

УДК 665.527.5(479.224)

DOI: 10.36305/0513-1634-2020-136-98-107

**ПЕТИТГРЕЙНОВОЕ ЭФИРНОЕ МАСЛО СОРТОВ И ГИБРИДОВ
CITRUS LIMON (L.) OSBECK ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНЫХ
СУБТРОПИКОВ**

**Юрий Владимирович Плугатарь¹, Оксана Михайловна Шевчук¹, Дмитрий
Амиранович Сабекия², Сергей Александрович Феськов¹, Ирина Анатольевна
Федотова¹, Виталий Датикович Лейба³**

¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,
298648, Россия, г. Ялта, пгт. Никита, ул. Никитский спуск, 52
E-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru

²Институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии, 384900, Россия,
Республика Абхазия, г. Сухум, ул. Гулия, 22
E-mail: Dima_Sabekia@mail.ru

³Абхазская научно-исследовательская лесная опытная станция,
384920, Россия, Республика Абхазия, г. Очамчира
E-mail: abnilos@rambler.ru

В статье представлены данные о содержании и компонентном составе петитгрейнового эфирного масла шести сортов и гибридов лимонов, произрастающих в открытом грунте в условиях влажного субтропического климата (Абхазия): *Citrus limon* (L.) Osbeck 'Одиши', *C. limon* 'Крупноплодный', гибриды *C. limon* 24517 и 31375, лиметта мелкоплодная (*Citrus limetta* Risso) и сладкий лимон (*C. limetta* 'Chontipico'). В листьях изучаемых сортов содержится от 0,18 до 0,42% эфирного масла (на сырую массу) соломенного цвета с лимонным ароматом. В эфирном масле сорта 'Крупноплодный', гибрида 24517 и лиметты мелкоплодной преобладают изомеры цитраля и D-лимонен, обуславливающие ярко выраженный лимонный аромат масла. Эфирное масло сорта 'Одиши' имеет лимонно-розовый аромат с цветочными нотками, что объясняется преобладанием в нем цитронеллала и цитронеллола. Похожие цветочные нотки характерны и для петитгрейнового масла сладкого лимона, мажорными компонентами которого являются линалоолицитронеллаль. Смешанным лимонно-цветочно-древесным ароматом обладает эфирное масло из листьев гибрида 31375, в котором кроме цитраля и линалоола присутствует сабинен. Самым высоким содержанием (0,42%) и качеством петитгрейнового масла характеризуется сорт 'Крупноплодный'.

Ключевые слова: петитгрейновое эфирное масло; компонентный состав; *Citrus limon* (L.) Osbeck; *Citrus limetta* Risso; лимонен; цитраль; аромат.

Введение

Всестороннее изучение видов аборигенной флоры и интродуцентов позволяет определить направления их использования и выявить ресурсные виды – источники ценных биологически активных веществ. С 2015 г. Никитским ботаническим садом совместно с научными учреждениями Академии наук Республики Абхазия изучаются природные и культур фитоценозы Республики Абхазия (Черноморское побережье Кавказа) с целью выявления растений с высоким содержанием эфирного масла фармакологического и парфюмерного направления [3, 8].

Одной из основных промышленных культур в Абхазии являются цитрусовые. Коллекция цитрусовых культур ГНУ "Институт сельского хозяйства Академии наук Абхазии" (некогда Сухумской опытной станции ВИРа) на данный период, насчитывается более 95 сортообразцов. Основную долю ассортимента составляют мандарины, которые насчитывают 37 образцов; лимоны представлены 31 образцом; апельсины – 11;

грейпфруты и помпельмусы – 9 и другие виды цитрусовых составляют 7 образцов [6]. Среди разнообразия коллекционных цитрусовых культур особую группу перспективных для промышленного выращивания во влажной субтропической зоне составляют сорта и сортообразцы лимона (*Citrus limon* (L.) Osbeck), характеризующиеся морозоустойчивостью, низкорослостью и урожайностью: *C. limon* х Mejer, 'Новоафонский', 'Диоскурия', 'Одиши', 'VillaFranca' и др. [3, 5, 6].

Лимоны являются полифункциональной культурой [17], одним из направлений использования которой является получение петитгрейнового масла – эфирного масла, содержащегося в листьях и характеризующегося широким спектром свойств: бактерицидными, вирулицидными, фунгицидными, противопаразитарными, инсектецидными и лекарственными [12-14].

Петитгрейновое масло из листьев лимонов характеризуется высоким содержанием кислородсодержащих соединений: цитраля, лимонена, линалилацетата, линалола и др. [15-17]. Основным компонентом в эфирном масле из листьев лимона чаще всего является лимонен [12, 16], но компонентный состав варьирует в зависимости от региона выращивания множества других факторов (генетических, экологических и экспериментальных). Среди мажорных компонентов петитгрейнового масла из листьев лимона указываются гераниол [15], кариофиллен [8], β-пинен, цитронеллаль [11] и др.

Содержание эфирного масла в листьях лимона может достигать 0,5% и благодаря высокому содержанию цитраля обладает лимонным ароматом с присутствием розовых, цветочных, древесных ноток. Основными направлениями применения петитгрейна являются ароматическое, парфюмерно-косметологическое и медицинское. В парфюмерии широко используется померанцевое масло, получаемое из листьев и молодых побегов горького померанца (*Citrus aurantium* L.), промышленно возделываемого в Южной Америке и в странах Средиземноморья. Эфирное масло из листьев лимона, содержащее большое количество линалоола обладает антиоксидантными и антибактериальными свойствами и может быть использовано для увеличения срока годности пищевых продуктов в качестве натурального консерванта, а цитралью отводится ведущая роль как активному компоненту против *Penicillium digitatum* и *P. italicum* [11, 13, 14].

Целью наших исследований было выявление содержания и компонентного состава петитгрейнового масла сортов и гибридов лимонов, выращиваемых в открытом грунте в условиях влажных субтропиков (Республика Абхазия).

Объекты и методы исследования

Объектами исследований были взяты шесть сортов и гибридов лимонов коллекции Института сельского хозяйства АНА, отличающихся высокой морозостойкостью: *Citrus limon* 'Одиши', 'Крупноплодный', гибриды 24517 и 31375, лиметта мелкоплодная (*Citrus limetta* Risso) и сладкий лимон (*Citrus limetta* 'Chontipico'), отличающиеся высокой зимостойкостью [2, 5, 6].

Citrus limon 'Одиши' – получен от скрещивания сорта 'Новоафонский' и *Poncirus trifoliata*. Деревья с густооблиственной кроной, достигающие высоты 3,0 м. Побеги зеленые, округлые. Верхняя часть растущих побегов зеленая, без антоциановой окраски. Колючки многочисленные, до 2,0 см. Листья 11,0 см длиной и 5,0 см шириной, яйцевидные, овальные, заостренные с клиновидным основанием. Плоды округлые до 8,0 см, массой до 100 г. Высокоурожайный и зимостойкий.

Citrus limon 'Крупноплодный'. Сорт селекции ВНИИЦиСК. Деревья среднерослые, густооблиственные, до 3,0 м в выс. Листья зеленые, сердцевидные, до 10,0-15,0 см длиной и 8,0 см шириной, заостренные. Плоды крупные (10,0x15,0 см), массой до 130 г.

Citrus limon гибрид 24517 – выведен на базе Института сельского хозяйства АНА. Дерево сильнорослое до 4,5 м высоты, со слабораскидистой, густооблиственной кроной. Встречаются колючки до 3,0 см. Листья, молодые побеги и цветки с лёгким антоциановым окрасом и сильным лимонным ароматом. Плоды продолговатой формы, с округлой вершиной и с выраженным соском. Масса плодов варьируется от 75 до 120 г, кожура шероховатая, блестящая, толщиной до 3,0–5,0 мм. При полной зрелости приобретают лимонно-жёлтую окраску. Высокоурожайный, морозоустойчивый.

Citrus limon гибрид 31375 – Сорт селекции ВНИИЦиСК. Дерево сильнорослое до 4,0 м высоты, со слабораскидистой, густооблиственной кроной. Встречаются колючки до 2,0-3,0 см. Листья и молодые побеги зеленые. Плоды продолговатой формы, лимонно-желтые. Масса плодов варьируется от 75,0 до 120,0 г. Высокоурожайный, морозоустойчивый.

Citrus limetta Risso (*Citrus medica* × *Citrus × aurantium*). Деревья кустовидные, высотой 2,0-3,0 м, с раскидистой, шаровидной кроной, средней облиственности. Листья средние или мелкие (11,0 см × 5,0 см), ланцетовидные, тонкие, со специфическим ароматом. Плоды овально-округлые, до 6,0 см. Масса 65,0 г. Промышленного значения не имеет. Морозоустойчивость низкая. Ремонтантная культура.

Citrus limetta Risso 'Chontipico'. Деревья среднерослые, 2,5-3,0 м высотой. Крона широкоовальная, густооблиственная. Побеги средней длины. Колючки толстые, короткие. Листья крупные (до 13,0 см длиной и 6,0 см шириной), продолговатые, зеленые. Плоды средние или крупные (100-110 г), овальные. Морозоустойчивость немного ниже лимона Меера. Ремонтантная культура.

Климат в Абхазии влажный субтропический. Число солнечного сияния за год достигает 2238 часов. Средняя температура воздуха в мае месяце составляет 16,4°C, за лето 23,8°C и в сентябре +22,2°C. Средняя влажность воздуха летом 80,0%. Количество осадков – до 1800 мм [9].

Массовую долю эфирного масла определяли в свежесобранных вызревших листьях (август, 2019 г.) методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга [1]. Компонентный состав эфирных масел определяли с помощью аппаратно-программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2», оснащённого масс-спектрометрическим детектором. Колонка капиллярная CR – 5ms, длина 30,0 м, внутренний диаметр 0,25 мм. Фаза 5,0% фенил 95,0% полисилфениленсилоксан, толщина плёнки 0,25 мкм. Температура термостата программировалась от 75,0°C до 240°C со скоростью 4,0°C/мин. Температура испарителя 250°C. Газ носитель – гелий, скорость потока 1,0 мл /мин. Температура переходной линии 250,0°C. Температура источника ионов 200,0°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 [7, 10].

Результаты и обсуждение

Эфирное масло из листьев исследуемых сортов и гибридов лимонов имело соломенный цвет с ярко выраженным лимонным ароматом у сорта 'Крупноплодный', гибрида 24517 и лиметты мелкоплодной, с цветочными нотками у сорта 'Одиши' и сладкого лимона, с древесными нотками – у гибрида 31375.

Содержание эфирного масла колебалось от 0,18% на сырую массу (в пересчете 0,44% на сухой вес) у гибрида 24517, до 0,42% (1,43%) у сорта 'Крупноплодный'. В листьях сорт 'Одиши' накапливается 0,19% (0,45% в пересчете на абсолютно сухой вес), лиметты мелкоплодной – 0,22% (0,49%), сладкого лимона – 0,25% (0,97%). Как видим, самым высоким содержанием (почти в два раза выше остальных) характеризуется сорт 'Крупноплодный', накапливая эфирного масла в листьях почти столько же, сколько исследованный нами ранее сорт лимона 'Villa Franka', выращиваемый в этой же коллекции – 0,43% (1,28%) [4]. Основным компонентом эфирного масла исследуемых сортов и гибридов (за исключением сорта 'Одиши') является цитраль (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

Основные компоненты петитгрейнового эфирного масла сортов и гибридов *Citrus limon* (L.) Osbeck

№	Компоненты	Индекс удерживания	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck				<i>Citrus limetta</i> Risso 'Chontipico'	<i>Citrus limetta</i> Risso
			'Одиши'	'Крупноплодный'	гибрид 31375	гибрид 24517		
%								
1	α -пинен	945	1,00	0,07	2,04	0,27	0,08	0,13
2	сабинен	981	0,27	1,61	12,58	3,76	0,80	1,84
3	β -пинен	988	0,12	1,28	0,55	8,78	0,60	3,12
4	β -мирцен	990	0,17	0,32	0,57	-	0,36	-
5	окталь	999	-	-	0,30	0,16	-	-
6	3-карен	1018	0,47	0,63	-	-	0,09	-
7	α -терпинен	1024	-	-	0,06	-	-	-
8	p-цимен	1030	-	0,44	0,17	-	-	0,10
9	D-лимонен	1037	0,97	11,69	7,72	10,88	16,76	4,30
10	1,8-цинеол	1040	2,13	1,60	-	4,03	-	2,16
11	β -оцимен	1049	1,98	0,51	0,98	0,61	0,82	-
12	γ -терпинен	1065	0,04	-	0,25	-	-	-
13	цис-сабинен гидрат	1075	0,14	0,10	0,31	0,08	-	-
14	α -терпинолен	1092	-	-	0,06	-	-	-
15	линалоол	1098	1,35	1,47	17,07	2,79	32,33	3,77
16	транс-сабинен гидрат	1104	-	-	0,24	-	-	-
17	нональ	1111	0,25	-	-	0,54	-	-
18	цитраль	1143	-	0,17	-	-	0,09	-
19	цитронеллаль	1152	53,62	0,55	10,24	1,00	24,21	0,38
20	изонераль	1161	0,07	1,09	0,31	0,77	-	0,14
21	изопулегол	1166	-	-	-	-	0,10	-
22	изогераналь	1178	0,16	1,66	0,72	1,27	0,32	0,51
23	терпинен- 4-ол	1185	0,24	0,15	3,53	0,30	0,06	0,75
24	α -терпинеол	1196	1,09	1,09	2,12	1,10	0,17	1,63
25	деканаль	1202	0,54	-	0,79	-	-	-
26	цитронелол	1226	15,39	-	1,46	-	-	-
27	нерол	1228	-	1,69	-	3,19	2,35	5,35
28	цис-цитраль	1240	3,65	31,81	14,69	25,97	7,92	24,47
29	гераниол	1252	-	0,73	0,25	0,51	0,15	0,71
30	транс-цитраль	1269	4,32	38,17	18,24	31,56	9,16	35,16
31	тимол	1290	0,91	-	-	-	0,26	-
32	карвакрол	1298	0,05	0,18	0,14	-	0,07	0,43
33	ундеканаль	1304	0,10	-	-	-	-	-
34	неоизопулегол гидрат	1339	0,09	-	0,39	-	0,77	-
35	лимонен-1,2-диол	1345	-	-	-	-	-	0,49
36	цитронеллил ацетат	1348	0,52	-	-	-	-	-
37	нерил ацетат	1357	5,32	1,05	0,91	1,45	0,24	4,04
38	изопулегол гидрат	1361	-	-	0,22	-	0,34	-
39	геранил ацетат	1375	0,61	1,87	0,46	0,78	-	1,70
40	α -копаен	1388	0,16	-	-	-	-	-
41	β -кариофиллен	1434	0,27	0,24	0,30	-	0,09	-
42	α -куркумен	1485	0,32	-	0,25	-	-	-
43	β -селинен	1500	0,26	-	0,23	-	-	-
44	α -мууролен	1508	0,14	-	0,14	-	-	-
45	γ -кадинен	1525	0,24	-	0,18	-	-	-
46	δ -Cadinene	1530	0,20	-	0,13	-	-	-
47	кариофиллен оксид	1595	0,26	-	0,24	-	-	0,35
48	розифоллиол	1625	0,59	-	0,30	-	-	-
49	α -кадинол	1666	-	-	-	-	-	0,17
50	пителин	2111	-	-	0,13	-	-	-
Обнаружено /идентифицировано			47/38	28/25	47/38	23/21	34/25	57/22

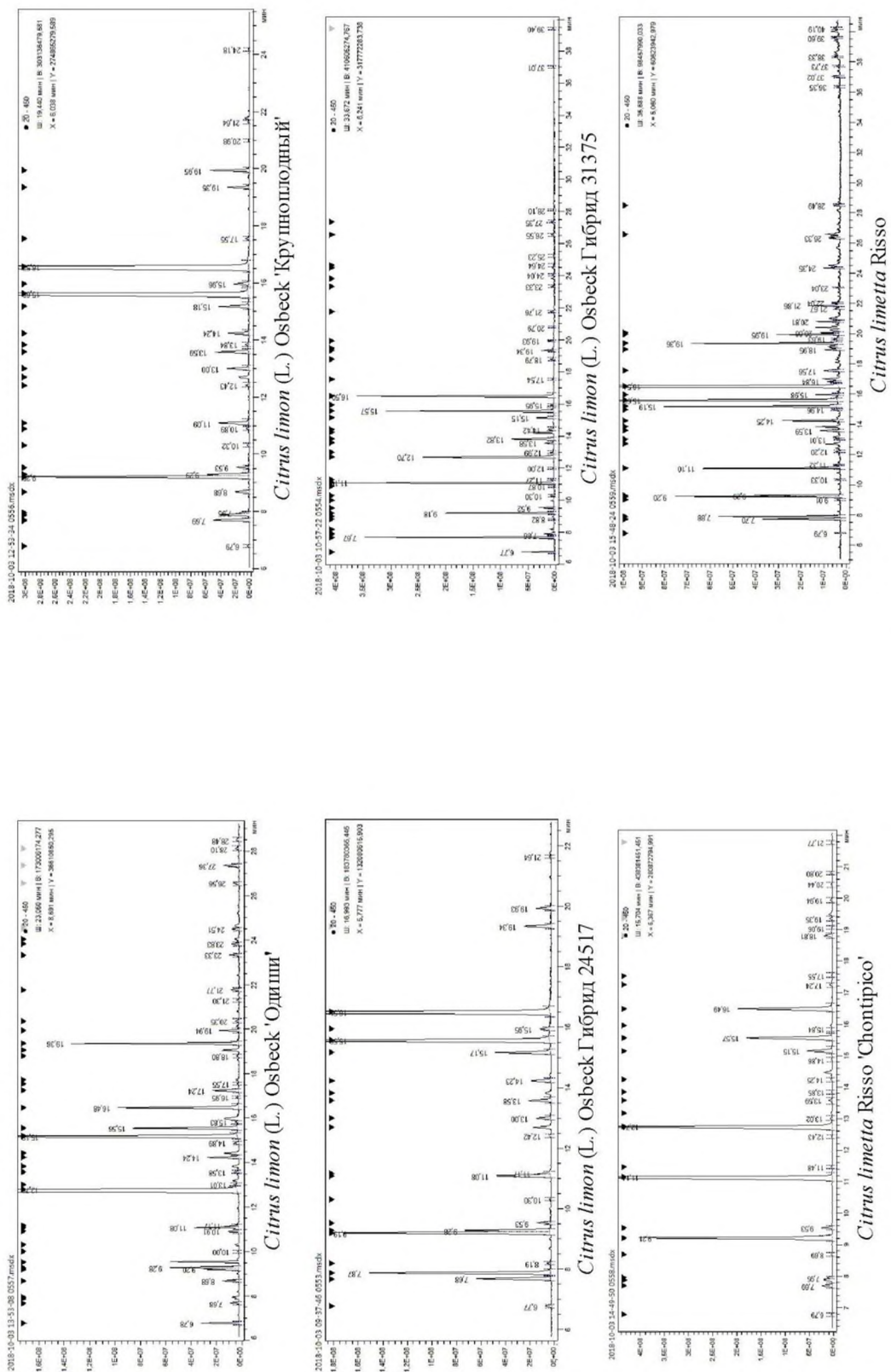


Рис. 1 Хромоаграммы эфирного масла соргов и гибридов *Citrus limon* (L.) Osbeck

Самая высокая относительная массовая доля этого компонента у сорта 'Крупноплодный' (70,08%), гибрида 24517 (57,55%) и лиметты мелкоплодной (59,63%). Преобладание цитраля характерно и для других, исследованных ранее [4] сортов лимона данной коллекции, а именно сорта 'Ударник' (46%) и 'Villa Franka' (71,87%).

Цитралья является одним из основных, промышленно важных компонентов натуральных ароматических композиций с лимонным запахом. Представляет собой смесь транс-цитраля (гераниаль) и цис-цитраля (нераль). Цитраль, выделенный паровой дистилляцией из природных источников почти всегда содержит преобладающее количество гераниаля. Это связано с тем, что равновесие между этими формами сильно смещено в сторону образования более устойчивого гераниаля (транс-изомер). Некоторые эфирные масла (котовник лимонный, полынь лимонная) могут содержать в момент выделения преобладающее количество нералья, однако со временем нераль переходит в гераниаль, и через некоторое время эфирное масло уже содержит преобладающее количество гераниаля. В эфирном масле пяти исследуемых культур транс-цитраль (гераниаль) содержится в больших количествах по сравнению с цис-цитралем (табл. 1). Цитраль широко используется в промышленности для создания искусственных эфирных масел с лимонным запахом, а также для ароматизации мыл, парфюмерных композиций и косметических средств. Имеет приятный лимонный аромат.

Для них же характерно наличие D-лимонена (11,69%, 10,88% и 4,3%), который также характеризуется ярко выраженным лимонным запахом. Именно преобладание цитраля и D-лимонена обуславливают ярко выраженный лимонный аромат петитгрейнового масла этих цитрусовых культур и определяет перспективность его использования в ароматерапии, косметологии и фармацевтике.

Несколько ниже содержание цитраля и D-лимонена отмечено для гибрида 31375 и сладкого лимона (32,93% и 17,18%; 7,72% и 16,76%, соответственно). Для эфирного масла этих культур характерно также преобладание (сладкий лимон – 32,33%) или присутствие в существенном количестве (гибрид 31375-17,07%) линалоола и цитронеллала (24,21% и 10,24%, соответственно).

Цитронеллаль имеет лимонный запах, часто присутствует в эфирных маслах вместе с цитралем, является достаточно неустойчивым химическим соединением, при хранении легко подвергается разрушению, осмолению и полимеризации. Окисление на свету приводит к получению изопулегола и ментона. Линалоол придает эфирному маслу цветочные нотки (запах ландыша) и определяет его использование, в основном, в косметологии и ароматерапии.

В петитгрейновом масле гибрида 31375 также высока доля сабинена – 12,58%. Это монотерпеновый углеводород туйя новой структуры встречается очень часто в различных эфирных маслах хвойных растений, и придает эфирному маслу данной культуры слабый, приятный древесный (хвойный) аромат.

Исключением из вышеприведенного является петитгрейновое масло сорта 'Одиши', для которого характерно очень низкое содержание цитраля (7,97%) и преобладания цитронеллала (53,56%) и цитронеллола (15,39%). Цитронеллол – терпеноидный спирт, придающий маслу аромат розы. Цитронеллол содержится в гераниевом (до 40%), розовом (до 50%) эфирном масле и используются для составления цветочных и парфюмерных композиций, пищевых эссенций, как сырьё для получения душистых веществ.

Существенное отличие компонентного состава эфирного масла из листьев сорта 'Одиши' возможно объясняется его гибридогенной природой, а именно участием в качестве родительской формы природного дикого лимона (*Poncirus trifoliata*).

Анализ биохимического состава исследуемых эфирных масел является важным для определения сроков и условий хранения (табл. 2).

Таблица 2

Органические соединения в петитгрейновом масле сортов и гибридов *Citrus*(L.) Osbeck

Органические соединения	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck				<i>Citrus limetta</i> Risso 'Chontipico'	<i>Citrus limetta</i> Risso
	'Одиши'	'Крупно-плодный'	№ 31375	№ 24517		
	%					
ТЕРПЕНЫ						
МОНОТЕРПЕНЫ						
Ациклические монотерпены	2,15	0,83	1,55	0,61	1,18	-
Карбоциклические монотерпены:						
<i>моноциклические монотерпены</i>	3,58	13,41	8,26	14,91	16,76	6,56
<i>бициклические монотерпены</i>	2,00	3,69	15,72	12,89	1,57	5,09
ВСЕГО МОНОТЕРПЕНОВ	7,73	17,93	25,53	28,41	19,51	11,65
СЕСКВИТЕРПЕНЫ						
Карбоциклические сесквитерпены:						
<i>моноциклические сесквитерпены</i>	0,32	-	0,25	-	-	-
<i>бициклические сесквитерпены</i>	1,11	0,24	0,98	-	0,09	-
<i>трициклические сесквитерпены</i>	0,16	-	-	-	-	-
ВСЕГО СЕСКВИТЕРПЕНОВ	1,59	0,24	1,23	-	0,09	-
ВСЕГО ТЕРПЕНОВ	9,32	18,17	26,76	28,41	19,60	11,65
ТЕРПЕНОИДЫ						
СПИРТЫ	18,75	5,13	25,47	7,89	36,27	12,87
ОКСИДЫ	0,26	-	0,24	-	-	0,35
АЛЬДЕГИДЫ	62,71	73,45	45,29	61,4	41,61	60,66
ЭФИРЫ	6,45	2,92	1,37	2,23	0,24	5,74
ФЕНОЛЫ	0,96	0,18	0,14	-	0,33	0,43
КЕТОНЫ	-	-	-	-	0,09	-
ВСЕГО ТЕРПЕНОИДОВ	89,13	81,68	72,51	71,52	78,54	80,05
Количественное содержание всех идентифицированных компонентов	98,45	99,85	99,27	99,93	98,14	91,7

Терпены быстро испаряются, легко окисляются и распадаются, поэтому эфирные масла с большим содержанием терпенов не подлежат хранению более одного года. В данных эфирных маслах массовая доля терпенов составляет от 9,32% ('Одиши') до 26,76 и 28,41% (гибриды 31375 и 24517). Монотерпены представлены в эфирном масле гибридов 31375 (сабинен, лимонен) и 24517 (сабинен, лимонен, пинен), сладкого лимона (лимонен), сорта 'Крупноплодный' (лимонен). Присутствие этих органических соединений определяет антисептические, антибактериальные, противогрибковые,

противовирусные свойства эфирного масла. Сесквитерпены в исследуемых эфирных маслах или полностью отсутствуют, или представлены в незначительных количествах (0,09-1,59%).

Удельный вес терпеноидов в исследуемых маслах колеблется от 71,0% (гибрид 24517) до 89,0% ('Одиши'). Среди веществ этой группы существенную долю занимают альдегиды (41,61-73,45%) и спирты (5,13-36,27%). Эфиры, фенолы и оксиды представлены в небольшом количестве (0,14-6,45%), кетоны практически полностью отсутствуют.

Спирты диффузны, легко испаряются, часто их аромат является ведущей нотой в аромате и определяют фармакологические свойства масла. В исследуемых маслах наиболее представлены спирты линалоол и цитронеллол. Самыми представленными являются альдегиды цитраль и цитронеллаль, определяющие лимонный аромат и антисептические свойства эфирного масла.

Выводы

Подводя итоги проведенного исследования, отмечаем следующее.

В листьях шести морозоустойчивых сортов и гибридов лимона, произрастающих в открытом грунте в условиях влажного субтропического климата (Республика Абхазия): 'Одиши', 'Крупноплодный', гибриды 24517 и 31375, лиметта мелкоплодная (*Citrus limetta*) и сладкий лимон (*Citrus limetta* 'Chontipico') содержится от 0,18 до 0,42% эфирного масла (на сырую массу) соломенного цвета с лимонным ароматом с цветочными и древесными нотками. В эфирном масле сорта 'Крупноплодный', гибрида 24517 и лиметты мелкоплодной преобладают изомеры цитраля (массовая доля составляет 70,08%, 57,55% и 59,63%, соответственно) и D-лимонен (11,69%, 10,88% и 4,3%), обуславливающие ярко выраженный лимонный аромат масла. Эфирное масло сорта 'Одиши' имеет лимонно-розовый аромат с цветочными нотками, что объясняется преобладанием в нем цитронеллала (53,62%) и цитронеллола (15,39%). Похожие цветочные нотки характерны и для петитгрейнового масла сладкого лимона, мажорными компонентами которого являются линалоол (32,33%) и цитронеллаль (24,21). Смешанным лимонно-цветочно-древесным ароматом обладает эфирное масло из листьев гибрида 31375, в котором кроме цитраля (32,39%) и линалоола (17,07%) присутствует сабинен (12,58%).

В биохимическом составе исследуемых эфирных масле наибольшим удельным весом характеризуются терпеноиды, а именно спирты (линалол и цитронеллол) и альдегиды (цитраль и цитронеллаль), которые обуславливают применение полученных петитгрейновых масел в ароматерапии, пищевой промышленности и фармакологии, а Низкая представленность терпеноидов определяет срок их хранения больше года.

Самым высоким содержанием (0,42%) и качеством (содержание цитраля+лимонена – 82,0%) масла характеризуется сорт лимона Крупноплодный, что позволяет отнести данный сорт (наряду с сортом 'Villa Franca' – содержание масла 0,42%, содержание цитраля+лимонена – 77,0%[4]) к перспективным промышленным культурам для выращивания в условиях влажных субтропиков с целью получения петитгрейнового масла.

Исследования выполнены на оборудовании ЦКП «Физиолого-биохимические исследования растительных объектов» (ФБИ РО) ФГБУН «НБС-ННЦ» (Ялта, Россия) в рамках НИР № 0829-2019-0039 и при поддержке гранта РФФИ № 19-54-4005

Список литературы

1. *Биохимические* методы анализа эфирномасличных растений и эфирных масел / Под ред. А.Н. Карпачёвой. – Симферополь: ВНИЭМК, 1972. – 107 с.
2. Горшков В.М., Фогель В.А., Кулян Р.В., Рындина А.В. Каталог цитрусовых культур. Коллекция ГНУ ВНИИЦиСК Россельхоз академии / Под ред. А.В. Рындина. – Сочи: ВНИИЦиСК, 2013. – 91 с.
3. Плуатарь Ю.В., Шевчук О.М., Феськов С.А., Дмитриев Л.Б., Дмитриева В.Л., Лейба В.Д., Гуляян Т.А., Герасимчук В.Н. Компонентный состав эфирного масла *Thuja plicata* Donn ex D.Donn, произрастающей на Южном берегу Крыма // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2019. – Т. 22, № 2. – С. 16-23. DOI: 10.29296/25877313-2019-02-03.
4. Плуатарь Ю.В., Шевчук О.М., Феськов С.А., Федотова И.А., Тарба Ф.Т., Лейба В.Д. Компонентный состав эфирного масла в листьях *Citrus limon* (L.) Osbeck при выращивании в разных условиях // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – № 70. – С. 167-177. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-70-167-177
5. Рындина А.В., Кулян Р.В. Коллекция цитрусовых культур во влажных субтропиках России // Садоводство и виноградарство. – 2016. – № 5. – С. 24-30.
6. Сабекья Д.А. Ценные сорта цитрусовых культур для промышленного возделывания в условиях Абхазии // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – № 70. – С. 69-76.
7. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: «Офсет», 2008. – 969 с.
8. Шевчук О.М., Феськов С.А., Кравченко Е.Н., Федотова И.А., Лейба В.Д., Коростылев А.А. Изоэмакетоновый хемотип *Perilla frutescens* (L.) Britt. var. *nankinensis* (Lour.) Britton // Бюллетень ГНБС. – 2020. – № 135. – С. 78-86.
9. Эбба Я.А., Дбар Р.С. Экологическая климатология и природные ландшафты Абхазии. – Сочи: «Папирус-М-Дизайн», 2007. – 324 с.
10. Adams R.P. Identification of essential oil compounds by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy // Allured Pub. Corp., USA. – 2007. – 804 p.
11. Hojjati M., Barzegar H. Chemical Composition and Biological Activities of Lemon (*Citrus limon*) Leaf Essential Oil // Nutrition and Food Sciences Research. – 2017. – Vol. 4(4). – P. 15-24. DOI: 10.29252/nfsr.4.4.3
12. Huang Y.H., Pu Z., Chen Q. The chemical composition of the leaf essential oils from 110 citrus species, cultivars, hybrids and varieties of Chinese origin // Perfumer and Flavorist. – 2000. – 25(1). – P. 53-66.
13. Ifesan B., Fashakin J., Ebosele F., Oyerinde A. Antioxidant and antimicrobial properties of selected plant leaves // European Journal of Medicinal Plants. – 2013. – 3(3). – 465 p.
14. Jing L., Lei Z., Li L., Xie R., Xi W., Guan Y., et al. Antifungal activity of citrus essential oils // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2014. – 62(14). – P. 3011-33.
15. Kamiyama S. Studies on leaf oils of Citrus species: Part I. Composition of leaf oils from Citrus unshiu, Citrus natsudaidai, Citrus kokitsu and Citrus limon // Agricultural and Biological Chemistry. – 1967. – 31(9). – P. 1091-1096.
16. Mondello L., Cotroneo A., Dugo G., Dugo P. Italian citrus petitgrain oils. Part IV. Composition of lemon petitgrain oil // Journal of Essential Oil Research. – 1997. – 9(5). – P. 495-508.
17. Tranchida P.Q., Bonaccorsi I., Dugo P., Mondello L., Dugo G. Analysis of Citrus essential oils: state of the art and future perspectives. A review // Flavour and Fragrance Journal. – 2012. – Vol. 27(2). – P. 98-123. DOI.org/10.1002/ffj.2089

Статья поступила в редакцию 02.11.2020 г.

Plygatar Yu.V., Shevchuk O.M., Sabekia D.A., Feskov S.A., Fedotova I.A. Leiba V.D. Petitgreine essential oil of *Citrus limon* (L.) Osbeck varieties and hybrids when growing in wet subtropic conditions// Bull. of the State Nikita Botan. Gard. – 2020. – №. 136. – P. 98-107.

The article presents data on the content and composition of petitgrain essential oil of six varieties and hybrids of lemon growing in open ground in a humid subtropical climate (Republic of Abkhazia): *Citrus limon* (L.) Osbeck 'Odishi', *C. limon* 'Large-fruited', hybrids *C. limon* 24517 and 31375, small-fruited limetta (*Citrus limetta* Risso) and sweet lemon (*C. limetta* 'Chontipico'). The leaves of the studied varieties contain from 0,18 to 0,42% of essential oil (wet weight) straw-colored with lemon aroma. In the essential oil of the 'Large-fruited' variety, hybrid 24517 and small-fruited lime, citral isomers and D-limonene predominate, which cause a pronounced lemon aroma of the oil. The 'Odishi' essential oil has a lemon-pink aroma with floral notes, which is explained by the predominance of citronellal and citronelol in it. Sweet lemon petitgrain oil has similar floral notes, with linalool and citronellal as the major components. A mixed lemon-floral-woody aroma is possessed by the essential oil from the leaves of hybrid 31375, in which, in addition to citral and linalool, sabinene is present. The 'Large-fruited' variety is characterized by the highest content (0,42%) and quality of petitgrain oil.

Key words: *petitgrain essential oil; component composition; Citrus limon* (L.) *Osbeck; Citrus limetta* Risso; *limonene; citral; aroma.*