УДК 57.013;632.51
DOI: 10.29296/25877313-2018-02-04
© Коллектив авторов, 2018

ВЛИЯНИЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА ПОЛЫНИ МЕТЕЛЬЧАТОЙ (*ARTEMISIA SCOPARIA* WALDST. ET KIT.)

С.В. Жигжитжапова
к.б.н., Байкальский институт природопользования, Сибирское отделение Российской академии наук (г. Улан-Удэ)
E-mail: Zhig2@yandex.ru
Е.П. Дыленова
аспирант, Байкальский институт природопользования, Сибирское отделение Российской академии наук;
Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ)
Т.Э. Рандалова
к.фарм.н., Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ)
Л.Д. Раднаева
д.х.н., Байкальский институт природопользования, Сибирское отделение Российской академии наук;
Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ)
А.С. Тараскина
ассистент, Бурятский государственный университет (г. Улан-Удэ)

Исследован состав эфирных масел растений полыни метельчатой в образцах, собранных в одной и той же популяции, но в разные годы. Идентифицирован ряд соединений (β-мирцен, п-цимол, γ-терпинен, лимонен, α- и β-пинены, (Е)-β-фарнезен, кариофиллен и его оксид, α-копаен, спатуленол) каждого года. Наибольшее структурное разнообразие и количество компонентов масла отмечено у растений, собранных в годы, характеризующиеся в дефицитом осадков в весенне-летний сезоны.

Ключевые слова: *полынь метельчатая, эфирное масло, терпеноиды, метеорологические условия, Бурятия.*

Для цитирования: Жигжитжапова С.В., Дыленова Е.П., Рандалова Т.Э., Раднаева Л.Д., Тараскина А.С. Влияние метеорологических условий на состав эфирного масла полыни метельчатой (*Artemisia scoparia* Waldst. et Kit.). Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2018;21(2):28–33. **DOI: 10.29296/25877313-2018-02-04**

На рост и развитие растений в первую очередь большое влияние оказывают метеорологические условия (температура атмосферного воздуха, количество осадков), эти же факторы играют значительную роль в формировании химических веществ в растении. Изменение погодных условий в разные годы влияет как на состав индивидуальных составляющих эфирного масла – увеличение содержания гермакрена у видов рода *Galatella* Cass. [1], так и на групповом составе – увеличение структурного разнообразия при повышении экстремальности погодных условий [2], а также содержания кислородсодержащих соединений при недостатке влаги [3].

Цель работы – оценка влияния метеорологических условий на состав эфирного масла полыни метельчатой (*Artemisia Scoparia* Waldst. et Kit.).

Выбор в качестве объекта исследования полыни метельчатой – одно- двулетнего растения [4], позволил свести к минимуму влияние онтогенетического фактора. В качестве модельного участка выбран залежный фитоценоз, представляющий собой ровный участок и составленный практически из чистой заросли полыни метельчатой, что сводит к минимуму влияние рельефа местности и влияние других видов растений на состав эфирного масла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследован состав эфирных масел полыни метельчатой из одной и той же популяции в течение трех лет.

Сырье для получения эфирного масла собирали в ходе экспедиционных работ 2014–2016 гг. в Республике Бурятия, Иволгинском районе на залежном участке в предгорьях Ганзуринского хребта в июле-сентябре месяцах. Гербарные образцы хранятся в лаборатории химии природных систем на базе Байкальского института природопользования СО РАН и Бурятского государственного университета.

Эфирное масло получали методом гидродистилляции из воздушно-сухого сырья. Компонентный состав масла определяли методом хромато-масс-спектрометрии на газовом хроматографе «Ag-

ilent Packard HP 6890 N» с квадрупольным масс-спектрометром «HP MSD 5973» в качестве детектора и газовом хроматографе «Agilent 7890B» с масс-спектрометром типа тройной квадруполь 7000C. Использовалась 30-метровая кварцевая колонка «HP-5 MSD» с внутренним диаметром 0,25 мм.

Процентный состав эфирного масла вычисляли по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ основан на сравнении времен и индексов удерживания (*J*), а также полных масс-спектров, библиотеки хромато-масс-спектрометрических данных летучих веществ растительного происхождения [5], NIST14. Количественный анализ выполняли методом внутренней нормировки по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В образцах эфирного масла идентифицировано 67 соединений (табл. 1). По компонентному составу образцы относятся к хемотипу эфирных масел, характерному для Бурятии; они содержат в качестве основных компонентов монотерпеновые и сесквитерпеновые соединения [6].

Условия произрастания растений влияют как на развитие растений, так и активность различных ферментов и групп ферментов, определяющих состав вторичных метаболитов и, следовательно, состав эфирного масла. В рассмотренном случае определяющим фактором являются погодные условия.

В 2014 г. в Прибайкалье и Забайкалье была экстремально теплая весна с дефицитом осадков в марте и апреле [7]; 2015 г. характеризовался теплой весной и жарким летом с дефицитом влаги (летние осадки 76% нормы) [8], на территории Бурятии прошли обширные лесные пожары. Весна и лето 2016 г. были теплыми с количеством осадков близким к норме (112 и 96% соответственно) [9]. Таким образом, 2014 и 2015 гг. можно назвать – «сухие», а 2016 г. – «нормальный».

Таблица 1. ***Состав эфирных масел образцов Artemisia scoparia, собранных в 2014–2016 гг. в Республике Бурятия***

Компоненты	*J*	Содержание компонентов, % от цельного масла			
		31.07.14*	19.07.2015**	28.09.2015***	12.09.2016****
Монотерпены					
α-Пинен	932	1,85	4,52	3,40	0,89
β-Пинен	975	1,51	2,58	3,52	1,99
β-Мирцен	991	1,96	1,80	0,94	0,57
α-Терпинен	1017	0,56	0,44	–	–
п-Цимол	1024	0,79	4,72	3,39	1,34
Лимонен	1028	2,23	3,06	3,05	1,05
1,8-Цинеол	1031	8,84	0,44	–	0,25
цис-β-Оцимен	1038	–	2,12	–	0,21
транс-β-Оцимен	1048	3,31	–	5,05	4,22
γ-Терпинен	1058	1,58	2,84	2,13	2,02
Терпинолен	1088	0,36	0,17	0,13	–
Камфора	1144	1,01	0,38	–	–
Терпинеол-4	1177	2,70	0,56	0,44	–
α-Терпинеол	1191	1,08	0,28	–	–
Сесквитерпены					
α-Копаен	1378	0,55	1,07	1,18	0,54
β-Кубебен	1392	20,30	–	–	–
Кариофиллен	1422	10,76	9,91	9,59	6,16
β-Копаен	1432	0,32	–	0,23	0,41
Гумулен	1456	0,60	0,71	–	0,76
(E)-β-Фарнезен	1458	3,83	3,32	3,58	3,47

Окончание табл. 1

γ-Куркумен	1482	7,95	–	10,26	18,45
Гермакрен D	1484	–	16,42	19,70	–
ar-Куркумен	1485	–	6,91	–	22,44
Неролидол	1491	–	1,23	1,31	1,01
Зингиберен	1496	3,36	–	–	7,64
Бициклогермакрен	1500	2,95	–	1,26	1,78
α-Муролен	1502	1,03	0,25	–	–
(E,E)- α-Фарнезен	1510	0,84	0,62	–	1,09
γ-Кадинен	1517	0,39	0,52	–	–
d-Кадинен	1527	1,15	1,36	0,90	1,37
(E,Z)-α-Фарнезен	1535	0,71	6,18	–	–
Спатуленол	1580	1,65	8,15	6,37	4,91
Кариофиллен оксид	1586	–	8,55	5,86	4,33
Салвиал-4(14)-ен-1-он	1598	–	1,26	1,15	1,11
Изоспатуленол	1640	0,53	–	–	0,71
Т-Кадинол	1643	0,65	–	1,26	–
Герма-4(15),5,10(14)-триен-1-ол	1695	1,19	–	1,92	–
Сумма идентифицированных компонентов	–	92,26	92,08	92,81	92,96

П р и м е ч а н и е : также в составе масла идентифицированы: *линалоол (0,22%), 2-этилиден-6-метил-3,5-гептадиеналь (2,15%),*цис -п*-ментен-2-ол (0,28%), хризантенон (1,33%), сабинен (0,40%), филифолон (1,26%), (Z)- β-фарнезен (0,17%), (2E,6E)-фарнезол (0,23%), β-куркумен (0,23%), γ-аморфен (1,03%), минтсульфид (0,21 %), аллоаромадендрен (0,95 %), кубебен (0,92%), туейепсен-13 (0,34%); **карвакрол (0,74%), β-терпинилацетат (0,26%), камфен (0,20%), миртеналь (0,30%), (Z)-гексен-3-ил-3-метилбутаноат (0,21%); *** нерилацетат (0,17%), β-бисаболен (0,93%), элемен изомер (0,15%), α-санталол (1,59%), салвидиенол (1,13%), леден оксид (II) (1,59 %), 7-эписилфипперфол-5-ен (0,19%), италицен эфир (0,52%), эвгенол (0,12%); ****β-бисаболол (1,30%), α-бисаболол (0,52%), эвдесма-4(15),7-диен -1β-ол (2,42%).

Во всех исследованных образцах масла идентифицированы β-мирцен, п-цимол, γ-терпинен, лимонен, α- и β-пинены, (E)-β-фарнезен, кариофиллен и его оксид, α-копаен, спатуленол. Остальные компоненты эфирных масел то появляются, то исчезают в составе масел, видимо, их биосинтез обусловлен условиями произрастания растений. Основные компоненты эфирных масел (содержание которых 1% и выше) обнаружены как среди константных, так и спорадически появляющихся компонентов. Перечень доминирующих компонентов эфирных масел выглядит следующим образом: 2014 г. (июль) – β-кубебен (20,30%), кариофиллен (10,76%), 1,8-цинеол (8,84%), γ-куркумен (7,95%), (E)-β-фар-незен (3,83%); 2015 г. (июль) – гермакрен Д (16,42%), спатуленол (8,15%), кариофиллен оксид (8,01%), *ar*-куркумен (6,91%), (E,Z)-α-фарнезен (6,01%); 2015 г. (сентябрь) – гермакрен Д (19,70%), γ-куркумен (10,26%), кариофиллен и его оксид (9,59 и 5,86% соответственно), спатуленол (6,37%), *транс*-β-оцимен (5,05%) и п-цимол, лимонен, α- и β-пинены, (E)-β-фарнезен содержатся примерно в одинаковых количествах (до 4%); 2016 г. – *ar*-куркумен (22,44%), γ-куркумен (18,45%), зингиберен (7,64%), кариофиллен и его оксид (6,16 и 4,33% соответственно), спатуленол (4,91%), *транс*-β-оцимен (4,22%) (табл. 1).

Составляющие эфирного масла можно сгруппировать по структурным типам [10]. Групповой анализ составляющих эфирного масла показал, что во всех группах превалируют монотерпены: ациклические производные 2,6-диметилоктана, моноциклические ментанового ряда и бициклические пинанового ряда (табл. 2).

Состав эфирного масла 2016 г. отличает от масел предыдущих лет. Так, в нем превалирует моноциклические сесквитерпены за счет большого содержания *ar*-куркумена и зингиберена, сравнительно мало моно- и бициклических монотерпенов.

Таблица 2. ***Групповой состав эфирных масел Artemisia scoparia***

Структурные типы	Содержание компонентов, % от цельного масла			
	31.07.14	19.07.2015	28.09.2015	12.09.2016
Ациклические монотерпены				
Производные 2,6-диметилоктана	5,49	3,92	6,16	5,00
Иррегулярные	2,15	–	–	–
Моноциклические монотерпены				
Тип ментана	18,42	13,51	9,14	4,66
Бициклические монотерпены				
Тип изокамфана		0,20	–	–
Тип камфана	1,01	0,38	–	–
Тип пинана	4,69	7,40	6,92	2,88
Тип туйана	0,40	–	–	–
Монотерпены с малыми циклами	1,26	–	–	–
Ациклические сесквитерпены				
Производные фарнезана	5,78	11,35	4,89	5,57
Моноциклические сесквитерпены				
Тип бисаболана	11,54	6,91	11,19	50,35
Тип гермакрана	1,19	16,42	21,62	–
Тип гумулана	0,60	0,71	–	0,76
Тип элемана	–	–	0,15	–
Бициклические сесквитерпены				
Тип кадалина	4,25	2,13	2,16	1,37
Тип эвдесмана	–	–	–	2,42
Тип кариофиллана	10,76	18,46	15,45	10,49
Тип бергамотана	–	–	1,59	–
Тип даукана	0,21	1,26	2,28	1,11
Бициклические с циклопропановым кольцом	2,95	–	1,26	1,78
Трициклические сесквитерпены				
Тип аромадендрана	3,13	8,15	7,96	5,62
Тип кубебана	20,92	–	–	–
Тип копана	0,87	1,07	1,41	0,95
Триквинаны	–	–	0,19	–
Производные спироциклических сесквитерпенов	0,34	–	0,52	–
Ароматические соединения	–	0,21	0,12	–
Всего структурных типов/индивидуальных соединений	19/45	15/33	17/20	13/16
Сумма кислородсодержащих компонентов	42,10	53,95	49,67	33,98

Наибольшее структурное разнообразие компонентов эфирного масла наблюдается в 2014 г., наименьшее – в 2016 г., что подтверждает установленную ранее на полынях Якутии [2] прямую зависимость между структурным разнообразием и экстремальностью погодных условии. А зависимость, вероятно, связана с адаптацией растений при увеличении экстремальности погодных условий. Более высокое содержание в эфирном масле кислородсодержащих соединений также свидетельствует об недостатке влаги в период от начала вегетации растений до момента их сбора. Недостаток влаги способствует окислительным процессам [3] и прочим процессам вторичной трансформации терпенов, поэтому при неблагоприятных для растений условиях увеличивается как структурное разнообразие, так и ассортимент индивидуальных составляющих эфирных масел (см. табл. 2).

ВЫВОДЫ

1. В составе эфирных масел растений полыни метельчатой собранной в одной и той же популяции, но в разные годы идентифицирован ряд соединений (β-мирцен, п-цимол, γ-терпинен, лимонен, α- и β-пинены, (E)-β-фарнезен, кариофиллен и его оксид, α-копаен, спатуленол).

2. Наибольшее структурное разнообразие, а также количество компонентов эфирного масла отмечено у растений, собранных в годы, характеризующиеся дефицитом осадков в весенне-летний сезоны. Таким образом, ведущим фактором, влияющим на состав эфирного масла, является количество осадков в вегетационный период, которое определяет влагообеспеченность растений в условиях семиаридных экосистем.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук и при финансовой поддержке РФФИ (научный проект № 15-44-042330 р_сибирь_а).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Королюк Е.А., Покровский Л.М., Ткачев А.*В. Химический состав эфирного масла представителей рода *Gallatella* Cass. (*Asteraceae* Dumont) из Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2002. № 1. С. 5–18.
2. *Кершенгольц Б.М., Аньшакова В.В., Филиппова Г.В., Кершенгольц Е.Б.* Влияние температурно-влажностных метеорологических условий на качественный и количественный состав эфирных масел полыней Якутии // Химия растительного сырья. 2009. № 3. С. 89–94.
3. *Зыкова И.Д., Ефремов А.А.* Влияние метеорологических условий на состав эфирного масла соцветий лабазника вязолистного (*Filipendula ulmara* (L.) Maxim.), произрастающего в Сибирском регионе // Вестник КрасГАУ. 2015. № 5. С. 45–50.
4. *Красноборов И.М., Ломоносова М.Н., Тупицына Н.Н. и соавт.* Флора Сибири. Т. 13. *Asteraceae* (Compositae). Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН. 1997. 472 с.
5. *Ткачев А.В.* Исследование летучих веществ растений / Новосибирск. 2008. 969 с.
6. *Zhigzhitzhapova S.V., Randalovaa T.E., Radnaeva L.D.* Composition of Essential Oil of *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit. from Buryatia and Mongolia // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 2016. V. 42. № 7. P. 730–734.
7. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2014 год. М. 2015. 107 с.
8. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. М. 2016. 68 с.
9. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М. 2017. 70 с.
10. *Семенов А.А.* Очерки химии природных соединений. Новосибирск: Наука. 2000. 664 с.

Поступила 11 сентября 2017 г.

For citation: Zhigzhitzhapova S.V., Dylenova E.P., Randalova T.E., Radnaeva L.D., Taraskina A.S. The influence of the meteorological conditions on the composition of the essential oil of Artemisia Scoparia WALDST. ET KIT. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2018;21(2):28–33. **DOI: 10.29296/25877313-2018-02-04**

THE INFLUENCE OF THE METEOROLOGICAL CONDITIONS ON THE COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF *ARTEMISIA SCOPARIA* WALDST. ET KIT.

© Authors, 2018

S.V. Zhigzhitzhapova
Ph.D. (Biol.), Institute of Nature Management Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude)
E.P. Dylenova
Post-graduate Student, Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of Russian Academy of Sciences;
Buryat State University (Ulan-Ude)
T.E. Randalova
Ph.D. (Pharm.), Buryat State University (Ulan-Ude)

L.D. Radnaeva
Dr.Sc. (Chem.), Baikal Institute of Nature Management Siberian Branch of Russian Academy of Sciences;
Buryat State University (Ulan-Ude)
A.S. Taraskina
Assistent, Buryat State University (Ulan-Ude)

The composition of essential oils of Artemisia scoparia from the same population was analyzed during three years. The analysis of the composition of the essential oils of Artemisia scoparia isolated from plants collected at the same population allows to evaluate the effect of meteorological factors (temperature of atmospheric air, amount of precipitation) on the composition of essential oil. Some raw materials for obtaining essential oils were collected during expedition works in 2014—2016 (July-September) on the territory of the Republic of Buryatia, the Ivolginsky District. This essential oil was obtained by the method of hydrodistillation from the air-dried raw materials. The component composition of the oil was determined by chromatography-mass spectrometry. A number of compounds (β-myrcene, p-cymene, γ-terpinene, limonene, α- and β-pinenes, (E) -β-farnesene, caryophyllene and caryophyllene oxide, α-copaene, spathulenol) were identified in the oil composition every year. The main components of essential oils (content of which was 1% and higher) were found both in constant and sporadically appearing components. The list of dominant components of essential oils was: 2014 (July) - β-cubebene, caryophyllene, 1.8-cineole, γ-curcumene, (E) -β-farnesene ; 2015 (July) - germacrene D, spathulenol, caryophyllene oxide, ar-curcumene, (E, Z) -α-farnesene; 2015 (September) - germacrene D, γ-curcumene, caryophyllene and caryophyllene oxide, spathulenol, trans-β-ocimene and p-cymene, limonene, α- and β-pinenes, (E) -β-farnesene ; 2016 year - ar-curcumine, γ-curcumine, zingiberene, caryophyllene and caryophyllene oxide, spathulenol, trans-β-ocimene. The greatest structural diversity and the number of the oil components were noted in plants collected during the years, characterized by a deficit of precipitation in spring-summer seasons. The leading factor affecting on the composition of essential oil was the amount of precipitation in the growing season, which determines the moisture demand of plants in semi-arid ecosystems.

Key words*: Artemisia scoparia, essential oil, terpenoids, meteorological conditions, Buryatia.*

REFERENCES

1. Koroljuk E.A., Pokrovskij L.M., Tkachev A.V. Himicheskij sostav jefirnogo masla predstavitelej roda Gallatella Cass. (Asteraceae Dumont) iz Zapadnoj Sibiri // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2002. № 1. S. 5–18.
2. Kershengol'c B.M., An'shakova V.V., Filippova G.V., Kershengol'c E.B. Vlijanie temperaturno-vlazhnostnyh meteorologicheskih uslovij na kachestvennyj i kolichestvennyj sostav jefirnyh masel polynej Jakutii // Himija rastitel'nogo syr'ja. 2009. № 3. S. 89–94.
3. Zykova I.D., Efremov A.A. Vlijanie meteorologicheskih uslovij na sostav jefirnogo masla socvetij labaznika vjazolistnogo (Filipendula ulmara (L.) Maxim.), proizrastajushhego v Sibirskom regione // Vestnik KrasGAU. 2015. № 5. S. 45–50.
4. Krasnoborov I.M., Lomonosova M.N., Tupicyna N.N. i soavt. Flora Sibiri. T. 13. Asteraceae (Compositae). Novosibirsk: Nauka. Sib. predprijatie RAN. 1997. 472 s.
5. Tkachev A.V. Issledovanie letuchih veshhestv rastenij / Novosibirsk. 2008. 969 s.
6. Zhigzhitzhapova S.V., Randalovaa T.E., Radnaeva L.D. Composition of Essential Oil of Artemisia scoparia Waldst. et Kit. from Buryatia and Mongolia // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. 2016. V. 42. № 7. P. 730–734.
7. Doklad ob osobennostjah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2014 god. M. 2015. 107 s.
8. Doklad ob osobennostjah klimata na territorii Rossijskoj Federacii za 2015 god. M. 2016. 68 s.
9. Doklad ob osobennostjah klimata na territorii Rossij¬skoj Federacii za 2016 god. M. 2017. 70 s.
10. Semenov A.A. Ocherki himii prirodnyh soedinenij / Novosibirsk: Nauka. 2000. 664 s.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
приглашает к сотрудничеству
фармпроизводителей и сельхозпредприятия
для совместного продвижения наших научных разработок.
Мы предлагаем лекарственные фитопрепараты к производству
и агротехнологии лекарственных и ароматических культур
для выращивания в различных регионах России

Тел. контакта: 8(495)388-55-09; 8(495)388-61-09; 8(495)712-10-45
Fax: 8(495)712-09-18
e-mail: vilarnii.ru
www.vilarnii.ru