

УДК 577.13:633.812:665.53

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА ДВУХ ВИДОВ *LAVANDULA* (LAMIACEAE), ВЫРАЩИВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

© В.Д. Работягов, А.Е. Палий\*

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН,  
Никитский спуск, 52, Ялта, 298648 (Россия), e-mail: onlabor@yandex.ru

Цель настоящего исследования – провести сравнительный анализ компонентного состава и содержания летучих соединений эфирных масел двух новых форм *Lavandula angustifolia* Mill. и *L. latifolia* Medic., выращиваемых на Южном берегу Крыма.

Растительное сырье собирали в фазе массового цветения. Эфирное масло извлекали из мелкоизрубленных воздушно-сухих соцветий методом гидродистилляции по Гинзбергу, с дальнейшим перерасчетом на абсолютно сухой и сырой вес. Компонентный состав определяли методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

Установлено, что содержание эфирного масла в соцветиях *L. angustifolia* и *L. latifolia* колеблется в пределах 1,50–2,2% в пересчете на сырой вес. Выход эфирного масла из растительного сырья *L. latifolia* выше на 27–29%. При хроматографическом разделении эфирного масла *L. angustifolia* идентифицировано 54 соединения терпеновой природы, *L. latifolia* – 53 соединения. Основными компонентами эфирного масла *L. angustifolia* являются линалилацетат (42% от общего содержания) и линалоол (22%). Массовая доля 1,8-цинеола и камфоры не превышает 1,5%. Содержание монотерпенов и сесквитерпенов почти в два раза выше, чем в масле *L. latifolia*. Эфирное масло *L. latifolia* отличается максимальными концентрациями линалоола, камфоры и 1,8-цинеола и следовыми количествами монотерпеновых сложных эфиров.

Компонентный состав и содержание летучих соединений *L. angustifolia* свидетельствуют о высоком качестве ее эфирного масла и пригодности его использования в парфюмерии. Эфирное масло, получаемое из сырья *L. latifolia* непригодно для использования в парфюмерно-косметической отрасли. Однако оно может служить источником натурального линалоола, а высокие концентрации камфоры и 1,8-цинеола, обладающие противовоспалительными, спазмолитическими, седативными свойствами, обуславливают его ценность в фито- и ароматерапии.

**Ключевые слова:** *Lavandula angustifolia*, *Lavandula latifolia*, эфирное масло, линалилацетат, линалоол, камфора, 1,8-цинеол.

Работа была выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 14-5000079).

### Введение

Лаванда (*Lavandula* L.) – род растений семейства яснотковых (*Lamiaceae*), включающий около 30 видов. Является ценной эфиромасличной, ароматической и лекарственной культурой. Эфирное масло лаванды используется в парфюмерно-косметической промышленности при производстве духов, туалетной воды, шампуней, дезодораторов и мыла. Масло проявляет широкий спектр фармакологического действия, в том числе спазмолитическое, седативное, антигипертензивное, антисептическое и противовоспалительное, что обуславливает его ценность в фито- и ароматерапии [1, 2].

Работягов Валерий Дмитриевич – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории ароматических и лекарственных растений, e-mail: onlabor@yandex.ru

Палий Анфиса Евгеньевна – кандидат биологических наук, заведующая лабораторией биохимии, e-mail: onlabor@yandex.ru

Основным возделываемым видом является лаванда узколистная – *Lavandula angustifolia* Mill. В некоторых странах в ограниченных масштабах возделывается другие виды лаванды, в частности лаванду широколистную – *L. latifolia* Medic.

\* Автор, с которым следует вести переписку.

В прошлом веке на территории Советского Союза главным центром промышленного выращивания лаванды был Крым, где многие годы велись интенсивные селекционные и интродукционные работы с этой культурой [3]. В современной России промышленное возделывание лаванды существенно сократилось. В связи с увеличением спроса на натуральные растительные продукты, в условиях импортозамещения, представляется перспективным восстановление инфраструктуры по выращиванию лаванды.

Продуктивность лаванды определяется не только урожаем соцветий с куста, но и процентным содержанием и качеством эфирного масла. Кроме того, на качественный и количественный состав летучих компонентов эфирного масла значительное влияние оказывают его генетическое происхождение и условия произрастания. В связи с этим целью настоящего исследования являлось проведение сравнительного анализа компонентного состава и содержания летучих соединений эфирных масел двух перспективных форм *Lavandula angustifolia* и *L. latifolia*, выращиваемых на Южном берегу Крыма.

### Экспериментальная часть

Объектами исследования являлись соцветия двух новых форм лаванды *L. angustifolia* (форма 575) и *L. latifolia* (форма 1-9). Растительное сырье собирали на коллекционных участках лаборатории ароматических и лекарственных растений Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук» (пгт Никита, Ялта, Республика Крым) в фазе массового цветения в июле-августе 2013–2015 гг.

Эфирное масло извлекали из мелкоизрубленных воздушно-сухих соцветий методом гидродистилляции по Гинзбергу с дальнейшим перерасчетом на абсолютно сухой и сырой вес [4]. Время отгонки эфирного масла – 1 ч. Повторность опытов трехкратная. Для статистической обработки полученных данных использовали программное приложение STATISTICA for Windows, Release 6.0.

Компонентный состав определяли методом газовой хроматографии [5] на хроматографе Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Ввод пробы в хроматографическую колонку проводили прямым в режиме split (с делением потока 1 : 80). Хроматографическая колонка – капиллярная DB-5, внешний диаметр 0,25 мм и длина 30 м. Скорость газа-носителя (гелий) 1,0 мл/мин. Температура нагревателя ввода пробы – 250 °С. Температура термостата программируемая от 50 до 320 °С со скоростью 4 °С/мин. Для идентификации компонентов используется библиотека масс-спектров NIST07 и WILEY 2007 с общим количеством спектров более 470000 в сочетании с программами для идентификации AMDIS и NIST. Также для идентификации компонентов использовались индексы Ковача, которые брались из литературных источников для капиллярных колонок, близких по своим свойствам к колонке DB-5 (с неполярной фазой): TR-5MS, AT-5, HT-5 и при условиях хроматографического анализа идентичных тем, что использовались в данной работе.

### Обсуждение результатов

Климатические условия Южного берега Крыма, в которых выращивались оба вида лаванды, характеризуются как засушливые, жаркие, с умеренно теплыми зимами. Среднегодовая температура воздуха 13 °С. Температура самого теплого месяца (августа) 23–25 °С, самого холодного (февраля) 2,5–4,5 °С, средний из абсолютных годовых минимумов температуры -6...-9 °С, абсолютный минимум -15 °С. Зимний период, или период с устойчивыми среднесуточными температурами воздуха ниже 0 °С, наблюдается крайне редко [6]. Данные условия вполне пригодны для выращивания как *L. angustifolia*, так и *L. latifolia*.

Растения *L. latifolia* в полтора-два раза крупнее, чем *L. angustifolia*, имеют более глубокую и мощную стержневую корневую систему. Вид *L. latifolia* долговечен и засухоустойчив, способен успешно произрастать как на бедных известковых, так и на суглинистых плодородных почвах, однако очень чувствителен к низким температурам. Вымерзает уже при -14 °С. В то время как *L. angustifolia* в условиях культуры выдерживает морозы до -25 °С.

В течение всего периода исследований установлено, что выход эфирного масла в соцветиях двух видов лаванды колеблется в пределах 1,50–2,2% в пересчете на сырой вес и изменяется от года к году несущественно (табл. 1). Выход эфирного масла из растительного сырья *L. latifolia* выше на 27–29%, чем из *L. angustifolia*.

Таблица 1. Содержание эфирного масла в соцветиях *Lavandula L.*

Срок сбора растительного сырья	Выход эфирного масла, %			
	в пересчете на сырой вес	в пересчете на абсолютно сухой вес	в пересчете на сырой вес	в пересчете на абсолютно сухой вес
	<i>L. angustifolia</i>		<i>L. latifolia</i>	
2013 г.	1,50	3,75	2,10	5,25
2014 г.	1,60	4,00	2,20	5,50
2015 г.	1,60	4,00	2,20	5,00

При хроматографическом разделении эфирного масла *L. angustifolia* идентифицировано 52 соединения терпеновой природы, *L. latifolia* – 53 соединения. В компонентном составе данных видов выявлены существенные различия (табл. 2). Компонентный состав эфирных масел изучаемых видов представлен в основном веществами терпеновой природы – моно-, сесквитерпенами и их производными. На долю терпенов приходится более 80% от общего содержания всех компонентов.

Качество эфирного масла лаванды, которое используется в парфюмерных целях, определяется высоким содержанием в нем монотерпеновых спиртов и сложных эфиров, среди которых главенствующая роль принадлежит линалилацетату. Негативное влияние на аромат эфирного масла оказывают камфора и 1,8-цинеол [7].

Основными компонентами эфирного масла *L. angustifolia* являются сложные эфиры монотерпенов, в том числе линалилацетат, массовая доля которого составляет более 40% от общего содержания, и линалоол. Содержание 1,8-цинеола не превышает 1,5%, а камфора выявлена лишь в исчезающе малом количестве. Концентрация монотерпенов и сесквитерпенов почти в два раза выше, чем в масле *L. latifolia*. Компонентный состав и содержание летучих соединений *L. angustifolia* свидетельствуют о высоком качестве ее эфирного масла и пригодности его использования в парфюмерии.

Таблица 2. Компонентный состав эфирных масел *Lavandula L.*

Компонент	Индекс удерживания (RI)	Содержание, % от цельного масла	
		<i>L. angustifolia</i>	<i>L. latifolia</i>
1	2	3	4
<b>Монотерпены</b>			
<i>Ациклические монотерпены</i>			
β-Мирцен	990	0,85	0,39
транс-Оцимен	1048	2,89	0,30
цис-Оцимен	1039	3,37	0,07
<i>Моноциклические монотерпены</i>			
α-Фелландрен	1003	0,06	0,11
Лимонен	1028	0,52	0,76
α-Терпинен	1014	0,09	0,09
n-Цимол	1024	0,12	0,11
γ-Терпинен	1058	0,17	0,15
Терпинолен	1082	0,16	0,33
<i>Бициклические монотерпены</i>			
α-Гуйен	925	0,16	0,03
α-Пинен	933	0,19	1,21
Сабинен	973	0,10	0,45
β-Пинен	974	0,14	1,24
Δ <sup>3</sup> -Карен	1010	0,30	-
<i>Трициклические монотерпены</i>			
Трициклен	924	0,01	0,06
Сумма монотерпенов		9,13	5,30
<b>Сесквитерпены</b>			
Копаен	1373	-	0,03
β-Бурбонен	1380	-	0,07
транс-β-Кариофиллен	1408	3,21	0,43
α-Цедрен	1410	-	0,10
Сантален	1415	0,34	0,04
α-Бергамотен	1438	0,11	0,10
Гумулен	1451	0,09	0,03

Окончание таблицы 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
β-Фарнезен	1459	0,38	0,37
Гермакрен D	1478	-	0,47
Зингиберен	1487	-	0,07
Бициклогермакрен	1490	0,03	0,10
γ-Кадинен	1507	0,24	0,49
δ-Кадинен	1508	-	0,02
цис-α-Бизаболен	1511	0,06	0,12
Сумма сесквитерпенов		4,46	2,44
Сумма терпенов		13,59	7,74
<b>Производные терпенов</b>			
<i>Монотерпеновые спирты</i>			
<i>транс</i> -Сабиненгидрат	1058	0,14	0,32
<i>транс</i> -Линалоолоксид	1072	0,06	0,07
<i>цис</i> -Линалоолоксид	1090	0,03	0,05
<i>цис</i> -Сабиненгидрат	1097	0,07	-
Линалоол	1100	22,27	40,76
Терпиненол-4	1175	3,92	0,52
Борнеол	1164	0,53	3,11
Нерол	1225	0,23	-
<i>n</i> -Ментенол-8	1346	2,15	0,77
<i>Монотерпеновые кетоны</i>			
Камфора	1143	0,07	18,45
<i>Монотерпеновые сложные эфиры</i>			
Борнилформиат	1229	-	0,09
Фенхилацетат	1230	0,02	0,07
Линалилацетат	1262	42,82	0,94
Лавандулилацетат	1292	3,57	0,08
Нерилацетат	1370	1,04	0,02
Геранилацетат	1387	1,82	0,05
Борнилбутират	1473	0,09	-
<i>Монотерпеновые оксиды</i>			
1,8-Цинеол	1031	1,45	19,23
<i>Сесквитерпеновые спирты</i>			
Ледол	1556	-	0,04
Виридифлорол	1579	-	0,02
Спатуленол	1581	0,04	0,04
Кубенол	1615	0,06	-
α-Кадинол	1635	0,53	-
α-Эвдесмол	1653	-	0,11
α-Бизаболл	1676	-	4,01
<i>Сесквитерпеновые оксиды</i>			
Кариофиллен оксид	1584	0,44	0,37
Сумма производных терпенов		81,35	89,12
<b>Нетерпеновые соединения</b>			
Бутилизобутират	939	0,09	0,04
Гексилацетат	1014	1,00	-
Октанон-3	1047	0,82	-
Октенил-3-ацетат	1095	1,38	0,21
Гексилбутират	1137	0,27	0,39
Гексилизобутират	1193	0,11	-
Гексил-2-метилбутират	1226	0,17	0,40
Куминаль	1236	0,11	-
Сумма нетерпеновых соединений		3,95	1,04
Количественное содержание идентифицированных компонентов		98,89	97,90

Эфирное масло *L. latifolia* отличается максимальными концентрациями линалоола, камфоры и 1,8-цинеола и следовыми количествами монотерпеновых сложных эфиров. Эфирное масло, получаемое из сырья *L. latifolia*, непригодно для использования в парфюмерно-косметической отрасли. Однако оно может служить источником натурального линалоола, а высокие концентрации камфоры и 1,8-цинеола, обладающие различной биологической активностью [8], позволяют применять данное масло в фито- и ароматерапии.

Также следует отметить, что изученные формы *L. latifolia* и *L. angustifolia* являются перспективными для использования в селекции при создании высокопродуктивных эфиромасличных межвидовых гибридов – лавандинов (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel).

### **Выводы**

В результате проведенных исследований установлено, что климатические условия Юного берега Крыма оптимальны для выращивания *L. angustifolia* и *L. latifolia*.

*L. angustifolia* характеризуется более низким выходом эфирного масла по сравнению с *L. latifolia*. Наличие высоких концентраций монотерпеновых сложных эфиров и низких камфоры и 1,8-цинеола свидетельствуют о парфюмерном качестве эфирного масла *L. angustifolia*. Эфирное масло *L. latifolia*, напротив, содержит следовые количества сложных эфиров, однако большие концентрации линалоола, камфоры и 1,8-цинеола, проявляющие различную биологическую активность, обуславливают его ценность при использовании в качестве лечебно-профилактического средства.

### **Список литературы**

1. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А. Эфирномасличные и пряно-ароматические растения. Фито-, арома- и ароматотерапия. Херсон, 2004. 272 с.
2. Woronuk G., Demissie Z., Rheault M., Mahmoud S. Biosynthesis and therapeutic properties of Lavandula essential oil constituents // Planta Med. 2011. Vol. 77. Pp. 7–15.
3. Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С. Новые эфирномасличные культуры: справочное издание. Симферополь, 1988. 160 с.
4. Государственная фармакопея СССР. Вып. 1. М., 1987. 335 с.
5. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. 472 p.
6. Фурса Д.И., Фурса В.П. Агроклиматическая характеристика района агрометеостанции «Никитский сад». Минск, 1992. 41 с.
7. Lis-Balchin M. Lavander. The Genus Lavandula. Medicinal and Aromatic Plants– Industrial Profiles. London, 2002. 268 p.
8. Cavanagh H.M.A. Wilkinson J.M. Biological activities of Lavender essential oil // Phytother. Res. 2002. Vol. 16. Pp. 301–308.

Поступило в редакцию 29 сентября 2016 г.

После переработки 27 октября 2016 г.

*Rabotyagov V.D., Paliy A.E.* \* COMPONENT COMPOSITION AND CONTENT OF ESSENTIAL OILS IN TWO SPECIES *LAVANDULA* (LAMIACEAE) GROWN IN THE CRIMEA

*Nikita Botanical Garden – National Scientific Center, Russian Academy of Science, Nikitsky spusk, 52, Yalta, 298648 (Russia), e-mail: onlabor@yandex.ru*

The aim of the investigation was to carry out a comparative analysis of the component composition and content of essential oil volatile compounds in *Lavandula angustifolia* Mill. and *L. latifolia* Medis. grown on the Southern Coast of Crimea.

The feedstock was collected in the phase of mass blossom. Essential oil was extracted from carefully chopped air-dry inflorescences according to the method of hydrodistillation by Ginsberg with further conversion for absolutely dry and fresh weight. Chemical composition was determined by gas chromatography with mass spectrometric detection.

It was found out that essential oil content in *L. angustifolia* and *L. latifolia* inflorescences varies 1,50–2,2% for fresh weight. Essential oil yield in *L. latifolia* was 27–29% higher.

Chromatographic separation of *L. angustifolia* essential oil let us to identify 54 terpene compounds and in *L. latifolia* - 53 compounds. The main components of *L. angustifolia* essential oils are linalyl acetate (42% of total components) and linalool (22%). Mass part of 1,8-cineole and camphor does not exceed 1,5%. The content of monoterpenes and sesquiterpenes was twice more than in *L. latifolia* oil. The main components of *L. latifolia* essential oils are linalool, camphor and 1,8-cineole.

Component composition and content of *L. angustifolia* volatile compounds testify high quality of its essential oils. Essential oil extracted from *L. latifolia* feedstock is not suitable for use in the perfume and cosmetics industry. However, it could be a source of natural linalool and high concentrations of biologically active camphor and 1,8-cineole make it valuable for phyto- and aromatherapy.

*Keywords: Lavandula angustifolia, Lavandula latifolia, essential oil, linalyl acetate, linalool, camphor, 1,8-cineole.*

### References

1. Libus' O.K., Rabotyagov V.D., Kut'ko S.P., Khlypenko L.A. *Efirnomaslichnye i priano-aromaticheskie rasteniia. Fito-, aroma- i aromaterapiia*. [Essential oil and aromatic plants. Phyto-, aroma- and aromatherapy]. Kherson, 2004, 272 p. (in Russ.).
2. Woronuk G., Demissie Z., Rheault M., Mahmoud S. *Planta Med.* 2011. Vol. 77. Pp. 7–15.
3. Mashanov V.I., Andreeva N.F., Mashanova N.S. *Novye efirnomaslichnye kul'tury: Spravochnoe izdanie*. [New essential-oil crops: Reference Edition]. Simferopol', 1988, 160 p. (in Russ.).
4. *Gosudarstvennaia farmakopeia SSSR*. [State Pharmacopoeia of the USSR]. vol. 1. Moscow, 1987, 335 p. (in Russ.).
5. Jennings W., Shibamoto T. *Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography*. Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980, 472 p.
6. Fursa D.I., Fursa V.P. *Agroklimaticheskaiia kharakteristika raiona agrometeostantsii «Nikitskii sad»*. [Agroclimatic characteristic district agrometeostantsii "Nikita Garden"]. Minsk, 1992, 41 p. (in Russ.).
7. Lis-Balchin M. *Lavander. The Genus Lavandula. Medicinal and Aromatic Plants – Industrial Profiles*. London, 2002, 268 p.
8. Cavanagh H.M.A. Wilkinson J.M. *Phytother. Res.*, 2002, vol. 16, pp. 301–308.

*Received September 29, 2016*

*Revised October 27, 2016*

---

\* Corresponding author.