

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

### КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА *ARACHIS HYPOGAEA* (FABACEAE)

© 2020 г. Н. К. Усманова<sup>1</sup>, А. М. Каримов<sup>2</sup>, Х. М. Бобакулов<sup>2,3</sup>,  
Н. Д. Абдуллаев<sup>2</sup>, Э. Х. Ботиров<sup>4</sup> \*

<sup>1</sup>Наманганский государственный университет, г. Наманган, Узбекистан

<sup>2</sup>Институт химии растительных веществ им. акад. С.Ю. Юнусова АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>3</sup>Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан

<sup>4</sup>Сургутский государственный университет, г. Сургут, Россия

\*e-mail: botirov-nepi@mail.ru

Поступила в редакцию 20.04.2020 г.

После доработки 10.05.2020 г.

Принята к публикации 10.06.2020 г.

Изучен компонентный состав эфирного масла, выделенного методом гидродистилляции из наземной части растения *Arachis hypogaea* L., произрастающего в Узбекистане. Методом хромато-масс-спектрального анализа эфирного масла идентифицировано 47 соединений, что составляет 99.0% от общего количества масла. В составе эфирного масла *A. hypogaea* преобладают окисленные монотерпены (47.8%), альдегиды и кетоны (24.7%) и спирты (18.9%). Доминирующими компонентами эфирного масла являются линалилацетат (32.6%), 2-метил-1-бутанол (12.6%), (E)-2-гексеналь (10.5%),  $\alpha$ -терпинеол (7.0%), (Z)-2-(3,3-диметил)-циклогексиденэтанол (5.3%) и фенилацетальдегид (5.1%). Изучена антимикробная активность эфирного масла в отношении *Bacillus subtilis*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

**Ключевые слова:** *Arachis hypogaea*, эфирное масло, ГХ-МС анализ, антимикробная активность

**DOI:** 10.31857/S0033994620030115

*Arachis hypogaea* L. земляной орех (семейство Fabaceae) – однолетнее травянистое растение высотой 25–40 см, в диком виде не встречается, но широко культивируется в тропических и субтропических странах, в Средней Азии, Закавказье [1, 2]. Земляной орех является одной из главных масличных культур мира. По содержанию белка уступает только сое, ботва содержит до 12% белка и по питательности не уступает люцерне и клеверу [3, 4].

Хорошо известны лечебные свойства этого растения. Надземную часть растения и семена во Вьетнамской народной медицине используется для лечения различных заболеваний, таких как кашель, артрит, запоры [5]. В Индии семена арахиса используются для лечения заболеваний органов дыхания и в качестве источника олигомерных проантоцианидинов, обладающих антиатеросклеротическими свойствами, а также для профилактики эндометриоза и рака [6, 7].

Земляной орех является богатым источником биологически активных соединений, имеющих большое значение в пищевой, фармацевтической, масложировой, косметической промышленности. Из различных органов растения выделены липиды, белки (арахин и конарахин), углеводы, гликозиды, фитостерины, кумарин (эскулетин), хиноны, стероиды, каротиноиды ( $\beta$ -каротин), терпеноиды (гераниол), витамины, фосфолипиды (лецитин) [3, 4, 6, 7], аминокислоты, таннины, тритерпеновые сапонины, алкалоиды (бетаин, холин, арахин, производные индола, спермидина) флавоны, флавонолы [8, 9], стерины, катехины, проантоцианидины [10, 11], изофлавоны, фенолкарбоновые кислоты, стильбены (ресвератрол) и минеральные вещества [5, 12, 13]. Установлено, что соединения, выделенные из *A. hypogaea* обладают антиоксидантным, гиполипидемическим, противовоспалительным, анальгезирующим, антимикробным, противопаразитарным, седативным, гипотензивным и гемостатическим свойствами [3, 4, 6, 7, 11, 14]. Содержание ресвератрола в корнях, стеблях и листьях земляного ореха является достаточно высоким (270.5, 83.0 и 2.9 мг/г) и, вероятно, этим и

<sup>1</sup> Гончарова Т.А. 2004. Энциклопедия лекарственных растений. Лечение травами. М. Т. 1 С. 118–119.

<sup>2</sup> Куркин В.А. 2007. Фармакогнозия. Самара. С. 182–183.

обусловлена высокая антиоксидантная активность экстракта корней арахиса [5, 15].

*A. hypogaea* широко культивируется в различных регионах Узбекистана и ежегодно выращивается около 7500 тыс. т земляного ореха. Предметом настоящего исследования является выделение эфирного масла из надземной части растения и изучение его компонентного состава с целью выявления биологически активных веществ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Использованная в настоящей работе надземная часть *A. hypogaea* заготовлена на территории Наманганской области Республики Узбекистан в период плодоношения (октябрь, 2019 г.).

Выделение эфирного масла из 200 г измельченной воздушно-сухой наземной части *A. hypogaea* осуществляли методом гидродистилляции при атмосферном давлении, дистиллят отбирали в течение 3 ч. Эфирное масло из дистиллята выделили жидкость–жидкостной экстракцией хлороформом. Растворитель отгоняли, эфирное масло сушили безводным сульфатом натрия. Получили светло-зеленое масло с характерным запахом с выходом 0.11%.

**ГХ-МС анализ.** Качественный и количественный состав эфирного масла определяли на хромато-масс-спектрометре Agilent 5975C inert MSD/7890A GC. Разделение компонентов смеси проводили на кварцевой капиллярной колонке Agilent HP-INNOWax (30 м × 250 мкм × 0.25 мкм) в температурном режиме: 50 °С (1 мин)—4 °С/мин до 200 °С (6 мин)—15 °С/мин до 250 °С (15 мин). Объем вносимой пробы составлял 1.0 мкл, скорость потока подвижной фазы (Н<sub>2</sub>) — 1.1 мл/мин. EI-MS спектры были получены в диапазоне *m/z* 10–550 а. е. м. Компоненты идентифицировали на основании сравнения характеристик масс-спектров с данными электронных библиотек (Wiley Registry of Mass Spectral Data-9th Ed., NIST Mass Spectral Library, 2011), и сравнения индексов удерживания (ИУ) соединений, определенного по отношению к времени удерживания *n*-алканов (C<sub>9</sub>–C<sub>24</sub>).

**Определение антимикробной активности.** Антибактериальную активность выделенного эфирного масла в отношении *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* и *Salmonella enterica* определяли методом серийных разведений. Минимальные ингибирующие концентрации определяли методом макроразведения в триптиказеино-соевом бульоне. Исходный раствор получали путем растворения эфирного масла в диметилсульфоксиде до концентрации 20 мкл/мл, а затем делали серийные разведения в пределах от 10 до 0.125 мкл/мл в пробирках, содержащих 1 мл бульона. Затем к каждой пробирке добавляли 100 мкл

бактериальной суспензии, эквивалентной 0.5 единицам McFarland, и инкубировали при 35 °С в течение 20 ч. После этого определяли минимальную ингибирующую концентрацию (МИК, мкг/мл) как самую низкую концентрацию эфирного масла, при которой не наблюдалось бактериального роста. Раствор стрептомицина использовался как референс-контроль.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты хромато-масс-спектрального анализа эфирного масла *A. hypogaea* приведены в табл. 1. Всего в его составе охарактеризовано 47 соединений, что составляет 99.0% от общего количества эфирного масла. В составе эфирного масла преобладают окисленные монотерпены (47.8%), альдегиды и кетоны (24.7%), спирты (18.9%). Содержание гетероциклических соединений, окисленных сесквитерпенов и монотерпенов является низким — 2.6, 0.9 и 0.7% соответственно. Мажорными компонентами эфирного масла являются линалилацетат (32.6%), 2-метил-1-бутанол (12.6%), (*E*)-2-гексеналь (10.5%), α-терпинеол (7.0%), (*Z*)-2-(3,3-диметил)-циклогексиденэтанол (грандлур II) (5.3%) и фенилацетальдегид (5.1%).

Следует отметить довольно высокое содержание в составе эфирного масла ациклического монотерпена линалилацетата — компонента парфюмерных композиций, отдушек для мыла и косметических изделий. 2-Метил-1-бутанол — один из компонентов аромата трюфеля. (*E*)-2-Гексеналь является феромоном тревоги тараканов, а также компонентом парфюмерных композиций и пищевых эссенций [16<sup>3</sup>]. Грандлур II обнаружен в составе агрегационного феромона земляничного долгоносика *Anthonomus rubi* — основного вредителя клубники [17]. Фенилацетальдегид является цветочным аттрактором для многих видов чешуекрылых, например, капустной петлительницы [18]. Следовательно, экстракты надземной части *A. hypogaea* потенциально могут быть использованы в качестве естественного источника приманок для ловушек соответствующих насекомых. Достаточно в большом количестве (7.0%) в исследуемом эфирном масле представлен α-терпинеол — моноциклический монотерпеновый спирт, содержащийся во многих эфирных маслах (померанцевое масло, камфорное масло, гераниевое масло, веролиевое масло, петигреновое масло и др.) и обладающий широким спектром фармакологической активности: антиоксидантной, противоопухоловой, противосудорожной, противоязвенной и антигипертензивной [19]. *цис*-Изогераниол является следовым феромоном муравьев *Leptogenys diminuta* [20].

<sup>3</sup> Хейфиц Л.А., Дашуни В.М. 1994. Душистые вещества и другие продукты для парфюмерии: Справ. М. 256 с.

Таблица 1. Компонентный состав эфирного масла *Arachis hypogaea*, выделенного из наземной части растения  
 Table 1. Composition of *Arachis hypogaea* essential oil isolated from the plant aerial parts

№ No	Соединения Compounds	ИУ RI	Содержание, % Content, %	№	Соединения Compounds	ИУ RI	Содержание, % Content, %
1.	(E)-3-Пентен-2-он (E)-3-Penten-2-one	1106	1.4	27.	1-Октен-3-ол 1-Octen-3-ol	1450	1.6
2.	(E)-2-Пентеналь (E)-2-Pentalal	1109	1.6	28.	2-Метилалил ацетат 2-Methylallyl acetate	1458	0.9
3.	3-Гексеналь 3-Hexenal	1120	0.5	29.	(E,E)-2,4-Гептадиеналь (E,E)-2,4-Heptadienal	1451	0.4
4.	1-Бутанол 1-Butanol	1131	0.3	30.	Бензальдегид Benzaldehyde	1506	0.7
5.	1-Пентен-3-ол 1-Penten-3-ol	1149	0.7	31.	Линалил ацетат Linalyl acetate	1545	32.6
6.	3-Пентен-2-ол 3-Penten-2-ol	1170	1.1	32.	(E)-6-Метил-3,5-гептадиенон (E)-6-Methyl-3,5-hepta-dienone	1561	0.4
7.	Пиридин Pyridine	1172	0.4	33.	β-Циклоцитраль β-Cyclocitral	1595	0.4
8.	2-Гептанон 2-Heptanone	1174	0.4	34.	2,4,6-Триметил-3-циклогексен-1-карбальдегид 2,4,6-Trimethyl-3-cyclo-hexene-1-carboxaldehyde	1601	0.4
9.	Гептаналь Heptanal	1184	0.2	35.	Фенилацетальдегид Benzeneacetalddehyde	1627	5.1
10.	3-Метил-2-бутеналь 3-Methyl-2-butenal	1202	0.3	36.	α-Терпинеол α-Terpinol	1687	7.0
11.	2-Метил-1-бутанол 2-Methyl-1-butanol	1205	12.6	37.	5-Этил-2(5H)-фуранон 5-Ethyl-2(5H)-furanone	1735	0.3
12.	(E)-2-Гексеналь (E)-2-Hexenal	1210	10.5	38.	Мириценол Myricenol	1778	0.7
13.	2-Пентилфуран 2-Pentylfuran	1222	0.7	39.	цис-Изогераниол cis-Isogeraniol	1810	1.6
14.	3,7-Диметил-1,3,6-октатриен 3,7-Dimethyl-1,3,6-octatriene	1227	0.4	40.	β-Дамасценон β-Damascenone	1815	0.2
15.	1-Пентанол 1-Pentanol	1241	0.2	41.	β-Дамасценон β-Damascenone	1847	5.3
16.	цис-Осцимен cis-Oscimene	1246	0.3	42.	Грандлур II Grandlure II	1851	1.1
17.	α-Терпинолен α-Terpinolen	1276	0.4	43.	(E)-Геранилацетон (E)-Geranylacetone	1856	0.9
18.	цис-2-(2-Пентенил) фуран cis-2-(2-Pentenyl)furan	1280	0.6	44.	Бензиловый спирт Benzyl alcohol	1923	0.5
19.	3-Метил-3-бутен-2-ол 3-Methyl-3-buten-2-ol	1285	0.9	45.	(E)-β-Ионон (E)-β-Ionone	2020	0.9
20.	(E)-2-Пентенон (E)-2-Pentenol	1304	0.4	46.	Неролидол Nerolidol	2130	0.9
21.	(Z)-2-Гептенил (Z)-2-Heptenal	1313	0.2	47.	Гексагидрофарнезиллацетон Hexahydrofarnesyl acetone	2148	0.6
22.	6-Метил-5-тетрен-2-он 6-Methyl-5-tetren-2-one	1329	0.6		3-Метоксиацетофенон 3-Methoxyacetophenone		
23.	(Z)-3-Гексенон Z-3-Hexenol	1360	0.2		Окисленные монотерпены Oxygenated monoterpenes		47.8
24.	Нональ Nonanal	1383	0.5		Альдегиды и кетоны Aldehydes and ketones		24.7
25.	цис-Линалоол оксид cis-Linalool oxide	1425	0.2		Спирты Alcohols		18.9
26.	Фуруфурол Furfural	1448	0.9		Другие Others		7.6
					Всего Total of identified		99.0

Примечание: ИУ — относительный индекс удерживания.  
 Note: RI — relative retention indices.

**Таблица 2.** Минимальная концентрация ингибирования (МИС) эфирного масла *A. hypogaea* в отношении четырех бактериальных штаммов**Table 2.** Minimum inhibitory concentration (MIC) of *A. hypogaea* essential oil against four bacterial strains

Samples	MIC (μM)			
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>S. enterica</i>
Стрептомицин Streptomycin	25.8	3.1	25.8	25.8
Эфирное масло <i>A. hypogaea</i> Essential oil of <i>Arachis hypogaea</i>	342.3	492.6	216.0	411.4

Известно, что многие эфирные масла из различных растений проявляют антимикробную активность против широкого спектра бактерий и грибов [21, 22]. Антимикробная активность *in vitro* эфирного масла *A. hypogaea* по сравнению со стрептомицином показана в табл. 2. Эфирное масло проявило значительные антимикробные свойства в отношении *Bacillus subtilis* и умеренную активность в отношении *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

Мы склонны считать, что антимикробная активность эфирного масла *A. hypogaea* обусловлена наличием в его составе линалацетата и  $\alpha$ -терпинеола, которые, как было указано, обладают вышеуказанной активностью [23, 24]. Китайские исследователи обнаружили, что экстракты стебля и листьев *A. hypogaea* оказывают седативное и снотворное действие. Согласно их данным, основными компонентами эфирного масла являются линалоол, *n*-гексадекановая кислота и 1-октен-3-ол [14]. Главными компонентами эфирного масла листьев *A. hypogaea*, произрастающего в Северной Каролине (США), являются 1-октен-3-ол, геникозан, нонаналь, 4-винилгваякол и фитол [25]. В составе изученного нами эфирного масла

вышеуказанные соединения, за исключением нонанала (0.5%) и 1-октен-3-ола (1.6%) не обнаружены. Значительное различие в составе эфирных масел *A. hypogaea*, произрастающих в Китае, США и Узбекистане, возможно, обусловлено различиями почвенно-климатических условий и вегетационного периода растения.

## ВЫВОДЫ

Методом хромато-масс-спектрального анализа эфирного масла из надземной части *Arachis hypogaea* идентифицировано 47 соединений, относящихся к окисленным монотерпенам, альдегидам и кетонам, спиртам и другим классам. Доминирующими компонентами эфирного масла являются линалацетат, 2-метил-1-бутанол, (Е)-2-гексеналь,  $\alpha$ -терпинеол, грандлур II и фенилацетальдегид. Изучена антимикробная активность эфирного масла и установлено, что оно проявляет значительное антимикробное действие в отношении *Bacillus subtilis* и умеренную активность в отношении *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

См. REFERENCES

### Component Composition and Antimicrobial Activity of *Arachis hypogaea* (Fabaceae) Essential Oil

N. K. Usmanova<sup>a</sup>, A. M. Karimov<sup>b</sup>, Kh. M. Bobakulov<sup>b, c</sup>, N. D. Abdullaev<sup>b</sup>, E. Kh. Botirov<sup>d, \*</sup>

<sup>a</sup>Namangan State University, Namangan, Uzbekistan

<sup>b</sup>Acad. S. Yu. Yunusov Institute of the Chemistry of Plant Substances, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

<sup>c</sup>Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan

<sup>d</sup>Surgut State University, Surgut, Russia

\*e-mail: botirov-nepi@mail.ru

**Abstract**—The component composition of the essential oil isolated by the hydrodistillation from the aerial parts of *Arachis hypogaea* L., growing in Uzbekistan, was studied. In total 47 compounds constituting 99.0% of the oils were identified using gas chromatography-mass spectrometry analysis. The composition of *A. hypogaea* essential oil is dominated by oxygenated monoterpenes (47.8%), aldehydes and ketones (24.7%) and alcohols (18.9%).

The dominant components of the essential oil are linalyl acetate (32.6%), 2-methyl-1-butanol (12.6%), (E)-2-hexenal (10.5%),  $\alpha$ -terpineol (7.0%), (Z)-2-(3,3-dimethylcyclohexylidene)ethanol (5.3%) and phenylacetaldehyde (5.1%). The antimicrobial activity of essential oil against *Bacillus subtilis*, *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* was screened.

*Keywords:* *Arachis hypogaea*, essential oil, GC-MS analysis, antimicrobial activity

## REFERENCES

1. *Goncharova T.A.* 2004. [Encyclopedia of medicinal plants. Phytotherapy]. T. 1. Moscow: P. 118–119. (In Russian)
2. *Kurkin V.A.* 2007. [Pharmacognosy]. Samara. P. 182–183. (In Russian)
3. *Geetha K., Ramarao N., Kiran R.S., Srilatha K., Mamatha P., Umamaheswar Rao V.* 2013. An overview on *Arachis hypogaea* plant. – *Int. J. Pharm. Sci. Res.* 4(12): 4508–4518.  
[https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.4\(12\).4508-18](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.4(12).4508-18)
4. *Marka R., Talari S., Panchala S., Rudroju Sh., Swamy Nanna R.* 2013. Preliminary Phytochemical Analysis of Leaf, Stem, Root and Seed Extracts of *Arachis hypogaea* L. – *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 20 (1): 134–139.  
<http://globalresearchonline.net/journalcontents/v20-1/22.pdf>
5. *Nguyen Kim T.P., Vo Thi N., Tran Van P., Ngo Diem P.Q., Thi Thuy D.N., Ton That Q., Kim Phi P.N.* 2013. Phytochemical Constituents and Determination of Resveratrol from the Roots of *Arachis hypogaea* L. – *Am. J. Plant Sci.* 4(12): 2351–2358.  
<https://doi.org/10.4236/ajps.2013.412291>
6. *Al-Snafi A.E.* 2014. Chemical Constituents and Pharmacological Activities of *Arachis hypogaea*. A Review. – *Int. J. Pharm. Res. Scholars (IJPRS)*. 3 (1): 615–623. Manuscript No: IJPRS/V3/I1/00116
7. *Lopes R.M., Agostini-Costa T.D.S., Gimenes M.A., Silveira, D.* 2011. Chemical composition and biological activities of *Arachis* species. – *J. Agric. Food Chem.* 59(9): 4321–4330.  
<https://doi.org/10.1021/jf104663z>
8. *Sobolev V.S., Sy A.A., Gloer J.B.* 2008. Spermidine and flavonoid conjugates from peanut (*Arachis hypogaea*) flowers. – *J. Agric. Food Chem.* 56(9): 2960–2969.  
<https://doi.org/10.1021/jf703652a>
9. *Lou H., Yuan H., Yamazaki Y., Sasaki T., Oka S.* 2001. Alkaloids and flavonoids from peanut skins. – *Planta Med.* 67(4): 345–349.  
<https://doi.org/10.1055/s-2001-14319>
10. *Zhou W., Branch W.D., Gilliam L., Marshall J.A.* 2019. Phytosterol Composition of *Arachis hypogaea* Seeds from Different Maturity Classes. – *Molecules*. 24: 106–115.  
<https://doi.org/10.3390/molecules24010106>
11. *Tatsuno T., Jinno M., Arima Y., Kawabata T., Hasegawa T., Yahagi N., Ohta T.* 2011. Anti-inflammatory and anti-melanogenic proanthocyanidin oligomers from peanut skin. – *Biol. Pharm. Bull.* 35(6): 909–916.  
<https://doi.org/10.1248/bpb.35.909>
12. *Toomer O.T.* 2018. Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*). – *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.* 58(17): 3042–3053.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1339015>
13. *Sobolev V.S., Khan S. I., Tabanca N., Wedge D. E., Manly S. P., Cutler S. J., Gloer J. B.* 2011. Biological Activity of Peanut (*Arachis hypogaea*) Phytoalexins and Selected Natural and Synthetic Stilbenoids. – *J. Agric. Food Chem.* 59(5): 1673–1682.  
<https://doi.org/10.1021/jf104742n>
14. *Zu X., Zhang Zh., Xiong G., Liao T., Qiao Y., Li Y., Geng Sh., Li X.* 2013. Sedative effects of *Arachis hypogaea* L. stem and leaf extracts on sleep-deprived rats. – *Exp. Ther. Med.* 6: 601–605.  
<https://doi.org/10.3892/etm.2013.1182>
15. *Lou H., Yuan H., Ma B., Ren D., Ji M., Oka S.* 2004. Polyphenols from peanut skins and their free radical-scavenging effects. – *Phytochemistry*. 65: 2391–2399.  
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.06.026>
16. *Kheifits L.A., Dashunin V.M.* 1994. [Aromatic materials and other products for perfumery]. Moscow. 256 p. (In Russian)
17. *Innocenzi P.J., Hall D.R., Cross J.V.* 2001. Components of Male Aggregation Pheromone of Strawberry Blossom Weevil, *Anthonomus rubi* Herbst. (*Coleoptera: Curculionidae*). – *J. Chem. Ecol.* 27 (6): 1203–1218.  
<https://doi.org/10.1023/A:1010320130073>
18. *Heath R.R., Landolt P.J., Dueben B., Lenczewski B.* 1992. Identification of Floral Compounds of Night-Blooming Jessamine Attractive to Cabbage Looper Moths. – *Environ. Entomol.* 21: 854–859.  
<https://doi.org/10.1093/ee/21.4.854>
19. *Khaleel Ch., Tabanca N., Buchbauer G.* 2018.  $\alpha$ -Terpineol, a natural monoterpene: A review of its biological properties. – *Open Chem.* 16: 349–361.  
<https://doi.org/10.1515/chem-2018-0040>

20. Attygalle A.B., Steghaus-Kovac S., Ahmad V.U., Maschwitz U., Vostrowsky O., Bestmann H.J. 1991. *cis*-Isogeraniol, a recruitment pheromone of ant *Leptogenys diminuta*. – *Naturwissenschaften*. 78(2): 90–92.  
<https://doi.org/10.1007/BF01206267>
21. Akthar M.S., Degaga B., Azam T. 2014. Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: A review. – *Issues Biol. Sci. Pharm. Res.* 2(1): 01–07.  
<https://journalissues.org/wp-content/uploads/2014/07/Akthar-et-al.pdf>
22. Nazzaro F., Fratianni F., De Martino L., Coppola R., De Feo V. 2013. Effect of essential oils on pathogenic bacteria. – *Pharmaceuticals*. 6:1451–1474.  
<https://doi.org/10.3390/ph6121451>
23. Park S.N., Lim Y.K., Freire M.O., Cho E., Jin D., Kook J.K. 2012. Antimicrobial effect of linalool and  $\alpha$ -terpineol against periodontopathic and cariogenic bacteria. – *Anaerobe*. 18: 369–372.  
<https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2012.04.001>
24. Trombetta D., Castelli F., Sarpietro M.G., Venuti V., Cristani M., Daniele C., Saija A., Mazzanti G., Bisignano G. 2005. Mechanisms of Antibacterial Action of Three Monoterpenes. – *Antimicrob. Agents Chemother.* 49: 2474–2478.  
<https://doi.org/10.1128/AAC.49.6.2474-2478.2005>
25. Constanza K., Tallury Sh., Whaley J., Sanders T., Dean L. 2015. Chemical Composition of the Essential Oils from Leaves of Edible (*Arachis hypogaea* L.) and Perennial (*Arachis glabrata* Benth.) Peanut Plants. – *J. Essent. Oil Bear. Pl.* 18(3): 605–612.  
<https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.961039>