

УДК 581.135.51: 674.031.998

DOI: 10.25684/0513-1634-2023-147-108-117

## **TAGETES MINUTA L. – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЭФИРОМАСЛИЧНАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ СЕВЕРНОГО ПРИСИВАШЬЯ**

**Сергей Александрович Феськов, Оксана Михайловна Шевчук,  
Виталий Павлович Опалинский, Сергей Андреевич Левицкий**

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский спуск, 52  
E-mail: oksana\_shevchuk1970@mail.ru

Приводятся данные об особенностях развития, массовой доле и компонентном составе эфирного масла *Tagetes minuta* L. (бархатцы мелкие) при выращивании в Северном Присивашье за 2020-2022 гг. Установлено, что в условиях данного региона бархатцы мелкие проходят все фазы развития и формируют полноценные семена. Массовая доля эфирного масла, полученная методом гидродистилляции, в среднем составляет в свежем сырье  $0,33 \pm 0,02\%$  от сырой массы, в соцветиях -  $0,36 \pm 0,01\%$ , листьях -  $0,21 \pm 0,02\%$ . Мажорными компонентами эфирного масла, определенными с помощью аппаратно-программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2», из надземной массы и соцветий являются (E)-оцимен (19,28-30,11% и 22,40-22,66% соответственно) и его производные: (E)-тагетенон (15,35-25,69% и 40,6-41,78%) и (Z)-тагетеноны (5,36-18,45% и 9,0-13,73%); из листьев - (Z)- (до 57%) и (E)- (до 17%) тагетеноны. Полученные данные позволяют отнести эфирное масло из надземной части *Tagetes minuta*, выращенных в условиях Присивашья, к оцименово-тагетеноновому хемотипу (Gil, 2000). Такое эфирное масло, благодаря высокому содержанию оцимена и тагетенонов, является перспективным для применения в косметологической и фармакологической промышленности.

**Ключевые слова:** *Tagetes minuta* L.; эфирное масло; массовая доля; компонентный состав; хемотип

### **Введение**

Род *Tagetes* L. (семейство Asteraceae) насчитывает 53 видов, естественно произрастающих в Центральной и Южной Америке [2, 31]. *Tagetes minuta* L. (бархатцы мелкие) - новая многоцелевая однолетняя культура, используется в пищевой и парфюмерной промышленности, обладает фармакологическими свойствами, промышленно выращивается как эфиромасличная культура в странах Африки, юга Европы, Индии, Австралии, Центральной и Южной Америке [10, 30, 31].

Промышленное значение бархатцев мелких связано с наличием эфирного масла почти во всех частях растения, за исключением стебля. Основными компонентами эфирного масла являются (Z)-оцимен, (E- и Z)-тагетены, (E- и Z)-тагетеноны (оцименены) и дигидротаетенон. Цветочный аромат бархатцев определяют оцимен и его производные - тагетеноны и тагетены [30; 31].

Более высокую коммерческую ценность для парфюмерии имеет эфирное масло с высоким содержанием (Z)-оцимена (40-55%), для фармакологии – с высоким содержанием тагетенона [13], обуславливающего высокую антимикробную, антибактериальную, противогрибковую, антиоксидантную, противоопухолевую, акарицидную, нематоцидную, инсектицидную и аллелопатическую активность эфирного масла [7, 15]. Так, отмечена высокая антимикробная активность эфирного масла бархатцев с высоким содержанием тагетенона в отношении грамположительных (*Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Listeria mono-cytogenes* and *Streptococcus pyogenes*) и грамотрицательных бактерий (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas fluorescens*, *Shigella flexneri* и *Alcaligenes faecalis*), а также его высокая противогрибковая активность в

отношении фитопатогенов *Aspergillus niger* и *Fusarium solani*, и *Pycnoporous sanguineus*. Присутствие в эфирном масле Е-оцимена определяет ларвицидную активность [15, 18].

Интродукционное изучение виды рода *Tagetes* L. как перспективных эфиромасличных культур в Никитском ботаническом саду (НБС) проводится с 1963 г. Установлено, что по содержанию эфирного масла в сырье и парфюмерным качествам наиболее ценными для эфиромасличной промышленности являются мелкоцветковые бархатцы *Tagetes lunulata* Ortega (syn. *T. signata* Bartl.) и *T. minuta* L. В условиях субтропического климата средиземноморского типа [4]. Южного берега Крыма, где расположен НБС, бархатцы мелкие проходят полный цикл развития, формируют полноценные семена и дают самосев, но не проявляют тенденции к инвазии в природные сообщества [2]. Изменение соотношения компонентов в эфирном масле является очень важным, особенно в отношении коммерчески важных культур, поскольку химический состав оказывает прямое влияние на потребительские свойства продукта. Поэтому, целью наших исследования было выявить особенности развития, качественный и количественный состав эфирного масла *Tagetes minuta* L. в условиях Присивашья Крыма для оценки перспективности его культивирования в данном регионе как эфиромасличной культуры.

### Материалы и метода исследования

Исследования проводили в 2020-2022 гг. в Северном Присивашье – агроклиматическом районе в зоне Сухой степи [3]. Климат района умеренно-континентальный, засушливый, характеризуется неустойчивой умеренно мягкой зимой и умеренно жарким летом. Температура самого теплого месяца (июля) 23,3°C, самого холодного (января) -1,8°C. В июле в полдень температура воздуха поднимается до +27...30°C, в отдельные годы до 40°C. Переход среднесуточной температуры через 5°C, обеспечивающий начало вегетации сельскохозяйственных культур, начинается 29 марта и заканчивается 14 ноября. Период активной вегетации на данной территории – 229 дней. Сумма активных температур выше 10° составляет 3300°C. Весенние заморозки на территории района прекращаются в среднем 14 апреля. Первые осенние заморозки проявляются в среднем 21 октября. За вегетационный период выпадает 271 мм осадков [1]. Период исследований характеризовался типичными для данного региона условиями (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия в Степном Крыму, с. Медведевка 2020-2022 гг.  
(средние за месяц по метеостанции Джанкой)

Месяцы	2020			2021			2022		
	°C	осадки, мм	влажность воздуха, %	°C	осадки, мм	влажность воздуха, %	°C	осадки, мм	влажность воздуха, %
май	18,1	36,1	70	17,1	64,1	63	15,7	40,8	61
июнь	24,9	12,2	60	20,9	184,8	77	22,4	67,1	66
июль	23,8	12,3	57	25,7	90,1	66	24,3	19,4	57
август	23,9	38,4	58	24,7	33,6	68	25,4	22,4	67
сентябрь	18,5	15,3	62	16,4	30,7	65	18,4	4,3	62
октябрь	12,4	16,7	81	10,7	16,1	75	12,6	33,4	73
ноябрь	8,7	24,4	80	8,0	39,1	83	8,4	33,1	82

Посев проводили семенами собственной репродукции в первой декаде мая, широкорядным способом с расстоянием между рядами 70-80 см и нормой высева 1,5-2 кг/га на глубину 1,5-3 см. Полив растений проводили капельным способом два раза в неделю. Согласно данных лаборатории агроэкологии НБС, почва на участке темно-

каштановая, слабогумусированная с содержанием гумуса в слое 0-20 см – 1,06%, слабокарбонатная ( $\text{CaCO}_3$  - 3,8%), щелочная (рНсол. - 7,9 ед.).

Массовую долю эфирного масла определяли в свежесобранном сырье срезанных на высоте 30-35 см в фазу массового цветения (вторая декада октября) методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга [6]. Компонентный состав эфирного масла определяли 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. Температура испарителя 250°C. 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. Длительность скана 0.2.

Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными библиотеки NIST 14 (Национальный Институт Стандартов и Технологий, США). Программа поиска и идентификации спектров MS Search (США). Индексы удерживания получены путём логарифмической интерполяции приведённых времён удерживания с использованием аналитического стандарта смеси реперных n-алканов Sigma-Aldrich (Швейцария) и аналитических стандартов Supelco (США). Массовая доля компонентов в пробе определена методом процентной нормализации [5, 8].

### Результаты и обсуждение

*Tagetes minuta* L. (бархатцы мелкие) - однолетнее растение с прямостоячим одревесневшим стеблем. В условиях Присивашья достигает высоты 190 см (в среднем  $170 \pm 11,54$  см). Стебель прямой, ветвистый, хорошо облиственный. Листья перисто-раздельные, длиной  $18,6 \pm 1,76$  см и шириной  $11,0 \pm 1,73$  см. Соцветия мелкие, многочисленные, диаметром 4-6 и длиной 13-15 мм. При посеве в первой декаде мая всходы появляются всходы через 10-12 дней, массовое цветение наступает во второй половине октября, созревание семян – во второй половине ноября. Семянки темно-коричневые, длиной  $7,3 \pm 0,5$  мм с коротким хохолком. Масса 1000 семян  $0,74 \pm 0,04$  г, семенная продуктивность  $55 \pm 0,5$  г/растение. Лабораторная всхожесть семян первого года урожая составляет 85-90%. Полученные данные свидетельствуют, что агроклиматические условия Присивашья Крыма позволяют *T. minuta* проходить все фазы развития и формировать полноценные всхожие семена.

Лучшим периодом для биосинтеза эфирного масла является фаза массового цветения бархатцев мелких [1]. Урожай надземной массы в этот период достигает  $3,2 \text{ кг/м}^2$  (в среднем  $2,90 \pm 0,3 \text{ кг/м}^2$ ). В структуре сырья доля стеблей составляет 44,0-49,1%, листьев - 30,0-31,8%, соцветий - 19,1-26,0%.

Массовая доля эфирного масла в общей надземной массе -  $0,35 \pm 0,02\%$ , в соцветиях -  $0,46 \pm 0,04\%$ , листьях -  $0,22 \pm 0,01\%$  от сырой массы ( $0,98 \pm 0,07\%$ ;  $1,71 \pm 0,09$  и  $0,90 \pm 0,10$  в пересчете на абсолютно сухой вес соответственно).

По имеющимся литературным данным [11, 16], в различных местах произрастания или культивирования в сырье бархатцев массовая доля эфирного масла колеблется от 0,38 до 1,81% (в пересчете на абсолютно сухой вес). Полученные данные позволяют говорить о высокой эфиромасличности бархатцев в условиях Северного Присивашья (табл. 2).

Таблица 2

Компонентный состав эфирного масла *Tagetes minuta* L.

№	Компонент	IR	Массовая доля компонента, %								
			надземная масса			соцветия			листья		
			2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
1	этил 2-метилбутират	829	0,16	-	0,09	-	0,10	0,12	-	-	-
2	2-метилбутил ацетат	868	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
3	пропил 2-метилбутират	937	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-
4	3-гексен-1-ол, ацетат (Z)-	987	-	-	-	-	-	-	0,05	0,06	-
5	октаналь	982	0,05	-	-	0,11	0,12	-	-	-	-
6	(E)-оцимен	1041	<b>30,11</b>	<b>21,69</b>	<b>19,28</b>	<b>22,50</b>	<b>22,40</b>	<b>22,66</b>	2,00	3,15	0,89
7	(Z)-оцимен	1052	0,23	0,14	0,22	0,18	0,22	-	-	-	-
8	дигидротагетон	1059	0,89	0,36	<b>13,67</b>	3,40	3,37	<b>12,59</b>	2,40	2,06	2,97
9	линалоол	1081	0,07	0,19	0,12	0,09	0,11	-	0,25	0,27	-
10	$\alpha$ -пинен эпоксид	1095	0,13	-	0,28	0,52	0,51	0,54	0,25	0,28	-
11	розфуран	1099	0,43	0,46	-	-	-	-	-	-	-
12	$\alpha$ -гуйон	1113	0,11	-	-	0,16	0,14	-	-	-	-
13	нео-алло-оцимен	1131	0,24	-	-	0,27	0,22	0,36	-	-	-
14	(E)-тагетон	1136	0,41	0,33	5,59	0,99	1,43	0,95	0,90	1,30	0,45
15	(E)-оцимен эпоксид	1139	0,13	-	-	0,26	0,28	0,30	0,14	0,17	-
16	(Z)-тагетон	1156	4,22	4,09	<b>23,60</b>	4,90	4,95	5,08	6,40	7,06	6,73
17	терпинен-4-ол	1161	-	-	-	0,15	0,07	0,19	-	-	-
18	деканаль	1183	0,09	0,11	-	0,13	0,15	-	-	-	-
19	(Z)-тагетенон	1206	<b>18,45</b>	<b>14,90</b>	5,36	<b>11,09</b>	<b>13,73</b>	<b>9,09</b>	<b>14,92</b>	<b>14,26</b>	<b>16,46</b>
20	(E)-тагетенон	1213	<b>25,69</b>	<b>15,35</b>	<b>24,73</b>	<b>40,60</b>	<b>41,78</b>	<b>41,70</b>	<b>55,05</b>	<b>55,49</b>	<b>56,86</b>
21	<i>n</i> -мента-1,8-диен-3-он	1222	1,19	1,84	-	-	-	-	-	-	-
22	(+)-изопиперитенон	1249	-	-	0,47	0,90	0,83	1,33	1,70	0,90	2,25
23	<i>n</i> -мент-4-ен-3-он	1251	-	-	0,34	-	-	-	-	-	-
24	тимол	1266	-	-	-	-	-	-	0,39	-	0,50
25	карвакрол	1278	0,10	0,72	-	-	-	-	-	-	-
26	$\beta$ -кариофиллен	1424	0,58	0,74	0,44	0,25	0,17	0,29	0,27	0,28	0,57
27	гумулен	1456	0,28	0,17	0,27	0,16	0,14	0,23	0,30		0,30
28	бициклогермакрен	1477	0,95	0,72	1,19	0,50	0,41	0,74	0,40	0,49	0,36
29	гермакрен D	1490	0,14	0,21	0,19	0,10	-	0,11	0,09	0,13	-
30	(+)-спатуленол	1542	-	0,16	0,16	-	-	-	0,35	0,29	0,50
31	неофитадиен	1827	-	-	-	-	-	-	0,11	0,14	-
32	(Z)-2-метил-6-(4-метил-5-(3-метилбут-2-эноил)циклогекс-3-ен-1-ил)гепта-2,5-диен-4-он	2117	1,09	1,74	0,34	0,40	0,71	0,39	0,80	0,85	0,98
33	$\alpha$ -тертиенил	2243	-	-	0,15	-	-	-	-	-	-
Идентифицировано компонентов, %			49,01	33,96	51,35	55,60	52,38	62,06	45,78	44,18	52,00
Выход эфирного масла, %: от сырой массы			0,39	0,31	0,35	0,39	0,45	0,55	0,23	0,21	0,24
на абсолютно сухой вес			0,94	0,89	1,13	1,60	1,65	2,02	0,85	0,72	1,10
Среднее, %: от сырой массы			0,35 $\pm$ 0,02			0,46 $\pm$ 0,04			0,22 $\pm$ 0,01		
на абсолютно сухой вес			0,98 $\pm$ 0,07			1,71 $\pm$ 0,09			0,90 $\pm$ 0,10		

IR – индекс удерживания

Эфирное масло имеет тёмно-коричневый, янтарный цвет с цветочно-пряным горьковатым ароматом. Мажорными компонентами эфирного масла в надземной массе и соцветиях являются (E)-оцимен (19,28-30,11% и 22,40-22,66% соответственно), его производные (E)-тагетенон (15,35-25,69% и 40,6-41,78% соответственно) и (Z)-тагетеноны (5,36-18,45% и 9,0-13,73% соответственно) (рис. 1).

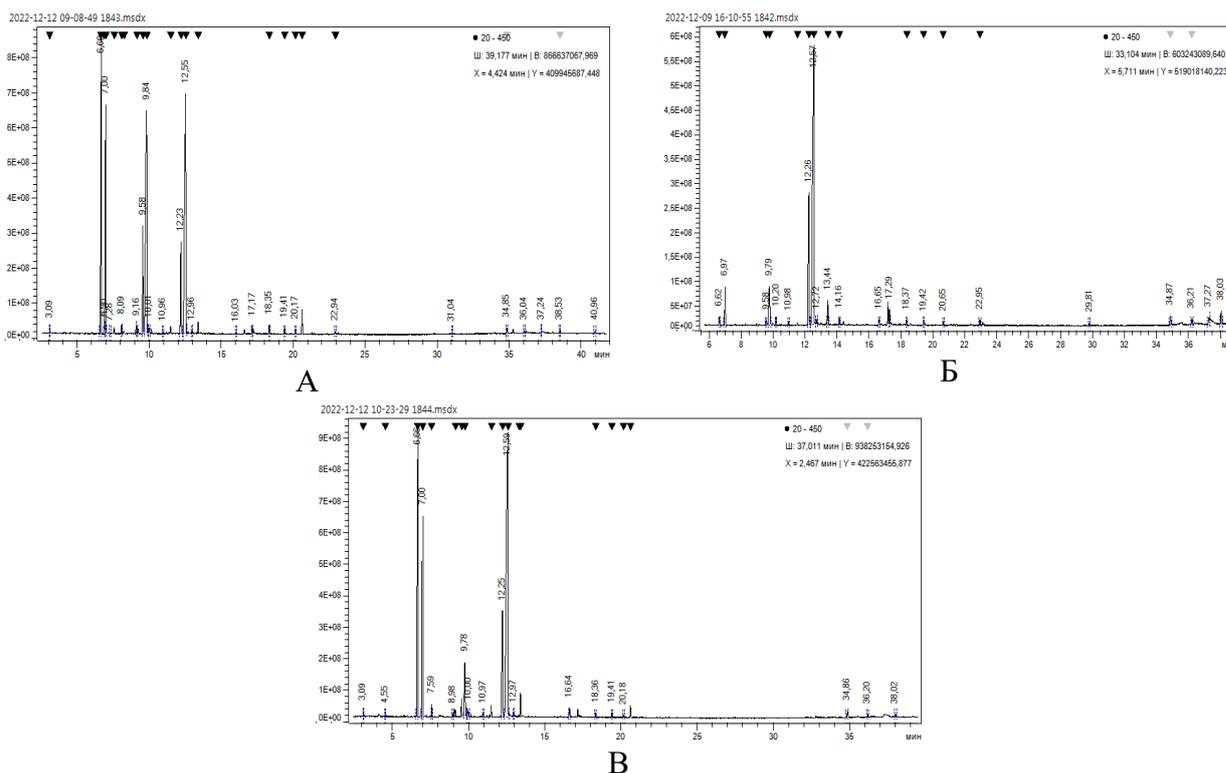


Рис. 1 Хроматограмма эфирного масла *Tagetes minuta* L. (2022 г.)  
А – надземная масса, Б – соцветия, В – листья

Подобный компонентный состав эфирного масла говорит о его перспективности применения в парфюмерной промышленности; характерен также для *T. minuta*, выращенных в Аргентине, Иране и Южной Африке [11, 16, 17], где (Е)-оцимен является основным или второстепенным соединением, а его массовая доля колеблется от 16,83 до 33,7% [16, 17, 22].

В эфирном масле из листьев бархатцев преобладают (Z)- (до 57%) и (E)- (до 17%) тагетеноны, обладающие высокой антимикробной активностью (Cornelius, 2016), что делает перспективным использование такого масла в фармакологии.

В 2022 г. хроматографический профиль эфирного масла бархатцев мелких несколько отличается по сравнению с предыдущими годами повышенным содержанием таких компонентов как (Z)-тагетон (до 23,60%) и дигидротаетон (13,67%) (см. табл. 2; рис. 1А, Б). Можем предположить, что увеличение доли данных компонентов может быть связано с более поздними сроками сбора сырья - конец цветения – начало созревания семян. Рядом авторов получены данные о том, что в эфирном масле *T. minuta* наблюдается значительное снижение содержания (Z)-тагетенона и увеличение дигидротаетона именно в стадии созревания или зрелости семян [10; 27]. Также отмечается, что подобное изменение соотношения компонентов характерно для подсушенного растительного материала [27].

Компонентный состав эфирного масла характеризуется существенной вариабельностью в зависимости от природно-климатических условий произрастания/выращивания растений, а также от их генетического разнообразия, нами была сделана попытка оценить изменчивость компонентного состава эфирного масла бархатцев мелких с различных мест произрастания как в пределах природного ареала, так и в условиях интродукции (табл. 3).



Некоторые авторы сообщают об изменении состава вторичных метаболитов масла бархатцев из-за антропологических факторов и факторов окружающей среды, таких как почва, удобрения, солнечная радиация, колебания температуры и высота над уровнем моря, способ сбора урожая, географическое положение, фенологическая фаза сбора урожая и используемые части растения [12, 15, 21]. Генетическая и фенотипическая изменчивость вносит вклад в различия в концентрации летучих терпенов, и величина этих различий различается между популяциями [16].

Сравнение химического состава эфирных масел *T. minuta* показало, что в основном, высокая доля оцимена характерна для растений, произрастающих в странах Африки, дигидротаетона - Южной Америки [11, 15, 19-22, 26, 29]. Высокая изменчивость компонентного состава эфирного масла *T. minuta* из мест природного произрастания (Бразилия, Аргентина) и мест культивирования (страны Африки, Индия, Турция) [20, 26, 32] по мнению ряда исследователей указывает на генотипическую обусловленность хемотипа эфирного масла [12, 21].

Анализируя литературные данные о компонентном составе эфирного масла *T. minuta* из различных мест произрастания можно выделить 10 основных хемотипов эфирного масла (см. табл. 3): *цис*-оцименовый; дигидротаетоновый; таетоновый; *n*-цимен-оцименовый; лимоненовый; мууролен-лимоненный; таетон-кариофилленовый;  $\alpha$ -терпинеоловый, пиперитоновый и карен-дигидротаетоновый [16, 25-27]. Внутри преобладающего *цис*-оцименолового хемотипа выделяются несколько подтипов по значимым мажорным компонентам: таетоновый, таетеноновый и дигидротаетоновый.

Все выделенные хемотипы могут быть объединены в три основных группы: первая объединяет хемотипы оцимена и производных таетона, вторая – дигидротаетоновые хемотипы, для хемотипов третьей группы характерно очень низкое содержание оцимена, таетона и таетенона (или они отсутствуют вообще) при явном преобладании (+)-2-карена, мууролена, пиперитона и  $\alpha$ -фелландрена.

Полученные данные о динамике и особенностях компонентного состава эфирного масла *Tagetes minuta* в условиях Присивашья, позволяет отнести эфирное масло из надземной части бархатцев к оцименово-таетеноновому хемотипу [16], который, благодаря высокому содержанию оцимена и таетенонов является перспективным для применения в косметологической и фармакологической промышленности.

### Выводы

Таким образом, в условиях Северного Присивашского агроклиматического района Крыма, в зоне Сухой степи, *Tagetes minuta* проходят все фазы развития и формируют полноценные семена. Растения достигает высоты  $170 \pm 11,54$  см. Стебель прямой, ветвистый, хорошо облиственный, одревесневающий. Листья перисто-раздельные, длиной  $18,6 \pm 1,76$  см и шириной  $11,0 \pm 1,73$  см. Соцветия мелкие, многочисленные, диаметром 4-6 мм и длиной 13-15 мм. При посеве в первой декаде мая всходы появляются через 10-12 дней, массовое цветение наступает во второй половине октября и созревание семян – второй половине ноября. Семенная продуктивность  $55 \pm 0,5$  г/растения, всхожесть семян первого года урожая – 85-90%, урожайность надземной массы достигает  $3,2$  кг/м<sup>2</sup> (в среднем  $2,90 \pm 0,3$  кг/м<sup>2</sup>).

Массовая доля эфирного масла, полученная методом гидродистилляции, составляет в свежем сырье  $0,33 \pm 0,02\%$  от сырой массы, в соцветиях -  $0,36 \pm 0,01$ , листьях -  $0,21 \pm 0,02$  ( $1,05 \pm 0,04\%$ ,  $1,54 \pm 0,03\%$  и  $0,21 \pm 0,04\%$  на абсолютно сухой вес, соответственно) в среднем за период исследований (2020-2022 гг.). Эфирное масло тёмно-коричневого, янтарного цвета с цветочно-пряным горьковатым ароматом.

Мажорными компонентами эфирного масла *Tagetes minuta*, определенными с помощью аппаратно-программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл

5000.2», в надземной массе и соцветиях являются (Е)-оцимен (19,28-30,11% и 22,40-22,66% соответственно) и его производные: (Е)-тагетенон (15,35-25,69% и 40,6-41,78% соответственно) и (Z)-тагетеноны (5,36-18,45% и 9,0-13,73% соответственно), что свидетельствует о его перспективности для парфюмерной и косметологической промышленности. В эфирном масле из листьев преобладают (Z)- (до 57%) и (Е)- (до 17%) тагетеноны, обладающие высокой антимикробной активностью (Cornelius, 2016), что делает перспективным использование такого масла в фармакологии.

Сравнительный анализ полученных результатов и существующих литературных данных свидетельствует о наличии следующих основных хемотипов эфирного масла *T. minuta*: оцименовый (с подразделением на производные оцимена: оцименово-тагетеноновый, оцименово-тагетеноновый и оцименово-дигидротажетеноновый), дигидротажетеноновый; тагетеноновый; *n*-цимен-оцименовый; лимоненовый; мууролен-лимоненный; тагетон-кариофилленовый;  $\alpha$ -терпинеоловый, пиперитоновый и карен-дигидротажетеноновый хемотипы. Сравнительный анализ полученных данных с литературными источниками [26, 27] относительно существующих хемотипов эфирного масла *Tagetes minuta*, позволяет отнести эфирное масло из надземной части бархатцев, выращенных в условиях Присивашья к оцименово-тагетеноновому хемотипу [16], который, благодаря высокому содержанию оцимена и тагетенонов является перспективным для применения в косметологической и фармакологической промышленности.

Особенности развития, высокая семенная продуктивность и урожайность надземной массы, а также высокое содержание эфирного масла в сырье и сбалансированный компонентный состав эфирного масла с высокой долей ценных компонентов (оцимена и тагетенонов) позволяют сделать вывод о перспективности культивирования *Tagetes minuta* в условиях Северного Присивашья Крыма как ценной эфиромасличной культуры.

### Благодарности

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

### Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1959. – 136 с.
2. Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С., Логвиненко И.Е. Новые эфиромасличные культуры. – Симферополь: Таврия, 1988. – 160 с.
3. Опаасенко Н.Е., Костенко И.В., Евтушенко А.П. Об агроэкологическом районировании Степного и Предгорного Крыма под плодовые культуры на современном этапе // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2014. – Т. 139. – С. 169-178.
4. Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 164 с.
5. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: «Офсет», 2008. – 969. с.
6. Шевчук О.М., Исиков В.П., Логвиненко Л.А. Методологические и методические аспекты интродукции и селекции ароматических и лекарственных растений / под ред. Ю.В. Плугатаря. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2022. – 140 с.
7. Abdoul-Latif F.M., Elmi A., Merito A., Nour M. et al. Essential oils of *Tagetes minuta* and *Lavandula coronopifolia* from Djibouti: chemical composition, antibacterial activity and cytotoxic activity against various human cancer cell lines // Int. J. Plant Biol. – 2022. – Vol. 13(3). – P. 315-329. DOI: 10.3390/ijpb13030026

8. Adams R.P. Identification of essential oil compounds by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy. – USA: Allured Pub. Corp., 2007. – 804 p.
9. Afework M. Analysis of the essential oils of *Tagetes minuta* L. and *Artemisia rehan* Chiov. // A Thesis Presented to the School of Graduate Studies Addis Ababa University, 1995. – 46 p.
10. Bansal R.P., Bahl J.R., Garg S.N., Naqvi A.A., et al. Variation in quality of essential oil distilled from vegetative and reproductive stages of *Tagetes minuta* Crop Grown in North Indian Plains // J. Essent. Oil Res. – 1999. – Vol. 11. – P. 747-752. DOI: 10.1080/10412905.1999.9712011
11. Baser K. H.C., Malyer H. Essential oil of *Tagetes minuta* L. from Turkey // J. Essent. Oil Res. – 1996. – № 8. – P. 337-338. DOI: 10.1080/10412905.1996.9700630
12. Chamorro E.R., Ballerini G., Sequeira A.F., Velasco G.A., Zalazar M.F. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers // Journal of the Argentine Chemical Society. – 2008. – Vol. 96(1-2). – P. 80-86.
13. Cornelius W.W., Wycliffe W. *Tagetes (Tagetes minuta)* oils. / Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. Academic Press, Massachusetts, United States. Edit., V.R. Preedy, 2016. – P. 791-802.
14. Craveiro C.C., Matos F.J.A., Machado M.I.L., Alencar J.W. Essential oils of *Tagetes minuta* from Brazil // Perfume and Flavors. – Vol. 13. – 1988. – P. 35-36.
15. Gakuubi M.M., Wanzala W., Wagacha J.M., Dossaji S.F. Bioactive properties of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oils: A review // American J. of Essential Oils and Natural Products. – 2016. – Vol. 4(2). – P. 27-36.
16. Gil, A., Ghera, G.M., Leicach, S. Essential oil yield and composition of *Tagetes minuta* accessions from Argentina // Biochem. Syst. Ecol. – 2000. – Vol. 28. – P. 261-274. DOI: 10.1016/S0305-1978(99)00062-9
17. Karimian P., Kavoosi G., Amirghofran Z. Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of *Tagetes minuta* essential oil in activated macrophages // Asian Pac. J. Trop. Biomed. – 2014. – Vol. 4(3). – P. 219-227. DOI: 10.1016/S2221-1691(14)60235-5
18. Kumar R., Pandey A., Varshney V.K. Antifungal activity of the essential oil of *Tagetes minuta* against some fungi of forestry importance // J. of Biologically Active Products from Nature. – 2019. – № 9(1). – P. 67-72. DOI: 10.1080/22311866.2019.1576542
19. Meshkatalasadat M.H., Safaei-Ghomi J., Moharrampour S. et al. Chemical characterization of volatile components of *Tagetes minuta* L. cultivated in South west of Iran by nano scale injection // Digest J. of Nanomaterials and Biostructures. – Vol. 5(1). – 2010. – P. 101-106
20. Mlala S., Oyedeji O.O., Sewani-Rusike C.R., Oyedeji A.O. et al. Chemical composition and antioxidant activity of *Tagetes minuta* L. in Eastern Cape, South Africa // Emerging Trends in Chemical Sciences. Springer, – 2018. – P. 23-36. DOI: 10.1007/978-3-319-60408-4
21. Moghaddam M., Omidbiagi R. Changes in content and chemical composition of *Tagetes minuta* oil at various harvest times // Journal of Essential Oil Research. – 2007. – № 19. – P. 18-20. DOI:10.1080/10412905.2007.9699218.
22. Nchu, F., Magano, S.R., Eloff, J.N. In vitro anti-tick properties of the essential oil of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) on *Hyalomma rufipes* (Acari: Ixodidae) // Onderstepoort J. of Veterinary Research. – 2012. – Vol. 79(1). – P. 1-5. DOI: 10.4102/ojvr.v79i1.358
23. Oliveira D.H., Bork A.P., Giacomini R.X., Lenardão E.J., Schiedeck G. Antioxidant and antifungal activities of the flowers' essential oil of *Tagetes minuta*, (Z)-tagetone and thiotagetone // J. Essent. Oil Res. – 2018. – Vol. 31(2). P. 1-10. DOI: 10.1080/10412905.2018.1519465

24. *Onyambu G.K., Maranga R., Ndungu M., Mkoji G.M. et al.* GC-MS analysis of pesticidal essential oils from four Kenyan plants // *African J. of Biotechnology*. – Vol. 14(13). – 2015. – P. 1158-1166. DOI: 10.5897/AJB2014.13966

25. *Oyedemi S.O., Pirochenva G., Mabinya L.V., Bradley G., Afolayan A.J.* Compositions and comparisons of antimicrobial potencies of some essential oils and antibiotics against selected bacteria // *African J. of Biotechnology*. 2008. – Vol. 7(22). – P. 4140-4146. DOI: 10.5897/AJB08.488

26. *Ramaroson-Raonizafinimanana B., Ramanoelina P.A.R., Rasoarahona J.R.E., Gaydou E.M.* Chemical compositions of aerial part of *Tagetes minuta* L. chemotype essential oils from Madagascar // *Journal of Essential Oil Research*. – Vol. 21. – 2009. – P. 390-392. DOI: 10.1080/10412905.2009.9700200

27. *Salehi B., Valussi M., Morais-Braga M.F.B., Carneiro J.N.P. et al.* *Tagetes* spp. essential oils and other extracts: Chemical characterization and biological activity // *Molecules*. – 2018. – № 23. – P. 1-35. DOI: 10.3390/molecules23112847

28. *Scrivanti L.R., Zunino M.P., Zygadlo J.A.* *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 2003. № 31. – P. 563-572. DOI:10.1016/S0305-1978(02)00202-8

29. *Senatore F., Napolitano F., Mohamed M. A-H. et al.* Antibacterial activity of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oil with different chemical composition // *Flavour Fragr. J.* – 2004. – Vol. 19. – P. 574-578. DOI: 10.1002/ffj.1358

30. *Singh P., Krishna A., Kumar V., Krishna S. et al.* Chemistry and biology of industrial crop *Tagetes* species: A review // *J. of Essential Oil Research*. – 2016. – Vol. 28. – P. 1-14. DOI: 10.1080/10412905.2015.1076740.

31. *Walia S., Kumara R.* Wild marigold (*Tagetes minuta* L.) an important industrial aromatic crop: liquid gold from the Himalaya // *J. of Essential Oil Research*. – 2020. – Vol. 32(5). – P. 373-393. DOI: 10.1080/10412905.2020.1813211

32. *Walia S., Mukhia S., Bhatt V., Kumar R., Kumar R.* Variability in chemical composition and antimicrobial activity of *Tagetes minuta* L. essential oil collected from different locations of Himalaya // *Industrial Crops and Products*. – 2020. – Vol. 150. – P. 1-11. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112449

33. *Wanzala W., Hassanali A., Mukabana W.R., Takken W.* Repellent activities of essential oils of some plants used traditionally to control the brown ear tick, *Rhipicephalus appendiculatus* // *J. Parasitol Res.* – 2014. – P. 1-10. DOI: 10.1155/2014/434506

*Статья поступила в редакцию 11.05.2023 г.*

**Feskov S.A., Opalinsky V.P., Shevchuk O.M., Levitsky S.A.** *Tagetes minuta* L. – perspective essential oil culture for Northern Prisivashie // *Bull. of the State Nikita Botan. Gard.* – 2023. – № 147. – P. 108-117

Data on the development features, mass fraction and component composition of *Tagetes minuta* L. essential oil (small marigolds) when grown in the Northern Prisivashie region for 2020-2022 are presented. It has been established that in the conditions of this region, small marigolds go through all phases of development and form full-fledged seeds. The mass fraction of essential oil obtained by hydrodistillation averages  $0.33 \pm 0.02\%$  of the wet weight in fresh raw materials,  $0.36 \pm 0.01\%$  in inflorescences,  $0.21 \pm 0.02\%$  in leaves. The major components of the essential oil, determined using a hardware and software complex based on the chromatograph "Chromatek-Crystal 5000.2", from the aboveground mass and inflorescences are (E)-ocimene (19.28 - 30.11% and 22.40 - 22.66%, respectively) and its derivatives: (E)-tagetenone (15.35 - 25.69% and 40.6 - 41.78%) and (Z)-tagetenones (5.36 - 18.45% and 9.0 - 13.73%); from leaves - (Z) - (up to 57%) and (E) - (up to 17%) tagetenones. The obtained data make it possible to attribute the essential oil from the aboveground part of *Tagetes minuta* grown in the conditions of the Volga region to the ocimene-tagetenone chemotype (Gil, 2000), which, due to the high content of ocimene and tagetenones, is promising for use in the cosmetology and pharmacological industry.

**Key words:** *Tagetes minuta* L.; essential oil; mass fraction; component composition; chemotype