

**ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ**

УДК 633.812:577.19

DOI: 10.25684/NBG.boolt.126.2018.08

**ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ У ЛАВАНДИНА  
(*LAVANDULA X INTERMEDIA* EMERIC EX LOISEL)****Валерий Дмитриевич Работягов, Анфиса Евгеньевна Палий,  
Ирина Анатольевна Федотова**Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита  
E-mail: onlabor@yandex.ru

Определено содержание биологически активных веществ в водно-этанольном экстракте из соцветий амфидиплоидного лавандина. Выявлено, что экстракт содержит высокие концентрации фенольных веществ, летучих соединений и аскорбиновой кислоты.

В результате сравнительного анализа компонентного состава летучих соединений эфирного масла и водно-этанольного экстракта лавандина установлено, что экстракт близок по составу к эфирному маслу, содержит низкие концентрации сложных эфиров и высокие концентрации линалоола, камфоры и 1,8-цинеола. Эфирное масло и экстракт из амфидиплоидного лавандина являются перспективными источниками натурального линалоола, фенольных соединений и аскорбиновой кислоты.

**Ключевые слова:** *Lavandula x intermedia*; водно-этанольный экстракт; эфирное масло; летучие соединения; фенольные вещества

**Введение**

Лаванда (*Lavandula* L.) – род растений семейства яснотковых (*Lamiaceae*), включающий около 30 видов. Лаванда является ценной эфиромасличной, ароматической и лекарственной культурой. В надземной части представителей рода *Lavandula* L. помимо эфирного масла также содержатся флавоноиды, гидроксикоричные кислоты, кумарины и тритерпеноиды [8, 12, 13].

Лавандины (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel) – межвидовые гибриды лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia* Mill.) и л. широколистной (*L. latifolia* Medic.). Они отличаются от исходных видов проявлением гетерозиса, чем и обуславливается особый интерес к ним. По урожайности и содержанию эфирного масла лавандины превосходят лаванду в 1,5-2,0 раза [5]. Однако эфирное масло лавандинов характеризуется наличием наследуемых от л. широколистной нежелательных компонентов, обедняющих его букет по сравнению с маслом л. узколистной [9, 16].

В Никитском ботаническом саду ведутся многолетние работы по селекции лавандина, направленные на преодоление стерильности у гибридов первого поколения. В результате получены гетерозисные полиплоидные лавандины, отличающиеся высоким выходом эфирного масла [7].

Известно, что на качественный и количественный состав биологически активных веществ в растении, значительное влияние оказывают его генетическое происхождение и условия произрастания. Важную роль также играют и способы извлечения этих веществ из растительного сырья. Экстракты, не подвергшиеся термообработке и воздействию процессов разделения и очистки, имеют, как правило, более высокую биологическую активность за счет действия всего комплекса биологически активных веществ растения [3]. В связи с этим актуально исследование

основных биологически активных веществ лавандина и особенностей их перехода в этанольный экстракт.

Цель настоящего исследования – изучение качественного состава и содержания биологически активных веществ амфидиплоидного лавандина для определения перспектив его практического использования.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись соцветия амфидиплоида лавандина (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel) селекции Никитского ботанического сада. Растительное сырье собирали на коллекционных участках лаборатории ароматических и лекарственных растений ФГБУН «НБС – ННЦ» в фазе массового цветения в июле 2016 г.

Эфирное масло извлекали из мелкоизрубленного воздушно-сухого растительного сырья методом гидродистилляции по Гинзбергу, с дальнейшим пересчетом на сухую массу [1]. Время отгонки эфирного масла – один час.

Для определения содержания биологически активных веществ готовили водно-этанольные экстракты из воздушно-сухих соцветий. Экстракцию проводили 70%-ным этиловым спиртом (при соотношении сырья и экстрагента – 1 : 10) настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре. Степень измельчения сырья 2-3 мм.

Содержание суммы фенольных веществ определяли спектрофотометрически по методу Фолина-Чиокальтео на спектрофотометре Evolution 220 UV/VIS фирмы Thermo Scientific [6]. Содержание флавоноидов определяли по методике Мурри в пересчете на рутин [11]. Содержание гидроксикоричных кислот экстракционно-спектрофотометрическим методом [4]. Содержание аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим титрованием [10]. Количественное содержание каротиноидов в пересчете на  $\beta$ -каротин определяли по методике Евдокимовой О.В. [2]. Анализ каждой пробы проводили 3 раза. Значения всех показателей пересчитаны на воздушно-сухую массу. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием критерия Стьюдента, достоверными считали изменения, где  $P < 0,05$ . Для статистической обработки полученных измерений использовали программное приложение STATISTICA for Windows, Release 6.0.

Компонентный состав и содержание летучих веществ в экстрактах определяли методом газовой хроматографии на хроматографе Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка HP-1 длиной 30 м; внутренний диаметр – 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 до 250<sup>0</sup>С со скоростью 4<sup>0</sup>С/мин. Температура инжектора – 250<sup>0</sup>С. Газ носитель – гелий, скорость потока 1 см<sup>3</sup>/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230<sup>0</sup>С. Температура источника поддерживалась на уровне 200<sup>0</sup>С. Электронная ионизация проводилась при 70 eV в ранжировке масс  $m/z$  от 29 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными комбинированной библиотеки NIST05-WILEY2007 (около 500000 масс-спектров).

### Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что выход эфирного масла из соцветий лавандина составляет 2,0% в пересчете на сырой вес (4,9% в пересчете на сухой вес). Этанольный экстракт лавандина содержит 382,3 мг/дм<sup>3</sup> летучих веществ. В экстракте также выявлены высокие концентрации фенольных соединений, флавоноидов, аскорбиновой кислоты и низкие – каротиноидов (табл. 1).

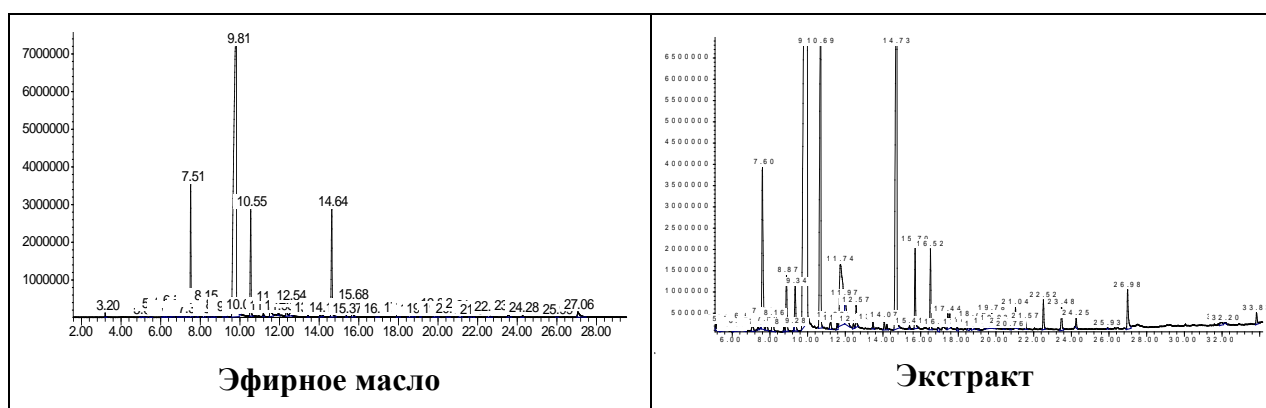
Полученные результаты согласуются с литературными данными по культуре лавандина [14, 15].

Таблица 1

**Содержание биологически активных веществ в экстракте из соцветий амфидиплоида *L. x intermedia***

Сухое вещество %	Сумма фенольных веществ	Гидроксикоричные кислоты	Флавоноиды	Аскорбиновая кислота	Каротиноиды
	Содержание, мг/100 г воздушно-сухого веса			Содержание, мг/100 г сырого веса	
27,8±0,9	2840±63	1568±24	943±36	22,44±0,67	1,35±0,07

С целью изучения особенностей перехода летучих соединений амфидиплоидного лавандина в этанольный экстракт был проведен сравнительный анализ их компонентного состава эфирного масла и экстракта при помощи метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. В результате хроматографического разделения летучих веществ лавандина обнаружено более 50 компонентов. При этом в эфирном масле идентифицировано 40 соединений, а в экстракте – 49 (табл. 2, рис. 1).



**Рис. 1 Хроматограммы летучих соединений эфирного масла и экстракта из соцветий амфидиплоида *L. x intermedia***

В составе летучих соединений лавандина присутствуют в основном вещества терпеновой природы: моно-, сесквитерпены и их производные. На долю терпенов приходится более 80% от общего содержания всех компонентов. Основные соединения масла и экстракта - линалоол, линалилацетат, камфора, 1,8-цинеол и борнеол. Помимо терпенов в эфирном масле и экстракте присутствуют ненасыщенные органические спирты и сложные эфиры органических кислот. В экстракте кроме вышеперечисленного обнаружены незначительные количества кумарина и дитерпенового спирта – фитола. Эфирное масло амфидиплоидного лавандина характеризуется очень высокой массовой долей линалоола, в экстракте его на 25% меньше. В масле также больше 1,8-цинеола. В то же время в экстракте значительно выше массовые доли линалилацетата, камфоры и борнеола.

Таблица 2

**Компонентный состав летучих соединений эфирного масла и экстракта  
амфидиплонда *L. x intermedia***

Компонент	Время удерживания, мин	Массовая доля, %	
		Эфирное масло	Этанольный экстракт
1	2	3	4
$\alpha$ -пинен	5.154	0,37	0,34
камфен	5.531	0,29	0,39
сабинен	6.056	0,11	0,01
$\beta$ -пинен	6.102	0,38	0,09
окт-1-ен-3-ол	6.356	0,14	0,24
$\beta$ -мирцен	6.595	0,50	0,52
гексилацетат	7.112	0,11	0,25
$\beta$ -феландрен	7.490	0,05	0,07
лимонен	7.559	0,44	0,17
<b>1,8-цинеол</b>	<b>7.606</b>	<b>7,40</b>	<b>4,49</b>
<i>цис</i> -оцимен	7.814	0,59	0,25
транс-оцимен	8.153	0,93	0,58
$\gamma$ -терпинен	8.392	0,09	-
сабинен гидрат	8.747	0,09	0,13
<i>цис</i> -линалоолоксид	8.885	0,23	1,35
$\alpha$ -терпинолен	9.348	0,19	0,05
<i>транс</i> -линалоолоксид	9.356	0,34	1,31
<b>линалоол</b>	<b>10.042</b>	<b>62,18</b>	<b>46,34</b>
октен-3-олацетат	10.111	0,12	-
<b>камфора</b>	<b>10.713</b>	<b>7,69</b>	<b>10,73</b>
циклогекс-2-ен-1-он	11.576	-	0,14
борнеол	11.707	1,41	5,25
4-терпинеол	12.039	0,17	1,25
<i>p</i> -мент-1-ен-8-ол	12.471	0,87	0,14
гексилбутират	12.586	0,99	0,53
эндо-борнеол	13.481	-	0,16
гексил изовалериат	14.074	-	0,36
<b>линалилацетат</b>	<b>14.938</b>	<b>7,91</b>	<b>16,69</b>
лавандулилацетат	15.748	1,09	1,79
гексилтиглат	16.935	0,05	0,15
нерилацетат	17.953	0,24	0,10
геранилацетат	18.523	0,40	0,14
гексилкапронат	18.778	-	0,30
зенгиберен	19.086	0,04	0,04
кумарин	19.572	-	0,11
<i>транс</i> -кариофилен	19.788	0,47	0,32
геранилизобутират	19.934	-	0,14
$\alpha$ -бергамотен	20.428	0,07	0,06
$\alpha$ -гумелен	20.782	0,03	0,02
$\alpha$ -фарнезен	21.044	0,59	0,59

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
гермакрен D	21.569	0,28	0,18
геранилпропионат	22.517	-	0,69
$\alpha$ -бисаболен	23.481	0,36	0,62
кариофиленоксид	24.26	0,17	0,20
$\gamma$ -кадинен	25.925	0,02	0,02
$\alpha$ -бисаболол	26.989	1,10	1,16
пальмитиновая кислота	31.947	-	0,20
этил пальмитат	32.209	-	0,02
фитол	33.789	-	0,31

Критерием парфюмерных достоинств эфирного масла лавандина является высокое содержание в нем монотерпеновых спиртов и сложных эфиров, среди которых основное место принадлежит линалилацетату. Существенно отрицательное влияние на качество эфирного масла оказывают камфора и 1,8-цинеол [5, 15]. В эфирном масле и экстракте изученного лавандина содержится довольно много нежелательных компонентов, массовая доля камфоры и 1,8-цинеола составляет более 15%, а сложных эфиров менее 20%. Поэтому эфирное масло и экстракт, получаемые из сырья амфидиплоидного лавандина непригодны для использования в парфюмерно-косметической отрасли. Однако они могут служить источниками натурального линалоола, а высокие концентрации камфоры и 1,8-цинеола, обладающие различной биологической активностью [14] позволяют применять их в фармацевтике.

Таким образом, по компонентному составу летучих веществ экстракт из соцветий амфидиплоидного лавандина близок к эфирному маслу, кроме того он обогащен фенольными соединениями (в том числе флавоноидами) и аскорбиновой кислотой. Также следует отметить, что изученный амфидиплоидный лавандин, способен завязывать семена и, благодаря высокому содержанию различных биологически активных веществ, является перспективным для использования в селекции при создании высокопродуктивных межвидовых гибридов.

### Выводы

Определено содержание биологически активных веществ в водно-этанольном экстракте из соцветий амфидиплоидного лавандина. В экстракте выявлены высокие концентрации фенольных веществ, летучих соединений и аскорбиновой кислоты.

В результате сравнительного анализа компонентного состава летучих соединений эфирного масла и водно-этанольного экстракта лавандина установлено, что экстракт близок по составу к эфирному маслу, содержит низкие концентрации сложных эфиров и высокие концентрации линалоола, камфоры и 1,8-цинеола. В эфирном масле выше массовая доля линалоола, а в экстракте – линалилацетата, камфоры и борнеола. Эфирное масло и экстракт из амфидиплоидного лавандина являются перспективными источниками натурального линалоола, фенольных соединений и аскорбиновой кислоты.

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

### Список литературы

1. Государственная фармакопея СССР. – М., 1987. – Вып. 1.

2. Евдокимова О.В., Самылина И.А., Нестерова О.В. Определение содержания суммы фосфолипидов и каротиноидов в плодах некоторых видов боярышника // Фармация. – 1992. – № 6. – С. 70–72.
3. Зилфикаров И.Н. Дитерпены и полифенолы шалфея лекарственного: перспективы медицинского применения (обзор литературы) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 11. – 2007. – Вып. 3. – С. 149–158.
4. Ларькина М.С., Кадырова Т.В., Ермилова Е.В. Изучение динамики накопления фенолкарбоновых кислот в надземной части василька шероховатого // Химия растительного сырья. – 2008. – № 3. – С. 71–74.
5. Машанов В.И. Андреева Н.Ф., Машанова Н.С. Новые эфирномасличные культуры: Справочное издание. – Симферополь, 1988. – 160 с.
6. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
7. Работягов В.Д. Синтетическое создание аллополиплоидных форм в роде *Lavandula* L. и их морфологические особенности // Генетика. – 1991. – Т. 27. – № 2. – С. 2091–2102.
8. Работягов В.Д., Палий А.Е. Биологически активные вещества *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel (Lamiaceae) // Фармация и фармакология. – 2016. – Т. 4. – № 1 (14). – С.46–54.
9. Работягов В.Д., Палий А.Е. Компонентный состав и содержание эфирного масла двух видов *Lavandula* (Lamiaceae), выращиваемых в условиях Крыма // Химия растительного сырья. – 2017. – № 1. – С. 59–64.
10. Рихтер А.А. Использование в селекции взаимосвязей биохимических признаков // Труды Гос. Никит. ботан. Сада. – 1999. – Т. 108. – С. 121–129.
11. Чемесова И.И., Чубарова С.Л., Саканян Е.И. Спектрофотометрический метод количественного определения содержания полифенолов в сухом экстракте из надземной части *Melilotus officinalis* (L.) Pall. и в его лекарственной форме // Растит. ресурсы. – 2000. – Т. 36. – Вып. 1. – С. 86–91.
12. Adaszyńska-Skwirzyńska M, Dzięcioł M. Comparison of phenolic acids and flavonoids contents in various cultivars and parts of common lavender (*Lavandula angustifolia*) derived from Poland // Nat Prod Res. – 2017. – Vol. 31. – № 21. – P. 2575–2580.
13. Areias F.M., Valentão P., Andrade P.B. HPLC/DAD analysis of phenolic compounds from lavender and its application to quality control // J. Liq. Chromatogr. Relat. Technol. – 2000. – 23. – P. 2563–2572. .
14. Cavanagh H. M. A. Wilkinson J. M. Biological activities of Lavender essential oil // Phytother. Res. – 2002. – Vol. 16. – P. 301–308.
15. Lis-Balchin M. Lavander. The Genus *Lavandula*. Medicinal and Aromatic Plants–Industrial Profiles. – London, 2002. – 268 p.
16. Torras-Claveria L., Jauregui O. Antioxidant activity and phenolic composition of Lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loiseleur) Waste // J. Agric. Food Chem. – 2007. – 55. – P. 8436–8443.

Статья поступила в редакцию 14.02.2018 г.

**Rabotyagov V.D., Paliy A.E., Fedotova I.A. Study of biologically active substances of *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – № 126. – P. 55-60.**

The content of biologically active substances in the water-ethanol extract from inflorescences of amphidiploidal lavandin is determined. It has been found that the extract contains high concentrations of phenolic substances, volatile compounds and ascorbic acid.

As a result of the comparative analysis of the component composition of the volatile compounds of essential oil and water-ethanolic extract of lavandine, it has been found that the extract is similar in composition to essential oil, contains low concentrations of esters and high concentrations of linalool, camphor and 1,8-cineole. Essential oil and extract from amphidiploidal lavandin are promising sources of natural linalool, phenolic compounds and ascorbic acid.

**Keywords:** *Lavandula x intermedia*; water-ethanol extract; essential oil; volatile compounds; phenolic substance.

## ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

УДК 581.9(477.8)

DOI: 10.25684/NBG.boolt.126.2018.09

### ARCEUTHOBIMUM OXYCEDRI (DC.) M. VIEB. НА ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ СЕМЕЙСТВА CUPRESSACEAE В ПАРКАХ КРЫМА

Владимир Павлович Исиков

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

Изучены вопросы распространения цветкового полупаразита *Arceuthobium oxycedri* в парках Крыма. Установлен круг поражаемых растений семейства Cupressaceae: *Cupressus* – 8 видов, 6 форм; *Chamaecyparis* – 1 вид; *Juniperus* – 6 видов; *Platyclusus* – 1 вид, 1 форма. Рассмотрены вопросы биологии и экологии цветкового полупаразита, особенности его распространения в очагах инфекции. Установлено, что первичное заражение от растения-хозяина осуществляется с помощью птиц-карпофагов, вторичное – путем ветрового переноса семян и при соприкосновении крон инфицированных и здоровых растений. Намечены пути снижения вредоносности цветкового полупаразита в посадках кипарисовых растений.

**Ключевые слова:** можжевельнядник; цветковый полупаразит; можжевельники; кипарисы; Крым; распространенность; биология.

#### Введение

Древесные растения семейства Cupressaceae на Южном берегу Крыма являются неотъемлемой частью паркового ландшафта. Высокая декоративность, долговечность, устойчивость к патогенным организмам и вредителям обеспечили им доминирующее положение среди многочисленных древесных интродуцентов, используемых в озеленении. Основным центром интродукции видов этого семейства в Крыму является Никитский ботанический сад. В его коллекции насчитывается 13 видов и 42 формы рода *Cupressus*, 15 видов, 19 форм рода *Juniperus*, 1 вид, 6 форм рода *Platyclusus*. Это основные рода древесных растений, которые широко используются в декоративном садоводстве. Однако, дальнейшему распространению и использованию этих видов препятствует цветковый полупаразит – можжевельнядник, или арцеутобиум можжевельниковый – *Arceuthobium oxycedri* (DC.) M.Vieb.

Можжевельнядник, или арцеутобиум можжевельниковый – вечнозеленый кустарничек, цветковый полупаразит из семейства Loranthaceae Juss [9]. Распространен в разных частях земного шара, охватывает обширную область Древнего Средиземья и простирается с запада на восток почти на 10 тыс. км [17, 32]. В Северной Америке известно 23 вида этого полупаразита, четыре из которых распространены на видах