

УДК 665.3+615

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ *HELICHRYSUM ARENARIUM* И *HELICHRYSUM NOGAICUM*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

© А.С. Баймухамбетова¹, Л.Т. Сухенко¹, А.В. Великородов^{1*}, М.А. Егоров¹, G. Capodaglio²

¹ Астраханский государственный университет, пл. Шаумяна, 1, Астрахань, 414000 (Россия), e-mail: avelikorodov@mail.ru

² University Ca'Foscari, Dorsoduro, 3246, Venice 30123 (Italy)

Растения рода *Helichrysum* относятся к семейству *Asteraceae* и имеют в большое разнообразие видов. В Астраханской области произрастает два вида *Helichrysum* – цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* Moench) и цмин ногайский (*Helichrysum nogaicum* Zvelev), который выявлен позже и недостаточно изучен. Цмин песчаный – это известное лекарственное растение, которое широко используется в официальной и народной медицине, внесен в отечественную фармакопею. Соцветия цмина песчаного обладают желчегонным, гемостатическим, детоксическим, слабительным, противовоспалительным и диуретическим действием. Это обусловлено наличием в них флавоноидов, терпеноидов и других компонентов. В данной работе приведены результаты исследования химического состава выделенных эфирных масел *Helichrysum nogaicum* и *Helichrysum arenarium*, распространенных в Астраханском регионе. Методом пародистилляции получены образцы эфирного масла из изучаемых растений. Продолжительность процесса оптимальной пародистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Методом газожидкостной хроматографии осуществлен количественный анализ основных компонентов эфирных масел *Helichrysum arenarium* и *Helichrysum nogaicum*. В эфирном масле *Helichrysum arenarium* идентифицировано 21 вещество, а основными компонентами являются камфора (14.59%) и карбоновые кислоты (37.02%), цинеол-1,8 (5.97%). Основными компонентами масла *Helichrysum nogaicum* являются камфора (38.33%), борнеол (14.21%), цинеол-1,8 (11.37%) и терпен-4-ол (5.18%), сесквитерпеновые соединения (6.28%), а содержание карбоновых кислот незначительно и составляет 6.58%.

Ключевые слова: *Helichrysum arenarium*, *Helichrysum nogaicum*, эфирное масло, газожидкостная хроматография, пародистилляция, масс-спектрометрия, камфора, борнеол, цинеол-1,8, терпен-4-ол, карбоновые кислоты.

Введение

В развитие исследований химического состава эфирных масел, выделяемых из дикорастущих и культивируемых растений Астраханской области [1], в настоящей работе нами проведено сравнительное изучение химического состава эфирных масел, выделенных из растений рода *Helichrysum*.

Растения рода *Helichrysum* семейства *Asteraceae* широко распространены в средних широтах нашей страны и за рубежом. Довольно много публикаций посвящено изучению таких видов этого рода, как *Helichrysum arenarium*, *Helichrysum italicum*, *Helichrysum stoechas*, произрастающих в Испании, Италии, Турции, Ливии, Иране, Литве [2–7].

Изучение химического состава эфирного масла *H. lactem*, произрастающего в Алжире, показало, что основными компонентами его являются гексадекановая кислота (12.62%), Е-кариофиллен (10.58%), (5Z,9E)-фарнезилацетон (8.25%), α-пинен (7.99%), α-гумулен (5.88%) и n-нонаналь (5.30%) [8].

Баймухамбетова Аделя Саметовна – аспирант, младший научный сотрудник научно-производственной лаборатории биотехнологий, e-mail: adelja1989@mail.ru
Сухенко Людмила Тимофеевна – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры биотехнологии, зоологии и аквакультуры, e-mail: sukhenko@list.ru

Великородов Анатолий Валериевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой органической, неорганической и фармацевтической химии, e-mail: avelikorodov@mail.ru

Егоров Михаил Алексеевич – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии, зоологии и аквакультуры, e-mail: egorovs.mail@gmail.com
Capodaglio Gabriele – professor, e-mail: capoda@unive.it

* Автор, с которым следует вести переписку.

Эфирное масло, выделенное из двух подвидов *H. plicatum*, произрастающих в Турции, содержит значительные количества жирных кислот и их эфиров (24.9–70.8%), монотерпенов (15.0–93.1%), а также сесквитерпенов (1.1–12.5%) [9].

В эфирном масле другого широко распространенного в Турции вида *H. chasmolycicum* идентифицировано 57 соединений, среди которых основными оказались β -кариофиллен (21.6%), β -селинен (8.9%), α -селинен (8.4%), кариофиллен оксид (7.3%) и карвакрол (2.4%) [10].

Исследован химический состав эфирных масел *H. hyponoides* и *H. bracteiferum*, произрастающих на Мадагаскаре и показано, что основным компонентом масел является 1,8-цинеол (51.5% и 24.8% соответственно) [11].

Эфирные масла, выделенные из семи видов цмина (*H. cymosum*, *H. odoratissimum*, *H. petiolare*, *H. fontanesii*, *H. saxatile*, *H. sanguineum* и *H. tenax*), произрастающих в Италии, характеризуются повышенным содержанием сесквитерпеновых углеводородов (51.3–92.0%), причем наибольший выход масла был получен из *H. cymosum* и *H. odoratissimum* [12].

Изучение химического состава эфирных масел четырех видов *Helichrysum*, произрастающих в Греции, показало, что основными компонентами масла *H. orientale* являются линейные углеводороды, включая наонакан (11.1%), а также кариофиллен эпоксид (4.4%), а в масле, выделенном из *H. Heldreichii*, преобладает Е-кариофиллен (38.5%). Отличительной особенностью эфирного масла *H. italicum* ssp *microphyllum* является наличие β -селинена (17.2%), γ -куркумена (13.7%), а эфирного масла *H. doerfleri* – присутствие смеси четырех изомеров эвдесмола (31.4%) [13].

В нашей стране наиболее распространен цмин песчаный (*Helichrysum arenarium*), который применяется в качестве лекарственного сырья. Запасы, распространение и биология *Helichrysum arenarium* в Астраханском регионе изучены и описаны в литературе [14]. Однако публикаций о цмине ногайском (*Helichrysum nogaicum*), встречающимся на границе Астраханской области и Калмыкии, немного [15].

Морфологически *Helichrysum nogaicum* имеет некоторые отличия от *Helichrysum arenarium*. К этим отличиям можно отнести окраску корзинок от розового до ярко-красного цвета, более выраженное опушение листьев и цветоносных побегов, меньший диаметр щитковидных соцветий, в которые собраны корзинки, обертки корзинок прозрачные, белые или розоватые и более мелкие. Цмин ногайский – это многолетнее растение 20–40 см высотой, без ползучих побегов, все серовато-войлочное, со слабо развитыми покоящимися почками. Активное цветение цмина ногайского – в мае-июне.

Целью данной работы являлось сравнительное изучение качественного и количественного состава эфирных масел, выделенных из соцветий *Helichrysum arenarium* и *Helichrysum nogaicum*, произрастающих в Астраханской области.

Экспериментальная часть

В качестве объекта исследования использовали собранные в фазу бутонизации и цветения соцветия *Helichrysum arenarium* и *Helichrysum nogaicum*. Сбор сырья производился в Приволжском районе Астраханской области в окрестностях с. Волжское (46°39'18.24" с.ш. и 47°50'53.20 в.д.) в фазу цветения растений. Сушили сырье согласно правилам сбора и сушки лекарственных растений [16]. Сырье во избежание разрушения биологически активных веществ и для удаления излишней влаги высушивали сразу после сбора наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте.

Выделение эфирного масла из измельченных надземных частей осуществляли методом пародистилляции при атмосферном давлении в аппарате из нержавеющей стали из воздушно-сухого сырья массой 5 кг, дистиллят отбирали в течение 6 ч. Масло сушили безводным сульфатом натрия, отделяли от осушителя декантациями. Продолжительность процесса пародистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Выход эфирного масла определяли в % в пересчете на вес воздушно-сухого сырья. Физико-химические показатели эфирного масла определяли общепринятыми методами [17].

Химический состав эфирного масла изучали методом хромато-масс-спектрометрии на приборе Agilent с библиотекой 10 тыс. химических соединений, а также методом газожидкостной хроматографии на хромато-

графе Shimadzu QP 2010 с масс-селективным детектором. Для идентификации компонентов использовали библиотеку масс-спектров NIST 02. Образец эфирного масла растворяли в бензоле до концентрации 0.1% по объему. Колонка с метилсиликоном (твердосвязанным) длиной 30 м, диаметром 0.25 мм при режиме хроматографирования: инжектор – 180 °С, детектор – 200 °С, интерфейс – 210 °С, газ-носитель – гелий (99.9999%), 1 мл/мин при делении потока 1 : 10, термостат 60 °С 1 мин, 2 °С/мин до 70 °С, 5 °С/мин до 90 °С, 10 °С/мин до 180 °С, 20 °С/мин до 280 °С, далее изотерма 1 мин. Режим регистрации масс-спектров 39–350 m/z. Для определения линейных индексов эфирное масло и нормальные парафины (нонан, ундекан, тридекан, пентадекан) растворяли в бензоле, *n*-парафины разбавляли до концентрации 0.007% по объему, эфирное масло – 1 : 30000 по объему. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания [18] и полных масс-спектров компонентов с соответствующими данными чистых соединений. Линейные индексы удерживания рассчитывали по формуле, приведенной в работах [19, 20].

Обсуждение результатов

Выход эфирного масла цмина песчаного (n_D^{20} 1.3450) и масла цмина ногайского (n_D^{20} 1.3510) в пересчете на воздушно-сухое сырье составил порядка 0.05%. В эфирном масле *Helichrisum arenarium* идентифицировано 21 вещество. Основными компонентами являются монотерпеноидный кетон – камфора (14.59%), карбоновые кислоты (37.02%) и моноциклический терпен – цинеол-1,8 (5.97%).

Более подробный состав представлен в таблице 1.

В эфирном масле *Helichrisum nogaicum* идентифицировано 21 вещество. Основными компонентами масла камфора (38.33%), борнеол (14.21%), цинеол-1,8 (11.37%) и 4-терпенеол (5.18%) (табл. 2). В эфирном масле *Helichrisum nogaicum* меньше содержание карбоновых кислот (6.58%).

Таблица 1. Количественный состав эфирного масла *Helichrisum arenarium*

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, % от цельного масла
α -Пинен	925	0.63
Гексановая кислота	963	13.68
(Z)-гекс-2-ен-1-ол	991	1.31
Фенилуксусный альдегид	1001	1.00
Цинеол-1,8	1030	5.97
Бензиловый спирт	1033	2.97
Мол. масса =108*	1049	1.86
Гептановая кислота	1060	1.65
Фенилэтиловый спирт	1083	2.42
Дигидролиналоол	1095	0.76
α -Этилкапроновая кислота	1111	1.22
Камфора	1120	14.59
Борнеол	1149	2.46
Октановая кислота	1162	13.62
α -Терпинеол	1173	2.14
Вербенон	1183	2.37
Мол. масса =199*	1224	17.25
Нонановая кислота	1258	4.13
Эвгенол ацетат	1330	1.04
Декановая кислота	1356	4.84
Ундекановая кислота	1549	0.75
Мол. масса =222*	1554	1.24
β -Эвдесмол	1636	1.56
α -Бисаболол оксид В	1724	0.53

*неидентифицированные соединения.

Таблица 2. Количественный состав эфирного масла *Helichrysum nogaicum*

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, % от цельного масла
Гексановая кислота	963	2.25
Цинеол-1,8	1031	11.37
Гидрат цис-сабинена	1048	0.47
Линалоол	1081	0.59
Нонаналь	1087	0.70
β-Фенхол	1099	0.49
4,6-Октадиенол	1107	1.27
Камфора	1120	38.33
L-Пинокарвеол	1123	0.68
Борнеол	1149	14.21
Октановая кислота	1162	2.10
Терпен-4-ол	1165	5.18
α-Терпинеол	1173	4.77
Нонановая кислота	1258	0.81
Декановая кислота	1356	0.99
α-Фарнезен	1417	0.46
Ледол	1534	0.60
Кариофилен оксид	1594	1.63
Элемол	1636	4.05
Мол. масса = 234*	1742	7.55
Тетрагидрогеранилацетон	1853	0.63
Мол. масса = 222*	1911	0.50
Гексадекановая кислота	1923	0.43

* неидентифицированные соединения.

В эфирном масле цмина ногайского присутствуют монотерпены (цинеол-1,8, гидрат цис-сабинена), терпеновые спирты (линалоол, β-фенхол, борнеол, терпен-4-ол, L-пинокарвеол), бициклические монотерпеноиды (фарнезен, тетрагидрогеранилацетон), сесквитерпеновые спирты (ледол, элемол), а также оксигенированный сесквитерпен (кариофилен оксид).

Общими компонентами для цмина песчаного и цмина ногайского являются камфора, цинеол-1,8, борнеол.

Заключение

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла *Helichrysum arenarium* и *Helichrysum nogaicum*, произрастающих в Астраханской области. Установлено, что компонентный состав и содержание отдельных веществ существенно зависят от видовой принадлежности изучаемых растений. Цмин песчаный и в особенности – цмин ногайский могут служить сырьем для получения эфирного масла, основными компонентами которого является камфора, борнеол и цинеол-1,8.

Список литературы

1. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Nosachev S.B., Tyrkov A.G., Pitelina M.V., Shchepetova E.V. Chapter 15. The Chemical Composition of Essential Oils from Wild-Growing and Introduced Plants of the Astrakhan Region // Chemistry and Technology of Plant Substances: Chemical and Biochemical Aspects. New York: Apple Academic Press, 2017. Pp. 309–335.
2. Tepe B., Sokmen M., Akpulat A.H., Sokmen A. In vitro antioxidant activities of the methanol extracts of four *Helichrysum* species from Turkey // Food Chemistry. 2005. Vol. 90. N4. Pp. 685–689. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.04.030.
3. Tomás-Barberán F., Iniesta-Sanmartín E., Tomás-Lorente F., Rumbero A. Antimicrobial phenolic compounds from three Spanish *Helichrysum* species // Phytochemistry. 1990. Vol. 29. N4. Pp. 1093–1095. DOI: 10.1016/0031-9422(90)85410-h.
4. Formisano C., Mignola E., Rigano D., Senatore F., Arnold N.A., Bruno M., Rosselli S. Constituents of leaves and flowers essential oils of *Helichrysum pallasii* (Spreng.) Ledeb. growing wild in Lebanon // J. Med. Food. 2009. Vol. 12. N1. Pp. 203–207. DOI: 10.1089/jmf.2008.0103.
5. Javidnia K., Miri R., Soltani M., Khosravi A.R. Essential oil composition of two Iranian endemic *Helichrysum* Miller species (*H. leucocephalum* Boiss. and *H. artemisioides* Boiss. et Hausskn.) // J. Essential Oil Res. 2009. Vol. 21. N1. Pp. 54–56. DOI: 10.1080/10412905.2009.9700108.

6. Judzentiene A., Butkiene R. Chemical composition of the essential oils of wild *Helichrysum arenarium* (L.) with differently colored inflorescences from Eastern Lithuania // *J. Essential Oil Res.* 2006. Vol. 18. N1. Pp. 80–83. DOI: 10.1080/10412905.2006.9699391.
7. Ruberto G., Biondi D.M., Barbagallo C., Meli R., Savoca F. Constituents of stem and flower oils of *Helichrysum litoreum* Guss. // *Flavour Fragr. J.* 2002. N17. Pp. 46–48. DOI: 10.1002/ffj.1037.
8. Bouchaala M., Ramdani M., Lograda T., Chalard P., Figueredo G. Chemical composition, antibacterial activity and chromosome number of *Helichrysum lacteum*, endemic from Algeria // *Int. J. Pharma Res. Health. Sci.* 2017. Vol. 5. N1. Pp. 1539–1545. DOI: 10.21276/ijprhs.2017.01.04.
9. Öztürk B., Özek G., Özek T., Başer K.H.C. Chemical diversity in volatiles of *Helichrysum plicatum* DC. Subspecies in Turkey // *Rec. Nat. Prod.* 2014. Vol. 8. N4. Pp. 373–384.
10. Chalchat J.C., Özcan M.M. Composition of the essential oil of *Helichrysum chasmolycicum* growing wild in Turkey // *J. Med. Food.* 2006. Vol. 9. N2. Pp. 287–289. DOI: 10.1089/jmf.2006.9.287.
11. Baser K.H.C., Demirci B., Kirimer N. Composition of the essential oils of four *Helichrysum* species from Madagascar // *J. Essential oil Res.* 2002. Vol. 14. N1. Pp. 53–55. DOI: 10.1080/10412905.2002.9699762.
12. Giovanelli S., De Leo M., Cervelli L., Ruffoni B., Ciccarelli D., Pistelli L. Essential oil composition and volatile profile of sven *Helichrysum* species grown in Italy // *Chem. Biodiversity.* 2018. Vol. 15. N5. e1700545. DOI: 10.1002/cbdv.201700545.
13. Roussis V., Tsoukatou M., Petrakis P.V., Chinou I., Skoula M., Harborne J. Volatile constituents of four *Helichrysum* species growing in Greece // *Biochem. Systematics Ecol.* 2000. Vol. 28. Pp. 163–175. DOI: 10.1016/S0305-1978(99)00046-0.
14. Сухенко Л.Т. Дикорастущие растения флоры Юга России как источник ценных фитокомпонентов с противомикробными и биорегуляторными свойствами: автореф. дис. ... док. биол. наук. Астрахань, 2012. 40 с.
15. Лактионов А.П., Афанасьев В.Е. Флористическое районирование Астраханской области // *Вестник Астраханского государственного технического университета.* 2007. №1. С. 168–172.
16. Правила сбора и сушки лекарственных растений. М., 1985. 321 с.
17. Горяев М.И., Плива И. Методы исследования эфирных масел. Алма-Ата, 1962. 751 с.
18. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
19. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Тырков А.Г., Дегтярев О.В. Изучение химического состава и противогрибковой активности эфирного масла *Lophanthus Anisatum* Benth // *Химия растительного сырья.* 2010. №2. С. 143–146.
20. Великородов А.В., Пилипенко В.Н., Пилипенко Т.А., Тырков А.Г. Изучение химического состава эфирного масла *Tamarix Ramosissima* // *Химия растительного сырья.* 2017. №4. С. 117–120. DOI: 10.14258/jcprtm.2017042041.

Поступила в редакцию 21 июня 2018 г.

После переработки 25 ноября 2018 г.

Принята к публикации 25 ноября 2018 г.

Для цитирования: Баймухамбетова А.С., Сухенко Л.Т., Великородов А.В., Егоров М.А., Capodaglio G. Химический состав эфирных масел *Helichrysum arenarium* и *Helichrysum nogaicum*, произрастающих в Астраханской области // *Химия растительного сырья.* 2019. №2. С. 99–104. DOI: 10.14258/jcprtm.2019024209.

Baimukhambetova A.S.¹, Sukhenko L.T.¹, Velikorodov A.V.^{1}, Egorov M.A.¹, Capodaglio G.² CHEMICAL COMPOSITION OF *HELICHRYSUM ARENARIUM* AND *HELICHRYSUM NOGAICUM* ESSENTIAL OILS, GROWING IN THE ASTRAKHAN REGION*

¹*Astrakhan State University, pl. Shaumyana, 1, Astrakhan, 414000 (Russia), e-mail: avelikorodov@mail.ru*

²*University Ca'Foscari, Italy, Venice*

Plants of *Helichrysum* genus belong to *Asteraceae* family and abound with species. There are two species of plants of *Helichrysum* genus in the Astrakhan region – *Helichrysum arenarium* Moench and *Helichrysum nogaicum* Zvelev that was discovered later and isn't studied well enough yet. *Helichrysum arenarium* is a well-known medical plant widely used in both academic and traditional medicine and included into the State Pharmacopoeia. Inflorescences of *Helichrysum arenarium* produce cholagogic, hemostatic, detoxicating, laxative, anti-inflammatory and diuretic effects, which is due to content of flavonoids, terpenoids and

* Corresponding author.

other components. This work shows results of studies of chemical composition of extracted essential oils of *Helichrysum nogaicum* and *Helichrysum arenarium* growing in the Astrakhan Region. Samples of essential oils of plants under studies have been obtained by steam distillation. Optimal steam distillation process duration has been determined by experiment taking studies of dynamics of essential oil yield change through time as a ground. Quantitative analysis of main components of *Helichrysum arenarium* and *Helichrysum nogaicum* essential oils has been carried out by gas-liquid chromatography. It has been identified that *Helichrysum arenarium* essential oil contains 21 substances. Its main components are camphor (14.59%) and carboxylic acids (37.02%), and 1,8-cineole (5.97%). The main components of the oil *Helichrysum nogaicum* are camphor (38.33%), borneol (14.21%), cineol-1.8 (11.37%) and terpen-4-ol (5.18%), sesquiterpene compounds (6.28%), and the content of carboxylic acids is insignificant and amounts to 6.58%.

Keywords: *Helichrysum arenarium*, *Helichrysum nogaicum*, essential oil, steam distillation, gas-liquid chromatography, mass spectrometry, camphor, borneol, cineole-1,8, terpen-4-ol, carboxylic acids.

References

1. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Nosachev S.B., Tyrkov A.G., Pitelina M.V., Shchepetova E.V. *Chemistry and Technology of Plant Substances: Chemical and Biochemical Aspects*, New York: Apple Academic Press, 2017, pp. 309–335.
2. Tepe B., Sokmen M., Akpulat A.H., Sokmen A. *Food Chemistry*, 2005, vol. 90, no. 4, pp. 685–689, DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.04.030.
3. Tomás-Barberán F., Iniesta-Sanmartín E., Tomás-Lorente F., Rumbero A. *Phytochemistry*, 1990, vol. 29, no. 4, pp. 1093–1095, DOI: 10.1016/0031-9422(90)85410-h.
4. Formisano C., Mignola E., Rigano D., Senatore F., Arnold N.A., Bruno M., Rosselli S. *J. Med. Food.*, 2009, vol. 12, no. 1, pp. 203–207, DOI: 10.1089/jmf.2008.0103.
5. Javidnia K., Miri R., Soltani M., Khosravi A.R. *J. Essential Oil Res.*, 2009, vol. 21, no. 1, pp. 54–56, DOI: 10.1080/10412905.2009.9700108.
6. Judzentiene A., Butkiene R. *J. Essential Oil Res.*, 2006, vol. 18, no. 1, pp. 80–83, DOI: 10.1080/10412905.2006.9699391.
7. Ruberto G., Biondi D.M., Barbagallo C., Meli R., Savoca F. *Flavour Fragr. J.*, 2002, no. 17, pp. 46–48, DOI: 10.1002/ffj.1037.
8. Bouchaala M., Ramdani M., Lograda T., Chalard P., Figueredo G. *Int. J. Pharma Res. Health. Sci.*, 2017, vol. 5, no. 1, pp. 1539–1545, DOI: 10.21276/ijprhs.2017.01.04.
9. Öztürk B., Özek G., Özek T., Başer K.H.C. *Rec. Nat. Prod.*, 2014, vol. 8, no. 4, pp. 373–384.
10. Chalchat J.C., Özcan M.M. *J. Med. Food.*, 2006, vol. 9, no. 2, pp. 287–289, DOI: 10.1089/jmf.2006.9.287
11. Baser K.H.C., Demirci B., Kirimer N. *J. Essential oil Res.*, 2002, vol. 14, no. 1, pp. 53–55, DOI: 10.1080/10412905.2002.9699762.
12. Giovanelli S., De Leo M., Cervelli L., Ruffoni B., Ciccarelli D., Pistelli L. *Chem. Biodiversity*, 2018, vol. 15, no. 5, e1700545, DOI: 10.1002/cbdv.201700545.
13. Roussis V., Tsoukatou M., Petrakis P.V., Chinou I., Skoula M., Harborne J. *Biochem. Systematics Ecol.*, 2000, vol. 28, pp. 163–175, DOI: 10.1016/S0305-1978(99)00046-0.
14. Sukhenko L.T. *Dikorastushchiye rasteniya flory Yuga Rossii kak istochnik tsennykh fitokomponentov s protivo-mikrobnymi i bioregulyatornymi svoystvami: avtoref. dis. ... dok. biol. nauk.* [Wild plants of the flora of South Russia as a source of valuable phytocomponents with anti-microbial and bioregulatory properties: author. dis. ... doc. biol. sciences]. Astrakhan', 2012, 40 p. (in Russ.).
15. Laktionov A.P., Afanas'yev V.Ye. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2007, no. 1, pp. 168–172. (in Russ.).
16. *Pravila sbora i sushki lekarstvennykh rasteniy.* [Rules for the collection and drying of medicinal plants]. Moscow, 1985, 321 p. (in Russ.).
17. Goryayev M.I., Pliva I. *Metody issledovaniya efirnykh masel.* [Methods for the study of essential oils]. Alma-Ata, 1962, 751 p. (in Russ.).
18. Tkachev A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy.* [Research on plant volatiles]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
19. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Tyrkov A.G., Degtyarev O.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 2, pp. 143–146. (in Russ.).
20. Velikorodov A.V., Pilipenko V.N., Pilipenko T.A., Tyrkov A.G. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 4, pp. 117–120. DOI: 10.14258/jcprm.2017042041 (in Russ.).

Received June 21, 2018

Revised November 25, 2018

Accepted November 25, 2018

For citing: Baimukhambetova A.S., Sukhenko L.T., Velikorodov A.V., Egorov M.A., Capodaglio G. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 99–104. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019024209.