

УДК 547.19

АНТИМИКРОБНАЯ И АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ ЭФИРНОГО МАСЛА ПЛОДОВ *HERACLEUM DISSECTUM* LEDEB. СИБИРСКОГО РЕГИОНА

© А.А. Ефремов^{1,2}, И.Д. Зыкова^{1,3*}, Н.С. Коростелева¹

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, 50/45, Красноярск, 660036 (Россия)

³ Институт биофизики федерального исследовательского центра КНЦ СО РАН, Академгородок, 50/50, Красноярск, 660036 (Россия)

Методом исчерпывающей гидропародистилляции получено эфирное масло плодов борщевика рассеченного (*Heracleum dissectum* Ledeb.), произрастающего на территории Красноярского края. Получены отдельные фракции масла: первая – через 45 мин от начала перегонки, вторая – через 2 ч, третья – через 5 ч, четвертая фракция была собрана после окончания гидропародистилляции. Изучен компонентный состав как цельного эфирного масла, так и его отдельных фракций. Основные компоненты – октилацетат (60.0%), октил-2-метилпропаноат (10.2%), *n*-гексил-2-метилбуаноат (9.0%). Основное количество октилацетата (64.7%) сосредоточено в первой фракции масла. Исследована антимикробная активность различных фракций эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb. в отношении штаммов условно-патогенных микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* 209p, *MRSA*, *Proteus vulgaris*. Установлено, что в зависимости от продолжительности выделения антимикробная активность фракций эфирного масла по отношению к *Staphylococcus aureus* 209p, *MRSA* и *Pseudomonas aeruginosa* уменьшается, а по отношению к *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* и *Proteus vulgaris* возрастает. Наиболее выражено ингибирующее действие третьей и четвертой фракций эфирного масла в отношении *Klebsiella pneumoniae*. Установлена антирадикальная активность всех исследуемых образцов эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb. в реакции со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом. Минимальную антирадикальную активность проявила первая фракция (15.1%), максимальную – четвертая (49.2%).

Ключевые слова: борщевик рассеченный (*Heracleum dissectum* Ledeb.), плоды, эфирное масло, антимикробная активность, антирадикальная активность, 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил.

Введение

Род Борщевик, или *Heracleum* (семейство Сельдерейные, или Зонтичные), во флоре России представлен 15 видами [1, 2]. В сибирском регионе широко распространен борщевик рассеченный – *Heracleum dissectum* Ledeb. (syn.: *Heracleum sphondylium* subsp. *montanum* (Schleich. ex Gaudin) Briq.) – крупное многолетнее травянистое растение, достигающее высоты 2 м.

Несмотря на то, что в настоящее время в ряде регионов нашей и других стран виды борщевика (и в частности, *Heracleum sosnowskyi* Manden) занесены в «черные книги» [3], объявлены инвазионными растениями и подлежат уничтожению, они все равно остаются перспективными хозяйственно полезными растениями. Они могут быть востребованы в самом ближайшем будущем как эфирномасличные и как источники

Ефремов Александр Алексеевич – доктор химических наук, профессор, заведующий отделом, e-mail: aefremov@sfu-kras.ru

Зыкова Ирина Дементьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры химии, e-mail: izykova@sfu-kras.ru

Коростелева Наталья Сергеевна – аспирант, e-mail: izykova@sfu-kras.ru

биологически активных веществ.

Все части растения содержат эфирное масло, и максимум его накапливается (от 5–7 до 10%) в вислоплодниках. Компонентный состав эфирного масла разных органов видов рода

* Автор, с которым следует вести переписку.

Heracleum достаточно хорошо изучен [4–9]. Причем такие соединения, как октанол и сложные эфиры на его основе с карбоновыми кислотами являются характерными веществами для всех видов рода *Heracleum*. Доказана противовирусная и антибактериальная активность эфирного масла борщевиков [10, 11]. Следует отметить, что большинство исследований по антимикробной активности направлено исключительно на качественное определение наличия или отсутствия антимикробного воздействия, которое выражается в значениях «+» или «-», а сведения о динамике антимикробной активности масла в зависимости от продолжительности перегонки отсутствуют. Поэтому представляло интерес изучение антимикробного действия отдельных фракций эфирного масла, учитывая то, что их компонентные составы отличаются друг от друга.

На сегодняшний день остаются неизученными антирадикальные свойства эфирных масел растений рода *Heracleum*. Ранее [12] авторами была предпринята попытка оценить антиоксидантные свойства отдельных фракций эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb. в рамках модели исследования процесса аутоокисления адреналина по методике, разработанной для водных экстрактов растительного сырья [13]. Использование небольших концентраций масла позволило работать с достаточно прозрачной тонкодисперсной коллоидной системой, образуемой при смешении эфирного масла с буферным раствором и раствором адреналина. Было установлено, что антиоксидантная активность возрастает при переходе от первой фракции к последней.

Цель данного исследования – определение антимикробной и антирадикальной активности отдельных фракций эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb., произрастающего на территории сибирского региона.

Материалы и методы

Исходное сырье – плоды *H. dissectum* Ledeb. – заготавливали в июле–августе 2019 г. в Курагинском районе Красноярского края (окрестности д. Курагино). Эфирное масло получали методом исчерпывающей гидропародистилляции в течение не менее 40 ч до прекращения выделения масла. Проба воздушно-сухого сырья составляла 1200 г. В процессе перегонки масло фракционировали в зависимости от времени его выделения, в результате чего было выделено 4 фракции. Первая фракция масла получена через 45 мин от начала перегонки, вторая – через 2 ч, третья – через 5 ч, четвертая фракция была собрана после окончания гидропародистилляции.

Хромато-масс-спектрометрический анализ проводили на хроматографе Agilent Technologies 7890 А с квадрупольным масс-спектрометром MSD 5975 С в качестве детектора. Колонка кварцевая HP-5 (сополимер 5%-дифенил-95%-диметилсилоксан) с внутренним диаметром 0.25 мм. Температура испарителя – 280 °С, температура источника ионов – 173 °С, газ-носитель – гелий, 1 мл/мин. Температура колонки – 50 °С (3 мин), 50–270 °С, (со скоростью 6 °С в минуту), изотермический режим при 270 °С в течение 10 мин.

Количественное содержание компонентов эфирных масел вычислялось по площадям пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания (рассчитанных по программе AMDIS для каждого компонента) и полных масс-спектров компонентов с соответствующими данными компонентов эталонных масел и индивидуальных соединений, если они имелись. Кроме того, для идентификации использовали атласы масс-спектров и линейных индексов удерживания [14, 15].

Антимикробную активность определяли методом серийных разведений в 0.5 мл питательного бульона [16, 17]. Метод основан на прямом определении основного количественного показателя, характеризующего микробиологическую активность исследуемого образца – величины его минимальной подавляющей концентрации (МПК).

В качестве тест-культур использовали штаммы условно-патогенных микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* 209p, MRSA, *Proteus vulgaris*. Чистую культуру выращивали на скошенном питательном агаре, в течение 24 ч при 37 °С. Затем готовили взвесь из смыва выращенной культуры и 0.85% раствора хлорида натрия, по стандарту $1 \cdot 10^9$ мкл/мл. После определения «рабочей дозы» тест-культуры титровали эфирное масло путем двукратных разведений в объеме 0.5 мл мясопептонного бульона. Затем во все пробирки вносили по 0.5 мл «рабочей дозы» тест-культуры. Пробирки с эфирным маслом и тест-культурой ставили на три часа на экспозицию при 37 °С, после вносили индикатор метиленовый синий с глюкозой и мясопептонным агаром, содержащее пробирок вновь смешивали и инкубировали в течение 1 ч при температуре 37 °С. Результат учитывали по цвету питательной среды: если индикатор обесцвел, то это свидетельствовало об отсутствии подавления, если цвет не менялся, то это свидетельствовало о блокировании дыхательных ферментов клеток тест-культур активными компонентами эфирных масел.

Для определения антирадикальной активности (АРА) использовали метод на основе реакции компонентов эфирного масла со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом (ДФПГ) (Sigma-Aldrich) [18]. К достоинствам данного метода относятся общедоступность необходимого оборудования, простота выполняемых операций, высокие воспроизводимость и чувствительность, а также возможность получения гомогенных композиций эфирных масел в спиртовых растворах ДФПГ.

Оптическую плотность измеряли на сканирующем спектрофотометре UV-1700 (Shimadzu, Япония) при длине волны 517 нм. Реакцию проводили в кварцевых кюветках с плотно закрывающимися крышками (толщина кюветы 10 мм) при температуре 293 ± 1 К путем приливания к 3 мл 2.0×10^{-4} М раствора ДФПГ в 96%-ном этаноле 20 мкл эфирного масла. Измерения падения оптической плотности проводили через 30 мин от момента добавления эфирного масла 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

Эфирное масло плодов *H. dissectum* Ledeb. представляет собой легколетучую жидкость синего цвета, легче воды, с характерным резким запахом.

Ранее [9] методом хромато-масс-спектрометрии установлено, что в эфирном масле плодов *H. dissectum* Ledeb., произрастающего в Красноярском крае, содержится более 47 компонентов, из них идентифицировано 44 (в количестве более 0.1% от цельного масла). Компонентный состав эфирного масла, установленный авторами в июле 2019 г., представлен в таблице 1. Также идентифицировано 44 компонента, количество которых составляет 98.6% от массы масла. Состав эфирного масла представлен в основном эфирами, количество которых в зависимости от фракции находится в пределах от 80.9 до 89.6%. Кроме того, в масле содержатся спирты и альдегиды. Содержание сесквитерпеновых и терпеновых углеводов составляет менее 3%. Основными компонентами масла являются октилацетат, *n*-гексил-2-метилбутаноат, октил-2-метилпропаноат. Отмечено содержание хамазулена (0.3% в цельном масле), придающему эфирному маслу синий цвет.

Результаты определения антимикробной активности, представленные в таблице 2, показали, что отдельные фракции эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb. по-разному проявляют чувствительность по отношению к определенному штамму микроорганизмов.

Отмечено, что в отношении грамположительных микроорганизмов *S. aureus* и *MRSA*, а также в отношении грамотрицательного штамма *P. aeruginosa* антимикробная активность падает с увеличением продолжительности отгонки масла. От первой к четвертой фракции возрастает антимикробная активность в отношении грамотрицательных *E. coli*, *K. pneumoniae* и *P. vulgaris*. Наиболее выражено ингибирующее воздействие третьей и четвертой фракций эфирного масла в отношении *K. pneumoniae*, концентрация активно воздействующего масла составляет 0.66 мкг/мл.

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. Результаты ДФПГ-теста показали, что все исследуемые образцы эфирного масла проявляют АРА, значения которой возрастают от 15.1% (первая фракция) до 49.2% (четвертая). Раствор аскорбиновой кислоты, взятой в эквивалентной концентрации по отношению к эфирному маслу, за 30 мин полностью ингибирует ДФПГ. Данные измерений по ингибированию радикала ДФПГ представлены на рисунке.

Согласно литературным данным, высокую АРА проявляют эфирные масла, содержащие производные фенола – тимол, эвгенол, карвакрол [19, 20]. Анализируя результаты по исследованию АРА отдельных фракций эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb., можно предположить, что низкое значение АРА первой фракции масла вероятно связано с максимальным (64.7%) содержанием в ней октилацетата, который, как известно, обладает низкой антиоксидантной активностью [21]. В последней фракции масла больше всего (по сравнению с другими фракциями) накапливается хамазулена (1,4-диметил-7-этилазулена), содержание октилацетата снижается до 39.3%. Нельзя однозначно сказать, чем вызвана относительно высокая АРА последней фракции масла, учитывая синергизм и антагонизм действия отдельных компонентов эфирного масла.

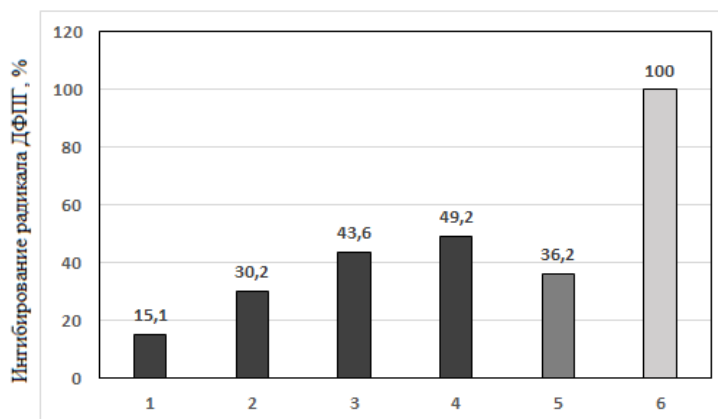
Таблица 1. Компонентный состав отдельных фракций и цельного эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb.

№	RI	Компонент	Содержание, % от цельного масла				
			Фракция 1	Фракция 2	Фракция 3	Фракция 4	Цельное
1	1003	Октаналь	3.1	0.4	0.3	-	1.4
2	1008	Изобутил-3-метилбутаноат	0.4	0.2	0.2	-	0.2
3	1028	Лимонен	0.3	-	-	-	0.3
4	1034	Бензиловый спирт	1.7	0.8	0.3	0.2	0.5
5	1063	(Z)-5-октен-1-ол	0.4	0.2	-	-	0.2
6	1072	n-октанол	4.2	2.5	2.0	1.2	1.5
7	1080	Изобутил-3-метил-2-бутаноат	0.4	0.2	-	-	0.2
8	1105	2-метилбутил-2-метилбутаноат	0.2	0.4	0.3	0.4	0.2
9	1107	Изопентил-3-метилбутаноат	0.3	-	-	-	0.3
10	1109	2-метилбутил-3-метилбутаноат	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
11	1150	n-гексил изобутаноат	0.6	0.5	0.2	0.2	0.3
12	1186	Изопентил 3-метил-2-бутаноат	0.3	0.2	0.2	-	0.2
13	1194	n-гексил бутаноат	0.8	0.8	0.8	0.6	0.9
14	1201	Винилциклогексан	6.2	3.7	2.8	2.1	2.5
15	1208	Деканаль	0.7	0.6	0.4	0.3	0.7
16	1222	Октилацетат	64.7	59.0	46.7	39.3	60.0
17	1240	2-метилгексил бутаноат	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
18	1244	3-метилгексил бутаноат	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7
19	1285	Борнилацетат	-	-	-	-	0.1
20	1322	3-метилгексил-2-бутаноат	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
21	1347	n-октил-2-метилпропаноат	0.6	0.8	0.9	0.9	0.8
22	1377	1-этилгексил бутаноат	0.6	0.6	0.8	1.1	1.0
23	1393	Октил-2-метил пропаноат	8.6	18.4	20.8	22.1	10.2
24	1395	1,5-циклодекадиен	0.3	0.3	4.6	7.6	0.5
25	1399	2,6-диметилбициклооктан	-	0.2	0.3	0.4	0.2
26	1408	Тетрадеканаль	-	-	0.2	0.2	0.2
27	1411	Децилацетат	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4
28	1416	4 α ,8 α -эпокси-кариофиллан	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2
29	1426	Циклодецен	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
30	1435	n-октил-2-метилбутаноат	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4
31	1440	3-метилоктил бутаноат	0.8	0.6	0.9	0.9	0.7
32	1484	Гермакрен D	0.3	-	-	-	0.3
33	1521	δ -кадинен	-	0.3	0.4	0.5	0.4
34	1548	Октилгексаноат	0.3	0.2	0.4	0.6	0.2
35	1565	(E)-неролидол	-	-	0.2	0.2	0.2
36	1570	4-этил-3-этилиденциклогексен	-	-	0.2	0.3	0.3
37	1584	n-гексил 2-метилбутаноат	-	5.0	10.2	13.8	9.0
38	1587	n-нонил пентаноат	-	-	0.3	0.5	0.4
39	1639	τ -кадинол	-	-	-	-	0.1
40	1652	α -кадинол	-	-	-	-	0.1
41	1684	<i>цис</i> -азарон	-	-	0.6	0.8	0.6
42	1730	Хамазулен	-	-	0.2	0.4	0.3
43	1779	Октил октаноат	-	0.3	0.3	0.8	0.7
44	1954	Дибутилфталат	-	-	0.3	0.3	0.3
ИТОГО			98.6	98.6	98.5	98.6	98.6

Таблица 2. Антимикробная активность различных фракций эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb., МПК (мг/мл)

Микроорганизм	Фракция				
	Фракция 1	Фракция 2	Фракция 3	Фракция 4	Цельное
<i>Staphylococcus aureus 209p</i>	2.65	5.31	10.63	21.3	5.31
<i>MRSA</i>	1.33	1.33	2.65	5.31	2.65
<i>Escherichia coli</i>	21.3	21.3	2.65	1.33	10.63
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2.65	2.65	0.66	0.66	2.65
<i>Proteus vulgaris</i>	21.3	10.63	5.31	2.65	10.63
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1.33	1.33	10.63	10.63	2.65

Степень ингибирования радикала ДФПГ разными фракциями эфирного масла вислоплодников *H. dissectum* Ledeb. (1–4 – фракции, 5 – цельное масло, 6 – аскорбиновая кислота) за 30 мин



Выводы

Установлено, что все исследуемые образцы эфирного масла плодов *H. dissectum* Ledeb., произрастающего на территории Красноярского края, обладают антимикробной активностью в отношении всех взятых в эксперимент условно-патогенных штаммов микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* 209p, *MRSA*, *Proteus vulgaris*.

Изучена АРА всех исследуемых образцов исследуемого эфирного масла в реакции с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил радикалом, причем значения АРА возрастают от 15.1% (первая фракция) до 49.2% (четвертая). АРА цельного масла составила 36.2%.

Показана возможность варьирования антимикробных и антирадикальных свойств эфирных масел путем фракционирования его в зависимости от продолжительности выделения.

Список литературы

1. Пименов М.Г., Остроумова Т.А. Зонтичные (*Umbelliferae*) России. М., 2012. 480 с.
2. Макаров А.А. Лекарственные растения Якутии и перспективы их освоения. Новосибирск, 2002. 264 с.
3. Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России (Чужеродные виды растений в экосистемах Средней России). М.: ГЕОС, 2009. 494 с.
4. 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.
5. Ткаченко К.Г. Эфирные масла листьев некоторых видов *Heracleum*, выращенных в Ленинградской области // Химия природных соединений. 2010. №2. С. 266–267.
6. Ткаченко К.Г. Эфирные масла корней некоторых видов *Heracleum* L. // Химия природных соединений. 2009. №4. С. 487–489.
7. Ткаченко К.Г. Эфирные масла и систематика рода *Heracleum* L. // Turczaninowia. 2010. Т. 13. №4. С. 74–87.
8. Кушакова А.С., Ткаченко К.Г., Зенкевич И.Г. Определение компонентного состава эфирных масел борщевиков *Heracleum* с использованием хромато-распределительного метода // Химия растительного сырья. 2010. №4. С. 111–114.
9. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Компонентный состав эфирных масел дикорастущих лекарственных растений флоры Сибири. Красноярск, 2014. 216 с.
10. Ткаченко К.Г., Платонов В.Г., Сацыперова И.Ф. Антивирусная и антибактериальная активность эфирных масел из плодов видов рода *Heracleum* L. (Apiaceae) // Растительные ресурсы. 1995. Т. 31, вып. 1. С. 9–19.
11. Tkachenko K.G. Antiviral activity of the essential oils of some *Heracleum* L. species // Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants. 2006. Vol. 12. N3. Pp. 1–12.
12. Зыкова И.Д., Ефремов А.А., Наймушина Л.В. Антиоксидантная активность различных фракций эфирного масла вислоплодников борщевика рассеченного и пастернака лесного // Вестник КрасГАУ. 2017. №3. С. 114–119.
13. Хасанова С.Р. Сравнительное изучение антиоксидантной активности растительных сборов // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2007. №1. С. 163–166.
14. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. 969 с.
15. Adams R.P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th ed. Carol Stream: Allured Publ. Corp., 2007. 804 p.
16. Леви М.И., Горожанкина И.А., Сагатовская Л.А. Быстрый метод определения чувствительности бактериальных культур к различным антибиотикам в жидкой среде // Антибиотики. 1967. №1. С. 57–65.

17. Дьяков С.И., Лебедева И.К., Сидоренко С.В. Современные методы и средства быстрого определения чувствительности возбудителей опасных инфекционных заболеваний к антибиотикам и химиопрепаратам // Военно-медицинский журнал. 1996. №3. С. 44–47.
18. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenilpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity // Songklanakarin J. Sci. Technol. 2004. Vol. 26. N2. Pp. 211–219.
19. 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.
20. 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.
21. Самусенко А.Л. Влияние отдельных компонентов эфирных масел на окисление цитраля // Химия растительного сырья. 2012. №4. С. 131–136.

Поступила в редакцию 18 декабря 2019 г.

После переработки 15 января 2020 г.

Принята к публикации 24 января 2020 г.

Для цитирования: Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Коростелева Н.С. Антимикробная и антирадикальная активность отдельных фракций эфирного масла плодов *Heracleum dissectum* Ledeb. Сибирского региона // Химия растительного сырья. 2020. №2. С. 87–92. DOI: 10.14258/jcprm.2020027029.

Efremov A.A.^{1,2}, Zykova I.D.^{1,3}, Korosteleva N.S.¹ ANTIMICROBIAL AND ANTIRADICAL ACTIVITY OF INDIVIDUAL FRACTIONS OF ESSENTIAL OIL FROM SEEDS OF HERACLEUM DISSECTUM LEDEB. OF SIBERIAN REGION*

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

² Special Design and Technology Bureau "Science" of the Federal Research Center of the KSC SB RAS, Akademgorodok, 50/45, Krasnoyarsk, 660036 (Russia)

³ Institute of Biophysics, Federal Research Center, KSC SB RAS, Akademgorodok, 50/50, Krasnoyarsk, 660036 (Russia)

By the method of exhaustive hydroponically obtained essential oil from beans of *Heracleum dissectum* Ledeb., growing in the Krasnoyarsk region. Separate fractions of oil were obtained: the first after 45 minutes from the beginning of distillation, the second – after 2 hours, the third-after 5 hours, the fourth fraction was collected after the end of hydro-distillation. The component composition of both whole essential oil and its separate fractions was studied. The main components are octyl acetate (60.0%), octyl-2-methylpropanoate (10.2%), n-hexyl-2-methylbutanoate (9.0%). The main amount of octyl acetate (64.7%) is concentrated in the first fraction of the oil. The antimicrobial activity of various fractions of essential oil of borscht dissected against strains of opportunistic microorganisms: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* 209p, *MRSA*, *Proteus vulgaris*. It was found that, depending on the duration of isolation, the antimicrobial activity of essential oil fractions in relation to *Staphylococcus aureus* 209p, *MRSA* and *Pseudomonas aeruginosa* decreases, and in relation to *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* and *Proteus vulgaris* increases. The most pronounced inhibitory effect of the third and fourth fractions of essential oil against *Klebsiella pneumoniae*. The antiradical activity of all studied samples of borscht essential oil dissected in reaction with stable free 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical was established. The first fraction showed minimal antiradical activity (15.1%), the fourth – maximum (49.2%).

Keywords: *Heracleum dissectum* Ledeb., beans, essential oil, antimicrobial activity, antiradical activity, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl.

* Corresponding author.

References

1. Pimenov M.G., Ostroumova T.A. *Zontichnyye (Umbelliferae) Rossii*. [Umbrella (*Umbelliferae*) of Russia]. Moscow, 2012, 480 p. (in Russ.).
2. Makarov A.A. *Lekarstvennyye rasteniya Yakutii i perspektivy ikh osvoyeniya*. [Medicinal plants of Yakutia and the prospects for their development]. Novosibirsk, 2002, 264 p. (in Russ.).
3. Vinogradova Yu.K., Mayorov S.R., Khorun L.V. *Chernaya kniga flory Sredney Rossii (Chuzherodnyye vidy rasteniy v ekosistemakh Sredney Rossii)*. [Black Book of Flora of Central Russia (Alien Plant Species in Ecosystems of Central Russia)]. Moscow, 2009, 494 p. (in Russ.).
4. Tkachenko K.G. *Vestnik udmurtskogo universiteta*, 2011, no. 1, pp. 88–100. (in Russ.).
5. Tkachenko K.G. *Khimiya prirodnikh soyedineniy*, 2010, no. 2, pp. 266–267. (in Russ.).
6. Tkachenko K.G. *Khimiya prirodnikh soyedineniy*, 2009, no. 4, pp. 487–489. (in Russ.).
7. Tkachenko K.G. *Turczaninowia*, 2010, vol. 13, no. 4, pp. 74–87. (in Russ.).
8. Kushakova A.C., Tkachenko K.G., Zenkevich I.G. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2010, no. 4, pp. 111–114. (in Russ.).
9. Zykova I.D., Efremov A.A. *Komponentnyy sostav efirnykh masel dikorastushchikh lekarstvennykh rasteniy flory Sibiri*. [Component composition of essential oils of wild medicinal plants of Siberian flora]. Krasnoyarsk, 2014, 216 p. (in Russ.).
10. Tkachenko K.G., Platonov V.G., Satsyperova I.F. *Rastitel'nyye resursy*, 1995, vol. 31, no. 1, pp. 9–19. (in Russ.).
11. Tkachenko K.G. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 2006, vol. 12, no. 3, pp. 1–12.
12. Zykova I.D., Efremov A.A., Naimushina L.V. *Vestnik KrasGAU*, 2017, no. 3, pp. 114–119. (in Russ.).
13. Khasanova S.R. *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2007, no. 1, pp. 163–166. (in Russ.).
14. Tkachev A.V. *Issledovaniye letuchikh veshchestv rasteniy*. [Investigation of plant volatiles]. Novosibirsk, 2008, 969 p. (in Russ.).
15. Adams R.P. *Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4th ed.* Carol Stream: Allured Publ. Corp., 2007, 804 p.
16. Levi M.I., Gorozhankina I.A., Sagatovskaya L.A. *Antibiotiki*, 1967, no. 1, pp. 57–65. (in Russ.).
17. D'yakov S.I., Lebedeva I.K., Sidorenko S.V. *Voyenno-meditsinskiy zhurnal*, 1996, no. 3, pp. 44–47. (in Russ.).
18. Molyneux P. *Songklanakar J. Sci. Technol.*, 2004, vol. 26, no. 2, pp. 211–219.
19. 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.).
20. 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.).
21. Samusenko A.L. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2012, no. 4, pp. 131–136. (in Russ.).

Received December 18, 2019

Revised January 15, 2020

Accepted January 24, 2020

For citing: Efremov A.A., Zykova I.D., Korosteleva N.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2020, no. 2, pp. 79–85. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2020027029.

