гибель таких клеток. Карвакрол также разрушает образовавшиеся бактериальные и грибные биопленки и предотвращает их образование, особенно в случае *Candida* [19, 20].

Серьезные инфекции часто сопровождаются массивным воспалением, которое в крайних случаях может привести к сепсису. Карвакрол предотвращает перекисное окисление полиненасыщенных жирных кислот, подавляя синтез простагландинов, влияя на клеточный уровень ЦОГ-2 (циклооксигеназа-2) и снижая уровень иммунного ответа организма, генерируемого ЛПС (липополисахарид), что замедляет воспалительные процессы и снижает риск проявления сепсиса. Также карвакрол влияет на белки

теплового шока, которые сверхэкспрессируются при воспалении, вызванном инфекцией [30].

В шроте после CO₂-экстракции в существенных количествах содержатся РК и лютеолин 7-О-глюкозид, практически в той же исходной концентрации, что свидетельствует о необходимости доработки технологии CO₂ экстракции и подборе дополнительных экстрагентов, например этилового спирта для более полного извлечения всего комплекса биологически активных веществ.

Выводы

Проведенные исследования позволяют выделить несколько существенных моментов. Сырье *Satureja montana* св. 'Крымский изумруд' селекции Никитского ботанического сада является источником ценного эфирного масла карвакрольного хемотипа, фенольных соединений в экстрактах, получаемых разными методами.

Выявлено, что мажорными компонентами являются: эфирного масла - карвакрол (54,6%); фенольные соединения (в 70% водно-этанольном экстракте) - розмариновая кислота (162,7 мг/100 г), карвакрол (109,9 мг/100 г) и лютеолин 7-О-глюкозид (32,2 мг/100 г). В CO₂-экстракте содержится только карвакрол в количестве в 16 раз (2026,0 мг/100 г) превышающем количество его в эфирном масле и спиртовом экстракте. В шроте после CO₂-экстракции содержится остаточное количество карвакрола, а содержание розмариновой кислоты и лютеолин 7-О-гликозида является достаточно существенным, что свидетельствует о необходимости применения при CO₂-экстракции сорастворителя - этилового спирта - для экстрагирования этих веществ из сырья.

Таким образом, сырье чабера горного сорта 'Крымский изумруд' представляет интерес как функциональный пищевой ингредиент (благодаря высокому содержанию розмариновой кислоты как антиоксиданта и консерванта) и источник для получения фармакологически активных компонентов (карвакрола, розмариновой кислоты и лютеолин 7-О-гликозида).

Благодарности

Работа выполнена в рамках НИР «Создание сортов эфиромасличных и лекарственных растений, содержащих значимые для здоровья человека биологически активные вещества, разработка на их основе и испытание средств для улучшения качества жизни человека» (FNNS-2022-0006)

Исследование выполнено с использованием оборудования ЦКП «Физиолого-биохимические исследования растительных объектов» (ФБИ РО) ФГБУН "НБС-ННЦ" (г. Ялта, Россия)

Список литературы

1. Адамов Г.В., Сайбель О.Л., Бабенко А.Н., Мельников Е.С., Радимич А.И., Куляк О.Ю., Крепкова Л.В. Идентификация метаболитов лютеолин-7-глюкозида после перорального введения и разработка методики их количественного анализа // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2024. – №13(3). – С. 126-137. DOI: 10.33380/2305-2066-2024-13-3-1767.
2. Аннотированный каталог ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского ботанического сада / Марко Н.В., Логвиненко Л.А., Шевчук О.М., Феськов С.А. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. – 176 с.
3. Бадекова К.Ж., Левая Я.К., Атажанова Г.А., Жолдасбаев М.Е. Биологические свойства розмариновой кислоты // Фармация Казахстана. – 2020. – № 7-8. – С. 29-35.
4. Белова И.В. Изучение биологически активных веществ в сырье *Satureja montana* L., выращенного в Крыму // Сборник материалов VII международной научной

конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки». – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. – С. 144-145.

5. Государственная фармакопея РФ XIV изд.: <https://femb.ru/record/pharmacopea14> (дата обращения 01.12.2023).

6. Касьянов, Г.И. Малащенко Н.Л., Силюнская С.М. Техника и технология использования диоксида углерода в качестве экстрагента // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. – № 4(340). – С. 6-10.

7. Марко Н.В., Бакова Н.Н., Федотова И.А. Использование *Satureja montana* L. при составлении пряных смесей // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2018. – №146. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.29.

8. Палий А.Е., Гребенникова О.А., Работягов В.Д., Палий И.Н. Биологически активные вещества пряно-ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского ботанического сада // Сборник научных трудов ГНБС. – 2014. – Т. 139. – С.107–115.

9. Палий А.Е., Меликов О.А., Гребенникова О.А., Работягов В.Д. Розмариновая кислота и ее сырьевые источники в Крыму // Фармация и фармакология. – 2015. - №2(9). – С.7-12.

10. Палий, А.Е., Хлыпенко Л.А. Летучие соединения водно-этанольного экстракта *Satureja montana* L // Фармация и фармакология. – 2014. – № 6(7). – С. 22-24.

11. Патент № RU 2694596 С1 16.07.2019 натуральная пряно-ароматическая приправа // Бакова Н.Н., Плугатарь Ю.В., Марко Н.В., Логвиненко Л.А. // заявление № 2018128547 от 02.08.2018.

12. Разгонова М.П., Сабитов А.Ш., Зинченко Ю.Н., Сенотрусова Т.А., Ли Н.Г., Витомскова Е.А., Голохваст К.С. Смородина душистая (*Ribes fragrans* Pallas): сверхкритическая CO₂-экстракция и тандемная масс-спектрометрия // Химия растительного сырья. – 2024. – № 1. – С. 260–275.

13. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений // Новосибирск. – 2008. – 969 с.

14. Шевчук О.М., Веляев Ю.О., Палий И.В., Паптецкая А.В., Солдатов Д.К., Конобеев В.Д. Поиск новых растительных источников розмариновой кислоты // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2024. – № 150. – С. 136-144.

15. Яшин Я.И., Яшин Е.Я., Яшин А.Я. Газовая хроматография. – М.: «ТрансЛит», 2009. – 528 с.

16. Ekambaram S.P., Perumal S.S., Balakrishnan A., Marappan N., Gajendran S.S., Viswanathan V. Antibacterial synergy between rosmarinic acid and antibiotics against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* // J. Intercult. Ethnopharmacol. – 2016. – №5. – P. 358-363.

17. Fadel O.E., Kirat K., Morandat S. Thenatural antioxidant rosmarinic acid spontaneously penetrates membranes to inhibit lipid peroxidation in situ // Biochim. Biophys. Acta. – 2011. – Vol. 1808. – №12. – P. 2973-2980.

18. Jang A.H., Kim T.H., Kim G.D., Kim J.E., Kim H.J., Kim S.S., Jin Y.H., Park Y.S., Park C.S. Rosmarinic acid attenuates 2,4-dinitrofluorobenzene-induced atopic dermatitis in NC/Nga mice. // Int. Immunopharmacol. 2011. – Vol. 11. – №9. – P. 1271-1277.

19. Jang Y.G., Hwang K.A., Choi K.C. Rosmarinic Acid, a Component of Rosemary Tea, Induced the Cell Cycle Arrest and Apoptosis through Modulation of HDAC₂ Expression in Prostate Cancer Cell Lines // Nutrients. – 2018. – №10 (11). – P. 234-254.

20. López-Cobo A., Gómez-Caravaca A.M., Švarc-Gajić J., Segura-Carretero A., Fernández-Gutiérrez A. Determination of phenolic compounds and antioxidant activity of a

Mediterranean plant: The case of *Satureja montana* subsp. *kitaibelii* // Journal of Functional Foods. – 2015. – Vol. 18. – P. 1167-1178.

21. Mączka W., Twardawska M., Grabarczyk M., Wińska K. Carvacrol-A Natural Phenolic Compound with Antimicrobial Properties // Antibiotics (Basel). – 2023. – Vol. 27. – P. 824. DOI: 10.3390/antibiotics12050824.

22. Men X., Li S., Cai X., Fu L., Shao Y., Zhu Y. Antiviral activity of luteolin against Pseudorabies virus in vitro and in vivo // Animals. – 2023. – Vol. 13(4) – P. 761. DOI: 10.3390/ani13040761.

23. Sanbongi C., Takano H., Osakabe N., Sasa N., Natsume M., Yanagisawa R., Inoue K.I., Sadakane K., Ichinose T., Yoshikawa T. Rosmarinic acid in perilla extract inhibits allergic inflammation induced by mite allergen, in a mouse model // Clin. Exp. Allergy. – 2014. – Vol. 34. – №6. – P. 971-977.

24. Swamy M.K., Sinniah U.R., Ghasemzadeh A. Anticancer potential of rosmarinic acid and its improved production through biotechnological interventions and functional genomics // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2018. – №102 (18). – P. 7775-7793.

25. Vladić J, Kovačević S, Aladić K, Jokić S, Radman S, Podunavac-Kuzmanović S, Duarte ARC, Jerković I. Innovative strategy for aroma stabilization using green solvents: supercritical CO₂ extracts of *Satureja montana* dispersed in deep eutectic solvents // Biomolecules. – 2023. – Vol. 13(7). – P. 1126. DOI:10.3390/biom13071126.

Статья поступила в редакцию 05.11.2024 г.

Bakova N.N., Novosad A.S., Shevchuk O.M., Gasyuk A.A. Phenolic compounds of CO₂ extract of *Saturea montana* L. // Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2024. – No 153. – P. 53-60.

The article presents the results of a comparative study of the component composition of essential oil and phenolic compounds in an alcoholic extract, CO₂ extract and meal after CO₂ extraction of the *Saturea montana* L. (mountain savory) cv. 'Krymsky Izumrud' bred in the Nikitsky Botanical Gardens. CO₂ extraction was carried out by fluid supercritical extraction, the components of the essential oil and phenolic compounds were identified by chromatographic (HPLC and GLC) methods. It was revealed that the major components are: essential oil - carvacrol (54.6%); phenolic compounds (in 70% water-ethanol extract) - rosmarinic acid (162.7 mg/100 g), carvacrol (109.9 mg/100 g) and luteolin 7-O-glucoside (32.2 mg/100 g). The CO₂ extract contains only carvacrol in an amount 16 times (2026.0 mg/100 g) greater than its amount in the essential oil and alcohol extract. The meal after CO₂ extraction contains a residual amount of carvacrol, and the content of rosmarinic acid and luteolin 7-O-glucoside is quite significant, which indicates the need to use a co-solvent - ethyl alcohol - during CO₂ extraction to extract these substances from the raw material.

Key words: *Saturea montana* L., essential oil, phenolic compounds, CO₂ extract, carvacrol, rosmarinic acid