

УДК 581.135.51: 632.937.31

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-147-96-107

ХЕМОТИПИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *THYMUS* L. КОЛЛЕКЦИИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Ирина Анатольевна Федотова¹, Ольга Константиновна Кустова²,
Оксана Михайловна Шевчук¹, Наталья Владимировна Шпилева²
Владимир Михайлович Остапко²

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

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Донецкий ботанический сад»

283059, Донецкая народная республика, Донецк, пр. Ильича, 110

E-mail: iaflab2016@mail.ru

Определение хемотипа имеет важное практическое значение, так как компоненты, определяющие его, имеют различную биологическую активность, категорию запаха – этим определяются перспективность использования видов. Также определение хемотипа является дополнительным основанием в хемосистематике видов. Проведены исследования трёх видов рода *Thymus* L. из коллекций Донецкого ботанического сада. Методом GC - MS определён компонентный состав эфирных масел. Показано, что в соответствии с содержанием основного компонента эфирного масла можно сделать вывод о принадлежности исследуемых видов к определённому хемотипу. *Thymus serpyllum* L. содержит в качестве основного компонента гераниол – 76,39% и относится к гераниольному хемотипу. В эфирном масле *T. graniticus* Klokov & Des.-Shost. общее содержание изомеров цитрала составляет 73,9%, данный вид относится к цитральному хемотипу. *Thymus marschallianus* Willd. содержит в качестве доминирующего компонента монотерпеновый фенол тимол (25,12%), и биогенетически связанные с ним соединения γ -терпинен (23,03%) и *n*-цимен (24,72%) и относится к тимольному (фенольному) хемотипу.

Ключевые слова: род *Thymus* L.; интродукция, эфирные масла; метод GC-MS; хемотип; хемосистематика

Введение

Род *Thymus* L. - один из наиболее известных родов семейства Lamiaceae - отличается большим разнообразием трудно морфологически дифференцированных форм, во многих случаях со спорным таксономическим статусом [1, 7, 15]. Многочисленные виды, входящие в состав рода, являются эфиромасличными растениями, обладают ароматом, обусловленным наличием летучих терпеновых соединений, синтезируемых в клеточных органоидах растения, перспективны для ароматерапии, в пищевой промышленности для ароматизации продуктов питания и напитков, при создании продукции функционального назначения, для официальной и народной медицины, в парфюмерном и косметическом производстве в целях импортозамещения [9, 17, 19, 30]. Отбор и внедрение растений с определённым хемотипом и заданными органолептическими и химическими характеристиками, являются ключевыми факторами, необходимыми для получения эфирных масел высокого качества [29].

Систематика рода *Thymus* L. остаётся весьма сложной и запутанной. Взгляды исследователей на объём и число видов в роде часто не совпадают, что выражается в неупорядоченной синонимике отдельных групп, что делает очень актуальным разработку подхода, сочетающего разносторонние методы исследования и анализа, так как традиционные описательные методы исчерпали свои возможности [7]. Существенный вклад в развитии такого подхода может внести сравнительное

биохимическое изучение видов в различных эколого-географических условиях, поскольку особенности климата и экологических условий обуславливают специфику обменных процессов, протекающих в растениях, влияют на синтез и накопление различного спектра биологически активных веществ [3].

Значительный полихимизм с наличием большого числа хемоформ представляет распространённое явление в растительном мире, однако химическая дифференциация может не сопровождаться морфологическими различиями. Хемотип – генетически устойчивая внутривидовая категория, отличающаяся наличием тесных коррелятивных связей между содержанием характерных для неё монотерпенов и способностью к сохранению своих биохимических особенностей в семенном потомстве от свободного опыления, то есть воспроизводимостью, которая не зависит от экологических условий [12]. Генотипическая изменчивость растений может обуславливать значительные изменения в составе вторичных метаболитов, их соотношении и количественном содержании. С точки зрения хемосистематики именно эти вещества представляют наибольшую прогностическую ценность, так как их биосинтез у разных видов более специфичен по сравнению с продуктами первичного обмена [16]. Компонентный состав вторичных метаболитов является характеристичным и уникальным для многих видов растений и поэтому используется при определении подлинности и в хемотаксономических исследованиях [22].

Хемосистематика растений определяется как наука, основной задачей которой является установление родственных отношений и связей между отдельными таксонами растений на основе изучения их химического состава. Исследование распространения отдельных соединений и их групп в лекарственных растениях представляет интерес для поиска перспективных продуцентов биологически активных веществ [16].

В Никитском ботаническом саду проводится многолетнее интродукционное изучение и селекционное улучшение представителей рода *Thymus*, а также оценка их морфологического и хемотипического разнообразия [17, 18, 21]. Выявлено, что существенным хемотипическим разнообразием отличается *Thymus vulgaris* L., у которого отмечены тимольный, каркакрольный, линалоольный и гераниольный хемотипы [17, 23, 25, 29].

В продолжении исследований хемотипического разнообразия *Thymus* рода была поставлена цель изучить особенности накопления и компонентного состава *Thymus graniticus* Klokov & Des.-Shost., *T. marschallianus* Willd. и *T. serpillum* L. из коллекции Донецкого ботанического сада. В задачи исследований входило установить принадлежность изучаемых видов к определённому хемотипу и рассмотреть возможности и перспективы их использования в качестве источников биологически – активных веществ.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования *Thymus graniticus* (тимьян гранитный), *T. serpillum* (т. ползучий), *T. marschallianus* (т. Маршалла) относятся к разным секциям рода – *Subbracteati* (Klokov & Des.-Shost.) Klokov, *Euserpillum* (Klokov & Des.-Shost.) Klokov, *Verticillati* (Klokov & Des.-Shost.) Klokov [14].

Thymus graniticus – полукустарничек с прилегающими к поверхности субстрата, нередко ползучими побегами. Цветоносные побеги восходящие, опушенные короткими волосками, листья узко-линейно-эллиптические. Соцветие головчатое, цветки лиловые или розовые [13]. Ксеро-мезофит, зимо- и засухоустойчив, размножается вегетативно и самосевом. Приазовский эндемик (рис. 1 А, табл. 2) [18].

Thymus serpillum по своей жизненной форме относится к вегетативно–полуподвижным кустарничкам шпалерного типа с одревесневшими многолетними

побегами и сохраняющейся в течение всей жизни растения системой главного корня. Скелетные оси нарастают моноподиально и стелятся по поверхности почвы, обильно укореняясь придаточными корнями [7]. Растения имеют прямостоячие или приподнимающиеся цветоносные побеги высотой до 15 см.

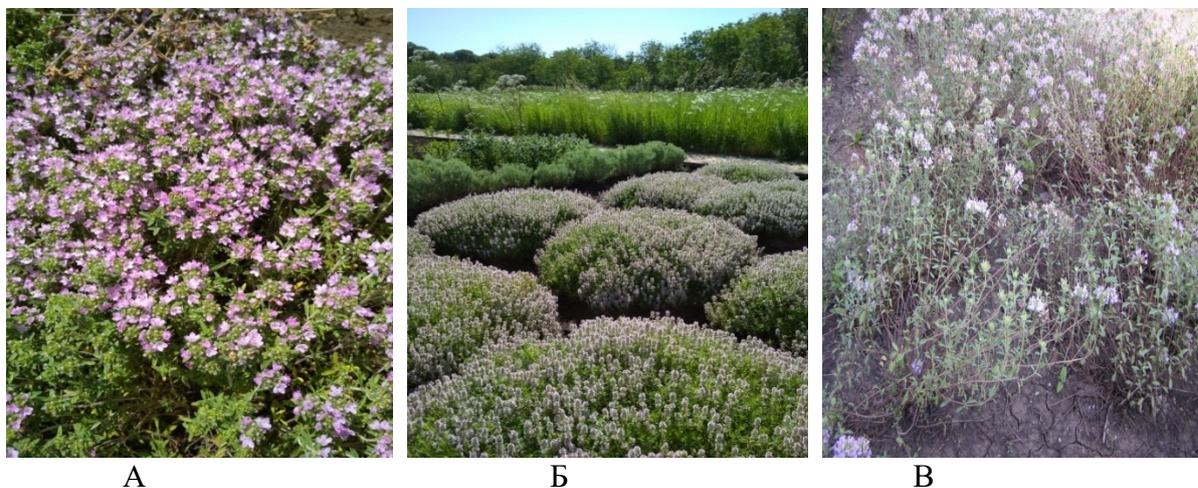


Рис. 1 А - *Thymus graniticus* Klokov & Des.-Shost на выходах гранитов (с. Раздольное, Старобешевский район, Донецкая область (фото В.М. Остапко); Б - *Thymus marschallianus* Willd. на коллекционно-экспозиционном участке «Лекарственные растения» Донецкого ботанического сада (фото Н.В. Шпилевой); В - *Thymus serpillum* L. на коллекционно-экспозиционном участке «Сад ароматических растений» Донецкого ботанического сада (фото О.К. Кустовой)

Листья супротивные, короткочерешковые, жесткие, продолговато-овальные, сидячие или с очень коротким черешком, сверху темно-зеленые, снизу серовато-зеленые. Цветки мелкие, розовые или розовато-фиолетовые, собраны на концах ветвей в рыхлые головчатые соцветия (рис. 1 А). Светолюбивое, засухоустойчивое, зимостойкое растение. По своему габитусу растения в монокультуре соответствуют данным в естественной среде обитания [6].

Thymus marschallianus – симподиально нарастающий полукустарничек, сохраняющий в течение всей жизни систему главного корня. Взрослые особи имеют сложную систему побегов, в которой хорошо различимы многолетняя базальная часть, прилегающая к поверхности субстрата, и прямостоячие или восходящие однолетние травянистые побеги [7]. Цветоносные побеги приподнимающиеся, обычно ветвятся у основания, листья ланцетные, почти сидячие. Цветки мелкие, бледно-лиловые или розовые, собранные в прерывистые головчатые соцветия [13].

Интродукционные исследования проводили на территории Донецкого ботанического сада (ДБС), расположенного в границах степной зоны юго-западной части Донецкой возвышенности – 48°01' с.ш., 37°54' в.д., в условиях умеренно континентального климата; высота над уровнем моря 235 м. Для данного региона характерны выраженные засушливо-суховейные явления, ранние осенние и поздние весенние заморозки, низкие температуры или оттепели в зимний период при отсутствии снежного покрова; высокие температуры воздуха, в сочетании дефицитом влаги и суховеями в весенне-летний период. Почва на участках ароматических и лекарственных растений – обыкновенный чернозем на лессовидном суглинке [6]. В ходе работы использовали общепринятые методики интродукционных исследований в ботанических садах. Оценку успешности интродукции проводили согласно Р.А. Карпионовой [10].

Растения на территорию ДБС интродуцированы из природных местообитаний и в рамках обмена растительным и семенным материалом с ботаническими учреждениями

(табл. 1); культивировались в богарных условиях на искусственных сырьевых плантациях с соблюдением основных мероприятий агротехники.

Таблица 1

Исходные сведения об интродуцированных видах рода *Thymus* L.

Вид	Пункт интродукции	Год введения в коллекцию	Коллекционно-экспозиционный участок ДБС	Площадь плантации, м ²
<i>Thymus graniticus</i> Klokov & Des.-Shost.	Донецкая обл., Тельмановский р-н, с. Староласпа, с. Староигнатовка	1977	Лекарственные и другие полезные растения	10
	Донецкая обл., Старобешевский р-н, с. Васильевка, с. Раздольное	1977	Фитомелиоративные растения	50
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	Луганская обл., Свердловский р-н, с. Провалье	1976	Степные и опушечные растения Донбасса	11
<i>Thymus serpyllum</i> L.	Ботанический сад Петрозаводского государственного университета	2000	Сад ароматических растений	7

При выращивании и учете урожайности растительного сырья тимьянов руководствовались основными правилами заготовительного процесса: сбор сырья, сушка, приведение в стандартное состояние, упаковка, хранение. Урожайность растений определяли по проективному покрытию на искусственных сырьевых плантациях. Сырье заготавливалось и обрабатывалось вручную в фазу массового цветения (вторая – третья декада июня – первая декада июля) [8, 20, 21].

Массовую долю эфирного масла (ЭМ) определяли методом гидродистилляции по Клевенджеру из высушенного сырья по ГОСТ 34213-2017. Массовая доля эфирного масла *T. serpyllum* L. определена также методом Гинзберга. Эфирное масло оценивалось по органолептическим характеристикам, разработанным в лаборатории ароматических и лекарственных растений [23].

Анализ эфирных масел обычно включает в себя разделение, идентификацию и количественное определение его компонентов. Летучесть и полярность компонентов эфирных масел делают капиллярную газовую хроматографию оптимальным методом для их анализа, поскольку эфирные масла в целом представляют собой сложные смеси компонентов со сходными физико-химическими характеристиками.

Компонентный состав эфирных масел исследуемых видов определяли методом хромато – масс – спектрометрии (GC – MS) с помощью аппаратно – программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк – Кристалл 5000.2», оснащённого масс-спектрометрическим детектором. Колонка капиллярная CR – 5ms, длина 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм. Фаза 5% фенил 95% полисилфениленсилоксан, толщина плёнки 0,25 мкм. Температура термостата программировалась от 75°C до 240°C со скоростью 4°C /мин. Газ носитель – гелий, скорость потока 1 мл /мин. Температура переходной линии 250°C. Температура источника ионов 200 °C. Электронная ионизация 70 eV. Диапазон сканирования 20 – 450 а.е.м. Длительность скана 0,2 с. Для выполнения газохроматографического разделения в испаритель хроматографа, нагретый до 250°C, вводили 0,2 мкл образца эфирного масла в режиме Split 1:200.

Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс – спектров с данными библиотеки NIST 14 (Национальный Институт Стандартов и Технологий,

США). Программа поиска и идентификации спектров NIST MS Search. Индексы удерживания (RI) получены путём логарифмической интерполяции приведённых времён удерживания с использованием аналитического стандарта смеси реперных *n*-алканов Sigma – Aldrich и аналитических стандартов Supelco. Массовая доля компонентов в эфирном масле определена методом процентной нормализации [22, 26].

Результаты и обсуждение

Виды рода *Thymus* в условиях открытого грунта ДБС прошли многолетнее интродукционное испытание и показали себя как перспективные для выращивания в монокультуре (см. табл. 1, табл. 2) [11].

Оценка успешности интродукции у всех исследуемых видов составила 10 баллов – виды проходят все фазы, развития, для них характерно ежегодное и обильное семеношение; вегетативно размножаются хорошо; в культуре в большинстве сохраняют природные размеры габитуса; степень выживания растений в неблагоприятный период года: побеги и особи отмирают только в особо суровые зимы (*T. serpillum* L.).

Отмечено, что в условиях интродукции ДБС при выращивании в монокультуре растения *T. marschallianus* имеют габитус в несколько раз больший, чем в естественных условиях произрастания; длина побега *T. marschallianus* составляет 12–37 см, обычно – 25 см [25].

Таблица 2

Эколого–биологическая характеристика интродуцированных видов рода *Thymus* L.

Вид	Естественная среда обитания	Жизненная форма, экморфа	Фенологические фазы (массовое состояние)		
			бутонизация	цветение	плодоношение
<i>Thymus graniticus</i> Klokov & Des.-Shost.	степь, выходы гранита по р. Кальмиус	полукустарничек, ксерофит	15.06.–10.07.	16.06. – 15.07.	16.07. – 15.08.
<i>Thymus marschallianus</i> Willd.	степь, каменистые склоны	полукустарничек, ксерофит	12.05.–25.05.	25.05. – 22.07.	27.06. – 22.07.
<i>Thymus serpillum</i> L.	лесостепь, каменистые склоны	полукустарничек, ксерофит	6.06 – 10.06	16.06 – 02.07	10.07 – 31.07

Урожайность сырья *T. graniticus* в свежем виде при культивировании в ДБС составляет $170,0 \text{ г/м}^2 \pm 3,4 \text{ г/м}^2$; масса сухого сырья - $100,3 \text{ г/м}^2 \pm 3,4 \text{ г/м}^2$. Урожайность сырья *T. marschallianus* в природных местообитаниях – $75,8 \text{ г/м}^2 \pm 1,6$, масса сухого сырья – $44,7 \pm 1,7 \text{ г/м}^2$, в условиях интродукции в ДБС составляет $200,0 \pm 3,6 \text{ г/м}^2$ в одиночных посадках и $110,0 \pm 3,4 \text{ г/м}^2$ – при выращивании в рядах [25]; масса сухого сырья - $162,7 \pm 3,7 \text{ г/м}^2$ и $64,9 \pm 3,7 \text{ г/м}^2$ соответственно. При культивировании в ДБС *T. serpillum* масса свежего сырья составила $220,3 \pm 7,3 \text{ г/м}^2$, сухого сырья – $162,7 \pm 3,5 \text{ г/м}^2$.

Таблица 3

Компонентный состав эфирных масел исследуемых видов *Thymus L.*

№	Компонент	RI	Массовая доля, %		
			<i>Thymus serpyllum L.</i>	<i>Thymus graniticus Klokov & Des.-Shost</i>	<i>Thymus marschallianus Willd.</i>
1	метил изовалерат	773	-	-	0,18
2	α -туйен	933	-	-	2,15
3	α -пинен	943	-	0,16	1,04
4	камфен	959	-	0,28	0,60
5	1-октен-3-ол	976	0,42	0,72	0,89
6	сулькатон	980	-	0,46	-
7	3-октанон	981	0,17	-	0,28
8	β -пинен	985	-	0,21	0,41
9	β -мирцен	989	-	0,66	1,35
10	3-октанол	992	1,48	0,17	0,09
11	α -фелландрен	1010	-	-	0,26
12	α -терпинен	1022	-	-	3,33
13	<i>l</i>-цимен	1030	-	0,14	24,72
14	лимонен	1035	-	0,11	0,61
15	1,8-цинеол	1037	0,37	2,88	2,08
16	(z)-оцимен	1048	-	0,57	0,24
17	3-карен	1063	-	0,08	-
18	γ-терпинен	1066	-	-	23,03
19	цис-сабинен-гидрат	1073	0,09	0,15	1,57
20	1-нонен-3-ол	1080	-	0,06	0,06
21	α -терпинолен	1091	-	-	0,13
22	розфуран	1092	-	0,51	-
23	линалоол	1097	0,61	-	0,21
24	транс-сабинен-гидрат	1102	-	-	0,28
25	периллен	1098	-	0,23	-
26	изоцитраль	1142	-	0,28	-
27	камфора	1150	0,18	2,43	0,17
28	изонераль	1160	0,06	1,17	-
29	розфуран эпоксид	1170	0,14	0,98	-
30	эндо-борнеол	1175	2,19	0,06	1,22
31	изогераниаль	1177	0,12	1,95	-
32	терпинен-4-ол	1182	0,16	0,12	0,51
33	α -терпинеол	1194	0,12	-	0,28
34	α -циклогераниол	1207	-	0,30	-
35	нерол	1226	2,53	1,96	-
36	метил тимол	1231	-	-	2,29
37	(z)-цитраль	1237	2,25	29,65	-
38	карвон	1246	-	0,06	0,15
39	гераниол	1255	76,39	0,32	-
40	(e)-цитраль	1269	3,25	40,85	-
41	борнил ацетат	1287	-	0,10	-
42	тимол	1291	0,12	0,19	25,12
43	нерил формиат	1296	0,15	-	-
44	карвакрол	1298	0,11	-	1,77
45	нерил ацетат	1357	0,90	1,01	-
46	геранил ацетат	1376	2,41	2,39	-
47	α -копайен	1382	-	-	0,09
48	β -бурбонен	1390	0,23	0,66	-
49	β -элемен	1393	-	0,12	-
50	β -кариофиллен	1427	1,56	0,57	2,09
51	β -копайен	1437	-	0,10	-

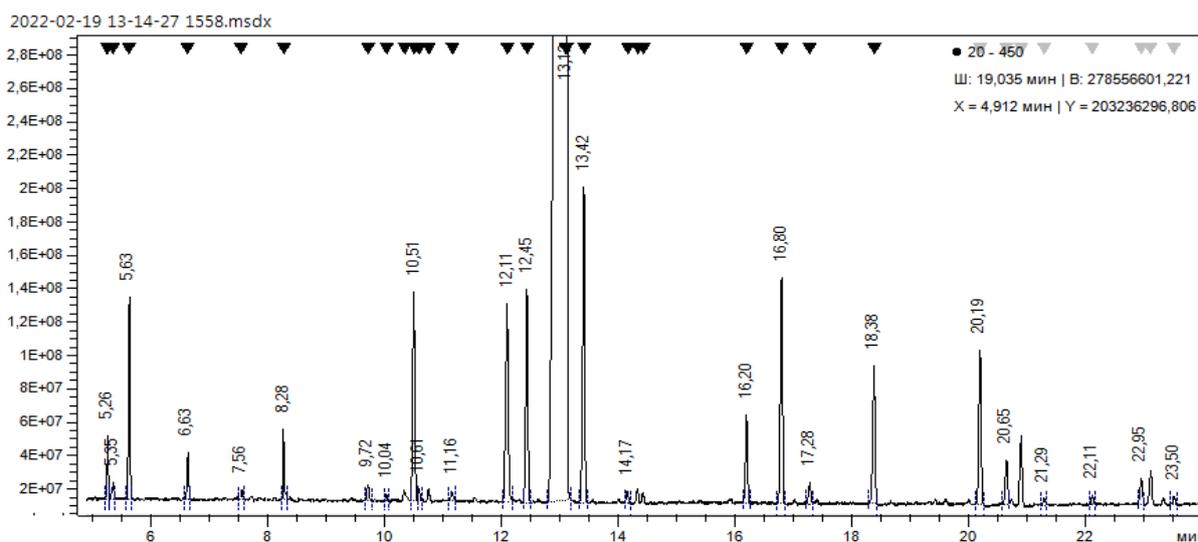
Продолжение таблицы

52	аромадендрен	1447	-	0,13	0,13
53	γ-мууролен	1481	-	0,09	0,19
54	гермакрен d	1487	1,71	1,82	0,07
55	бициклогермакрен	1501	0,49	0,20	-
56	β-бисаболен	1510	0,79	-	-
57	γ-кадинен	1519	-	-	0,14
58	δ-кадинен	1525	0,07	0,12	0,28
59	α-бисаболен	1544	-	-	0,95
60	геранил бутират	1553	0,10	-	-
61	n-цимен-2,5-диол	1553	-	-	0,07
62	спатуленол	1581	0,31	2,48	0,34
63	кариофиллен оксид	1586	0,39	0,66	0,40
64	нерил изовалерат	1599	0,10	-	-
65	спатуленол	1639	-	0,21	-
66	шиобунол	1699	-	0,41	0,07

RI – индекс удерживания компонента

Массовая доля эфирного масла, полученного методом Клевенджера, в воздушно-сухом сырье *Thymus serpyllum* составляет 0,19%, *T. graniticus* - 0,59%, *T. marschallianus* - 1,74%. Эфирное масло *T. serpyllum* светло-жёлтого цвета, имеет приятный цветочный аромат с лимонными нотками, *T. graniticus* - жёлтого цвета с интенсивным лимонным ароматом, *T. marschallianus* - насыщенного жёлтого цвета с интенсивным пряным ароматом (табл. 3).

В эфирном масле *T. serpyllum* идентифицировано 32 компонента. Доминирующий компонент – терпеновый спирт гераниол с запахом цветов розы, является ценным душистым веществом. Содержание гераниола в эфирном масле составляет 76,39%. Также в составе эфирного масла тимьяна стелющегося обнаружены ценные душистые вещества – (Z)-цитраль (нераль), (E)-цитраль (гераниаль) с содержанием 2,25% и 3,25% соответственно, и нерол – цис-изомер гераниола (1,96%), а также их сложные эфиры – ацетаты с содержанием 0,9% и 2,41% соответственно (рис. 2).

Рис. 2 Хроматограмма (ГК) эфирного масла *Thymus serpyllum* L.

Анализ литературных данных свидетельствует о высокой хемотипической вариабельности *Thymus serpyllum* [1, 34-41]. К настоящему времени выявлены следующие хемотипы эфирного масла: тимольный (массовая доля тимола в эфирном масле может достигать 60%), [34, 41], карвакрольный (массовая доля карвакрола - до 56%), [41], карвакрольно-цименовый [1, 40], гераниольный (массовая доля гераниола составляет 60-70%) [1], β -кариофилленовый [35], неролидольный (неролидол 20-70% [1, 35], камфорный [35], цинеольный [38], линалоольно-цименовый [1]. Исследуемый образец *Thymus serpyllum* из коллекции ДБС относится к гераниольному хемотипу эфирного масла – *T. serpyllum* ст. Geraniol - парфюмерного направления.

В образце эфирного масла *T. graniticus* идентифицировано 46 компонентов (табл. 3; рис. 3). Доминирующими компонентами являются ценные душистые вещества – (Z)-цитраль (нераль) и (E)-цитраль (гераниаль) с массовыми долями 29,65% и 40,85% соответственно. Также обнаружены соединения, являющиеся изомерами цитраля – изонераль и изогераниаль (1,17% и 1,95% соответственно), сложные эфиры – ацетаты нерола и гераниола (1,01% и 2,39% соответственно). Общее содержание изомерных цитралей – 73,9%. Вид является приазовским эндемиком и ранее биохимические исследования сырья не проводились. Полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемый образец относится к цитральному хемотипу эфирного масла – *T. graniticus* ст. Citral – парфюмерного, пищевого и фармакологического направления (рис. 3).

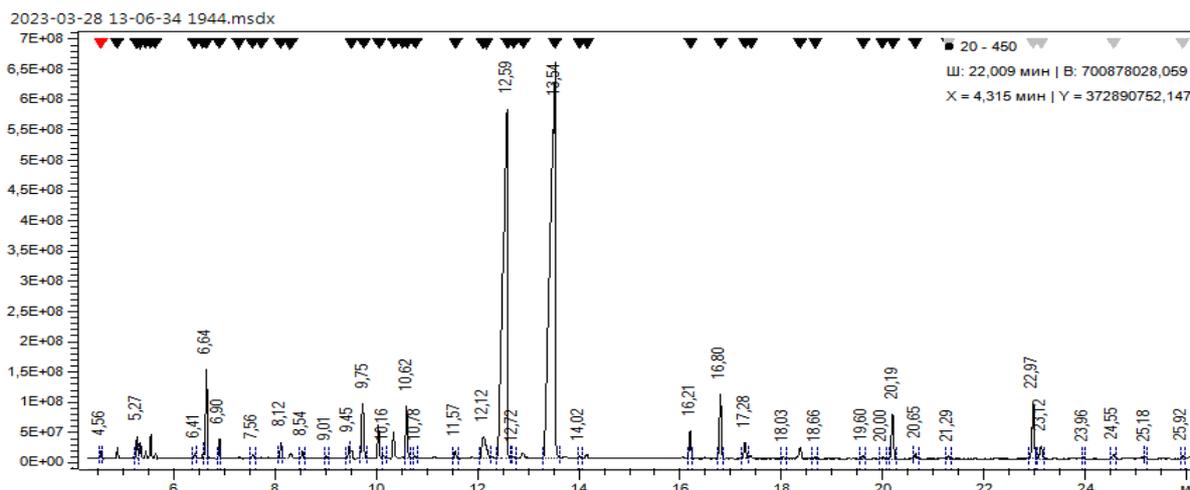


Рис. 3 Хроматограмма (TIC) эфирного масла *Thymus graniticus* Klokov & Des.-Shost.

В эфирном масле *Thymus marschallianus* идентифицирован 41 компонент (см. табл. 3; рис. 4). Доминирующими компонентами являются монотерпеновый фенол – тимол с содержанием 25,12% и его биогенетические предшественники: *n*-цимен (24,72%) и γ – терпинен (23,03%). Также присутствуют метиловый эфир тимола (2,29%) и изомер тимола – карвакрол (1,77%) (рис. 4).

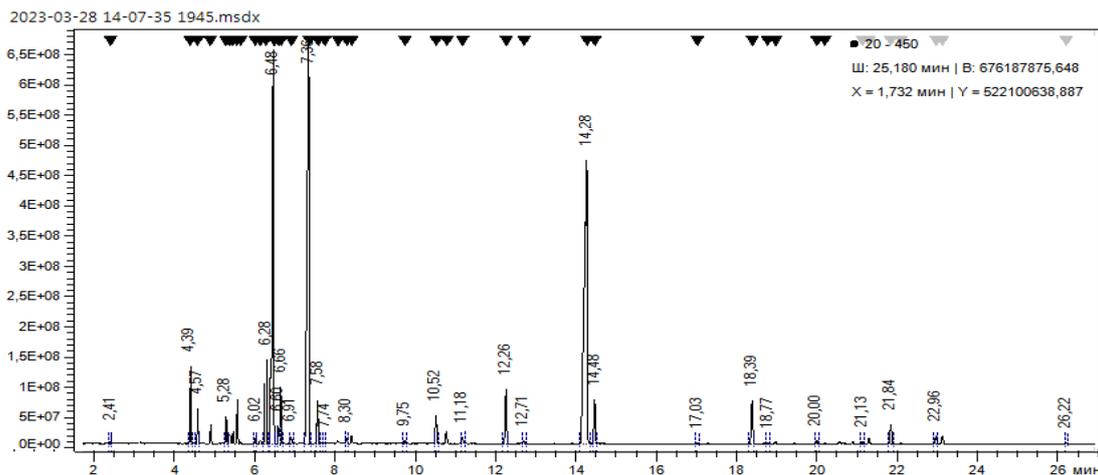


Рис. 4 Хроматограмма (TIC) эфирного масла *Thymus marschallianus* Willd.

Для *Thymus marschallianus* на данный момент известно о двух хемотипах: тимольном (массовая доля тимола больше 50%) [8] и тимольно-терпенил-ацетатном [16]. Исследуемый образец из коллекции ДБС относится к тимольному хемотипу – *T. marschallianus* st. *Thymol.* – фармакологического направления с выраженным бактерицидным действием на патогенную микрофлору [3, 24].

Выводы

Исследование компонентного состава эфирного масла трёх видов *Thymus* L. из коллекции Донецкого ботанического сада, определены их хемотипы. На основании оценки биологической активности основных компонентов эфирных масел можно определить перспективы их использования как источников БАВ.

T. marschallianus в качестве мажорного компонента содержит тимол, что позволяет отнести его к тимольному хемотипу и обладает антибактериальными, фунгицидными, антиоксидантными свойствами, обусловленными присутствием терпеновых фенольных соединений. Перспективен для использования в фармакологии [24, 28].

T. graniticus – относится к цитральному хемотипу. Ценные душистые вещества – (Z) и (E) – цитрали, изонераль, изогераниаль придают эфирному маслу интенсивный лимонный аромат. Используются в пищевом и парфюмерно – косметическом производстве [2,5].

T. serpyllum относится к гераниольному хемотипу. Высокое содержание гераниола с цветочным ароматом и присутствие цитралей, придающих лимонный оттенок запаха, определяют парфюмерно – косметическое направление использования эфирного масла [2,5].

Можно сделать вывод о том, что в проблеме изучения хемотипического разнообразия видов необходимо акцентировать внимание на оценке распространения отдельных групп терпеновых соединений, связанных биогенетически, и принципов использования биогенетической ветви при таксономическом анализе [12].

Благодарности

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

Список литературы

1. Банаева Ю.А., Покровский Л.М., Ткачёв А.В. Исследование химического состава эфирного масла представителей рода *Thymus* L., произрастающих на Алтае // Химия растительного сырья. – 1999. – № 3. – С. 41-48.
2. Братус И.Н. Химия душистых веществ. – Москва: Пищевая промышленность, 1979. – 304 с.
3. Винокурова О.А., Тринеева О.В., Сливкин А.И. Сравнительная характеристика различных видов тимьяна: состав, свойства, применение (Обзор) // Разработка и регистрация лекарственных средств. – 2016. – № 4(17). – С. 134-150.
4. Высочина Г.И. Биохимические подходы к познанию биоразнообразия растительного мира // Сибирский экологический журнал. – 1999. – Т. 3. – С. 207-211.
5. Войткевич С.А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии – Москва: Пищевая промышленность, 1999. – 282 с.
6. Глухов А.З., Горлачева З.С., Кустова О.К. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения (интродукция, адаптивная стратегия, оценка перспективности выращивания). – Донецк, 2013. – 238 с.
7. Гогина Е.Е. Изменчивость и формообразование в роде Тимьян. – Москва: Наука, 1990. – 208 с.
8. Дурнова Н.А., Романтеева Ю.В., Ковтун А.Н. Химический состав эфирного масла *Thymus marschallianus* Willd. и *Thymus pallasianus* Н.Вр., произрастающих на территории Саратовской области // Химия растительного сырья, 2014. – №2. – С. 115-119.
9. Жохова Е.В., Гончаров М.Ю., Повыдыш М.Н., Деренчук С.В. Фармакогнозия: учебник для фармацевтических колледжей и техникумов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 544 с.
10. Ильин М.М., Суржин С.Н. Пряно – ароматические растения СССР и их использование в пищевой промышленности. – Москва: Пищепромиздат, 1963. – 432 с.
11. Карписонова Р.А. Перспективность интродукции многолетников разных жизненных форм // Дендрология, цветоводство и садово-парковое строительство: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 200-летию Никитского ботанического сада (г. Ялта, 5-8 июня 2012 г.). – Ялта, 2012. – Т. 1. – С. 52.
12. Каталог растений Донецкого ботанического сада. Справочное пособие / под общ. ред. Е.Н. Кондратюка. – Киев: Наукова думка, 1988. – 528 с.
13. Кинтя П.К., Фадеев Ю.М., Акимов Ю.А. Терпеноиды растений. – Кишинёв: Издательство «Штиинца», 1990. – 152 с.
14. Клоков М.В. Род Тимьян – *Thymus* L. // Флора СССР. – 1954. – Т. 7. – 692 с.
15. Клоков М.В. Расообразование в роде тимьянов - *Thymus* L. на территории Советского Союза. – Киев: Наукова думка, 1973. – 190 с.
16. Коренская И.М., Измалкова И., Сливкин А.И., Фалалеев А.В., Мальцева А.А. Фармакогностическое и хромато–масс–спектрометрическое исследование надземных частей тимьяна марокканского и тимьяна Маршалла // Вестник ВГУ. Серия: химия, биология, фармация, 2016. – № 4. – С. 137-141.

17. Корсакова С.П. Суточные колебания массовой доли эфирного масла некоторых представителей рода *Thymus* L. в период массового цветения на Южном берегу Крыма. – С. 90-104.
18. Корсакова С.П., Работягов В.Д., Федорчук М.И. и др. Интродукция и селекция видов рода *Thymus* L. Биология. Экология. Биохимия. – Херсон, 2012. – 239 с.
19. Курченко В.П., Чубарова А.С. Хемосистематика – основа поиска форм лекарственных растений с высоким содержанием биологически активных веществ // Клеточная биология и биотехнология растений: тез. докл. III Междунар. науч.-практ. конф., Респ. Беларусь, Минск, 24-27 мая 2022 г. – Минск: БГУ, 2022. – С. 24-25
20. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А. Эфирномасличные и пряно – ароматические растения. Фито – и ароматерапия. – Херсон: Айлант, 2004. – 272 с.
21. Марко Н.В., Пищенко Е.А., Федотова И.А. Разнообразие коллекции рода *Thymus* L. в Никитском ботаническом саду // Тезисы международной научно – практической конференции. – Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН. – Симферополь, 2021. – 92 с.
22. Остапко В.М., Зубцова Т.В. Интродукция раритетных видов флоры юго-востока Украины. – Донецк: Вебер, 2006. – 294 с.
23. Палий А.Е., Хлыпенко Л.А., Ежов В.Н, Виноградов Б.А. Сравнительный анализ летучих соединений эфирного масла и этанольного экстракта чабреца бороздчатого (*Thymus striatus* Vahl.) // Труды Никитского ботанического сада, 2011. – № 133. – С.159-166.
24. Приходько С.А., Кустова О.К., Глухов А.З. Коллекция ароматических растений Донецкого ботанического сада: интродукция, аспекты изучения и использования в условиях степной зоны // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада, 2018. – Т. 146. – С.104-111.
25. Работягов В.Д., Корсакова С.П., Хохлов Ю.С., Канцаева У.И. Морфобиологическая характеристика перспективных форм *Thymus mastichina* L. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2017. – № 124. – С.77-81.
26. Ресурсоведение лекарственных растений / сост. В.В Негрбов. Учебно-методическое пособие для вузов. – Воронеж, 2015. – 57 с.
27. Терехин А.А., Вандышев В.В. Технология возделывания лекарственных растений. – Москва: РУДН, 2008. – 201 с.
28. Ткачёв А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: ИПП «Офсет», 2008. – 969 с.
29. Хохлов Ю.С., Федотова И.А., Шевчук О.М. Изменение компонентного состава эфирного масла *Thymus vulgaris* L. в зависимости от способа дистилляции. // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2020. – № 1(154). – С. 106 -115.
30. Шевчук О.М., Исиков В.П., Логвиненко Л.А. Методологические и методические аспекты интродукции и селекции ароматических и лекарственных растений / под ред. Плугатаря Ю.В. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2022. – 140 с.
31. Шереметьева А.С., Фролова А.В., Шаповал О.Г., Дурнова Н.А., Березуцкий М.А. Содержание и антимикробная активность эфирных масел в траве тимьяна Маршалла и тимьяна ползучего // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2021. – Т. 24. – №. 3. – С. 27-32.
32. Шпилева Н.В. Ресурсный потенциал тимьяна Маршалла *Thymus marshallianus* Willd. в природе и при интродукции в условиях Донецкого ботанического сада // Промышленная ботаника. – 2023. – Вып. 23. – № 1.

33. Adams R.P. Identification of essential oil compounds by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy // Allured Pub. Corp., USA, 2007. – 804 p.
34. Atazhanova G.A. Essential oils from plants of the genus *Thymus* L. of Kazakhstan flora: chemical composition and prospects of application // Series of biological and medical, 2018. – Vol. 5. – P.45-58.
35. Buzuk A, Buzuk G, Leshev S, Vinarsky V., Yurchenko R. Variability in essential oil compositions of *Thymus pulegioides* L. and *Thymus serpyllum* L. growing in the Republic of Belarus // American Journal of Essential Oils and Natural Products, 2017. – Vol. 3 – P.25-31.
36. Jannati N., Honarvar M., Gharachorloo M. Extraction of Thymol Compound from *Thymus vulgaris* L. Oil // Journal of Medicinal Plants and By-products, 2021. – Vol. 1. – P. 81- 84.
37. Koroch A.R., Juliani H.R., Simon J.E., Hitimana N., Daca A., Ranarivelo L., Langenhoven P. Quality of Geranium Oils (Pelargonium Species): Case Studies in Southern and Eastern Africa // Journal of Essential Oil Research. – 2006. – Vol. 18. – P. 116-121
38. Loziene K, Venskutonis PR, Vaiciuniene J. Chemical diversity of essential oil of *Thymus pulegioides* L. and *Thymus serpyllum* L growing in Lithuania // Biologija. – 2002. – Vol. 1. – P.62-64.
39. Popa C.L., Lupitu A., Mot M.D., Copolovici L., Moisa C., Copolovici D.M. Chemical and Biochemical Characterization of Essential Oils and Their Corresponding Hydrolats from Six Species of the Lamiaceae Family // Plants. – 2021. – Vol. 10.
40. Varga E, Bardocz A, Belak A, Maraz A, Boros B, Felinger A, et al. Antimicrobial activity and chemical composition of thyme essential oils and the polyphenolic content of different *Thymus* extracts // Farmacia. – 2015. – Vol. 63(3). – P. 357-361.
41. Verma RS, Rahman LU, Chanotiya CS, Verma RK, Singh A, Yadav A, et al. Essential oil composition of *Thymus serpyllum* cultivated in the Kumaon region of western Himalaya, India // Natural Product Communications. – 2009. – Vol. 4 (7). – P.987-988.

Статья поступила в редакцию 07.05.2023 г.

Fedotova I.A., Kustova O.K, Shevchuk O.M, Shpilevaya N.V., Ostapko V.M. The chemical variability of the genus *Thymus* L. in the collections of the Donetsk Botanical Garden // Bull.of the State Nikit. Botan.Gard. – 2023 –Vol. 147. – P. 96–107

The chemical compounds that determine the chemotype have different biological activity and fragrance category. Therefore, the definition of a chemotype has an important practical value, because the chemotype determines the use of plant species as sources of biologically active substances. We investigated three *Thymus* L. species from the collection of the Donetsk Botanical Garden. Essential oil compounds have been identified by GC-MS. The major component content is the basis for determining chemotype. Geraniol with a quantity 76.39% is a major component of the *Thymus serpyllum* L., so this species is the geraniol chemotype. Citral and its isomers with a quantity 73.62% are major components in essential oil of the *Thymus graniticus* Klokov & Des.-Shost., so this species is the citral chemotype. Timol (monoterpene phenol) with a quantity 25.12% and related biogenetic compounds: γ -terpinene (23.03%) and *p*-cymene (24.72%) are major components in the essential oil of the *Thymus marschallianus* Willd., so this species is the thymol chemotype. The definition of chemotype is an additional basis in the chemosystematics of the studied species.

Key words: genus *Thymus* L.; introduction; essential oils; GC-MS method; chemotype; chemosystematics