

УДК 547.19

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА И ВОДНО-СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ *ORIGANUM VULGARE* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

© И.Д. Зыкова^{1,2*}, А.А. Ефремов^{1,2}

¹ Сибирский федеральный университет, пр. Свободный, 79, Красноярск, 660049 (Россия), e-mail: izykova@sfu-kras.ru

² Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука» Федерального исследовательского центра КНЦ СО РАН, Академгородок, 50, стр. 45, Красноярск, 660036 (Россия)

В модельных реакциях со свободным стабильным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил-радикалом изучены антирадикальные свойства эфирного масла и водно-спиртовых экстрактов душицы обыкновенной (*Origanum vulgare* L.), произрастающей на территории Красноярского края. Эфирное масло получено методом исчерпывающей гидропародистилляции. Выделены отдельные фракции масла: первая через 10 мин от начала перегонки, вторая – через 20 мин, третья – через 40 мин, четвертая – через 80 мин, пятая фракция была собрана после окончания гидропародистилляции. Результаты ДФПГ-теста показали, что все исследуемые образцы эфирного масла проявляют антирадикальную активность (АРА), значения которой возрастают от 30.4% (первая фракция) до 51.0% (пятая). АРА цельного масла *O. vulgare* составила 36.1%. Значения АРА водно-спиртовых экстрактов *O. vulgare* варьируют от 56.6 до 100% в зависимости от концентрации спирта и объема добавленного экстракта. Наибольшей антирадикальной активностью обладает 70%-ный экстракт, а наименьшей – 96%-ный. По величине АРА исследуемые экстракты и эфирное масло *O. vulgare*, произрастающей в сибирском регионе, можно расположить в следующий ряд: 70%-ный водно-спиртовый экстракт > 40%-ный экстракт > 20%-ный экстракт > водный экстракт > 96%-ный спиртовый экстракт > эфирное масло.

Ключевые слова: Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.), эфирное масло, фракции, водно-спиртовые экстракты, антирадикальная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ).

Введение

Душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) традиционно используется как пищевое и лекарственное растение. Антирадикальные и антибактериальные свойства *O. vulgare* во многом определяются природой биологически активных веществ, входящих в ее состав.

Все части растения содержат эфирное масло, количество и компонентный состав которого зависит от метеофизических условий произрастания растения в разных климатических зонах [1–11]. Результатом изучения компонентного состава эфирного масла *O. vulgare* как отечественными, так и зарубежными исследователями стало выявление существования четырех хеморас, различающихся содержанием тимола и карвакрола, изомерных фенолов с изопропильными и метильным заместителями – базовых компонентов эфирного масла *O. vulgare*. Считается, что присутствие данных компонентов обуславливает высокую антиоксидантную и антирадикальную активность (76–95%) [7, 12–14]. Как правило, сырьем для получения таких масел является *O. vulgare*, дикорастущая либо культивируемая в наиболее благоприятных климатических условиях по сравнению с резко континентальным климатом Сибири.

Зыкова Ирина Дементьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры химии, научный сотрудник, e-mail: izykova@sfu-kras.ru
Ефремов Александр Алексеевич – доктор химических наук, профессор кафедры химии, заведующий отделом КППС, e-mail: aefremov@sfu-kras.ru

Сибирские образцы *O. vulgare* относятся к четвертой хеморасе, для которой характерно низкое содержание фенолов до полного их отсутствия и высокое содержание сесквитерпенов [1, 2].

* Автор, с которым следует вести переписку.

Помимо эфирного масла, получаемого из надземной части растения гидропародистилляцией, многие биологически активные вещества извлекаются экстракцией различными растворителями. Чаще всего в качестве растворителей используют воду и этиловый (метиловый) спирт разной концентрации. Водные и водно-спиртовые экстракты, как правило, содержат полифенольные соединения, флавоноиды, оксикоричные кислоты, в том числе галловую, хлорогеновую, ферулловую, рутин, гесперидин, лютеолин и другие. Отмечается, что максимальное количество рутина извлекается 20%-м этанолом [15]. Установлено, что экстракция чистым этанолом приводит к резкому снижению концентрации флавоноидов в экстрактах по сравнению с экстракцией спиртом меньшей концентрации [15]. Однако увеличение доли спирта в экстрагенте позволяет почти полностью извлечь содержащийся в растении хлорофилл и некоторое количество эфирного масла.

Согласно литературным данным, в составе водно-спиртовых экстрактов *O. vulgare* обнаружено 11 соединений, из которых идентифицированы галловая кислота, вицинин и умбеллиферон, лютеолиновый гликозид, рутин, кверцетин и 4-(3,4-дигидроксibenзоилоксиметил)-фенил-β-D-гликопиранозид. С присутствием данных соединений связывают проявляемую экстрактами антиоксидантную и антирадикальную активность [9, 16–19].

Цель данного исследования заключалась в определении антирадикальной активности отдельных фракций и цельного эфирного масла *O. vulgare*, произрастающей на территории Сибирского региона, и ее водно-спиртовых экстрактов.

Материалы и методы

Эфирное масло получали методом исчерпывающей гидропародистилляции из надземной части *O. vulgare*, произрастающей в Манском районе Красноярского края, как показано в [1]. Проба воздушно-сухого сырья составляла 1200 г. В процессе перегонки масло фракционировали в зависимости от времени его выделения, в результате чего было выделено пять фракций. Первая фракция была собрана через 10 мин от начала перегонки, вторая – через 20 мин, третья – через 40 мин, четвертая – через 80 мин, пятая фракция – через 140 мин. В целом процесс гидропародистилляции составил 290 мин. Использовали сырье, собранное в июле 2020 г.

Экстракцию водой и этанолом проводили из измельченного сырья в течение 1 часа при температуре кипения растворителя. В качестве растворителей использовались дистиллированная вода и этиловый спирт (20, 40, 70 и 96% растворы). Исходная навеска сырья для получения экстрактов составляла 1.0 г, гидромодуль процесса 1 : 100. Для установления природы экстрактивных веществ использовали УФ-спектроскопию.

Для изучения антирадикальной активности использовали реакцию компонентов эфирного масла и полученных экстрактов со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом (ДФПГ) (Sigma-Aldrich, Германия) [20]. Оптическую плотность измеряли на сканирующем спектрофотометре UV-1700 (Shimadzu, Япония) при длине волны 517 нм. Реакцию проводили в кварцевых кюветах с плотно закрывающимися крышками (толщина кюветы 10 мм) при температуре 293±1К путем приливания к 3 мл 2.0×10^{-4} М раствора ДФПГ в 96%-ном этаноле 20 мкл эфирного масла либо 10 и 20 мкл водно-спиртовых экстрактов. Измерения падения оптической плотности проводили через 30 мин от момента добавления исследуемых образцов к раствору ДФПГ. В качестве контрольного образца использовали рабочий раствор ДФПГ. Антирадикальную активность (% ингибирования ДФПГ) определяли по формуле

$$\% \text{ ингибирования} = \frac{D_{\text{контр}} - D_x}{D_{\text{контр}}} \cdot 100\%,$$

где D_x – оптическая плотность исследуемого раствора, $D_{\text{контр}}$ – оптическая плотность контрольного раствора.

Каждое определение проводили в трех параллелях, причем различия в полученных значениях АРА составляли не более 0.5% от определяемой величины.

Результаты и обсуждение

Согласно литературным данным, высокую АРА проявляют эфирные масла, содержащие производные фенола – тимол, эвгенол, карвакрол [12–14]. В эфирном масле *O. vulgare*, произрастающей в Сибирском регионе, отсутствуют эвгенол и карвакрол, а содержание тимола составляет около 0.1% [1]. Тем не менее результаты ДФПГ-теста показывают, что исследуемое масло проявляет АРА, значение которой составляет

31.6% (рис. 1). Возможно, это вклад соединений, об активности которых ничего не известно, либо мы наблюдаем синергетическое влияние компонентов эфирного масла на его антирадикальные свойства. Согласно [21, 22], эфирные масла, не содержащие фенолов, способны проявлять АРА благодаря таким компонентам, как терпинолен, α - и γ -терпинены, сабинен, фелландрен, кариофиллен. Данные соединения присутствуют в исследуемом эфирном масле в количестве 0.6; 1.3; 2.3; 5.4; 0.12 и 13.4% соответственно. Сведений об активности *транс*- β -оцимена, *цис*- β -оцимена и гермакрена D, базовых компонентов эфирного масла сибирской *O. vulgare*, в доступной научной литературе не найдено.

Хром-масс-спектрометрический анализ цельного масла *O. vulgare* и его отдельных фракций из сырья, собранного в августе 2020 г., не выявил существенных отклонений от количественного содержания идентифицированных компонентов, установленных ранее в работе [1].

Учитывая то, что АРА эфирных масел сложным образом связана с их составом, а также с концентрацией и соотношением наиболее активных компонентов, можно было ожидать, что отдельные фракции эфирного масла будут проявлять разные антирадикальные свойства. По результатам ДФПГ-теста установлено, что все исследуемые образцы эфирного масла проявляют АРА, значения которой возрастают от 30.4% (первая фракция) до 51.0% (пятая). Возможно, это связано с тем, что с увеличением времени отгонки происходит накопление соединений – активных доноров протонов по отношению к 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилу. Для сравнения – раствор аскорбиновой кислоты, взятой в эквивалентной концентрации по отношению к эфирному маслу, за 30 мин полностью ингибирует ДФПГ (рис. 1).

АРА экстрактов растительного сырья чаще всего зависит от способа их получения и выбора экстрагента [15]. Очень часто для извлечения биологически активных веществ в качестве экстрагента применяется вода дистиллированная и спирт различной концентрации – от 70 до 20%. Водно-спиртовые смеси с низким содержанием спирта 20–40% хорошо растворяют водорастворимые вещества и плохо – спирторастворимые и, наоборот, спиртовые растворы крепостью выше 50% уже плохо растворяют водорастворимые соединения и хорошо – спирторастворимые. В данной работе в качестве экстрагентов использовали дистиллированную воду 20, 40, 70 и 96% растворы этилового спирта.

Результаты проведенного спектрофотометрического исследования подтвердили наличие в *O. vulgare* различных классов биологически активных соединений, обеспечивающих широкий спектр фармакологического действия растения: хлорофиллсодержащих соединений, комплекса биофлавоноидов, углеводных компонентов, антоцианов и дубильных веществ.

В УФ-спектрах водного и водно-спиртовых экстрактов (20% и 40%-ных) *O. vulgare*, представленных на рисунках 2 (А) и 2 (Б), регистрируются полосы поглощения, которые свидетельствуют о наличии в экстрактах фенольных веществ различных групп.

Поглощение в области 230–260 нм обусловлено, вероятнее всего, наличием в экстрактах водорастворимых флавонов и флавонолов, углеводных компонентов, дубильных веществ, катехинов. Полоса поглощения с λ_{max} при 326.4 нм может быть отнесена к лейкоантоцианам, кумаринам и флавононам [23, 24]. На присутствие водорастворимых оксибензойных и оксикоричных органических кислот (кофейной, хлорогеновой, феруловой, кумариновой и др.) указывают полосы поглощения в диапазоне 270–290 нм.

В спектрах 70%-ного водно-спиртового и 96%-ного спиртового экстрактов душицы обыкновенной, представленных на рисунке 3А и 3Б, присутствуют хлорофилл А и В (п.п. 664.4 и 615.4 нм соответственно), антоцианы (п.п. 536.8 нм) и, возможно, ауруны, поглощающие в диапазоне 390–430 нм.

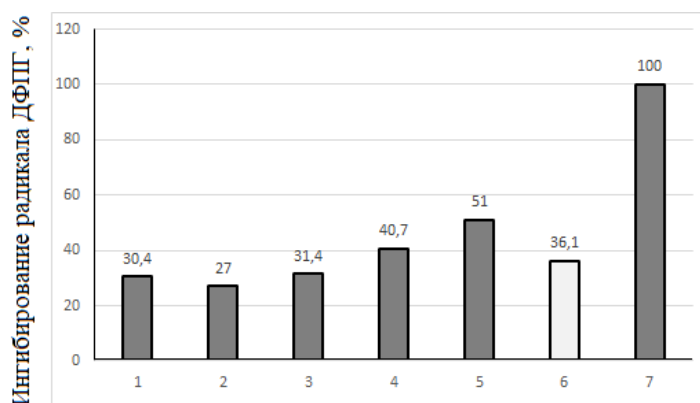


Рис. 1. Степень ингибирования радикала ДФПГ разными фракциями эфирного масла душицы обыкновенной (1–5 – фракции, 6 – цельное масло, 7 – аскорбиновая кислота) за 30 мин

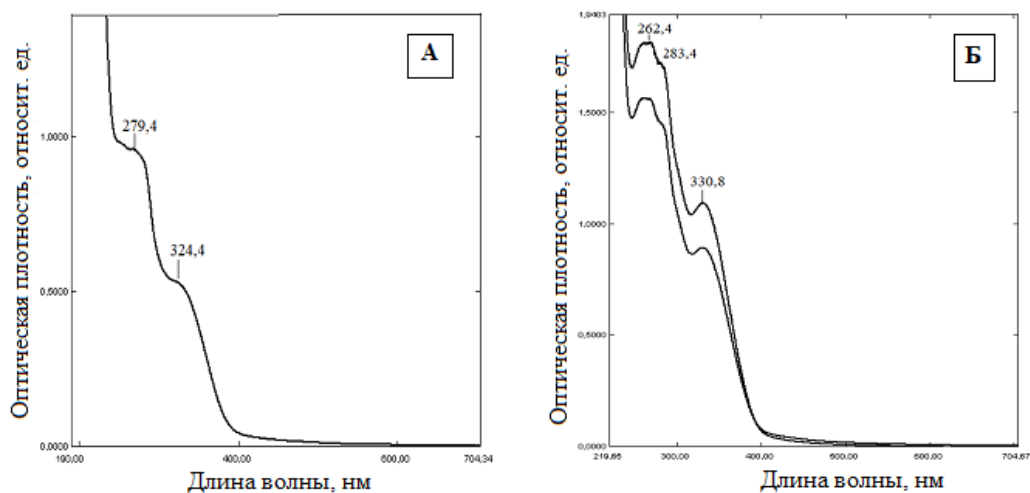


Рис. 2. УФ-спектры водного (А), 20%-ного водно-спиртового (нижняя линия) и 40%-ного водно-спиртового экстрактов надземной части *O. vulgare* (Б)

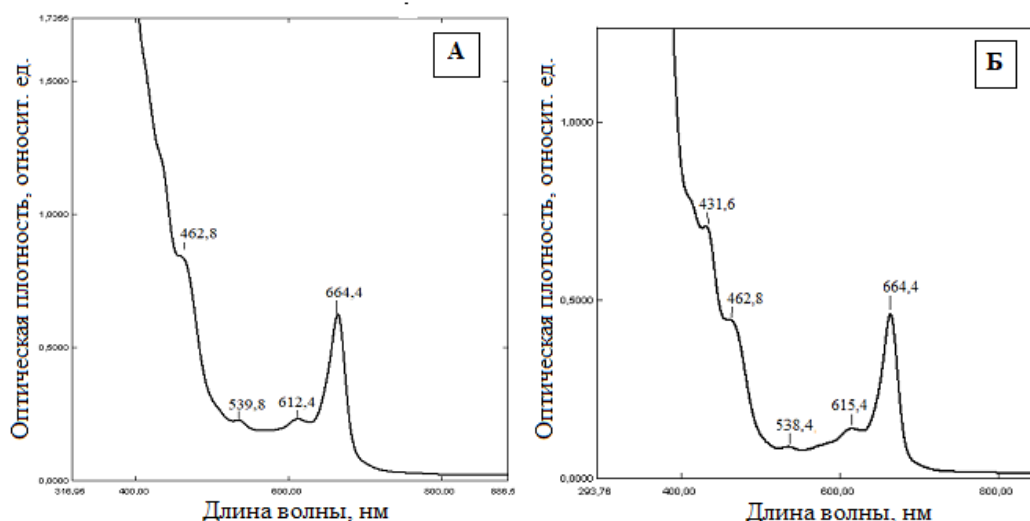


Рис. 3. УФ-спектры спиртовых экстрактов надземной части *O. vulgare*: 70%-ный экстракт (А), 96%-ный (Б)

В таблице приведены результаты изучения АРА водно-спиртовых экстрактов *O. vulgare* в реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом. Все исследуемые экстракты восстанавливали ДФПГ, что говорит о наличии в их составе компонентов с антирадикальными свойствами. Самым эффективным антирадикальным агентом оказался 70% водно-спиртовый экстракт. Уже после двух минут от начала реакции его АРА составила 43.3 и 68.1% при добавлении к раствору ДФПГ 10 и 20 мкл экстракта соответственно. В течение 10 мин заканчивается реакция компонентов водного и водно-спиртовых экстрактов с ДФПГ-радикалом при добавлении их в объеме 20 мкл. На рисунке 4А приведен УФ-спектр поглощения радикала ДФПГ (верхняя линия) и динамика его изменения после добавления 20 мкл водного экстракта. АРА 96% спиртового экстракта через 30 мин составила 66.0% при добавлении его к раствору ДФПГ в объеме 20 мкл (табл., рис. 4Б)

Высокое значение АРА водно-спиртовых экстрактов *O. vulgare* можно объяснить наличием в них фенольных соединений, в частности, гликозидов флавоноидов (особенно хорошо экстрагирующихся в 70%-ный этиловый спирт), органических кислот, дубильных веществ [9, 19]. При экстракции 96%-ным спиртом в раствор переходят агликоны флавоноидов, агликоны антоцианов, а также компоненты эфирного масла и хлорофилл. Учитывая то, что в составе суммы флавоноидов агликонов значительно меньше, чем гликозидов, а также низкую АРА эфирного масла и практически ее отсутствие у хлорофилла (табл.), в целом АРА 96%-ного экстракта оказалась ниже, чем АРА 20, 40, 70% водно-спиртовых и водного экстрактов.

Степень ингибирования радикалаДФПГ после добавления 10 и 20 мкл экстрактов *O. vulgare*

Экстракт	Степень ингибирования ДФПГ, %			
	10 мкл		20 мкл	
	2 мин	30 мин	2 мин	30 мин
Водный	29.0	56.6	47.9	100.0
Водно-спиртовый (20%)	30.4	59.3	47.8	100.0
Водно-спиртовый (40%)	36.2	55.2	59.4	100.0
Водно-спиртовый (70%)	43.3	65.0	68.1	100.0
Спиртовый (96%)	12.1	28.4	20.1	66.0
Спиртовый хлорофилла*	–	–	2.1	4.5

Примечание: «←» означает отсутствие эксперимента, *получен экстракцией из листьев крапивы двудомной.

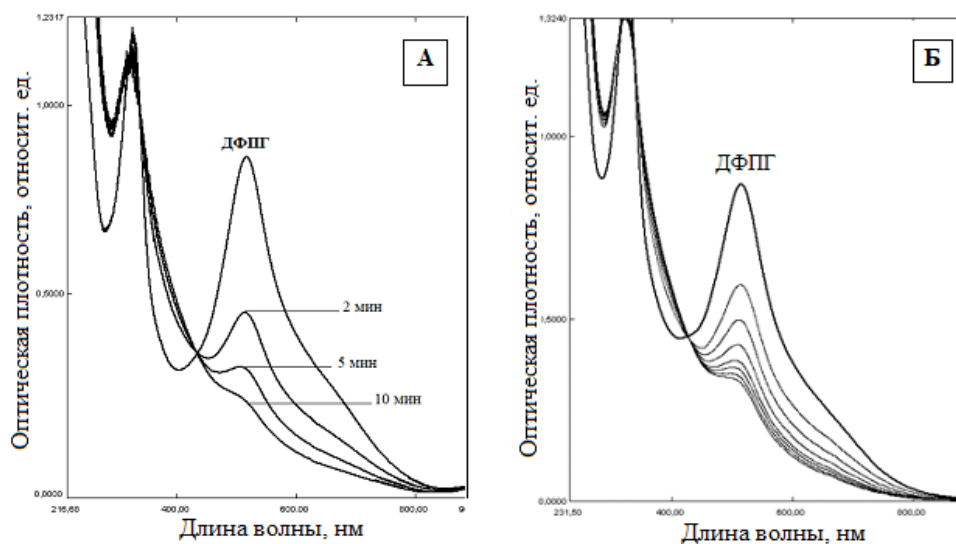


Рис. 4. УФ-спектр поглощения радикалаДФПГ (верхняя линия) и динамика его изменения после добавления 20 мкл водного экстракта (2, 5, 10 мин) (А) и 20 мкл спиртового (96%) экстракта *O. vulgare* (2, 5, 10, 15, 20, 25, 30 мин) (Б)

Выводы

Установлено, что эфирное масло, водный и водно-спиртовые экстракты *O. vulgare* проявляют АРА в реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом. АРА цельного эфирного масла составила 31.6%, причем АРА отдельных фракций масла, выделенных в процессе отгонки, возрастает от 30.4% (первая фракция) до 51.0% (пятая). Ввиду отсутствия карвакрола и незначительного содержания тимола, АРА эфирного масла сибирской *O. vulgare* можно объяснить присутствием большого количества монотерпеновых углеводородов (терпинолена, α - и γ -терпиненов и др.) и сесквитерпенов (в частности, кариофиллена), являющихся, согласно литературным данным, донорами протонов по отношению к 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилу.

Значения АРА водно-спиртовых экстрактов *O. vulgare* варьируют от 56.6 до 100% в зависимости от концентрации спирта и объема экстракта, взятого для реакции с раствором ДФПГ. Наибольшей антирадикальной активностью обладает 70% экстракт, а наименьшей – 96%.

Таким образом, исследуемые экстракты и эфирное масло *O. vulgare*, произрастающей в Сибирском регионе, по величине АРА можно расположить в следующий ряд: 70% водно-спиртовый экстракт > 40% экстракт > 20% экстракт > водный экстракт > 96% спиртовый экстракт > эфирное масло.

Список литературы

1. Алякин А.А., Ефремов А.А., Качин С.В., Данилова О.О. Фракционный состав эфирного масла душицы обыкновенной Красноярского края // Химия растительного сырья. 2010. №1. С. 99–104.
2. Минович В.М., Коненкина Т.А., Федосеева Г.М., Головных Н.Н. Исследование качественного состава эфирного масла душицы обыкновенной, произрастающей в Восточной Сибири // Химия растительного сырья. 2008. №2. С. 61–64.

3. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Компонентный состав эфирных масел дикорастущих лекарственных растений флоры Сибири. Красноярск, 2014. 216 с.
4. Морохина С.Л., Боков Д.О., Каденацци И.Б., Шустова Л.В. Изучение эфирного масла травы душицы Турецкой // Фармация. 2014. №4. С. 21–23.
5. Куликов Н.С., Бобылева М.С., Вьюбков А.А., Трубников А.Н. Исследование химического состава эфирного масла душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*) // Известия вузов, Прикладная химия и биотехнология. 2012. №2. С. 30–35.
6. Ozdemir N., Ozgen Y., Kiralan M., Bayrak A., Arslan N., Ramadan M.F. Effect of different drying methods on the essential oil yield, composition and antioxidant activity of *Origanum vulgare* L. and *Origanum onites* L. // Journal of Food Measurement and Characterization. 2018. Vol. 12. Pp. 820–825. DOI: 10.1007/s11694-017-9696-x.
7. Morshedloo M.R., Mumivand H., Craker L.E., Maggi F. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils in *Origanum vulgare* subsp. *gracile* at different phenological stages and plant parts // Journal of Food Processing and Preservation. 2018. Vol. 42. N2. e13316. DOI: 10.1111/jfpp.13516.
8. Hodaj-Çeliku E., Tsiftoglou O., Shuka L., Abazi S., Hadjipavlou-Litina D., Lazari D. Antioxidant Activity and Chemical Composition of Essential Oils of some Aromatic and Medicinal Plants from Albania // Natural Product Communications. 2017. Vol. 12. N5. Pp. 785–790.
9. Базарнова Ю.Г., Иванченко О.Б. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений // Вопросы питания. 2016. Т. 85. №5. С. 100–107.
10. Bisht D., Chanotiya C.S., Rana M., Semwal M. Variability in essential oil and bioactive chiral monoterpenoid compositions of Indian oregano (*Origanum vulgare* L.) populations from northwestern Himalaya and their chemotaxonomy // Industrial Crops and Products. 2009. Vol. 30. Pp. 422–426.
11. Figiel A., Szumny A., Gutierrez-Ortiz A., Carbonell-Barrachina A.A. Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare*) as affected by drying method // Journal Food Engineering. 2010. Vol. 98. Pp. 240–247.
12. Elansary H.O., Abdelgaleil S.A.M., Mahmoud E.A., Elhindi K., El-Hendawy S. Effective antioxidant, antimicrobial and anticancer activities of essential oils of horticultural aromatic crops in northern Egypt // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2018. Vol. 18. P. 214.
13. Мишарина Т.А., Алинкина Е.С., Фаткуллина А.К., Воробьева Л.Д., Медведева И.Б., Бурлакова Е.Б. Влияние состава смесей эфирных масел на их антиоксидантные и антирадикальные свойства // Прикладная биохимия и микробиология. 2012. Т. 48. №1. С. 117–123.
14. Алинкина Е.С., Мишарина Т.А., Фаткуллина А.К. Антирадикальные свойства эфирных масел орегано, тимьяна и чабера // Прикладная химия и микробиология. 2013. Т. 49. №1. С. 82–87. DOI: 10.7868/S0555109913010029.
15. Лукашев Р.И. Влияние природы и концентрации экстрагентов на извлечение флавоноидов из травы золотарника канадского // Химия растительного сырья. 2018. №4. С. 113–123. DOI: 10.14258/jcprm.2018043863.
16. Mohamed A.A., Ali S.I., Sameeh M.Y., Abd El-Razik T.M. Effect of solvents extraction on HPLC profile of phenolic compounds, antioxidant and anticoagulant properties of *Origanum vulgare* // Research Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Vol. 9. N11. Pp. 2009–2016.
17. Sarikurkcü C., Zengin G., Oskay M., Uysal S., Ceylan R., Aktumsek A. Composition, antioxidant, antimicrobial and enzyme inhibition activities of two *Origanum vulgare* subspecies (subsp. *vulgare* and subsp. *hirtum*) essential oils // Industrial Crops and Products. 2015. Vol. 70. Pp. 178–184.
18. Gayoso L., Roxo M., Cavero R.Y., Calvo M.J., Ansorena D., Astiasarán I., Wink M. Bioaccessibility and biological activity of *Melissa officinalis*, *Lavandula latifolia* and *Origanum vulgare* extracts: Influence of an in vitro gastrointestinal digestion // Journal of Functional Foods. 2018. Vol. 44. Pp. 146–154. DOI: 10.1016/j.jff.2018.03.003.
19. Teixeira B., Marques A., Ramos C., Serrano C., Matos O., Neng N.R., Nogueira J.M.F., Saraivab J.A., Nunes M.L. Chemical composition and bioactivity of different oregano (*Origanum vulgare*) extracts and essential oil // Journal Science of Food and Agriculture. 2013. Vol. 93. Pp. 2707–2714.
20. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity // Songklanakarin J. Sci. Technol. 2004. Vol. 26. N2. Pp. 211–219.
21. Ruberto G., Baratta M.T. Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems // Food Chemistry. 2000. Vol. 69. N2. Pp. 167–174.
22. Quiroga P.R., Grosso N.R., Lante A., Lomolino G., Zygadlo J.A., Nepote V. Chemical composition, antioxidant activity and anti-lipase activity of *Origanum vulgare* and *Lippia turbinata* essential oils // International journal of food science & technology. 2013. Vol. 48. N3. Pp. 642–649.
23. Запроматов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. М., 1974. 214 с.
24. Клышев Л.К., Бандюкова В.А., Алюкина Л.С. Флавоноиды растений (распространение, физико-химические свойства, методы исследования). Алма-Ата, 1978. 220 с.

Поступила в редакцию 3 ноября 2020 г.

После переработки 3 декабря 2020 г.

Принята к публикации 21 декабря 2020 г.

Для цитирования: Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Антирадикальная активность эфирного масла и водно-спиртовых экстрактов *Origanum vulgare* L., произрастающей в Красноярском крае // Химия растительного сырья. 2021. №1. С. 183–190. DOI: 10.14258/jcprm.2021018785.

Zykova I.D.^{1,2*}, Efremov A.A.^{1,2} ANTIRADICAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL AND WATER-ALCOHOL EXTRACTS OF *ORIGANUM VULGARE* L., GROWING IN THE KRASNOYARSK TERRITORY

¹ Siberian Federal University, pr. Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660049 (Russia), e-mail: izykova@sfu-kras.ru

² Special design and technology Bureau "Nauka" of the Federal research center of KNC SB RAS, Akademgorodok, 50/45, Krasnoyarsk, 660036 (Russia)

The antiradical properties of essential oil and water-alcohol extracts of oregano (*Origanum vulgare* L.), which grows in the Krasnoyarsk territory, were studied in model reactions with a free stable 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical. Essential oil is obtained by exhaustive hydro-distillation. Separate fractions of oil: first 10 minutes from the start of the distillation, the second – after 20 min, the third after 40 min, and the fourth in 80 minutes, a fifth fraction was collected after the end of hydroponically. The results of the DPPH test showed that all the studied samples of essential oil exhibit anti-radical activity (ARA), the values of which increase from 30.4% (the first fraction) to 51.0% (the fifth). The ARA of *O. vulgare* whole oil was 36.1%. The ARA values of *O. vulgare* water-alcohol extracts vary from 56.6 to 100% depending on the alcohol concentration and the volume of the added extract. The highest anti-radical activity is 70% extract, and the lowest – 96%. According to the ARA value, the studied extracts and essential oil are *O. vulgare*, which grows in the Siberian region, can be arranged in the following order: 70% water-alcohol extract > 40% extract > 20% extract > water extract > 96% alcohol extract > essential oil.

Keywords: Oregano (*Origanum vulgare* L.), essential oil, fractions, water-alcohol extracts, antiradical activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

References

1. Alyakin A.A., Yefremov A.A., Kachin S.V., Danilova O.O. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 1, pp. 99–104. (in Russ.).
2. Mirovich V.M., Konenkina T.A., Fedoseyeva G.M., Golovnykh N.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2008, no. 2, pp. 61–64. (in Russ.).
3. Zykova I.D., Yefremov A.A. *Komponentnyy sostav efirnykh masel dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniy flory Sibiri*. [Component composition of essential oils of wild medicinal plants of the Siberian flora]. Krasnoyarsk, 2014, 216 p. (in Russ.).
4. Morokhina S.L., Bokov D.O., Kadenatsi I.B., Shustova L.V. *Farmatsiya*, 2014, no. 4, pp. 21–23. (in Russ.).
5. Kulikov N.S., Bobyleva M.S., Vyubkov A.A., Trubnikov A.N. *Izvestiya vuzov, Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2012, no. 2, pp. 30–35. (in Russ.).
6. Ozdemir N., Ozgen Y., Kiralan M., Bayrak A., Arslan N., Ramadan M.F. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 2018, vol. 12, pp. 820–825. DOI: 10.1007/s11694-017-9696-x.
7. Morshedloo M.R., Mumivand H., Craker L.E., Maggi F. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2018, vol. 42, no. 2, e13316. DOI: 10.1111/jfpp.13516.
8. Hodaj-Çeliku E., Tsiftoglou O., Shuka L., Abazi S., Hadjipavlou-Litina D., Lazari D. *Natural Product Communications*, 2017, vol. 12, no. 5, pp. 785–790.
9. Bazarnova Yu.G., Ivanchenko O.B. *Voprosy pitaniya*, 2016, vol. 85, no. 5, pp. 100–107. (in Russ.).
10. Bisht D., Chanotiya C.S., Rana M., Semwal M. *Industrial Crops and Products*, 2009, vol. 30, pp. 422–426.
11. Figiel A., Szumny A., Gutierrez-Ortiz A., Carbonell-Barrachina A.A. *Journal Food Engineering*, 2010, vol. 98, pp. 240–247.
12. Elansary H.O., Abdelgaleil S.A.M., Mahmoud E.A., Elhindi K., El-Hendawy S. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2018, vol. 18, p. 214.
13. Misharina T.A., Alinkina Ye.S., Fatkullina A.K., Vorob'yeva L.D., Medvedeva I.B., Burlakova Ye.B. *Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya*, 2012, vol. 48, no. 1, pp. 117–123. (in Russ.).
14. Alinkina Ye.S., Misharina T.A., Fatkullina A.K. *Prikladnaya khimiya i mikrobiologiya*, 2013, vol. 49, no. 1, pp. 82–87. DOI: 10.7868/S0555109913010029. (in Russ.).
15. Lukashev R.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 113–123. DOI: 10.14258/jcpm.2018043863. (in Russ.).
16. Mohamed A.A., Ali S.I., Sameeh M.Y., Abd El-Razik T.M. *Research Journal of Pharmacy and Technology*, 2016, vol. 9, no. 11, pp. 2009–2016.
17. Sarikurkcü C., Zengin G., Oskay M., Uysal S., Ceylan R., Aktumsek A. *Industrial Crops and Products*. 2015, vol. 70, pp. 178–184.
18. Gayoso L., Roxo M., Cavero R.Y., Calvo M.J., Ansorena D., Astiasarán I., Wink M. *Journal of Functional Foods*, 2018, vol. 44, pp. 146–154. DOI: 10.1016/j.jff.2018.03.003.
19. Teixeira B., Marques A., Ramos C., Serrano C., Matos O., Neng N.R., Nogueira J.M.F., Saraivab J.A., Nunes M.L. *Journal Science of Food and Agriculture*, 2013, vol. 93, pp. 2707–2714.
20. Molyneux P. *Songklanakarín J. Sci. Technol.*, 2004, vol. 26, no. 2, pp. 211–219.
21. Ruberto G., Baratta M.T. *Food Chemistry*, 2000, vol. 69, no. 2, pp. 167–174.
22. Quiroga P.R., Grosso N.R., Lante A., Lomolino G., Zygodlo J.A., Nepote V. *International journal of food science & technology*, 2013, vol. 48, no. 3, pp. 642–649.
23. Zaprometov M.N. *Osnovy biokhimii fenol'nykh soyedineniy*. [Fundamentals of the biochemistry of phenolic compounds]. Moscow, 1974, 214 p. (in Russ.).

* Corresponding author.

24. Klyshev L.K., Bandyukova V.A., Alyukina L.S. *Flavonoidy rasteniy (rasprostraneniye, fiziko-khimicheskiye svoystva, metody issledovaniya)*. [Plant flavonoids (distribution, physical and chemical properties, research methods)]. Alma-Ata, 1978, 220 p. (in Russ.).

Received November 3, 2020

Revised December 3, 2020

Accepted December 21, 2020

For citing: Zykova I.D., Efremov A.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 1, pp. 183–190. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2021018785.