

УДК: 547.913: 543.544.45

**КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *CORIANDRUM SATIVUM* L.
В УСЛОВИЯХ ДАГЕСТАНА****Г.К. Раджабов¹, Ф.А. Вагабова¹, А.М. Алиев^{1,2}, Ф.И. Исламова¹,
А.М. Мусаев¹, М.М. Мамалиева¹**¹ Горный ботанический сад ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала
*chemfarm@mail.ru*² Институт физики ДНЦ РАН, РФ, г. Махачкала
aslan4848@yahoo.com

Компонентный состав эфирного масла плодов *Coriandrum sativum* L., согласно литературным данным является достаточно изученным. Поэтому исследование компонентного состава эфирного масла из надземной части *C. sativum*, выращенного в условиях Республики Дагестан на опытной делянке Гунибской экспериментальной базы на высоте 1650 метров над уровнем моря, является актуальным и вызывает особый интерес.

Эфирные масла получали общепринятым методом гидродистилляции, на аппарате Клевенджерера. Компонентный состав эфирного масла определяли методом хромато-масс-спектрометрии. Согласно данным хромато-масс-спектрометрического анализа эфирного масла из надземной части *C. sativum*, содержится 51 индивидуальный компонент, из которых 16 являются мажорными. Главными компонентами исследованного масла являются: α -пинен – 7,22%; *n*-цимен – 1,90%; лимонен – 1,95%; γ -терпинен – 13,28%; линалоол – 22,20%; нональ – 1,27%; камфора – 1,63%; *n*-деканаль – 9,65%; *транс*-2-деценаль – 7,27%; 2-децен-1-ол – 6,78%; дециловый спирт – 4,51%; *n*-ундеканаль – 1,76%; геранил ацетат – 2,53%; *n*-додеканаль – 1,75%; *транс*-2-додеценаль – 2,96%; *транс*-тетрадеценаль-2 – 1,59%.

Ключевые слова: *Coriandrum sativum* L., эфирное масло, компонентный состав, хромато-масс-спектрометрия.

**COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OIL OF *CORIANDRUM SATIVUM* L.
IN THE CONDITIONS OF DAGESTAN****G.K. Radjabov¹, F.A. Vagabova¹, A.M. Aliev^{1,2}, F.I. Islamova¹,
A.M. Musaev¹, M.M. Mamaliev¹**¹ Mountain botanical garden of DSC RAS² Institute Physics of DSC RAS

The component composition of the essential oil of fruits *Coriandrum sativum* L., according to the literature data is sufficiently studied. Therefore, the study of the component composition of essential oil from the overground part of *C. sativum*, grown in conditions of the Republic of Dagestan in the experimental plot of the Gunib experimental base at an altitude of 1650 meters above sea level, is relevant and is of particular interest.

Essential oils were obtained by the conventional method of hydrodistillation, using the Clevenger apparatus. The component composition of the essential oil was determined by chromatography-mass spectrometry. According to the data of chromatography-mass spectrometric analysis the essential oil from above-ground part of *C. sativum*, contains 51 individual components, 16 of which are major components. The main components of the investigated oil are: α -pinene – 7.22%; *p*-cymene – 1.90%; limonene – 1.95%; γ -terpinene – 13.28%; linalool – 22.20%; nonanal – 1.27%; camphor – 1.63%; *n*-decanal – 9.65%; *trans*-2-decenal – 7.27%; 2-decen-1-ol – 6.78%; decyl alcohol – 4.51%; *n*-undecanal – 1.76%; geranyl acetate – 2.53%; *n*-dodecanal – 1.75%; *trans*-2-dodecenal – 2.96%; *trans*-tetradecenal-2 – 1.59%.

Keywords: *Coriandrum sativum* L., essential oil, component composition, chromatography-mass spectrometry.

Кориандр посевной (кинза, кислец, каляндра) – *Coriandrum sativum* L. – ценное эфиромасличное однолетнее травянистое растение семейства *Apiaceae*.

В России кориандр получил большое распространение как эфиромасличное растение в центральных и юго-восточных областях европейской части. На Северном Кавказе его возделывают как овощную культуру под названием «кинза». Кориандр успешно растёт и на Северо-Западе РФ, где даёт хорошую зелень, но семена овощных форм здесь обычно не вызревают [1]. До недавнего времени отечественных сортов кориандра не было. Однако в настоящее время по этой культуре ведётся активная селекционная работа, и появились сорта как овощного – «Венера», «Стимул», «Первенец», «Шико», так и масличного направления – «Крылацкий», «Семко», «Янтарь» [2, 3]. Для районов традиционного выращивания кориандра на семена Сельскохозяйственный энциклопедический словарь (1989) указывает на урожайность 8–15 ц/га, то есть 80–150 г/м² [4]. На полях СССР в XX в. (до середины 1980-х гг.) возделывали небольшой ассортимент видов (от 15 до 20 популярных и основных востребованных видов растений). Чаще выращивались такие культуры, как *Coriandrum sativum* (до 90% всех площадей страны), *Carum carvi* L., *Anethum graveolens* L., *Foeniculum vulgare* Mill., *Mentha* × *piperita* L., *Salvia sclarea* L., *Rosa* × *damascena* f. *trigintipetala* (Dieck) R. Kelle, *Rosa alba* L. и некоторые другие [5].

Были исследованы репродуктивные возможности сортов кориандра разных направлений использования в агроклиматических условиях, не традиционных для возделывания этой культуры [6].

Кориандр свето- и влаголюбивое растение, хорошо отзывющееся на внесение удобрений и для которого лучшими почвами являются плодородные черноземы [5, 7, 8, 9].

Содержание эфирного масла в семенах кориандра не зависело от сортообразцов и качества почвы, что указывает на генетическую устойчивость этого признака и связывает товарный выход масла с повышением генеративной продуктивности культуры [7].

Погодно-климатические условия оказывают значительное влияние на урожайность кориандра, продуктивность растений, их морфологические признаки и продолжительность вегетационного периода [10].

В плодах кориандра содержится от 2 до 1,2 % эфирного и 18–22 % жирного масла [9, 12–14].

Эфирное масло зрелых плодов – подвижная бесцветная или бледно-желтая жидкость с характерным запахом. Главные компоненты эфирного масла из зрелых плодов кориандра – линалоол и гераниол, их содержание зависит от условий выращивания, сорта, стадии вегетации растения. Содержание линалоола колеблется от 43,0 до 84,1% в зависимости от сорта, района произрастания, погодных условий, вегетации [11, 14, 15].

Показано наличие 16 индивидуальных веществ, входящих в состав эфирного масла. Установлено, что преобладающей фракцией являются алифатические терпены (69,7% вес.), на долю моноциклических терпенов приходится 13% от веса эфирного масла, сесквитерпенов – 17,3% вес [12].

Накопление эфирного масла в плодах кориандра бескислородной среде происходит за счет высвобождения его из связанных форм, одним из наиболее вероятных путей является гидролиз глюкозидов линалоола [16].

Плоды кориандра действуют желчегонно, болеутоляюще, антисептически, отхаркивающе и улучшают пищеварение. Эфирное масло кориандра обладает болеутоляющим и антисептическим действием, усиливает секрецию желез пищеварительного тракта. Плоды кориандра назначают внутрь животным. Шрот этой культуры – хороший концентрированный корм. Для пчеловодства кориандр весьма ценен, так как в отличие от других эфиромаслич-

ных культур его убирают не в период цветения, а в период созревания семян [17–20]. Цветы кориандра медоносны [9].

Эфирное масло кориандра обладает антиоксидантной активностью, которая в значительной степени зависит от состава масел. Антиоксидантная активность (АОА) масел, стабильность масел в процессе хранения, скорость окисления отдельных компонентов эфирных масел сложным образом связаны с составом масел и их смесей, а также с концентрацией и соотношением наиболее активных компонентов [21–24].

Из эфирного масла кориандра получают в парфюмерной промышленности ряд душистых веществ с запахом розы, фиалки, ландыша, лилии, лимона и др., а жирное масло применяется в мыловарении, в текстильной и полиграфической промышленности. Семена кориандра используются в медицине, а также в кондитерском, пивоваренном и других производствах; листья употребляют в качестве пряных приправ к пище [8, 9].

Анализ литературных данных [25, 26] показывает, что компонентный состав эфирного масла плодов кориандра посевного достаточно изучен. Вместе с тем известно [27], что качественный и количественный состав эфирных масел зависит от многих факторов, таких как различие в хемотипах и условиях произрастания растений, технологии производства и хранения растительного сырья и т.п. Кроме того, имеющиеся данные касаются выхода и компонентного состава семян кориандра, а не надземной части растения в целом. В связи с этим установление компонентного состава эфирного масла из надземной части *C. sativum*, выращенного в условиях Республики Дагестан, представляет определенный интерес.

Материал и методика

Объектом исследования является *C. sativum*, собранный в фазу цветения в августе 2013 года на опытной делянке (10 м²) Гунибской экспериментальной базы (ГЭБ) Горного ботанического сада ДНЦ РАН.

Целью исследования явилось изучение компонентного состава эфирного масла из надземной части *C. sativum*, собранных ГЭБ на высоте 1650 метров над уровнем моря. Семена для исследования были приобретены в магазине "Сортсеменовощ", фирма "Семена Кавказа", без идентификации сорта. Почва на участке имеет щелочную реакцию (рН 7,2–8,2), горно-луговые, черноземовидные; материнская порода – доломитизированные органогенно-обломочные известняки.

Эфирные масла получали общепринятым методом гидродистилляции, на аппарате Клевенджера [29].

Компонентный состав эфирного масла определяли методом хромато-масс-спектрометрии на приборе Shimadzu GCMS-QP2010plus на колонке Supelco SLBTM-5ms (30m x 0,25mm x 0,25µm) в режиме «split». В качестве газа-носителя использовался гелий чистой 99,9999% со скоростью потока 1 мл/мин. Температуру колонки поднимали от 60 °С (выдержка 4 мин) до 150 °С со скоростью 10 °С/мин, далее до 250 °С со скоростью 5 °С/мин. Температура инжектора, интерфейса и детектора были 250 °С. Ионизация электронным ударом с энергией электронов 70 эВ. Ток эмиссии катода 60 мкА, диапазон регистрируемых ионов с *m/z* 45-500. Идентификация компонентов проводилась с использованием библиотек масс-спектров NIST08 и FFNSC. Проба перед анализом разводилась в *n*-гексане в 1000 раз. 1 мкл разведенной пробы вводился в прибор с делением потока 1:40 [30, 31, 32].

Результаты и их обсуждение

Выход эфирного масла из надземной части *C. sativum*, которое представляет собой бледно-желтую жидкость с характерным запахом, составляет 0,21%. Согласно данным хромато-масс-спектрометрического анализа в эфирном масле из надземной части *C. sativum*, интродуцированных в условиях Дагестана, содержится 51 индивидуальный компонент, из которых 16 являются мажорными. Таким образом, установлен качественный и количественный

состав эфирного масла, полученного из надземной части *C. sativum*, собранного в фазу цветения на опытной делянке ГЭБ. Показано, что главными компонентами исследованного масла являются: α -пинен – 7,22%; *n*-цимен – 1,90%; лимонен – 1,95%; γ -терпинен – 13,28%; линалоол – 22,20%; нонаналь – 1,27%; камфора – 1,63%; *n*-деканаль – 9,65%; *транс*-2-деканаль – 7,27%; 2-децен-1-ол – 6,78%; дециловый спирт – 4,51%; *n*-ундеканаль – 1,76%; геранил ацетат – 2,53%; *n*-додеканаль – 1,75%; *транс*-2-додеценаль – 2,96%; *транс*-тетрадеценаль-2 – 1,59%.

Как видим, основной фракцией исследуемого эфирного масла являются монотерпеноиды (53,20%), а сесквитерпеноиды составляют всего 0,75%.

Результаты анализов *C. sativum* представлены на рис. и табл.

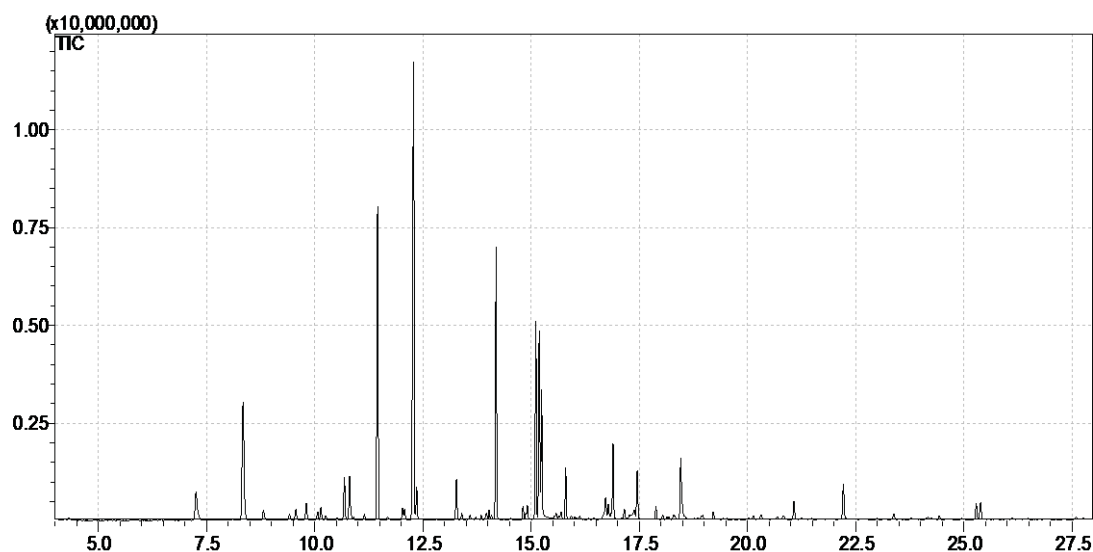


Рис. Хроматограмма эфирного масла надземной части *Coriandrum sativum* L.
Fig. Chromatogram of the essential oil of the aerial part of *Coriandrum sativum* L.

Таблица. Компонентный состав эфирного масла надземной части *Coriandrum sativum* L., выращенного в условиях горного Дагестана (ГЭБ, 2013 г)
Table. Component composition of essential oil of the aerial part of *Coriandrum sativum* L. grown in mountainous Dagestan (GES, 2013 y.)

№	Компоненты / Components	Время выхода Exit time	Содержание, % Content, %
1	α -Пинен	8.341	7.22
2	Камфен	8.814	0.48
3	Сабинен	9.413	0.26
4	β -Пинен	9.562	0.52
5	Мирцен	9.800	0.85
6	<i>n</i> -Октаналь	10.140	0.53
7	α -Фелландрен	10.255	0.17
8	α -Терпинен	10.435	0.09
9	<i>n</i> -Цимен	10.681	1.90
10	Лимонен	10.804	1.95
11	<i>транс</i> - β -Оцимен	11.145	0.23
12	γ -Терпинен	11.452	13.28
13	Терпинолен	12.028	0.48
14	Линалоол	12.283	22.20
15	Нонаналь	12.355	1.27

16	Камфора	13.271	1.63
17	Ментон	13.396	0.24
18	Борнеол	13.724	0.11
19	Терпинен-4-ол	13.845	0.15
20	<i>транс</i> -2-Декеналь	14.027	0.28
21	α -Терпинеол	14.083	0.12
22	<i>n</i> -Деканаль	14.190	9.65
23	Пулегон	14.813	0.47
24	Гераниол	14.912	0.48
25	<i>транс</i> -2-Декеналь	15.108	7.27
26	2-Децен-1-ол	15.188	6.78
27	Дециловый спирт	15.240	4.51
28	Тимол	15.690	0.27
29	<i>n</i> -Ундеканаль	15.799	1.76
30	Гваякол-4-винил	15.927	0.09
31	2, 4-Декадиеналь	15.983	0.08
32	<i>транс</i> -Сабинол	16.124	0.12
33	<i>цис</i> -8-Ундеценаль	16.722	0.69
34	2-Ундецен-1-гидрокси	16.781	0.41
35	Геранил ацетат	16.893	2.53
36	Деаноат-этил	17.153	0.38
37	<i>n</i> -Додеканаль	17.452	1.75
38	<i>транс</i> -Кариофиллен	17.882	0.51
39	<i>транс</i> -2-Деценоат-этил	18.039	0.16
40	<i>транс</i> -2-Додеценаль	18.459	2.96
41	<i>n</i> -Тридеканаль	19.211	0.30
42	<i>транс</i> -Неролидол	20.136	0.17
43	Тетрадеканаль	21.075	0.82
44	Кубебол	21.527	0.07
45	<i>транс</i> -Тетрадеценаль-2	22.215	1.59
46	Тетрадеканаль	23.037	0.08
47	Фталид (3-изобутилиден)	23.383	0.30
48	<i>транс</i> -Тетрадеценаль-2	24.213	0.17
49	Этил-Тетрадеcanoат	24.434	0.16
50	Неофитадиен	25.287	0.71
51	Фитон	25.385	0.80

Выводы

Впервые нами на основании проведенных исследований установлен компонентный состав эфирного масла надземной части *C. sativum*, выращенный в условиях Гунибской экспериментальной базы. В данных образцах идентифицирован 51 компонент из 51 обнаруженного, среди которых 16 являются основными. Доминирующими компонентами исследованного эфирного масла являются: α -пинен – 7,22%; γ -терпинен – 13,28%; линалоол – 22,20%; *n*-деканаль – 9,65%; *транс*-2-декеналь – 7,27%; 2-децен-1-ол – 6,78%;

Эфирное масло надземной части *C. sativum*, полученное из образцов, выращенных в условиях Горного ботанического сада ДНЦ РАН, можно использовать как источник ценного компонента линалоола, используемого в парфюмерных композициях, отдушках, в мыловарении и косметических изделиях.

Благодарности

Работа выполнена с использованием уникальной научной установки «Система экспериментальных баз, расположенных вдоль высотного градиента» (УНУ СЭБ ГорБС ДНЦ РАН).

Литература

1. Овощные культуры / В.Ф. Белик, Н.Ф. Ермаков, В.И. Кортунова и др. М., 1988. 395 с.
2. Основные и малораспространенные овощные растения / В.И. Буренин, В.А. Бакулина, С.А. Кравцов и др. М., 2003. С. 111–119.
3. Литовкин Н.А. Пряности на все вкусы // Земля сибирская, дальневосточная, 1991. № 8. С. 29.
4. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь / гл. ред. В.К. Месяц. М.: Советская энциклопедия, 1989. 656 с.
5. Ткаченко К.Г. Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения // Вестник удмуртского университета, 2011. Вып. 1. С. 88–100.
6. Лудилов В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры // М., 2009. 195 с.
7. Иванов М.Г. Изучение влияния сортовых особенностей на продуктивность кориандра посевого в различных почвенных условиях Новгородской области // Сельскохозяйственные науки, 2012. №11. С. 1168–1171.
8. Растениеводство: Учебник для ст-тов вузов по агроном. спец. / под ред. П.П. Вавилова. М.: Агропромиздат, 1986. С. 402; 420; 451; 452.
9. Магомедов А.А. Развитие и размещение производства масличных культур в северокавказском федеральном округе // Известия Даг. Гос. пед. унив. Естест. и точные науки, 2014. № 4. С. 79–85.
10. Гудимова Н.А. Семенная продуктивность кориандра в зависимости от агротехнологических приемов // Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы: Материалы 65-й международной научно-практической конференции 20–21 мая 2014 года. Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета. 2014. Часть 1. С. 37–39.
11. Кононенко Л.А., Числова Л.С. Оценка пластичности и стабильности сортов кориандра по содержанию эфирного масла в плодах // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур, 2007. Вып. 1 (136). С. 92–94.
12. Кротова И.В., Ефремов А.А. Возможности рационального использования эфиромасличных растений // Химия растительного сырья, 2002. № 3. С. 29–33.
13. Мустафаев С.К., Смычагина С.Е., Пелипенко Т.В., Усов А.П., Калиенко Е.А. Изучение особенностей обезэфиренных плодов кориандра как сырья для отжима жирного масла путём прессования // Научный журнал КубГАУ, 2015. № 113 (09). С. 1–10.
14. Вольнец Л.С., Кудряшов А.П., Дудорга Е.А. Окисление компонентов эфирного масла кориандра с помощью пероксидазы из корней хрена // Intern. Conf. "Plant Cell Biology and Biotechnology". Минск: Изд. Центр БГУ, 2013. С. 44.
15. Солонникова Н.В., Ксандопуло С.Ю., Солонников Д.А. Технологические особенности кориандра и накопление эфирного масла при СВЧ-нагреве // Научные труды Кубанского государственного технологического университета, 2015. № 4. С. 370–381.
16. Ксандопуло С.Ю., Мустафаев С.К., Ключкин В.В. Накопление эфирного масла при хранении плодов кориандра в анаэробных условиях // Известия вузов. Пищевая технология, 1992. № 1. С. 44–46.

17. Киселева Т.Л., Карпеев А.А., Смирнова Ю.А., Сафонов В.П., Цветаева Е.В., Коган Л.И., Блинков И.Л., Дронова М.А. Лечебные свойства некоторых огородных растений семейства сельдерейных // Традиционная медицина, 2009. № 18. С. 30–36.
18. Фролова А.В. Эфирные масла – перспективные источники при разработке антимикробных лекарственных средств для местного лечения гнойных ран // Вестник ВГМУ, 2010. Т. 9, № 1. С. 1–10.
19. Мишарина Т.А., Самусенко А.Л. Антиоксидантные свойства эфирных масел лимона, грейпфрута, кориандра, гвоздики и их смесей // Прикладная биохимия и микробиология, 2008. Т. 44, № 4. С. 482–486.
20. Chithra V. and Leelamma S. Hypolipidemic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*): mechanism of action // Plant Foods for Human Nutrition, 1997. No. 51. P. 167–172.
21. Самусенко А.Л. Исследование антиоксидантной активности эфирных масел лимона, розового грейпфрута, кориандра, гвоздики и их смесей методом капиллярной газовой хроматографии // Химия растительного сырья, 2011. № 3. С. 107–112.
22. Самусенко А.Л. Изучение зависимости антиоксидантной активности эфирных масел кориандра, имбиря, семян тмина и розового грейпфрута от концентрации масла в системе методом капиллярной газовой хроматографии // Химия растительного сырья, 2014. № 1. С. 221–227.
23. Самусенко А.Л. Влияние отдельных компонентов эфирных масел на окисление цитраля // Химия растительного сырья, 2012. № 4. С. 131–136.
24. Мишарина Т.А. Антирадикальные свойства эфирных масел и экстрактов кориандра, кардамона, белого, красного и черного перца // Прикладная биохимия и микробиология, 2016, Т. 52, № 1. С. 94–102.
25. Сур С.В. Состав эфирных масел лекарственных растений // Растительные ресурсы, 1993. Т. 29, Вып. 1. С. 98–117.
26. Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н., Леонтьев В.Н., ШUTOVA А.Г., Ключник О.К. Идентификация и определение оптически активных компонентов эфирного масла *Coriandrum sativum* L. // Труды БГТУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология, 2009. Т. 1, № 4. С. 183–187.
27. Гуринович Л.К., Пучкова Т.В. Эфирные масла: химия, анализ и применение // М.: Школа косметических химиков, 2005. 192 с.
28. Государственная Фармакопея СССР. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. 11-е изд. // М.: Медицина, 1989. 400 с.
29. Adams R. Essential Oil Components by Quadrupole GC/MS, Allured Publishing Corp., Carol Stream, IL. 2001.
30. Aliev A.M., Radjabov G.K., Musaev A.M. Dynamics of supercritical extraction of biological active substances from the *Juniperus communis* var. *saxatilis* // The Journal of Supercritical Fluids, 2015. Vol. 102. P. 66–72.
31. Aliev A.M., Radjabov G.K., Stepanov G.V. Component analysis of supercritical CO₂ extract of *Juniperus oblonga* M. Bieb. fruits // Russian Journal of Physical Chemistry B, 2013. Vol. 7. No. 7. P. 795–801.

References

1. Vegetable crops / V.F. Belik, N.F. Ermakov, V.I. Kortunova et al. M., 1988. 395 p.
2. Basic and less common vegetable plants / V.I. Burenin, V.A. Bakulina, S.A. Kravcov et al. M., 2003. P. 111–119.
3. Litovkin N.A. Spices for all tastes. The Earth Siberian, Far Eastern, 1991. № 8. P. 29.
4. Agricultural Encyclopedic Dictionary / ed. V.K. Mesyac. M: the Soviet. Encyclop. 1989. 656 p.
5. Tkachenko K.G. Essential-oilseeds plants and essential oils: achievements and prospects, modern trends of study and application. Bull. Udmurt. Univ., 2011. Issue 1. P. 88–100.
6. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Rare and sparsely distributed vegetable cultures. M., 2009. 195 p.

7. *Ivanov M.G.* The study of the influence of varietal features on the productivity of coriander seed under various soil conditions in the Novgorod region // *Selskokhoz. Nauki*, 2012. No. 11. P. 1168–1171.
8. *Crop production: A textbook for higher education institutions on agronomists specialist* / Ed. *P.P. Vavilova*. M.: Agropromizdat, 1986. P. 402; 420; 451; 452.
9. *Magomedov A.A.* Development and location of oilseed production in the North Caucasus Federal District. *Izvestiya Dag. Gos. Pedagog. Univ.*, 2014. No. 4. P. 79–85.
10. *Gudimova N.A.* Seed productivity of coriander depending on agrotechnological methods. Scientific support of innovative development of the agro-industrial complex: theory, practice, prospects: Materials of the 65th Intern. Sci. and Pract. Conf. Ryazan: Publishing house of the Ryazan State Agrotechnological University, 2014. Part 1. P. 37–39.
11. *Kononenko L.A., Chislova L.S.* Evaluation of the plasticity and stability of coriander varieties according to the content of essential oil in fruits. *Oilseeds. Scientific and technical bulletin. All-Russian Research Institute of Oilseeds*, 2007. Issue 1 (136). P. 92–94.
12. *Krotova I.V., Efremov A.A.* Possibilities of rational use of essential oil plants. *Khimija rastit. syrja*, 2002. No. 3. P. 29–33.
13. *Mustafaev S.K., Smychagina S.E., Pelipenko T.V., Usov A.P., Kalienko E.A.* The study of the features of obezefirennye fruits of coriander as raw materials for pressing fatty oil by pressing. *Nauchn. Zhurn. Kub. Guban. Agrar. Univ.*, 2015. No. 113 (09). P. 1–10.
14. *Voly nec L.S., Kudryashov A.P., Dudorga E.A.* Oxidation of components of coriander essential oil using peroxidase from horseradish roots // Intern. Conf. "Plant Cell Biology and Biotechnology". Minsk: Izd. Center of BSU, 2013. P. 44.
15. *Solonnikova N.V., Ksandopulo S.YU., Solonnikov D.A.* Technological features of coriander and the accumulation of essential oil in microwave heating. *Nauchn. trudy Kuban. Gosud. Technol. Univ.*, 2015. No. 4. P. 370–381.
16. *Ksandopulo S.YU., Mustafaev S.K., Klyuchkin V.V.* Accumulation of essential oil during storage of fruits of coriander in anaerobic conditions. *Izvestiya Vuzov. Pischevaja technologija*, 1992. No. 1. P. 44–46.
17. *Kiseleva T.L., Karpeev A.A., Smirnova YU.A., Safonov V.P., Cvetaeva E.V., Kogan L.I., Blinkov I.L., Dronova M.A.* Therapeutic properties of some garden plants of the family of celery. *Traditionnaja Medicina*, 2009. No. 18. P. 30–36.
18. *Frolova A.V.* Essential oils are promising sources in the development of antimicrobial medicines for topical treatment of purulent wounds. *Vestnik VSMU*, 2010. Vol. 9, No. 1. P. 1–10.
19. *Misharina T.A., Samusenko A.L.* Antioxidant properties of essential oils of lemon, grapefruit, coriander, cloves and their mixtures. *Prikladnaja biokhimija i mikrobiologija*, 2008. Vol. 44, No. 4. P. 482–486.
20. *Chithra V. and Leelamma S.* Hypolipidemic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*): mechanism of action. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1997, No. 51. C. 167–172.
21. *Samusenko A.L.* Research of antioxidant activity of essential oils of lemon, pink grapefruit, coriander, cloves and their mixtures by capillary gas chromatography. *Khimija rastit. syrja*, 2011. No. 3. P. 107–112.
22. *Samusenko A.L.* Study of the dependence of the antioxidant activity of essential oils of coriander, ginger, cumin seeds and pink grapefruit on the concentration of oil in the system by the method of capillary gas chromatography. *Khimija rastit. syrja*, 2014. No. 1. P. 221–227.
23. *Samusenko A.L.* Influence of separate components of essential oils on citral oxidation. *Khimija rastit. syrja*, 2012. No. 4. P. 131–136.
24. *Misharina T.A.* Antiradical properties of essential oils and extracts of coriander, cardamom, white, red and black pepper // *Prikladnaja biokhimija i mikrobiologija*, 2016. Vol. 52, No. 1. P. 94–102.
25. *Sur S.V.* Composition of essential oils of medicinal plants. *Rastit. resursy*, 1993. Vol. 29, Issue 1. P. 98–117.

26. Kovalenko N.A., Supichenko G.N., Leont'ev V.N., SHutova A.G., Klyuchnik O.K. Identification and determination of optically active components of essential oil *Coriandrum sativum* L. Trudy BSTU. Chemija, tehnologija organicheskikh veschestv I biotekhnologija, 2009. Vol. 1, No. 4. P. 183–187.
27. Gurinovich L.K., Puchkova T.B. Essential oils: chemistry, analysis and application. Moscow, 2005. 192 p.
28. State Pharmacopoeia of the USSR. General methods of analysis. Medicinal plant raw materials. 11 th ed. Moscow: Medicina, 1989. 400 p.
29. Adams R. Essential Oil Components by Quadrupole GC/MS, Allured Publishing Corp., Carol Stream, IL. 2001.
30. Aliev A.M., Radjabov G.K., Musaev A.M. Dynamics of supercritical extraction of biological active substances from the *Juniperus communis* var. *saxatilis*. The Journal of Supercritical Fluids, 2015. Vol. 102. P. 66–72.
31. Aliev A.M., Radjabov G.K., Stepanov G.V. Component analysis of supercritical CO₂ extract of *Juniperus oblonga* M. Bieb. fruits. Russian Journal of Physical Chemistry B, 2013. Vol. 7, No. 7. P. 795–801.