

УДК 541.127

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭТИЛАЦЕТАТНОГО ЭКСТРАКТА РАЗНЫХ ВИДОВ ТЫСЯЧЕЛИСТНИКА (*ACHILLEA L.*)

© Л.Р. Варданян*, Л.В. Атабекян, С.А. Айрапетян, Р.Л. Варданян

Горисский государственный университет, ул. Авангард, 4, Горис, 3204
(Армения), e-mail: vrazmik@rambler.ru

Для излечения различных заболеваний из лекарственных растений с давних времен в народной медицине используются различные виды тысячелистника. Препараты из тысячелистника обладают кровоостанавливающим, спазмолитическим, ранозаживляющим, желчегонным действием, проявляют антиоксидантную, антибактериальную и противогрибковую активность. Содержат фенольные соединения (флавоноиды, дубильные вещества, витамин С). Цель данной работы – исследование антиоксидантных свойств этилацетатных экстрактов разных видов тысячелистников, произрастающих в юго-восточной части Республики Армения. На примере модельной реакции окисления кумола приводятся экспериментальные данные по эффективному содержанию антиоксидантов (АО) и по антиоксидантной активности (АОА) этилацетатных экстрактов трех видов тысячелистников. Показано, что по эффективному содержанию АО исследованные тысячелистники распределяются в ряд: *Achillea aurea* > *Achillea nobilis* > *Achillea millefolium*, а по АОА: *Achillea millefolium* > *Achillea nobilis* > *Achillea aurea*. На примерах смесей экстрактов из листьев и цветов *Achillea millefolium*, а также из листьев и цветков *Achillea aurea* обнаружен эффект синергизма ингибирования окисления кумола, соответственно, на 43 и 21%.

Ключевые слова: тысячелистник, экстракт, антиоксиданты, синергизм, антагонизм ингибирования.

Введение

Нарушение естественного баланса скорости свободнорадикального окисления и активности антиоксидантной защиты организма, возникающие под воздействием внешних неблагоприятных факторов (загрязнение окружающей среды, ультрафиолетовое излучение, эмоциональный стресс, высокое содержание в рационе легкоусвояемых углеводов и жиров с одновременным снижением содержания биоантиоксидантов) играет важную роль в возникновении многих заболеваний – сердечно-сосудистых, онкологических, желудочно-кишечных и др. [1–3]. В связи с этим поиск и исследование перспективных нетоксичных веществ, обладающих антирадикальной и антиоксидантной активностью, является весьма актуальной задачей. Известно, что лекарственные растения являются основным источником поступления биологически активных веществ для живых организмов, в том числе и человека [4, 5].

Лечебное действие лекарственных растений связано с наличием в них фармакологически активных веществ, которые при поступлении в организм животных и человека проявляют физиологически активные свойства и оказывают целебное действие. К числу основных действующих веществ относятся флавоноиды, полифенолы, фенолкарбоновые кислоты, эфирные масла, дубильные вещества и витамины [5].

Для излечения различных заболеваний из лекарственных растений с давних времен используется тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium L.*). Препараты из тысячелистника обыкновенного обладают

Варданян Луиза Размиковна – кандидат химических наук, доцент, e-mail: vrazmik@rambler.ru
Атабекян Лилит Валериковна – кандидат химических наук, e-mail: Lilit_alilit_a@mail.ru
Айрапетян Сюзанна Арсеновна – кандидат химических наук, ассистент, e-mail: vrazmik@rambler.ru
Варданян Размик Леонович – доктор химических наук, профессор, e-mail: vrazmik@rambler.ru

кровоостанавливающим, спазмолитическим, ранозаживляющим, желчегонным действием, усиливают секреторную активность желудка, увеличивают желчеотделение, повышают диурез [6, 7], проявляют антиоксидантную, антибактериальную и противогрибковую активность [8, 9]. В составе эфирного масла тысячелистника обыкновенного, по данным разных авторов, обнаружено более 90 компонентов, в том

* Автор, с которым следует вести переписку.

числе витамины А, С, К, дубильные вещества, кумарины, флавоноиды и др. [10–12]. В научной литературе опубликованы многочисленные работы [13–16], посвященные антиоксидантной активности тысячелистника. В указанных работах содержание АО в экстракте тысячелистника обыкновенного, измеренного амперометрическим, микрокалориметрическим и хемилюминесцентным методами, варьируется от 0.018–1.28%. Это расхождение, прежде всего, объясняется тем, что химический состав как тысячелистника, так и других лекарственных растений во многом зависит от географической местности, экологических условий их произрастания [17, 18]. Следовательно, прежде чем использовать данное растительное сырье в лечебных целях или как источник антиоксидантов, необходимо исследовать эти свойства экстрактов или же эфирного масла растения, произрастающего в данной географической местности.

Цель настоящей работы – исследование антиоксидантных свойств экстрактов разных видов тысячелистника, произрастающего в юго-восточной части Республики Армения.

Экспериментальная часть

Для исследования собирали (27.06.2017 г.) надземную часть тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium L.*), золотого (*Achillea aurea L.*) и благородного (*Achillea nobilis L.*) в фазе массового цветения растений возле пансионата Ашотаван (1700 м н.у. моря) Сисианского района Республики Армения. Сырье высушили до воздушно-сухого состояния, упаковали в бумажные пакеты и хранили в тени при комнатной температуре.

Для получения экстракта высушенное сырье измельчали в керамической ступке до порошкообразного состояния (≤ 1 мм), пропускали через сито с диаметром отверстия 1 мм. На полученный порошок при комнатной температуре добавляли перегнанный этилацетат (на 1 г порошка – 20 мл)* и через 24 ч* отфильтровали бумажным фильтром. Фильтрат при комнатной температуре в течение 3 ч испаряли в вакуум-сушильном шкафу до постоянного веса. Выбор этилацетата обоснован тем, что из ранее опробованных нами экстрагентов (этанол, хлороформ, диэтиловый эфир, метанол, бензол, этилацетат, ацетон) [9] в наибольшем количестве АО экстрагируется им.

Антиоксидантные (АО) свойства полученных экстрактов и их смесей исследовали на примере модельной реакции инициированного окисления кумола. Опыты по окислению проводили на манометрической установке с автоматическим регулированием давления [19]. В качестве инициатора первичных радикалов использовали азо-ди-изобутиронитрил (АИБН), растворителем служил хлорбензол. Объем реакционной смеси во всех опытах составлял 5 мл, концентрация кумола – 2.87 моль/л.

С целью определения температурной зависимости антиоксидантной активности (АОА), т.е. константы скорости реакции линейного обрыва цепи на ингибиторах (InH), содержащихся в экстрактах, эксперименты проводились в интервале температур 328–348 К. Использованные реактивы (кумол, хлорбензол, АИБН и этилацетат) очищали по методике, описанной в [9].

Результаты и их обсуждение

Опыты показали, что при окислении кумола на кинетических кривых поглощения кислорода в присутствии всех исследованных экстрактов появляются четко выраженные индукционные периоды (рис. 1). Появление индукционного периода свидетельствует о наличии АО в экстрактах. Обнаруженные значения периодов индукции (τ) описываются (рис. 2а, б) уравнением (1)

$$\tau = \alpha \cdot m = f \cdot [InH]_0 / V_i, \quad (1)$$

где α – коэффициент пропорциональности (с/мг), m – навеска экстракта, $[InH]_0$ – исходная концентрация АО веществ в исследованных экстрактах, $V_i = k_i [АИБН] = 10^{15} \exp\left(-\frac{30450}{RT}\right) [АИБН]$ [20] – скорость инициирования, f – стехиометрический коэффициент ингибирования (число радикалов, обрывающихся на одной молекуле InH), по которому вычисляли содержание АО веществ в экстрактах. Поскольку экстракты растительного сырья представляют собой многокомпонентную систему, в том числе содержащую различные АО, то коэффициент f не вычисляли и, следовательно, в исследованных экстрактах определяли не абсолютные, а эффективные концентрации АО, т.е. произведение $f [InH]_0$ (табл. 1).

* Это оптимальные условия для полной экстракции АО.

Рис. 1. Кинетические кривые поглощения кислорода при окислении кумола в отсутствие (1) и в присутствии 2 мг экстракта цветков *Achillea millefolium* (2), листьев *Achillea aurea* (3) и цветков *Achillea nobilis* (4). $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с, $T = 348$ К

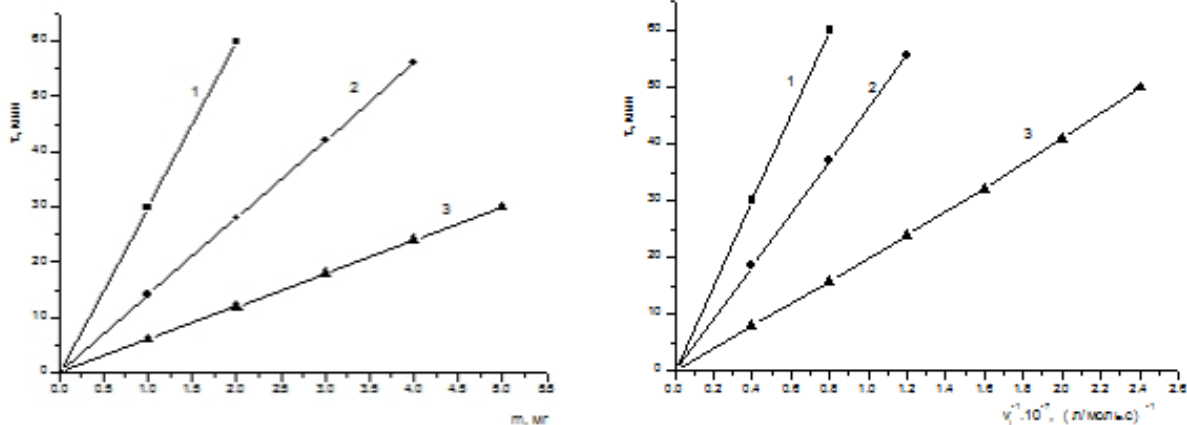
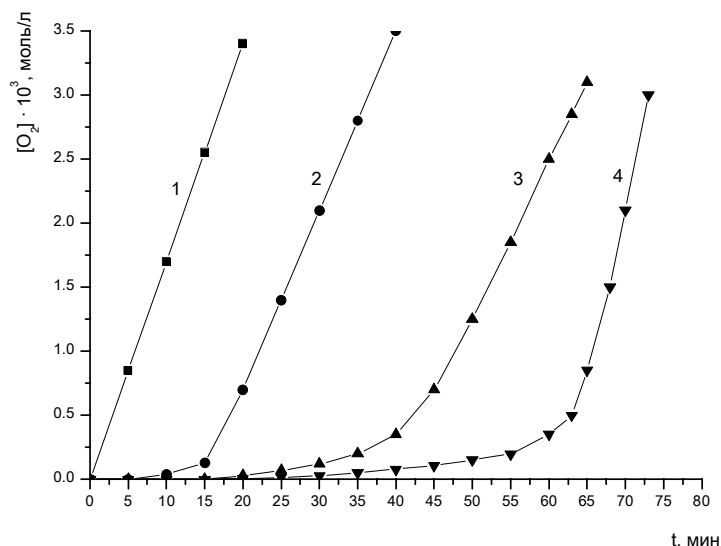


Рис. 2. Зависимость периодов индукции поглощения кислорода при окислении кумола (а) от содержания экстракта *Achillea aurea* (1), *Achillea nobilis* (2), *Achillea millefolium* (3) $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л·с и (б) от обратной величины скорости иницирования, навеска экстракта 2 мг, $T = 348$ К

Из результатов, приведенных в таблице 1, следует, что из изученных видов тысячелистника в наибольшем количестве АО содержится в экстракте листьев *Achillea aurea* L. При растворении 1 мг экстракта в 5 мл реакционной смеси эффективная концентрация АО составляет $2.94 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Эффективное содержание АО – флавоноидов выразили также в процентах. При этом пользовались уравнением (2)

$$\omega = \frac{f[\text{InH}] \cdot M_r \cdot V}{m} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где M_r – средняя молярная масса флавоноидов, V – объем реакционной смеси (5 мл), m – навеска экстракта в реакционной смеси (мг). Учитывая, что при определении суммарного содержания флавоноидов в экстрактах растительного сырья в качестве эталона сравнения чаще всего используют рутин или кверцетин [21, 22], то за M_r в уравнении (2) приняли молярную массу кверцетина – 302.

В таблице 1 приведены также параметры k_7 , характеризующие АОА исследованных экстрактов – константу скорости реакции радикалов (в нашем случае кумилпероксильных -RO_2^\cdot) с ингибиторами (InH).

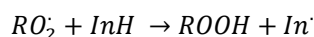


Таблица 1. Эффективное содержание АО и АОА экстрактов, исследованных видов тысячелистника

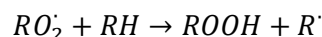
Вид тысячелистника	орган	$(f \cdot [InH]_0 \cdot 10^4)^*$, моль/л	$\omega\%$	АОА					
				$k_7 \cdot 10^{-4}$, л/моль·с, 348 К	IgA , л/моль·с	Е, кал/моль	$k_{71} \cdot 10^2$, л/моль·с, 348 К	IgA , л/моль·с	Е, кал/моль
<i>Achillea millefolium</i>	листья	0.49	7.40	5.50	15.76	17557	3.22	9.97	11865
	цветы	0.56	8.45	5.55	10.92	9828	2.97	5.30	4492
<i>Achillea aurea</i>	листья	2.29	34.58	2.43	12.30	12635	**	**	**
	цветы	1.24	18.72	1.74	10.77	10400	**	**	**
<i>Achillea nobilis</i>	листья	1.07	16.16	4.26	14.34	15444	4.41	8.79	9780
	цветы	1.37	20.69	3.73	13.74	14600	7.52	13.69	17227

* – в одном мг экстракта; ** – продукты окисления исходных АО не проявляют ингибирующее действие.

Для определения значений k_7 , экспериментальные данные поглощения кислорода за время индукционного периода, спрямляли (рис. 3) в координатах уравнения (3) [23]

$$[O_2] = -\frac{k_2}{k_7} [RH] \ln \left(1 - \frac{t}{\tau} \right), \quad (3)$$

где $[O_2]$ – концентрация поглощенного кислорода за время $t < \tau$, τ – индукционный период, $[RH]$ – концентрация окисляемого вещества – кумола, k_2 – константа скорости реакции продолжения цепи:



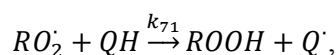
При этом учитывали, что для кумола $k_2 = 4.677 \cdot 10^6 \exp(-9800/RT)$ л/моль·с [20].

Из таблицы 1 следует, что АОА экстракта *Achillea millefolium*, примерно, в два раза превышает АОА экстракта из *Achillea aurea*.

В таблице 1 приведены также значения k_{71} , характеризующие АОА продуктов (QH) окисления исходных АО. Установлено, что между скоростями неингибированного окисления кумола (V_0) и после выхода из индукционного периода (V) наблюдается зависимость [24, 25]:

$$\frac{V_0}{V} - \frac{V}{V_0} = \frac{k_{71} f [QH]}{\sqrt{k_6 V_i}}, \quad (4)$$

где k_{71} – константа скорости обрыва цепи на продуктах окисления исходных АО, находящихся в экстрактах:



k_6 – константа скорости квадратичного обрыва цепи:



В расчетах k_{71} учитывали, что для кумола $k_6 = 4.74 \cdot 10^5 \exp(-1800/RT)$ [20] и, что $f [InH]_0 = f [QH]$. Полученные результаты свидетельствуют, что из продуктов окисления больше всего АОА проявляет экстракт из цветков *Achillea nobilis* ($7.52 \cdot 10^2$ л/моль·с). Между тем продукты окисления экстракта из цветков и листьев *Achillea aurea* не проявляют АО свойств. В этом случае после выхода из индукционного периода $V \approx V_0$.

Для констант скорости реакций k_7 и k_{71} , характеризующие АОА исследованных экстрактов, определены их температурные зависимости в аррениусовых координатах: $Igk_i = Iga - E/RT$ (табл. 1). Эти данные позволяют определить АОА (k_7 и k_{71}) для любой температуры – особенно при низких температурах.

Известно, что более чем из 150 видов тысячелистников в народной и научной медицине больше всего используется *Achillea millefolium*. Наши опыты показали, что эффективное содержание АО веществ в его этилацетатном экстракте составляет 8.45%. В работе же [16] амперметрическим методом с помощью прибора «Цвет Язуа-01-АА» показано, что суммарное содержание фенольных соединений в сухом ацетоном

экстракте, выраженное в концентрации образца сравнения – кверцетина, составляет 0.018%, аскорбиновой кислоты – 40.8 мг%. Обнаруженное расхождение можно объяснить (см. введение) также эффектом синергизма ингибированного окисления. Для подтверждения этого нами исследованы АО действия смеси экстрактов, изученных видов тысячелистников, на кинетику окисления кумола.

Список использованных экстрактов приведен в таблице 2. Совместное действие экстрактов, как АО, оценивали, сопоставляя между собой сумму периодов индукции ($\sum \tau_i$) отдельных экстрактов и брутто эффективности их смесей (τ_{Σ}). В тех случаях, когда получили $\tau_{\Sigma} = \sum \tau_i$, имели дело с аддитивным действием. В случае же, когда $\tau_{\Sigma} > \sum \tau_i$, констатировали эффект синергизма, а при $\tau_{\Sigma} < \sum \tau_i$ – эффект антагонизма. Эффект синергизма (или же антагонизма) оценивали по разнице $\Delta\tau = \tau_{\Sigma} - \sum \tau_i$ и отношением $\frac{\Delta\tau}{\sum \tau_i} \cdot 100\%$. Результаты приведены в таблице 2. Из таблицы следует, что смеси экстрактов исследованных тысячелистников приводят к явлениям аддитивности (варианты 3, 6, 9), антагонизма (№4) и синергизма (1, 2, 5, 7, 8). Причем максимальный эффект синергизма ингибирования проявила смесь экстрактов листьев и цветков *Achillea millefolium* (42.85%), а антагонизм – смесь экстрактов листьев *Achillea millefolium* и *Achillea nobilis* (5%).

Рис. 3. Зависимость концентрации поглощенного кислорода при окислении кумола за время периода индукции в присутствии экстракта из *Achillea aurea* (1), цветков *Achillea nobilis* (2) и *Achillea millefolium* (3). T = 348 K

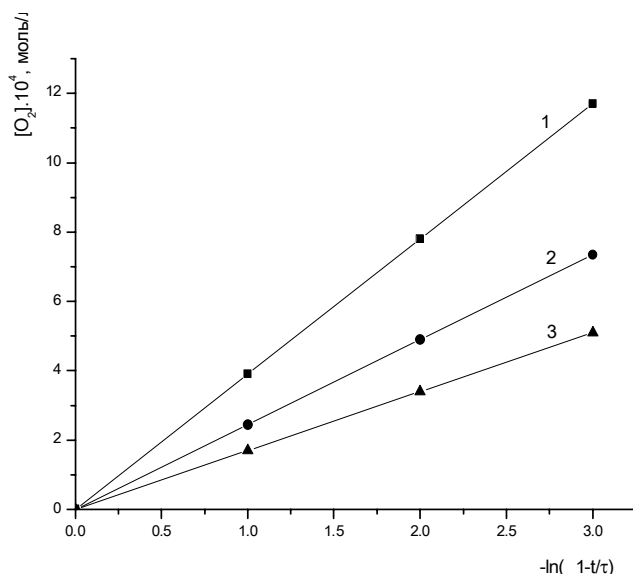
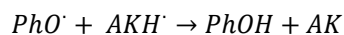
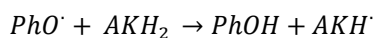
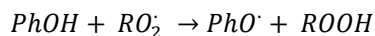


Таблица 2. Совместное действие этилацетатных экстрактов на период индукции окисления кумола, $V_i = 1.25 \cdot 10^{-7}$ моль/л · с, T = 348 K

№	Экстракт	τ , мин	$\sum \tau_i$, мин	τ_{Σ} , мин	$\Delta\tau$, мин	$\frac{\Delta\tau}{\sum \tau_i} \cdot 100\%$	Навеска экстракта, мг
1	Листья <i>Achillea mill.</i>	13	28	40	12	42.85	2.0
	Цветы <i>Achillea mill.</i>	15					2.0
2	Листья <i>Achillea aurea</i>	30	63	80	17	21.25	1.0
	Цветы <i>Achillea aurea</i>	33					2.0
3	Листья <i>Achillea nob.</i>	30	66	65	-1	-1.52	2.11
	Цветы <i>Achillea nob.</i>	36					2.0
4	Листья <i>Achillea mill.</i>	13	43	41	-2	-4.88	2.0
	Листья <i>Achillea nob.</i>	30					2.11
5	Листья <i>Achillea mill.</i>	13	43	55	12	27.91	2.0
	Листья <i>Achillea aurea</i>	30					1.0
6	Листья <i>Achillea mill.</i>	13	46	45	-1	-2.17	2.0
	Цветы <i>Achillea aurea</i>	33					2.0
7	Цветы <i>Achillea mill.</i>	15	51	61	10	19.61	2.0
	Цветы <i>Achillea nob.</i>	36					2.0
8	Цветы <i>Achillea mill.</i>	15	48	60	12	25.0	2.0
	Цветы <i>Achillea aurea</i>	33					2.0
9	Цветы <i>Achillea aurea</i>	33	69	70	1	1.45	2.0
	Цветы <i>Achillea nob.</i>	36					2.0

*Точность измерения не более ± 2 мин.

Обнаруженный эффект синергизма можно объяснить тем, что цветы *Achillea millefolium* содержат достаточное количество аскорбиновой кислоты (AKH_2), а листья – фенольные соединения ($PhOH$). Смеси этих веществ могут привести к регенерации $PhOH$ по следующим реакциям [26, 27]:



Согласно этой схеме емкость АО – f увеличивается, что приводит к увеличению τ_{Σ} , т.е. к явлению синергизма. Эффект антагонизма, возможно, связан с тем, что экстракты из листьев различных видов тысячелистников содержат АО с разными активностями и образующиеся из них радикалы (In_1, In_2) расходуется в реакции перекрестного обрыва цепи



приводя к уменьшению емкости АО, т.е. к уменьшению τ_{Σ} .

Выводы

1. По эффективному содержанию АО исследованные экстракты располагаются в ряд *Achillea aurea* > *Achillea nobilis* > *Achillea millefolium*, а по АОА: *Achillea millefolium* > *Achillea nobilis* > *Achillea aurea*.

2. При использовании тысячелистников в качестве АО желательно использовать не отдельные органы (цветы или листья), а саму траву, поскольку при этом эффективное содержание АО существенно увеличивается за счет эффекта синергизма, например в случае *Achillea millefolium*, до 43%.

Список литературы

1. Miliauskas G., Venskutonis P.R., Van Beek T.A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts // Food Chem.. 2004. Vol. 85. N2. Pp. 231–237.
2. Samuelsen A.B. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review // J. Ethnopharmacol. 2000. Vol. 71. N1–2. Pp. 1–21.
3. Silva B.A., Ferreres F., Malva J.O., Dias A.C.P. Phytochemical and antioxidant characterization of *Hypericum perforatum* alcoholic extracts // Food Chem.. 2005. Vol. 90. N1. Pp. 157–167.
4. Kemper K.J., Gardiner P., Woods Ch. Changes in use of herbs and dietary supplements (HDS) among clinicians enrolled in an online curriculum // BMC Complementary and Alternative Medicine. 2007. Vol. 7. Pp. 6882–6870.
5. Ключникова Н.Ф., Голубкина А.Н., Сенькевич О.А., Ключникова П.Ф. Селен в лекарственных растениях Хабаровского края // Бюллетень Ботанического сада-института ДВО РАН. 2009. Вып. 4. С. 37–40.
6. Куркин В.А., Куркина А.В., Авдеева Е.В. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений // Фармацевтические науки. 2013. №11. С. 1897–1901.
7. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Л., 1987. 326 с.
8. Лапин А.А., Борисенков М.Ф., Бердник И.В., Кочаева Л.С., Мусин Р.З., Магдеев И.М. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения // Химия растительного сырья. 2007. №2. С. 79–83.
9. Варданын Л.Р. Антиоксидантные свойства биоантиоксидантов лекарственных растений. Кинетика и механизм: дис. ... доктора хим. наук. Ереван, 2017. 246 с.
10. Алякин А.А., Ефремов А.А., Качин С.В., Струкова Е.Г. Динамика выделения и компонентный состав эфирного масла тысячелистника обыкновенного пригорода Красноярска // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 73–78.
11. Falk A.J., Bauer I., Bell C.I. The constituents of essential oil from *Achillea millefolium* // Lloida. 1974. Vol. 37. N4. Pp. 598–602.
12. Калинкина Г.И., Дембецкий А.Д., Березовская Т.П. Химический состав эфирных масел некоторых видов тысячелистника флоры Сибири // Химия растительного сырья. 2000. №3. С. 13–18.
13. Мисин В.М., Сажина Н.Н., Завьялов А.Ю., Яшин Я.И. Изучение содержания фенолов в экстрактах лекарственных трав и их смесях амперметрическим методом // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 127–132.
14. Сизова Н.В., Попова И.Ю. Содержание антиоксидантов в экстракта растительного сырья полученных методом сверхкритической экстракции // Химико-фармацевтический журнал. 2006. Т. 40. №4. С. 29–33.
15. Ткаченко Е.К., Носийчук С.В. Разработка лабораторной технологии получения и количественное определение суммарного содержания полифенолов в концентрате надземной части *Achillea millefolium* // Вестник стоматологии. 2009. №2. С. 82–85.

16. Масленников П.В., Чупахина Г.Н., Мальцева Е.Ю., Палтавская Р.Л. Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в лекарственных растениях Калининградской области // Химия растительного сырья. 2012. №3. С. 127–133.
17. Дмитриева Г.Ю. Влияние экологических факторов на содержание в растениях некоторых антиоксидантов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2009. 25 с.
18. Варданян Л.Р., Шутова А.Г., Айрапетян С.А., Варданян Р.Л., Агабеков В.Е., Решетников В.Н. Количественное содержание и активность антиоксидантов в лекарственных растениях различных климатических зон // Докл. АН Белоруси. 2013. №5. С. 72–76.
19. Эмануэль Н.М., Денисов Е.Т., Майзус З.К. Цепные реакции окисления углеводородов в жидкой фазе. М.: Наука, 1965. 375 с.
20. Денисов Е.Т. Константы скоростей жидкофазных гомолитических реакций. М.: Наука, 1971. 712 с.
21. Лобанова А.А., Будаева В.В., Сакович Г.В. Исследование биологически активных флавоноидов в экстрактах из растительного сырья // Химия растительного сырья. 2004. №1. С. 47–52.
22. Синютин С.Е., Романова С.В., Савельева В.Ю. Экстракция флавоноидов из растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств // Вестник ТГУ. 2011. Т. 16, вып. 1. С. 345–347.
23. Денисов Е.Т. Механизм гомолитического распада молекул в жидкой фазе. Итоги науки и техники. Серия Кинетика и катализ. М., 1981. Т. 9. 158 с.
24. Хайрулина В.Р., Якупова Л.Р., Герчиков А.Я., Сафиуллин Р.Л., Терегулова А.Н., Острахова Л.А., Бабкин В.А. Определение антиоксидантного действия кверцетина и дигидрокверцетина в составе бинарных композиций // Химия растительного сырья. 2008. №4. С. 59–64.
25. Варданян Р.Л., Варданян Л.Р., Атабекян Л.В., Григорян Т.С. Изучение антиоксидантных свойств лекарственных растений Горисского региона Армении // Химия растительного сырья. 2013. №1. С. 151–156.
26. Кочарян Г.Г., Минасян С.Г., Манукян З.О., Тавадян Л.А. Синергетические и антагонистические эффекты антирадикальных свойств емкостей биофлавоноидов с тролоксом в водной среде // Хим. журнал Армении. 2016. Т. 69. С. 22–32.
27. Карпухина Г.В., Эмануэль Н.М. Классификация синергетических смесей антиоксидантов и механизмов синергизма // Докл. АН СССР. 1984. Т. 276. №4. С. 1163–1167.

Поступило в редакцию 12 января 2018 г.

После переработки 19 марта 2018 г.

Для цитирования: Варданян Л.Р., Атабекян Л.В., Айрапетян С.А., Варданян Р.Л. Антиоксидантная активность этилацетатного экстракта разных видов тысячелистника (*Achillea L.*) // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 61–68. DOI: 10.14258/jcprgm.2018033697.

*Vardanyan L.R.**, *Atabekyan L.V.*, *Hayrapetyan S.A.*, *Vardanyan R.L.* ANTIOXIDANT ACTIVITY OF THE ETHYL ACETATE EXTRACT OF DIFFERENT TYPES OF THE THOUSAND (*ACHILLEA L.*)

Goris State University, ul. Avangard, 4, Goris, 3204 (Armenia), e-mail: vrazmik@rambler.ru

For the treatment of various diseases in the traditional medicine for a long time different types of yarrow are used. Medicines from yarrow have medicinal properties and render styptic, spasmolytic, wound healing, bile-expelling action. They also show antioxidant, antibacterial and antifungal activity. Medicinal properties of these medicines are caused by existence in them of phenolic compounds (flavonoids, tannins, vitamin C). The purpose of this work is a research of antioxidant properties of ethylacetate extracts preparing from different types of yarrows growing in a South-East part of the Republic of Armenia. Experimental data of antioxidant activities (AOA) and effective content of antioxidants (AO) in the ethylacetate extracts of three types of yarrows are given in this study on the example of model reaction of cumene oxidation. It is shown that the studied yarrows are distributed in a row by the effective content of antioxidants: *Achillea aurea* > *Achillea nobilis* > *Achillea millefolium*, and by the antioxidant activity: *Achillea millefolium* > *Achillea nobilis* > *Achillea aurea*.

On the examples of extracts mixtures from the leaves and flowers of *Achillea millefolium* and also from the leaves and flowers of *Achillea nobilis* the synergism effect of cumene's oxidation inhibition is found, respectively, 30 and 21%.

Keywords: Yarrow, extract, antioxidants, synergism, antagonism of inhibition.

* Corresponding author.

References

1. Miliuskas G., Venskutonis P.R., Van Beek T.A. *Food Chem.*, 2004, vol. 85, no. 2, pp. 231–237.
2. Samuelsen A.B. *J. Ethnopharmacol.*, 2000, vol. 71, no. 1–2, pp. 1–21.
3. Silva B.A., Ferreres F., Malva J.O., Dias A.C.P. *Food Chem.*, 2005, vol. 90, no. 1, pp. 157–167.
4. Kemper K.J., Gardiner P., Woods Ch. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 2007, vol. 7, pp. 6882–6870.
5. Kliuchnikova N.F., Golubkina A.N., Sen'kevich O.A., Kliuchnikova P.F. *Biulleten' Botanicheskogo sada-instituta DVO RAN*, 2009, no. 4, pp. 37–40. (in Russ.).
6. Kurkin V.A., Kurkina A.V., Avdeeva E.V. *Farmatsevticheskie nauki*, 2013, no. 11, pp. 1897–1901. (in Russ.).
7. *Rastitel'nye resursy SSSR. Tsvetkovye rasteniia, ikh khimicheskii sostav, ispol'zovanie*. [Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use]. Leningrad, 1987, 326 p. (in Russ.).
8. Lapin A.A., Borisenkov M.F., Berdnik I.V., Kochaeva L.S., Musin R.Z., Magdeev I.M. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2007, no. 2, pp. 79–83. (in Russ.).
9. Vardanian L.R. *Antioksidantnye svoistva bioantioksidantov lekarstvennykh rastenii. Kinetika i mekhanizm: dis. ... doktora khim. nauk*. [Antioxidant properties of bioantioxidants of medicinal plants. Kinetics and mechanism: dis. ... Doctor of Chemical Sciences]. Erevan, 2017, 246 p. (in Russ.).
10. Aliakin A.A., Efremov A.A., Kachin S.V., Strukova E.G. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2009, no. 4, pp. 73–78. (in Russ.).
11. Falk A.J., Bauer I., Bell C.I. *Lloida*, 1974, vol. 37, no. 4, pp. 598–602.
12. Kalinkina G.I., Dembetskii A.D., Berezovskaia T.P. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2000, no. 3, pp. 13–18. (in Russ.).
13. Misin V.M., Sazhina N.N., Zav'ialov A.Iu., Iashin Ia.I. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2009, no. 4, pp. 127–132. (in Russ.).
14. Sizova N.V., Popova I.Iu. *Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal*, 2006, vol. 40, no. 4, pp. 29–33. (in Russ.).
15. Tkachenko E.K., Nosiichuk S.V. *Vestnik stomatologii*, 2009, no. 2, pp. 82–85. (in Russ.).
16. Maslennikov P.V., Chupakhina G.N., Mal'tseva E.Iu., Paltavskaia R.L. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2012, no. 3, pp. 127–133. (in Russ.).
17. Dmitrieva G.Iu. *Vliianie ekologicheskikh faktorov na sodержanie v rasteniiakh nekotorykh antioksidantov: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk*. [The influence of environmental factors on the content of certain antioxidants in plants: Author's abstract. diss. ... cand. Biol. science]. Kaliningrad, 2009, 25 p. (in Russ.).
18. Vardanian L.R., Shutova A.G., Airapetian S.A., Vardanian R.L., Agabekov V.E., Reshetnikov V.N. *Dokl. AN Belorusi*, 2013, no. 5, pp. 72–76. (in Russ.).
19. Emanuel' N.M., Denisov E.T., Maizus Z.K. *Tsepyne reaktsii okisleniia uglevodorodov v zhidkoi faze*. [Chain reactions of oxidation of hydrocarbons in the liquid phase]. Moscow, 1965, 375 p. (in Russ.).
20. Denisov E.T. *Konstanty skorostei zhidkofaznykh gomoliticheskikh reaktsii*. [The rate constants of liquid-phase homolytic reactions]. Moscow, 1971, 712 p. (in Russ.).
21. Lobanova A.A., Budaeva V.V., Sakovich G.V. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2004, no. 1, pp. 47–52. (in Russ.).
22. Siniutina S.E., Romanova S.V., Save'eva V.Iu. *Vestnik TGU*, 2011, vol. 16, no. 1, pp. 345–347. (in Russ.).
23. Denisov E.T. *Mekhanizm gomoliticheskogo raspada molekul v zhidkoi faze. Itogi nauki i tekhniki. Seriya Kinetika i kataliz*. [The mechanism of homolytic decomposition of molecules in the liquid phase. The results of science and technology. Series Kinetics and catalysis]. Moscow, 1981, vol. 9, 158 p. (in Russ.).
24. Khairulina V.R., Iakupova L.R., Gerchikov A.Ia., Safiullin R.L., Teregulova A.N., Ostraukhova L.A., Babkin V.A. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2008, no. 4, pp. 59–64. (in Russ.).
25. Vardanian R.L., Vardanian L.R., Atabekian L.V., Grigorian T.S. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2013, no. 1, pp. 151–156. (in Russ.).
26. Kocharian G.G., Minasian S.G., Manukian Z.O., Tavadian L.A. *Khim. zhurnal Armenii*, 2016, vol. 69, pp. 22–32. (in Russ.).
27. Karpukhina G.V., Emanuel' N.M. *Dokl. AN SSSR*, 1984, vol. 276, no. 4, pp. 1163–1167. (in Russ.).

Received January 12, 2018

Revised March 19, 2018

For citing: Vardanyan L.R., Atabekyan L.V., Hayrapetyan S.A., Vardanyan R.L. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 61–68. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018033697.