

АРОМАТИЧЕСКИЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

УДК: 582.929.4:543.632.2:665.52

DOI 10.36305/2712-7788-2022-4-165-73-81

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА *SALVIA OFFICINALIS* L. ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХАндрей Андреевич Коростылев¹, Ольга Константиновна Кустова²

¹ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
E-mail: andkor92@mail.ru

² ГБУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР, пр. Ильича, 110
E-mail: lavanda_dbg@mail.ru

В статье приведены данные о качественном и количественном составе эфирных масел из сырья, полученном при выращивании *Salvia officinalis* L. на Южном берегу Крыма (Никитский ботанический сад, сухой субтропический климат средиземноморского типа) и в Донбассе (Донецкий ботанический сад, резкоконтинентальный климат). Методом гидродистилляции по Гинзбергу из воздушно-сухого измельченного растительного сырья извлечено эфирное масло. Установлено, что в сырье из Никитского ботанического сада и Донецкого ботанического сада выход составил 1,0 мл в расчете на 100 г растительного сырья. Методом хромато-масс-спектрометрии с использованием данных комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 было идентифицировано 27 химических соединений. Выявлено, что основными компонентами исследованного масла являются α -пинен, 1,8-цинеол, α -туйон, β -туйон и камфора. В связи с особенностями климатических условий выращивания вида разница массовой доли компонентов в составе эфирного масла *Salvia officinalis* составила: α -пинен – 1,62 %, камфен – 1,21 %, 1,8-цинеол – 5,82 %, α -туйон – 3,97 %, β -туйон – 2,49 %, камфора – 5,15 %, α -гумулен – 4,34 %. Установлено, что сырье из Донецкого ботанического сада содержало в 1,1 раза больше α -туйона, в 1,4 раза β -туйона и в 1,3 раза камфоры. В эфирном масле образца из сырья, полученного в Никитском ботаническом саду, накапливалось больше в 1,3 раза α -пинена и в 1,6 раза 1,8-цинеола. Полученные данные свидетельствуют о том, что компонентный состав эфирного масла образцов сырья шалфея лекарственного, собранного на Южном берегу Крыма и в Донбассе, вариабелен в связи с разными метеорологическими условиями регионов возделывания.

Ключевые слова: *Salvia officinalis* L.; эфирное масло; компонентный состав, природно-климатические условия

Введение

Salvia officinalis L. (шалфей лекарственный) относится к растениям широкого функционального назначения. Это официально признанное фармакопеями стран мира лекарственное, пряно-ароматическое, эфирномасличное и декоративное растение. Первые упоминания о шалфее встречаются в древних медицинских трактатах о лекарственных растениях Китая и Персии. В северную Европу шалфей попал благодаря монахам-бенедиктинцам. Название шалфея происходит от двух древнегерманских слов: sol – солнце, hell – здоровье, благополучие. Ботаническое название является производным от латинского «salvare» – лечить и «officina» – аптека. Это уникальное в своем роде растение оставило яркий след в народной медицине многих стран и является одним из старейших лекарственных растений в мире.

Родина шалфея лекарственного – Средиземноморье. Натурализовался повсеместно в Италии и юго-восточной Европе (Греция, Албания, республики бывшей Югославии), где растет на известняковых склонах. Самое высококачественное сырье шалфея выращивается в Македонии, Далмации. Важными поставщиками для

лекарственных целей являются Греция, Италия, Франция. Культивируется также в Чехии, Словакии, Молдавии, России (Краснодарский край), на юге Украины и других странах. В Украине, России и Белоруссии в диком виде не встречается. В гораздо меньших объемах выращиваются ближайшие родственники шалфея лекарственного – шалфей эфиопский и шалфей мускатный (Либусь и др., 1985).

В литературе имеются сведения о широком спектре биологической активности шалфея: его сырье обладает противовоспалительным, противовирусным, спазмолитическим, гипотензивным, вяжущим и мочегонным действиями, антиоксидантной и антибактериальной активностью (Bhadoriya *et al.*, 2011). Благодаря наличию в растениях шалфея лекарственного комплекса биологических веществ, таких, например, как витамины, фенольные соединения и летучие вещества, его ценность безусловна. Считается, что именно компоненты эфирного масла являются главными активными соединениями (Гуринович, 2005). Его состав насчитывает несколько десятков моно- и сесквитерпеноидов. Доминирующее положение занимают α -пинен, β -пинен, 1,8-цинеол, α -туйон, β -туйон, камфора, борнеол, β -кариофиллен (Сур, 1999; Байкова и др., 2002). Известно, что содержание эфирного масла в сырье шалфея лекарственного, а также изменчивость массовой доли компонентов в его составе может варьировать в широких пределах, на что влияют генетические и экологические факторы (Gonczariuc *et al.*, 2012).

В связи с этим, целью наших исследований являлось выявление особенностей компонентного состава эфирных масел из сырья *Salvia officinalis* L. при выращивании в регионах с разными природно-климатическими условиями.

Объекты и методы исследования

Исследования были проведены в 2019-2020 гг. Объектом послужило сырье *Salvia officinalis* L., заготовленное в коллекции ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада на Южном берегу Крыма (ЮБК) и Донецкого ботанического сада в восточной части г. Донецка (Донбасс). Информация о метеоусловиях в регионах в год проведения исследования представлена на рисунке 1.

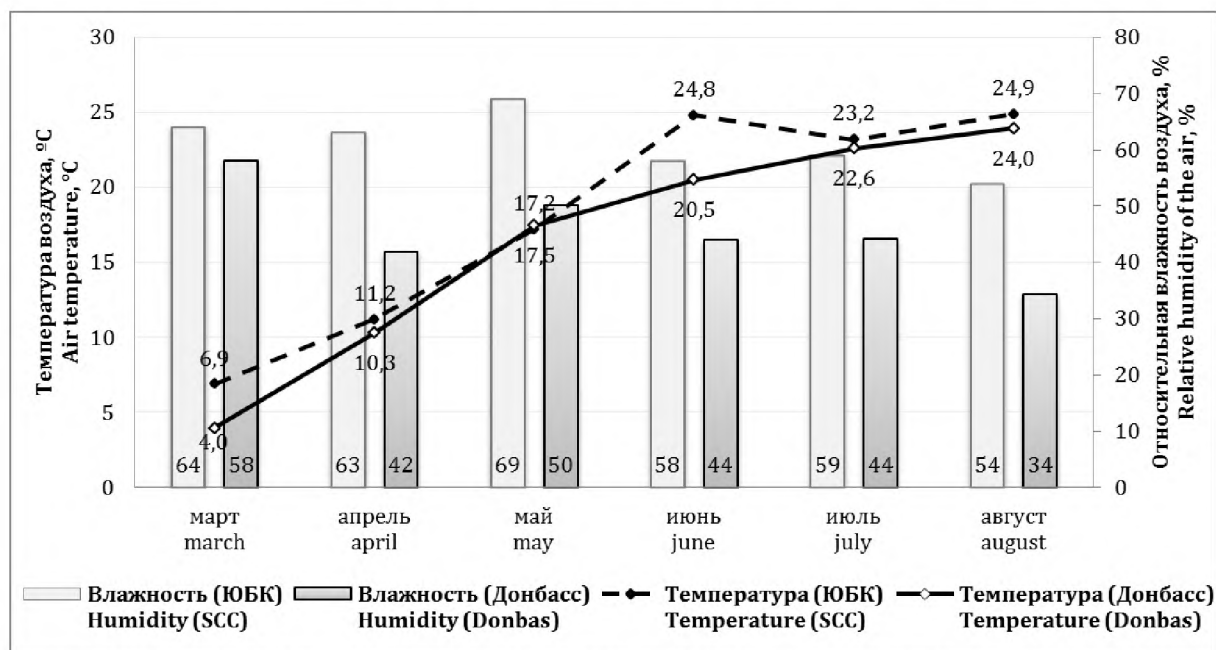


Рис. 1 Средние показатели температуры и относительной влажности воздуха в регионах проведения исследования (по месяцам за вегетационный период 2019 г.)

Fig. 1 Average temperature and relative humidity in the regions of the study (by month for the growing season of 2019)

Климат ЮБК сухой субтропического типа с преобладанием осадков в осенне-зимний период и, в основном, засушливым летом. Среднегодовая температура воздуха – (+12–15) °С, абсолютный максимум летом – +39°С, абсолютный минимум зимой – минус 13–15 °С. Среднегодовая сумма осадков варьирует в пределах 620–730 мм. Среднегодовая относительная влажность воздуха составляет 68 % (Плугатарь и др., 2015). Климат Донбасса континентальный степной области умеренных широт, с отчетливо выраженными засушливо-суховейнными явлениями. Среднегодовая температура воздуха – (+7,9–8,2) °С, абсолютный максимум летом +38,2°С, абсолютный минимум зимой – минус 40 °С. Среднегодовая сумма осадков не постоянна и значительно колеблется по годам от 350 до 550 мм в год. Относительная влажность воздуха варьирует в пределах 71–75 % (Бабиченко и др., 1984).

Сырье заготавливали в период массового цветения; отбор и подготовку сырья проводили с использованием общепринятых приемов. Эфирное масло (ЭМ) получали из воздушно-сухого измельченного растительного сырья методом гидродистилляции по Гинзбергу (Ермаков и др., 1987). Массовую долю ЭМ выражали в процентах в пересчете на абсолютно сухое сырье. Компонентный состав летучих веществ определяли с помощью хроматографа Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 250°С со скоростью 4°С/мин. Температура инжектора – 250°С. Газ-носитель – гелий, скорость потока 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230°С. Температура источника поддерживалась на уровне 200°С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс m/z от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров) (Ткачев, 2008; Гребенникова и др., 2014).

Биохимические исследования выполнены на оборудовании «ЦКП «Физиолого-биохимические исследования растительных объектов» ФГБУН «НБС-ННЦ» (г. Ялта).

Результаты и обсуждение

Установлено, что выход эфирного масла *Salvia officinalis* образцов из коллекций ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада на Южном берегу Крыма и Донецкого ботанического сада в восточной части г. Донецка, составляет 1,0 мл в расчете на 100 г растительного сырья. Согласно литературным данным, выход ЭМ шалфея лекарственного варьирует в пределах 1,0–1,8 мл на 100 г сырья, что несколько выше по сравнению с полученными нами данными. Стоит отметить, что содержание эфирного масла, полученного как в условиях ЮБК, так и в Донбассе, соответствуют требованиям нормативной документации по сырью пищевых и лекарственных растений (ISO 9909:1997..., 2009).

В эфирном масле исследуемых образцов *Salvia officinalis* методом хромато-масс-спектрометрии было обнаружено 37 соединений в сырье, полученном на ЮБК, и 34 – в условиях Донбасса, из которых идентифицировано 27 (табл. 1). Установлено, что основными компонентами исследованного масла являются α -пинен, 1,8-цинеол, α -туйон, β -туйон и камфора. При этом в связи с особенностями климатических условий выращивания вида разница массовой доли компонентов в составе эфирных масел *Salvia officinalis* составила: α -пинен – 1,62 %, камфен – 1,21 %, 1,8-цинеол – 5,82 %, α -туйон – 3,97 %, β -туйон – 2,49 %, камфора – 5,15 %, α -гумулен – 4,34 %. Хроматограммы ЭМ представлены на рисунках 2 и 3.

Таблица 1

Компонентный состав эфирного масла *Salvia officinalis* L.

Table 1

Component composition of *Salvia officinalis* L. essential oil

№	Соединение Compound	Время удерживания, мин Retention time, min	Массовая доля, % Mass fraction, %	
			Южный берег Крыма The southern coast of Crimea	Донбасс Donbas
1	α -Туйен / α -Thujene	6,56	0,13	0,14
2	α -Пинен / α -Pinene	6,80	7,05	5,43
3	Камфен / Camphene	7,20	3,09	4,30
4	1-Октен-3-ол / 1-Octen-3-ol	7,61	0,04	0,05
5	β -Пинен / β -Pinene	7,89	0,80	0,83
6	Мирцен / Myrcene	7,96	1,09	0,89
7	α -Фелландрен / α -Phellandrene	8,53	0,03	0,02
8	α -Терпинен / α -Terpinene	8,85	0,11	0,11
9	пара-Цимен / p-Cymene	9,01	0,23	0,45
10	Лимонен / Limonene	9,21	1,50	1,37
11	1,8-Цинеол / 1,8-Cineole	9,30	15,18	9,36
12	γ -Терпинен / γ -Terpinene	10,02	0,24	0,18
13	цис-Сабиненгидрат / cis-Sabinene hydrate	10,33	0,08	0,05
14	Терпинолен / Terpinolene	10,91	0,24	0,11
15	Линалоол / Linalool	11,14	0,18	0,24
16	α -Туйон / α -Thujone	11,52	30,48	34,45
17	β -Туйон / β -Thujone	11,82	6,93	9,42
18	Камфора / Camphor	12,81	19,65	24,80
19	Изотуйол / Isothujol	13,42	0,29	0,28
20	Борнеол / Borneol	13,59	1,17	1,27
21	Терпинен-4-ол / Terpinen-4-ol	13,86	0,24	0,27
22	α -Терпинеол / α -Terpineol	14,26	0,19	0,09
23	Борнилацетат / Bornyl acetate	17,21	1,00	0,80
24	β -Карнофиллен / β -Caryophyllene	21,78	0,75	1,20
25	α -Гумулен / α -Humulene	22,86	6,80	2,46
26	Гумулен-1,2-эпоксид / Humulene-1,2-epoxide	27,34	0,18	0,16
27	Эпиманоол / Epimanol	38,54	0,09	0,04

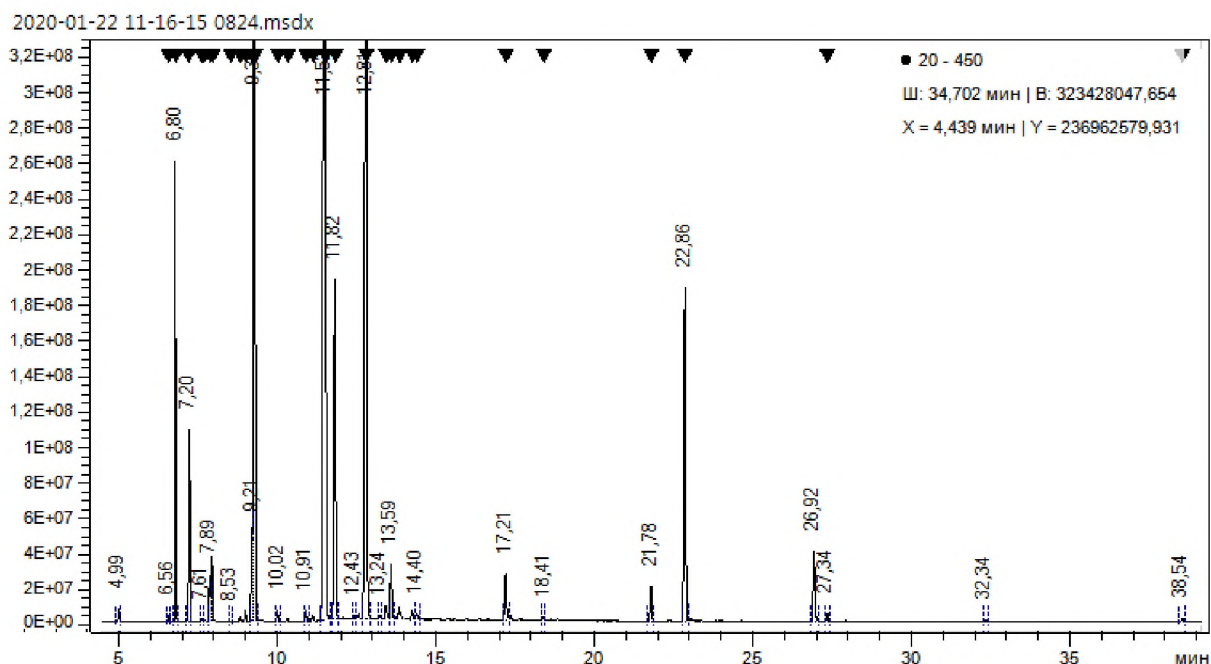


Рис. 2 Хроматограмма эфирного масла *Salvia officinalis* L. из сырья, заготовленного на Южном берегу Крыма

Fig. 2 Chromatogram of *Salvia officinalis* L. essential oil from raw materials harvested on the Southern coast of Crimea

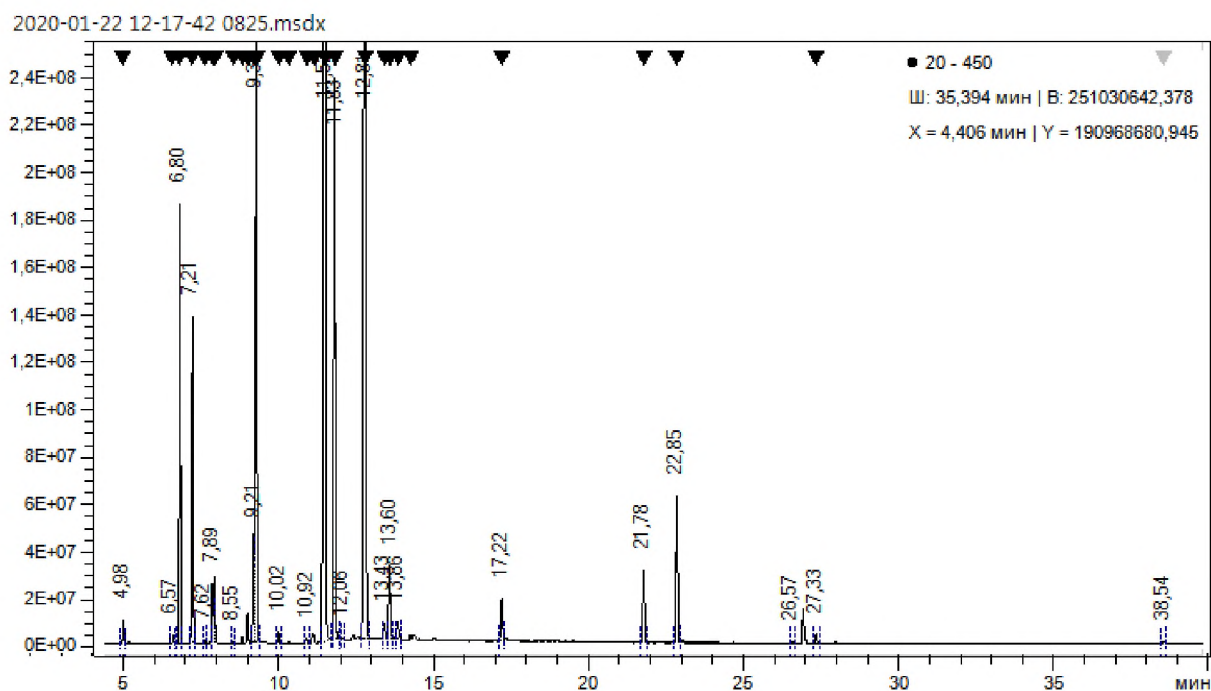


Рис. 3 Хроматограмма эфирного масла *Salvia officinalis* L. из сырья, заготовленного в Донбассе

Fig. 3 Chromatogram of *Salvia officinalis* L. essential oil from raw materials harvested in Donbas

В ходе исследований установлено, что по содержанию основных компонентов эфирного масла сырье из Донбасса превышало последнее из ЮБК в 1,1 раза по содержанию α -туйона, 1,4 раза по β -туйону и в 1,3 раза по камфоре. В свою очередь обратная картина наблюдалась по содержанию α -пинена и 1,8-цинеола, составив 1,3 и 1,6 раза соответственно (рис. 4).

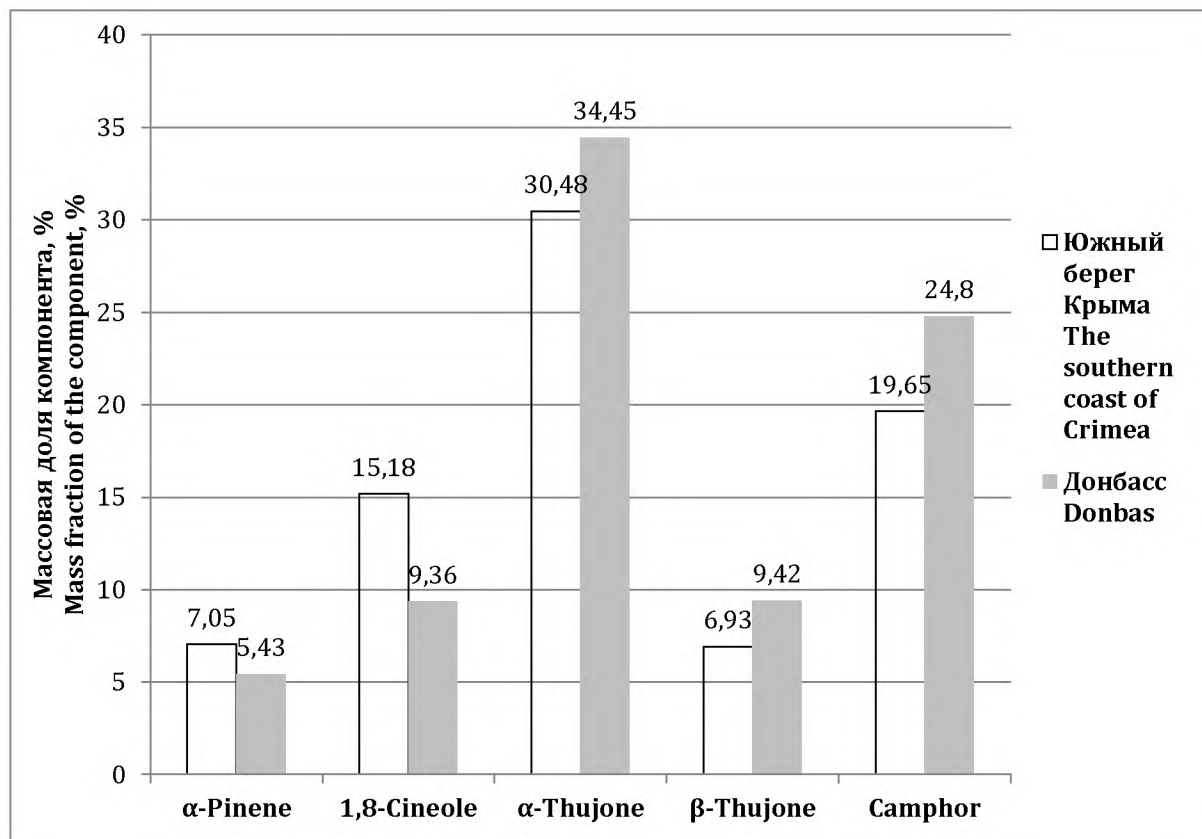


Рис. 4 Содержание основных компонентов эфирного масла *Salvia officinalis* L.

Fig. 4 The content of the main components of *Salvia officinalis* L. essential oil

Кроме того, исследования показали, что по содержанию всех идентифицированных компонентов образец сырья из Донецкого ботанического сада превышал образец из Никитского ботанического сада в более чем 1,5 раза и выше по пара-цимену в 2 раза и β -кариофиллену в 1,6 раза, где количественная разница составила 0,22 % и 0,45 % соответственно. Однако в условиях ЮБК растения шалфея лекарственного накапливали в сырье больше в 1,5 раза α -фелландрена (0,01 %), в 1,6 раза 1,8-цинеола (5,82 %), в 1,6 раза цис-сабиненгидрата (0,03 %), в 2,2 раза терпинолена (0,13 %), в 2,1 раза α -терпинеола (0,1 %), в 2,8 раза α -гумулена (4,34 %) и в 2,3 раза эпиманоола (0,05 %) (рис. 5).

Литературный обзор помог выяснить, что к основным компонентам ЭМ шалфея лекарственного, произрастающего в Португалии, относятся α -пинен в количестве от 4,1 до 5,4 %, камфен – от 6,0 до 7,1 %, лимонен – от 2,0 до 2,3 %, 1,8-цинеол – от 3,6 до 5,6 %, α -туйон – от 13,2 до 16,1 %, β -туйон – от 6,6 до 7,4 %, камфору – от 19,8 до 24,0 %, α -гумулен – от 5,1 до 6,8 % и манол – от 4,2 до 7,7 % (Santos-Gomes, Fernandes-Ferreira, 2003). Эфирное масло шалфея лекарственного, произрастающего в Иордании, насчитывает 28 идентифицированных соединений, среди них основными являются α -туйон в количестве 29,9 %, β -туйон – 13,7 %, камфора – 15,74 % и 1,8-цинеол – 12,31 %.

Однако в его составе содержится также ментола 1,6 %, ментона 0,9 % и тимола 1,9 % (Amr, Dordevic, 2000).

Стоит отметить, что эфирное масло шалфея лекарственного согласно требованиям международного стандарта (ISO 9909:1997..., 2009) должно иметь в составе α -пинена в количестве от 4,1 до 5,4 %, камфена – от 6,0 до 7,1 %, β -пинена – от 9,3 до 14,5 %, лимонена – от 2,0 до 2,3 %, 1,8-цинеола – от 3,6 до 5,6 %, α -туиона – от 18 до 43 %, β -туиона – от 3 до 8,5 %, камфоры – от 4,5 до 24,5 %, линалоола в сумме с линалилацетатом – от 0 до 1 %, борнилацетата – от 0 до 2,5 % и α -гумулена – от 0 до 12 %.

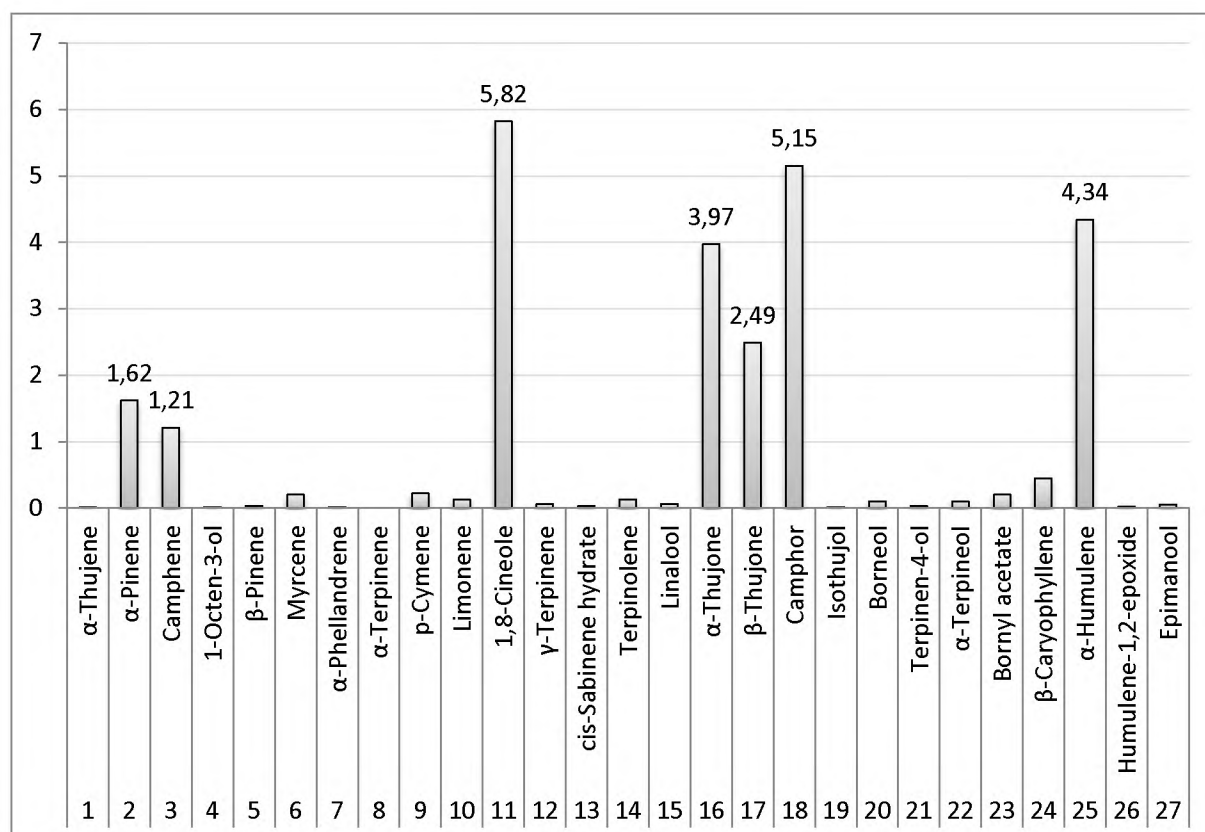


Рис. 5 Количественная разница массовой доли компонентов в составе эфирных масел *Salvia officinalis* L. в связи с особенностями климатических условий выращивания (%)

Fig. 5 Quantitative difference in the mass fraction of components in the composition of *Salvia officinalis* L. essential oils due to the peculiarities of the climatic conditions of growing (%)

В сравнении со стандартом ЭМ шалфея лекарственного из сырья, полученного в условиях ЮБК и Донбасса, отличались повышенным содержанием 1,8-цинеола и камфоры, что свидетельствует о перспективности его применения в фармакологической промышленности.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный состав эфирного масла *Salvia officinalis* образцов из коллекций ароматических и лекарственных растений Никитского ботанического сада на Южном берегу Крыма и Донецкого ботанического сада (Донбасс). В составе эфирного масла идентифицировано 27 компонентов. Основными соединениями являлись α -пинен, 1,8-цинеол, α -туион, β -туион и камфора. Установлено, что сырье из Донецкого

ботанического сада содержало в 1,1 раза больше α -туйона, в 1,4 раза β -туйона и в 1,3 раза камфоры. В эфирном масле образца из сырья, полученного в Никитском ботаническом саду, накапливалось больше в 1,3 раза α -пинена и в 1,6 раза 1,8-цинеола. Полученные данные по массовой доле основных компонентов 1,8-цинеола и камфоры свидетельствуют о перспективности использования сырья *Salvia officinalis* как лекарственного.

Литература / References

Бабиченко В.Н., Барабаш К.Т., Логвинов М.Б. Природа Украинской ССР. Климат. Киев: Наук. думка, 1984. 232 с.

[Babichenko V.N., Barabash M.B., Logvinov K.T. The Nature of the Ukrainian SSR. Climate. Kiev: Nauk. dumka, 1984. 232 p.]

Байкова Е.В., Королук Е.А., Ткачев А.В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia* L., выращенных в условиях Новосибирска // Химия растительных ресурсов. 2002. № 1. С. 37 – 42.

[Baykova E.V., Korolyuk E.A., Tkachev A.V. Component composition of essential oils of some species of the genus *Salvia* L. grown in conditions of Novosibirsk. *Chemistry of plant resources*. 2002. 1: 37–42]

Гребенникова О.А., Палий А.Е., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Salvia officinalis* L. // Бюллетень ГНБС. 2014. Вып. 111 с. 39–46

[Grebennikova O.A., Paliy A.E., Rabotyagov V.D. Biologically active substances of *Salvia officinalis* L. *Bul. Nikit. Botan. Gard*. 2014. 111: 39–46]

Гуринович Л.К., Пучкова Т.В. Эфирные масла: химия, анализ и применение. М.: Школа косметических химиков, 2005. 192 с.

[Gurinovich L.K., Puchkova T.V. Essential oils: chemistry, analysis and application. M.: School of Cosmetic Chemists, 2005. 192 p.]

Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. Методы биохимического исследования растений / под ред. А.И. Ермакова. 3-е изд., перераб. и доп. Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1987. 429 с.

[Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P. Methods of biochemical research of plants / edited by A.I. Ermakov. 3rd ed., reprint. and additional. L.: Agropromizdat. Leningr. publishing house, 1987. 429 p.]

Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлытенко Л.А. Эфиромасличные и пряно-ароматические растения: Научно-популярное издание. Херсон: Айлант, 2004. 272 с.

[Libus O.K., Rabotyagov V.D., Kutko S.P., Hlyupenko L.A. Essential oil and spicy-aromatic plants. Kherson: Aylant, 2004. 272 p.]

Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. 164 с.

[Plugatar Yu.V., Korsakova S.P., Ilitsky O.A. Ecological monitoring of the Southern coast of Crimea. Simferopol: IT "ARIAL", 2015. 164 p.]

Сур С.В. Газохроматографическое определение камфоры и 1,8-цинеола в растительном сырье и настоях шалфея // Химикофармацевтический журнал. 1999. Т. 25, № 4. С. 58 – 60.

[Sur S.V. Gas chromatographic determination of camphor and 1,8-cineol in plant raw materials and sage infusions. *Chemopharmaceutical Journal*. 1999. 25 (4): 58–60]

Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск: «Офсет», 2008. 969 с.

[Tkachev A.V. Research of volatile substances of plants. Novosibirsk: «Offset», 2008. 969 p.]

Amr S. The investigation of the quality of sage (*Salvia officinalis* L.) originating from Jordan. / S. Amr, S. Đorđević // Facta Universitatis. 2000. Vol. 1. № 5. P. 103–108.

Bhadoriya U., Tiwari S., Sharma P., Bankey S., Mourya M. Diuretic activity of extract of *Salvia officinalis* L. // Asian J. of Pharm. Life Sci. 2011. Vol. 1, № 1. P. 24–28.

Gonceariuc M., Balmush Z., Kulciti V., Gonceariuc N., Romanciuc G., Sîrbu T. Essential oil content and composition different of *Salvia officinalis* L. genotypes cultivated in Moldova // Muzeul Olteniei Craiova. 2012. Vol. 28, № 1. P. 1454–6914.

ISO 9909:1997 (E) Oil of Damatian sage (*Salvia officinalis* L.). [Электронный ресурс]. 2009. Режим доступа: <http://www.iso.org/> Дата доступа: 05.12.2022

[ISO 9909:1997 (E) Oil of Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.). [Electronic resource]. 2009. Access mode: <http://www.iso.org/> / Access date: 05.12.2022]

Santos-Gomes P.C. Essential oil produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.) /P.C. Santos-Gomes, M. Fernandes-Ferreira // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2003. Vol. 51, № 8. P. 2260–2266.

Статья поступила в редакцию 1.12.2022 г.

Korostylev A.A., Kustova O.K. Variability of the component composition of *Salvia officinalis* L. essential oil in connection with its cultivation in the conditions of the Southern coast of Crimea and Donbass // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2022. № 4 (165). P. 73–81

The article presents data on the qualitative and quantitative composition of essential oils from raw materials obtained during the cultivation of *Salvia officinalis* L. on the Southern coast of Crimea and in the Donbass. By the method of hydrodistillation according to Ginsberg, essential oil was extracted from air-dry crushed vegetable raw materials. It was found that in the raw materials from the Nikitsky Botanical Gardens and the Donetsk Botanical Gardens, its yield was 1.0 ml per 100 g of vegetable raw materials. 27 chemical compounds were identified by chromatography-mass spectrometry using data from the NIST05-WILEY2007 combined library. It was revealed that the main components of the studied oil are α -pinene, 1,8-cineole, α -thujone, β -thujone and camphor. At the same time, due to the peculiarities of the climatic conditions of growing the species, the difference in the mass fraction of components in the composition of *Salvia officinalis* L. essential oils was: α -pinene – 1.62 %, camphene – 1.21 %, 1,8-cineole – 5.82 %, α -thujone – 3.97 %, β -thujone – 2.49 %, camphor – 5.15 %, α -humulene – 4.34 %. It was found that the raw materials from the Donetsk Botanical Garden contained 1.1 times more α -thujone, 1.4 times β -thujone and 1.3 times camphor. In the essential oil of the sample from the raw materials obtained in the Nikitsky Botanical Garden, 1,3 times more α -pinene and 1,6 times 1,8-cineole accumulated. The data obtained indicate that the component composition of essential oil samples of medicinal sage raw materials collected on the Southern coast of the Crimea and in the Donbass is variable due to different meteorological conditions of the cultivation regions.

Key words: *Salvia officinalis* L.; essential oil; component composition; natural and climatic conditions