

содержание основных компонентов, определяющих его качество, осталось неизменным. Оптимальным можно считать внесение удобрений в комплексе.

Список литературы

1. Афифи А., Эйзен С. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ. – М.: Мир, 1982. – 488 с.
2. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. – М.: Наука, 1974. – 280 с.
3. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Смирнова-Иконникова М.И., Мурри И.К. Методы биохимического исследования растений – М.-Л: Сельхозгиз, 1952. – 520 с.
4. Либусь О.К., Работягов В.Д., Кутько С.П., Хлыпенко Л.А. Эфиромасличные и пряно-ароматические растения. Фито- и ароматотерапия. – Симферополь, 2004. – 272 с.
5. Орёл Т.И. Влияние различных удобрений на рост и продуктивность ароматических растений в условиях микроорошения // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2010. – Вып. 101. – Ялта. – С. 53-60.
6. Орёл Т.И. Влияние различных удобрений на рост и продуктивность ароматических растений в условиях микроорошения // Современные энерго- и ресурсосберегающие устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Сборник научных трудов. – 2016. – Вып.12. – С. 436-440.

Статья поступила в редакцию 25.07.2018 г.

Oryol T.I. The influence of fertilizers on growth and productivity of essential oil and medicinal plants in the Crimea // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – № 128. – P. 70-76.

The influence of different combinations of fertilizers (organic, mineral) on *Mentha arvensis* L., *Monarda fistulosa* L., *Thymus striatus* Vahl., *Agastache foeniculum* Pursh. O. Kuntze, *Majorana hortensis* Moench, which grow affiliated with an underground irrigation, has been investigated. The growth parameters of the plants are mostly influenced by organic fertilizers, and mineral fertilizers influence more on accumulation of an essential oil. The component structure of an essential oil also changes under the influence of miscellaneous fertilizers.

Key words: essential oil and medicinal plants; organic fertilizers; mineral fertilizers; essential oil

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

УДК 582.893.581.19

DOI: 10.25684/NBG.boolt.128.2018.10

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *PRANGOS TRIFIDA* (MILL.) HERRNST. & HEYN

Олег Игоревич Коротков¹, Оксана Михайловна Шевчук¹,
Владимир Григорьевич Шатко², Лидия Алексеевна Тимашова³,
Сергей Александрович Феськов¹

¹Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита

E-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru

²ФГБУН «Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН»

E-mail: vshat_51@mail.ru

³ФГБУН «Научно-исследовательский институт Крыма»

295493 Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150
E-mail: priemnaya@niishk.ru

Впервые проведен биохимический анализ плодов *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heun – редкого вида, произрастающего на территории Республики Крым. Выявлено, что в семенах содержится 12,53% жирного масла, а в соплодиях – 0,18% эфирного масла с резким хвойно-фенхельным запахом. В эфирном масле идентифицировано 47 компонентов, основными из которых являются лимонен (31,3%) и γ -терпинен (12,0%), также присутствуют р-цимен, цис-оцимен, лимоненноксид, бета-эудесмол, β -мирцен, α -пинен. α -терпинолен. Полученные данные свидетельствуют о возможности использования *Prangos trifida* как источника ценных биологически активных веществ для сохранения его генофонда путем культивирования.

Ключевые слова: *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heun; сохранение редких видов; эфирное масло; компонентный состав; лимонен; γ -терпинен

Введение

Культивирование редких видов растений как возможных источников ценного сырья – один из путей их сохранения *ex situ*. Среди ценных в лекарственном отношении видов растений, выращиваемых на территории РФ, отметим *Glycyrrhiza glabra* L., *Galega officinalis* L., *Althaea officinalis* L., *Rubia tinctorum* L., *Atropa belladonna* L., *Glaucium flavum* Grantz. Основой определения перспективности и возможности использования вида как полезного растения, является комплексное изучение его биохимических характеристик.

Prangos trifida (Mill.) Herrnst. & Heun (*Cachrys alpina* M. Bieb.) – редкий вид, занесенный в Красные книги Республики Крым [6] и Российской Федерации [7]. В природе встречается только в Южной Европе и в Крыму. Сохраняется в культуре в ботанических садах МГУ, ГБС (более 20 лет) [14] и БИН РАН [2]. Среди 19 видов, входящих в род *Prangos* Lindl. семейства *Apiaceae* [19], известны виды с ценными кормовыми и лекарственными свойствами. Наиболее изучены *Prangos pabularia* Lindl., и *P. odontalgica* Pall.

Prangos pabularia (прангос кормовой) – кормовое растение для крупного и мелкого рогатого скота [11], имеет лекарственные свойства. Различают две формы кормового прангоса: *P. pabularia* Lindl. ssp. *schirin* A. Kor. (горький, несъедобный) и *P. pabularia* Lindl. ssp. *tez.* A. Kor. (сладкий, съедобный) [5]. Листья обеих форм содержат алкалоиды (первая форма – 0,1%, вторая – 0,01%); цветки содержат эфирное масло. В молодых растениях *P. pabularia* содержится около 2% эфирного масла с резким запахом смолы, содержащее около 50% мирцена, а также α -пинен, камфен, терпинолен, азулен, остол, β -пинен, лимонен, камфору и др. Эфирное масло стимулирует центральную нервную систему и обладает диуретическими, акарицидными и противочесоточными свойствами [11]. В корнях содержится кумарин и его производные, в семенах – афродизиаки. Плоды прангоса кормового используются как ветрогонное, мочегонное средство, улучшают работу желудка.

С лечебной целью используют корни, надземную часть и плоды *P. odontalgica* (прангос противозубный): в корнях содержатся кумарины (оксипейцеданин, бергаптен, императорин, изоимператорин, прангенин), в плодах – эфирное масло. Содержание кумаринов определяет лекарственные свойства, настой корней применяется при дизентерии и зубной боли. Корни съедобны [8].

Целью наших исследований было изучение биохимических характеристик плодов *Prangos trifida* для выявления возможности и перспективности культивирования данного вида как ценного в хозяйственном отношении.

Объекты и методы исследования

Объектом изучения были плоды растений *Prangos trifida* (прангос трехраздельный) из природной ценопопуляции (рис. 1), приуроченной к юго-западному (приморскому) склону хребта Биюк-Енишар в юго-восточном Крыму). Растения произрастают на участках, занятых петрофитными степными сообществами с проективным покрытием травостоя около 70%, в котором доминируют *Festuca rupicola* Heuff., *Stipa ucrainica* P. Smirn., *S. pontica* P. Smirn., *S. lessingiana* Trin & Rupr., *Centaurea trinervia* Steven ex Willd., *Crinitaria villosa* (L.) Grosh., *Convolvulus cantabricus* L., *Ziziphora taurica* M. Bieb., *Teucrium polium* L., *Thymus tauricus* Klovov & Des.-Shost., *Veronica multifida* L. Популяция полночленная, соотношение генеративных и вегетативных особей *Prangos trifida* 1:5.

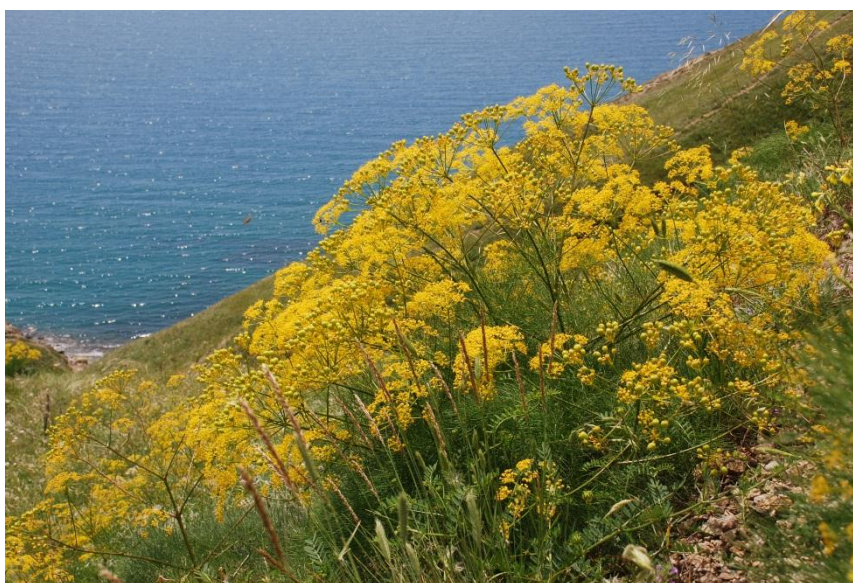


Рис. 1 Общий вид *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn

Массовую долю эфирного масла в околоплодниках определяли методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга [4] из собранных в июне 2018 г. плодов. Компонентный состав эфирного масла исследовали на хроматографе Agilent Technology 6890N с масс-спектрометрическим детектором 5973N [16]. Компоненты эфирного масла идентифицировали по результатам поиска и сравнения полученных в процессе хроматографирования масс-спектров химических веществ с данными библиотеки масс-спектров NIST02 (более 174 000 веществ). Индексы удерживания (ИУ) компонентов рассчитывали по результатам контрольных анализов эфирных масел с добавкой нормальных алканов [1].

Содержание влаги и сырого жира в семенах проводили согласно ГОСТ 10857-64 [3].

Результаты и обсуждение

Prangos trifida встречается в Южной Европе (на Балканском п-ове, в Югославии, Румынии, Италии, Южной Франции, Испании) и в Крыму. На территории Российской Федерации указывался лишь однажды для окр. станицы Казанская (Ростовская обл.). Был включен в Красную книгу РФ с категорией «0» – возможно исчезнувший вид [7]. За последние десятилетия не было документальных подтверждений сохранения этого вида в единственном местонахождении [10]. Специальные поиски вида, предпринятые в последние годы, показали не только отсутствие вида, но и подходящих мест

обитания, типичных для него в основной части ареала. Возможно, вид указывался для территории России ошибочно.

Вне материковой части России встречается на территории Крымского полуострова. В Красной книге Республики Крым [6] имеет статус – редкий вид (3). Произрастает спорадически на остепненных полянах дубовых, сосновых, можжевельниковых лесов верхнего пояса Главной гряды Крымских гор; на каменисто-глинистых приморских склонах, осыпях, местами доминирует, образуя заросли. Площадь популяций *P. trifida* – до 2 га, численность – от нескольких десятков до нескольких тысяч экземпляров. Популяции нормальные, полночленные; плотность – 1–8 разновозрастных особей на 1 м², соотношение генеративных особей к вегетативным – от 1 : 1.5 до 1 : 5. Возобновление удовлетворительное. Охраняется в Ялтинском горно-лесном и Крымском природных заповедниках, в ландшафтно-рекреационном парке «Тихая бухта», государственном природном заказнике «Ай-Петринская яйла» и заповедном урочище «Яйла Чатырдага». Лимитирующими факторами являются рекреационное воздействие, выпас скота и сбор растений для сухих букетов. Факторами угроз – узкая эколого-ценотическая амплитуда, разрушение мест произрастания вследствие рекреации и строительства [6].

P. trifida – многолетнее корневищное травянистое растение до 115 см высотой. Прикорневые листья длинночерешковые, трижды рассеченные на волосовидные остроконечные сегменты 2.5–6 см длиной, формируют ажурное обрамление цветоносным разветвленным стеблям. Соцветия – сложные зонтики с 8–15 лучами, из которых самый крупный – верхушечный диаметром до 8 см. Обертки и оберточки ланцетные, из 3–7 листочков. Лепестки мелкие, желтые. Цветет в мае – июле, плодоносит в июне – августе [6].

Собранные нами плоды *P. trifida* крупные, яйцевидные, гладкие, с губчатыми околоплодниками, с продольными бороздками, 12–15 мм длиной и 6–8 мм шириной (рис. 2). Околоплодник пористый, светло-желтого цвета. Семена твердые, серого цвета с продольной бороздкой, 8–10 мм длиной и 1–1,5 мм шириной.

Выявлено, что в семенах содержится 11,51% жирного масла (12,53% на абсолютно сухую массу), что позволяет отнести исследуемый вид к масличным культурам.



Рис. 2 Плоды *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn

Для сравнения приведем содержание масла в традиционно культивируемых масличных культурах: *Brassica napus* DC. – 40-45%, *Cartamus tinctoria* L. – 25-27%, *Silybum marianum* (L.) Gaertn. – 22-28%.

Методом гидродистилляции из околоплодников *P. trifida* получено эфирное масло – прозрачная жидкость с резким хвойно-фенхельным запахом. Содержание эфирного масла составило 0,18% на сырую массу (0,25% в пересчете на абсолютно сухую массу). В нем идентифицировано 47 компонентов (таблица; рис. 3), основными из которых являются 9 ароматических летучих веществ: лимонен, γ -терпинен, ρ -цимен, цис-оцимен, лимоненоксид, бета-эудесмол, β -мирцен, α -пинен. α -терпинолен, в сумме представляющие 70% всех компонентов.

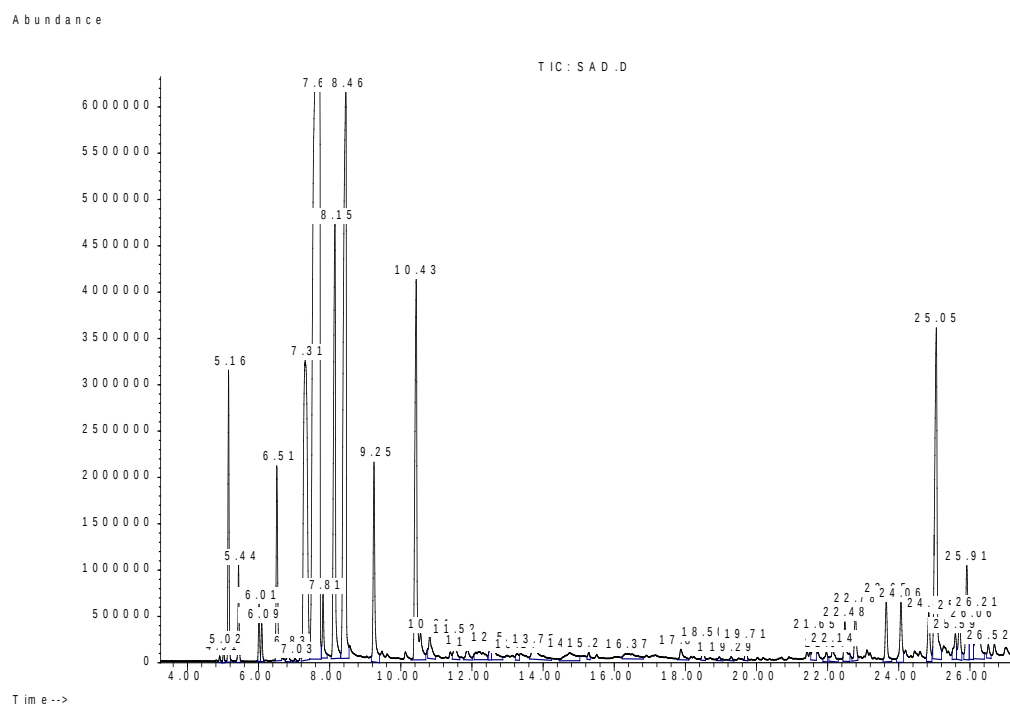
Таблица

Компонентный состав эфирного масла плодов *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn

№	Индекс удерживания	Компонент	Массовая доля, %
1	2	3	4
1	931,2352	трициклен	0.076
2	934,6048	туйен	0.134
3	938,9728	α-пинен	2.497
4	947,6776	камфен	0.893
5	965,7112	сабинен	0.516
6	968,0824	β -пинен	0.389
7	981,3112	β-мирцен	2.292
8	991,1704	α -феландрен	0.179
9	997,3792	карен	0.055
10	1006,24	ρ-цимен	9.103
11	1016,505	лимонен	31.300
12	1021,84	транс-оцимен	0.784
13	1032,261	цис -оцимен	6.815
14	1041,964	γ-терпинен	12.47
15	1066,612	α-терпинолен	2.715
16	1103,615	лимоненоксид	6.531
17	1115,44	4- вербенол	0.592
18	1137,53	формилциклогексен	0.478
19	1148,793	терпен-4-ол	0.302
20	1158,215	дигидрокарвон	0.569
21	1168,199	дигидрокарвеол	0.166
22	1171,007	цис-карвеол	0.507
23	1191,974	транс-карвеол	0.150
24	1207,043	нераль	0.740
25	1237,994	гераниаль	0.712
26	1255,029	фенхилацетат	0.110
27	1288,943	карвакрол	0.529
28	1335,93	нерилацетат	0.294
29	1355,368	α -копаен	0.263
30	1369,439	β -элемен	0.096
31	1379,829	γ -куркумен	0.076
32	1392,933	транс-кариофилен	0.231
33	1453,43	α -куркумен	0.686
34	1463,414	α -селинен	0.178
35	1468,905	α -мууролен	0.390
36	1479,606	γ -кадинен	0.760
37	1488,748	δ -кадинен	0.782
38	1515,923	гермакрен В	1.020
39	1528,871	артемезия кетон?	1.044

Продолжение таблицы

1	2	3	4
40	1553,207	гвайол	0.881
41	1559,822	бета-эудесмол	6.300
42	1576,42	кубенол	0.481
43	1580,07	γ -эудесмол	0.803
44	1586,56	тау-кадиол	1.682
45	1591,209	β -эудесмол	0.756
46	1595,982	тау-муорол	1.434
47	1605,561	гвая-1(10)-ен-11-ол	0.236

Рис. 3 Хроматограмма эфирного масла плодов *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn

Мажорными компонентами эфирного масла являются моноциклические монотерпены лимонен и γ -терпинен, массовая доля которых в сумме составляет 44%. Лимонен в наибольшем количестве (80-90%) содержится в эфирном масле цитрусовых, тмина, укропа, фенхеля, петрушки. Обладает антиканцерогенными и антиоксидантными свойствами, применяют как репеллент. В косметологии используется для придания свежего, легкого цитрусового или хвойного аромата [9]. В исследуемом эфирном масле также существенна доля оксида данного компонента – лимоненоксида (6,531%) со сходными характеристиками. Наличие данных компонентов обуславливает использование эфирного масла как в качестве отдушки в парфюмерии и при производстве ароматизаторов, так и с лечебными целями, поскольку доказана антимикробная активность и широкий спектр противомикробной активности лимонена и лимоненоксида [12].

Вторым по массовой доле в эфирном масле является γ -терпинен (12,47%). Его присутствие придает маслу лимонный запах.

Также в качестве ароматизатора технических продуктов используется α -терпинолен (близкий изомер лимонена) – компонент эфирных масел кориандра, апельсина, кипариса, чайного дерева [9].

Ациклические монотерпены *p*-цимен, *cis*-оцимен и мирцен придают маслу запах базилика и других специй. Оцимен используется как компонент некоторых

парфюмерных композиций [13]. α -Пинен – бициклический терпен – важный компонент смолы хвойных деревьев, скипидара; как и другие пинены хорошо распознаются насекомыми и являются важным регулятором их химической коммуникации (хеморецепции) [17].

Достаточно в большом количестве (6,3%) в исследуемом эфирном масле представлен бета-эудесмол – бициклический сесквитерпеновый спирт, присущий в эфирном масле ряда видов эвкалипта и других тропических растений и обладающий целым рядом лечебных свойств [15; 18].

Анализ компонентного состава эфирного масла *P. trifida* позволяет говорить о перспективности его использования в косметологической и фармакологической промышленности. Проведенные исследования позволяют говорить о необходимости дальнейшего изучения биохимических характеристик данного вида

Выводы

Таким образом, проведенное биохимическое изучение плодов *Prangos trifida* – редкого вида, произрастающего на территории Республики Крым, позволяет сделать следующие выводы:

1. В семенах содержится 12,53% жирного масла (12,53% на абсолютно сухую массу), что позволяет отнести данный вид к масличным культурам.
2. В соплодиях накапливается ЭМ с резким хвойно-фенхельным запахом – 0,18% 0,18% на сырую массу (0,25% в пересчете на абсолютно сухую массу).
3. В эфирном масле идентифицировано 47 компонентов, основными из которых являются лимонен (31,3%) и γ -терпинен (12%).
4. Анализ компонентного состава эфирного масла позволяет говорить о направлениях его использования в косметологической, пищевой (как ароматизатора) и фармакологической промышленности.

Полученные данные свидетельствуют о возможности использования *Prangos trifida* как источника ценных биологически активных веществ при селекции.

Список литературы

1. Биохимические методы анализа эфирномасличных растений и эфирных масел / под ред. А.Н. Карпачёвой. – Симферополь, 1972. – 107 с.
2. Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, сохраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев / отв. Редактор А.С. Демидов. ФГБУН ГБС им. Н.В. Цицина РАН. – М., 2012. – 220 с.
3. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Метод определения масличности.
4. Исиков В.П., Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А., Кутько С.П., Бакова Н.Н., Марко Н.В. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных культур: методологические и методические аспекты. – Ялта, НБС–ННЦ, 2009. – 110 с.
5. Королева А.С. Две формы югана в ущелье Кондара // Сообщ. Тадж. Фил. АН СССР, 1948. – Вып. 10. – С. 38 – 40.
6. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы. – Симферополь, ООО «ИТ АРИАЛ», 2015. – 480 с.
7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). – М.: Тов-во научн. Изданий КМК, 2008. – 855 с.
8. Лавренова Г.В., Лавренов В.К. Энциклопедия лекарственных растений. «Донеччина», 1997. – Том 2. – 471 с.
9. Лимонен, терпинолен. – http://viness.narod.ru/3_8_1_monoterp_monocycl_ch.htm. – (Дата обращения: 20 июля 2018).

10. Новопокровский Н.В., Рябова П.И., Пристуна А.А. Результаты ботанического исследования аю-чаха *Prangos pabularia* Lindl. // Ученые зап. Ростовск.-на-Дону гос. Ун-та им. В. М. Молотова. Труды биол. фак.-та. – 1946. – Т. 1. – Вып. 5. – С. 10 – 42.
11. Растительные ресурсы СССР. – С-Петербург, 1996. – Т.4. – С.157 – 158.
12. Степаненко И.С., Сяткин С.В., Акулина И.В., Никитина Л.Е., Гараев Р.С. Антимикробная активность +(-) лимонена и его производного (+)- 1.2-оксида лимонена // Вестник Чувашского университета. – 2014. – № 2. – С. 368 – 374.
13. Хейфиц Л.А. Оцимен. – <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3175.html>. – (Дата обращения: 20 июля 2018).
14. Шатко В.Г. Растения природной флоры Крыма, занесенные в Красные книги РФ и Республики Крым, в ГБС РАН // Бюл. Гл. ботан. Сада. – 2017. – Вып. 203, № 1. – С. 15 – 20.
15. Garza I., Swanson J. Профилактика мигрени // Neuropsychiatr. Dis. Treat. – 2006. – V. 2 (3). – P. 281 – 291.
16. Jennings W., Shibamoto T. Qualitative analysis of Flavor and Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography // Academic Press rapid Manuscript Reproduction, 1980. – 472 p.
17. Mann J., Davidson R.S., Hobbs J.B., Banthorpe D.V., Harborne J.B. Natural Products // Addison Wesley Longman Ltd., Harlow, UK. – 1994. – P. 309 – 311.
18. Moi E.L., Li Y.C., Tsuneki H., Xiao J.F., Xia M.Y., Wang M.W., Kimura I. Бета-эудесмол подавлял рост опухоли за счет ингибирования неоваскуляризации опухоли и пролиферации опухолевых клеток // J Asian. Nat. Prod. Res. – 2008. – V. 10 (1-2). – P. 159 – 67. Doi: 10.1080 / 10286020701394332. PMID 18253884
19. The Plant List. – <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Apiaceae/Prangos>. – (Дата обращения: 20 июля 2018).

Статья поступила в редакцию 27.07.2018 г.

Korotkov O.I., Shevchuk O.M., Shatko V.G., Timashova L.A., Feskov S.A. Some biochemical characteristics of *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – № 128. – P. 76-83.

A biochemical analysis of fruits of *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn – a rare species that grows on the territory of the Republic of the Crimea – was carried out for the first time. It was found out that the seeds contain 12.53% fatty oil, and in the ovaries – 0.18% essential oil with a sharp coniferous fennel smell. In the essential oil, 47 components were identified, the main of which are limonene (31.3%) and γ -terpinene (12%), p-cymene, cis-ozymene, limonene oxide, beta-eudemol, β -myrcene, α -pinene . α -terpinolene. The obtained data testify to the possibility of using *Prangos trifida* as a source of valuable biologically active substances to preserve its gene found by cultivation.

Key words: *Prangos trifida* (Mill.) Herrnst. & Heyn, conservation of rare species, essential oil, component composition, limonene, γ -terpinene