

УДК 582.998.1:547.814.5/.587(470.638)

## О СОДЕРЖАНИИ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СОЦВЕТИЯХ БАРХАТЦЕВ РАСПРОСТЕРТЫХ (*TAGETES PATULA L.*)

© Н.М. Червонная\*, О.А. Андреева, С.Л. Аджиахметова, Э.Т. Оганесян

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ФГБОУ ВО  
Волгоградского государственного медицинского университета Минздрава  
России, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357532 (Россия),  
e-mail: nadezhda.chervonnaya@yandex.ru

Целью настоящей работы является выделение и идентификация фенольных соединений соцветий бархатцев, а также количественное определение флавоноидов в извлечении, полученном экстракцией соцветий 40% этиловым спиртом.

Ранее с целью предварительной оценки и последующего отбора фракции, получаемой обработкой сырья спиртом этиловым различной концентрации, было изучено суммарное содержание антиоксидантов в спирто-водных извлечениях из соцветий бархатцев распростертых. Параллельно проведенный фармакологический скрининг подтвердил, что наиболее выраженной антиоксидантной, ранозаживляющей и эндотелиопротекторной активностью обладает извлечение, полученное спиртом этиловым 40% [1–3].

В данной работе представлены результаты исследования фенольного состава наиболее фармакологически активной фракции, полученной экстракцией спиртом этиловым 40% бархатцев распростертых. Исходное сырье – соцветия бархатцев распростертых сорта Carpen были собраны в сентябре 2016 г. в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института – филиала ФГБОУ ВО ВолГМУ Минздрава России.

В анализируемом извлечении идентифицированы 4 вещества фенольной природы – патулетин, патулитрин, кверцетин и кофейная кислота. Аналитические характеристики веществ определяли физико-химическими методами.

Методом УФ-спектрофотометрии с использованием значения удельного показателя поглощения определено количественное содержание суммы флавоноидов в пересчете на патулетин, которое составляет  $2.98 \pm 0.06\%$ . Методика валидирована по таким показателям, как специфичность, линейность, правильность, прецизионность.

**Ключевые слова:** соцветия бархатцев распростертых, вещества полифенольной природы, количественное определение флавоноидов.

**Список сокращений:** Э-40%Et – извлечение из соцветий бархатцев распростертых, полученное экстракцией спиртом этиловым 40%, СО – стандартный образец, ТСХ – тонкослойная хроматография, БХ – бумажная хроматография, ПФ – подвижная фаза.

### Введение

Известно, что практически все сердечно-сосудистые заболевания в большей или в меньшей степени связаны с эндотелиальной дисфункцией [1]. Поэтому поиск средств, обладающих эндотелиопротекторным действием, представляется актуальным и своевременным.

Бархатцы распростертые (*Tagetes patula L.*) представляют собой богатый биологически активными веществами сырьевой источник. Настои и отвары из бархатцев широко используются в народной медицине в качестве гепатопротекторных, желчегонных, противовоспалительных и гипотензивных средств [2]. Кроме того, эта североамериканская культура благодаря своей неприхотливости интродуцирована повсеместно. Селекционерами создано значительное количество сортов, отличающихся высотой, размером соцветий, их окраской, сырьевой массой.

Из разных частей соцветий бархатцев распростертых выделены изокверцитрин, кверцимеритрин, изорамнетин и его гликозид, а также производные хинной кислоты [3].

---

Червонная Надежда Михайловна – аспирант,  
e-mail: nadezhda.chervonnaya@yandex.ru

Андреева Ольга Андреевна – кандидат химических наук,  
доцент кафедры органической химии,  
e-mail: oa\_51934@yandex.ru

Аджиахметова Симиλλα Леонтьевна – кандидат  
фармацевтических наук, преподаватель кафедры  
органической химии, e-mail: similla503@mail.ru

Оганесян Эдуард Тонилович – доктор фармацевтических наук,  
профессор, заведующий кафедрой органической химии,  
e-mail: edwardov@mail.ru

---

\* Автор, с которым следует вести переписку.

Было изучено суммарное содержание антиоксидантов в спирто-водных извлечениях из соцветий бархатцев распростертых, получаемой обработкой сырья этиловым спиртом различной концентрации. Проведенный фармакологический скрининг подтвердил, что наиболее выраженной антиоксидантной, ранозаживляющей и эндотелиопротекторной активностью обладает извлечение, полученное 40% этиловым спиртом [4–6].

Цель данной работы – выделение и идентификация фенольных соединений соцветий бархатцев, а также количественное определение флавоноидов в извлечении, полученном экстракцией соцветий 40% этиловым спиртом.

### **Экспериментальная часть**

Анализируемое извлечение получали трехкратной экстракцией (кратность – 3, время – 60 мин, температура – 90 °С) соцветий бархатцев распростертых спиртом этиловым 40% в соотношении 1 : 10. Объединенные извлечения упаривали и в делительной воронке обрабатывали гексаном. Из спирто-водного извлечения выпадал осадок, который отделяли и обрабатывали ацетоном. Ацетоновое извлечение использовали для дальнейших исследований.

Водно-спиртовое извлечение после обработки гексаном последовательно обрабатывали хлороформом, диэтиловым эфиром, этилацетатом и *n*-бутанолом [7, 8].

Полученные фракции упаривали до полного удаления растворителя, после чего эмульгировали в небольшом объеме элюента при нагревании на водяной бане, растирали с минимальным количеством сухого сорбента до получения сыпучей массы, затем переносили в хроматографические колонки [7]. Использовали хроматографические колонки высотой 40–50 см и диаметром 5–10 см, заполненные соответствующим сорбентом: силикагель марки Silicagel L 40/100 и полиамид – Polyamide (Polycaprolactam. Artikel – Nr. 591055, West Germany).

Элюентами служили хлороформно-этанольные смеси (при использовании силикагеля) и водно-этанольные (при использовании полиамида). Процесс элюирования контролировали методом ТСХ и восходящей БХ в различных ПФ [9, 10].

В ходе исследования, в общей сумме, получено около 700 фракций, из числа которых хроматографически идентичные объединяли и упаривали до небольшого объема. При комнатной температуре из концентрированных элюатов выпадали осадки, которые отделяли и очищали повторной кристаллизацией. Индивидуальность веществ доказывали хроматографически и определением температур плавления [11].

Идентификация анализируемых соединений осуществлена по совокупности данных хроматографического анализа, температур плавления, а также УФ-, ИК-, ЯМР-<sup>1</sup>H-спектроскопии.

Количественное определение суммы флавоноидов в Э-40%Et проводили в соответствии с требованиями ГФ XIII. При использовании алюминия хлорида для количественного определения флавоноидов используется раствор с массовой долей 2–5%. Количество добавляемого раствора алюминия хлорида для комплексообразования обычно подбирается экспериментально и при этом учитывается время, за которое стабилизируется значение оптической плотности. Для определения времени стабилизации комплекса в зависимости от концентрации раствора алюминия хлорида были использованы концентрации реагента 2, 3, 5%. Установлено, что максимальное значение оптической плотности, равной 0.796, достигается при использовании раствора AlCl<sub>3</sub> 5%, и сохраняется в течение 20 мин, что достаточно для осуществления анализа [12–15].

Точную навеску (около 0.25 г) Э-40%Et растворяли в небольшом количестве спирта этилового 40% в мерной колбе вместимостью 50 мл, затем доводили до метки тем же растворителем. Извлечение фильтровали через бумажный фильтр, первые 10 мл фильтрата отбрасывали. 2 мл фильтрата переносили в мерную колбу вместимостью 25 мл, добавляли 3 мл спиртового раствора алюминия хлорида 5%, 3–4 капли кислоты уксусной ледяной и доводили объем раствора в колбе до метки спиртом этиловым 40%. Оптическую плотность данного раствора измеряли спустя 20 мин на спектрофотометре «СФ-103» при длине волны 432±3 нм.

В качестве раствора сравнения использовали раствор, содержащий 2 мл фильтрата, 3–4 капли кислоты уксусной ледяной и спирта этилового 40% до метки.

Содержание суммы флавоноидов (%) в Э-40%Et в пересчете на патулетин вычисляли по формуле 1:

$$X = \frac{A \cdot W_1 \cdot W_2 \cdot 100}{679.9 \cdot V_a \cdot a \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где 679.9 – удельный показатель поглощения СО патулетина;  $A$  – значение оптической плотности анализируемого извлечения при длине волны 435 нм;  $W_1$  и  $W_2$  – объемы мерных колб для разведения анализируемого извлечения, мл;  $V_a$  – аликвота анализируемого извлечения, мл;  $a$  – навеска Э-40%Et, г;  $W$  – потеря в массе при высушивании, %.

Методика количественного определения суммы флавоноидов валидирована по показателям специфичности, линейности, правильности, прецизионности [12, 16].

*Специфичность.* На основании экспериментальных данных при спектрофотометрическом определении флавоноидов нами была использована реакция комплексообразования с алюминия хлоридом в среде спирта этилового 40% [16].

*Линейность.* Данный показатель определяли по результатам испытаний, которые в пределах аналитической методики пропорциональны концентрации исследуемого вещества в образце. Линейность методики устанавливали, используя 5 растворов анализируемого извлечения различной концентрации [16].

*Точность (правильность).* Этот показатель определяет близость результатов, полученных при помощи данной методики, к истинному значению. Определяют правильность путем анализа модельных образцов с известной концентрацией. Сущность метода заключается в изучении зависимости концентрации, открытой в ходе измерений, от ожидаемой концентрации. В качестве исходного раствора использовали извлечение из навески Э-40%Et с концентрацией на верхнем пределе линейности методики (0.1621 мг/мл). Из этого извлечения готовили разведения в соотношении 1 : 2; 1 : 1; 1 : 0.5. На каждом уровне концентраций рассчитывали открываемость (R) [16].

*Прецизионность.* Готовили 6 испытуемых растворов из Э-40%Et из разных навесок, но в рамках аналитической области методики. Определяли оптическую плотность полученных растворов, рассчитывали средний результат, стандартное отклонение (SD), относительное стандартное отклонение (RSD) отдельного результата и доверительный интервал ( $P = 95\%$ ) среднего результата [16].

### Обсуждение результатов

Фракцию №1 (ацетоновое извлечение), фракцию №4 (этилацетатное извлечение) и фракцию №5 (бутанольное извлечение) переносили в колонки с полиамидом и последовательно элюировали водой очищенной и спиртом этиловым с интервалом концентраций 10–95%. Таким путем выделены 4 вещества:

- из фракции №1 получено вещество I, которое в УФ-свете имеет желтую окраску;
- из фракций №4 выделено вещество IV, которое в УФ-свете характеризуется голубым свечением;
- из фракций №5 получены 2 вещества: V и VI, имеющие в УФ-свете желтую окраску.

Из фракции №3 (эфирное извлечение) на колонке с силикагелем выделено вещество III. В качестве элюентов использовали хлороформ и хлороформно-этанольные смеси в соотношении 21 : 1, 18 : 1, 15 : 1, 12 : 1, 9 : 1, 6 : 1, 3 : 1, 1 : 1. Вещество III (из фракции – эфирное извлечение) в УФ-свете имеет желтую окраску.

В условиях антоцианидиновой реакции вещества I, III, V и VI приобретают красное окрашивание, что свидетельствует об их принадлежности к флавонолам, а на основании реакции Брианта исследуемые вещества I, III и VI отнесены к агликонам, вещество V является гликозидом [10, 17].

Для определения функциональных групп регистрировали ИК-спектры (табл. 1).

Так как молекулы флавоноидов наряду с межмолекулярными водородными связями образуют внутримолекулярные водородные связи, то валентные колебания гидроксигрупп значительно смещены в сторону низких частот. В области 3323–3176  $\text{см}^{-1}$  проявляются валентные колебания гидроксигрупп в положениях  $C_3$  и  $C_5$ . Для подобных флавоноидов карбонильная группа поглощает при 1660  $\text{см}^{-1}$ . В области 1616–1521  $\text{см}^{-1}$  проявляются полосы, принадлежащие ароматическим связям  $C=C$ . Валентные колебания связи  $C-O$  проявляются в области около 1300  $\text{см}^{-1}$  [11].

Анализ УФ-спектров поглощения выделенных веществ (рис. 1) показал, что вещества I, III, V и VI следует отнести к флавонолам, так как они характеризуются двумя полосами поглощения в области длин волн 250–270 нм (II полоса) и 350–390 нм (I полоса) [10].

Таблица 1. Спектральные характеристики выделенных соединений

Вещества	ИК-спектр, $\nu_{\max}$ , $\text{cm}^{-1}$			
	–ОН	C=O	Ароматическое ядро	C–O
I	3282	1658	1619; 1554; 1528	1315
III	3323	1661	1619; 1602; 1581	1306
IV	3176	1664	1613; 1575	1285; 1128
VI	3277	1655	1619; 1549; 1521	1321

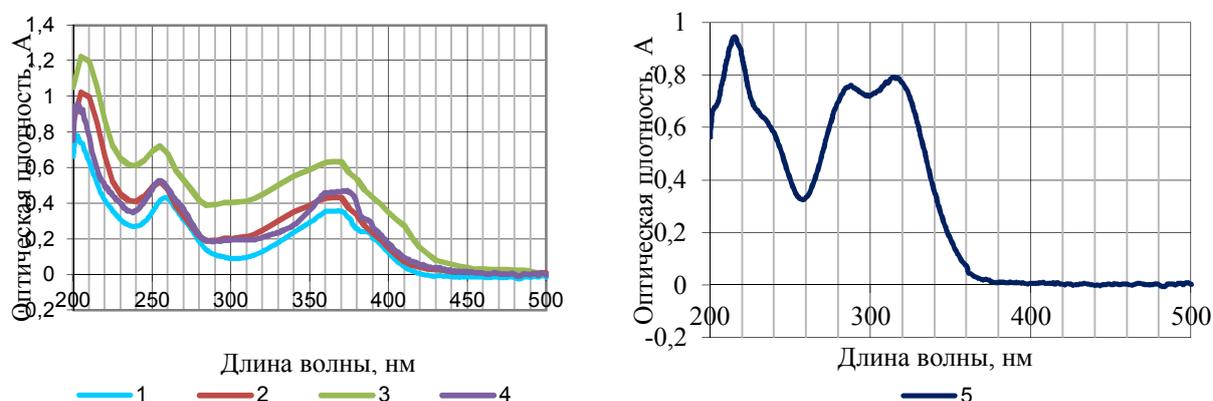


Рис. 1. УФ-спектры полученных соединений: 1 – вещество VI; 2 – вещество I; 3 – вещество V; 4 – вещество III; 5 – вещество IV

Как следует из рисунка 1, вещество I характеризуется двумя максимумами полос поглощения при 258, 372 нм; вещество III – 255, 374 нм; вещество V – 258, 368 нм; вещество VI – 259, 372 нм. УФ-спектр вещества IV характеризуется тремя максимумами полос поглощения при длинах волн 215, 290 и 315 нм. Хроматографически с использованием стандартных образцов фенолокислот путем сравнения значений коэффициентов подвижности установлено, что вещество IV – кислота кофейная ( $T_{\text{пл}} = 194\text{--}196\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Предварительный анализ структур соединений I, III, V и VI проводили методом УФ-спектроскопии с добавлением ионизирующих и комплексообразующих добавок [10, 11]. Результаты приведены в таблице 2.

Данные таблицы свидетельствуют, что значительный батохромный сдвиг I и II полос поглощения при добавлении алюминия хлорида указывает на наличие свободных гидроксигрупп в положениях C-3 и C-5 у всех соединений. Добавление свежеплавленного натрия ацетата приводит к батохромному сдвигу I полосы поглощения, что указывает на положение свободной гидроксигруппы в положении C-7 у веществ I, III и VI, а добавление кислоты борной вызывает батохромный сдвиг длинноволновой полосы, что говорит о наличии орто-дигидроксигруппировки в боковом фенильном радикале. По отсутствию батохромного сдвига I и II полос поглощения при добавлении натрия ацетата, можно говорить о гликозидном характере вещества V в положении C-7 [10, 11].

Предварительный хроматографический и спектральный анализ соединений I и VI показал идентичность этих веществ, поэтому для их дополнительной характеристики нами проведен анализ методом ВЭЖХ, где в качестве стандартного образца использовали 0.0196% раствор патулетина в спирте этиловом. Время удерживания исследуемых веществ составляет 22.85 мин [18]. Таким образом, сопоставляя результаты проведенных нами исследований, можно сделать вывод, что вещества I и VI идентичны между собой ( $T_{\text{пл}} = 267\text{--}268\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

ЯМР- $^1\text{H}$ -спектр вещества III включает сигналы пяти ароматических протонов при H-2', H-6', H-5', H-8, H-6, которым соответствуют численные значения 7.67 (s), 7.54 (d), 6.89 (d), 6.41 (s), 6.18 (s) соответственно [19, 20]. Температура плавления данного вещества составляет 314–317  $^{\circ}\text{C}$ .

В ЯМР- $^1\text{H}$ -спектре вещества V были зарегистрированы сигналы ароматических протонов – 6.89 (d, 1H, H-5'), 6.93 (s, H-8), 7.55–7.71 (2H, H-2',6'), фенольных гидроксильных – 9.2–9.8 (s, 2H, OH-3',4'), 12.5 (s, 1H, OH-5). В области 3.47 м.д. проявляются сигналы трех протонов группы O-CH<sub>3</sub>. О наличии  $\beta$ -аномерного протона H-1'' свидетельствует сигнал при 5.08 м.д. [19, 21]. Температура плавления составляет 251–253  $^{\circ}\text{C}$ .

Таблица 2. Максимумы поглощения выделенных веществ в спирте этиловом в присутствии ионизирующих и комплексообразующих добавок

Вещество	Ионизирующие и комплексообразующие добавки													
	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH		CH <sub>3</sub> COONa				CH <sub>3</sub> COONa + H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>				AlCl <sub>3</sub>			
	I	II	I		II		I		II		I		II	
	$\lambda_{\max}$	$\lambda_{\max}$	$\lambda_{\max}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\max}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\max}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\max}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\max}$	$\Delta\lambda$	$\lambda_{\max}$	$\Delta\lambda$
I	372	258	396	+24	275	+17	392	+20	267	+9	437	+65	276	+18
III	374	255	395	+21	271	+16	394	+20	272	+17	460	+86	270	+15
V	368	258	377	+9	260	+2	382	+14	267	+9	466	+98	277	+19
VI	372	259	394	+22	275	+16	390	+18	268	+9	435	+63	280	+21

При кислотном гидролизе раствором 2% серной кислоты вещества V из фракции 5 получены агликон и сахарный остаток. Гидролизат обрабатывали диэтиловым эфиром в делительной воронке. Эфирное извлечение хроматографировали методом БХ с использованием СО патулетина. В качестве ПФ использовали 15% кислоту уксусную и БУВ (4 : 1 : 5). Далее после нейтрализации гидролизата бария карбонатом, его фильтровали, упаривали до небольшого остатка на водяной бане и исследовали хроматографически на наличие сахара с использованием СО. Обнаружено одно вещество, которое по величине коэффициента подвижности и по окраске совпало с СО D-глюкозы. В качестве ПФ использовали БУВ (4 : 1 : 5). Хроматограммы проявляли анилинфталатным реактивом [17].

По совокупности данных хроматографического анализа, определения температур плавления, а также УФ-, ИК-, ЯМР-<sup>1</sup>H-спектроскопии, кислотного гидролиза можно сделать вывод о том, что вещества вещества I и VI – 5,7,3',4'-тетрагидрокси-6-метоксифлавонол (патулетин), вещество III – 5,7,3',4'-тетрагидрокси-флавонол (кверцетин), вещество IV – кислота кофейная, вещество V – патулетин-7-O-β-D-глюкопиранозид (патулитрин) (рис. 2, 3).

Результаты количественного определения суммы флавоноидов в Э-40%Et в пересчете на патулетин представлены в таблице 3.

Таким образом, при использовании разработанной нами методики содержание суммы флавоноидов в Э-40%Et составило 2.98±0.06%.

При определении специфичности методики нами исследованы спектры поглощения раствора Э-40%Et с раствором алюминия хлорида (рис. 4).

Установлено, что максимум поглощения находится при 432±3 нм и совпадает с максимумом поглощения комплекса патулетина с алюминия хлоридом. Таким образом, данная методика определения количественного содержания суммы флавоноидов специфична.

При определении линейности строили график зависимости оптической плотности от концентрации суммы флавоноидов в анализируемых извлечениях (рис. 5). Визуальная оценка графика свидетельствует о его линейности, уравнение градуировочного графика имеет следующий вид:  $y = 22.273x - 2.557$  и характеризуется высоким коэффициентом корреляции ( $r = 0.9959$ ), что позволяет использовать данную методику для количественного определения флавоноидов.

При определении правильности методики выяснилось, что три уровня концентраций имеют сопоставимые результаты при относительном стандартном отклонении 1.7%.

Результаты определения прецизионности показали, что данная методика обладает удовлетворительной сходимостью, относительное стандартное отклонение (RSD) результатов количественного определения составило 2.85%.

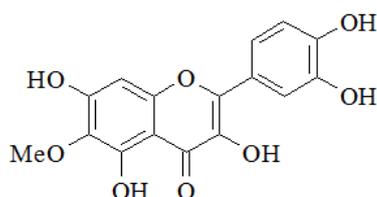


Рис. 2. Структура патулетина

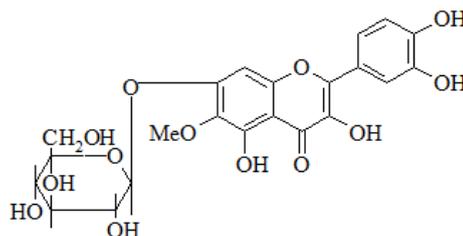


Рис. 3. Структура патулитрина

Таблица 3. Содержание суммы флавоноидов в Э-40%Et в пересчете на патулетин (W = 4.2%)

Навеска Э-40%Et, г	Оптическая плотность, A	Сумма флавоноидов, %	Метрологические характеристики
0.2512	0.789	3.01	$X_{cp}=2.98$ $S_x=0.02$ $\Delta x=0.06$ $X_{cp}\pm\Delta x=2.8\pm 0.06$ $\varepsilon=2.14\%$
0.2508	0.764	2.92	
0.2506	0.756	2.89	
0.2510	0.778	2.97	
0.2514	0.796	3.04	
0.2514	0.792	3.02	

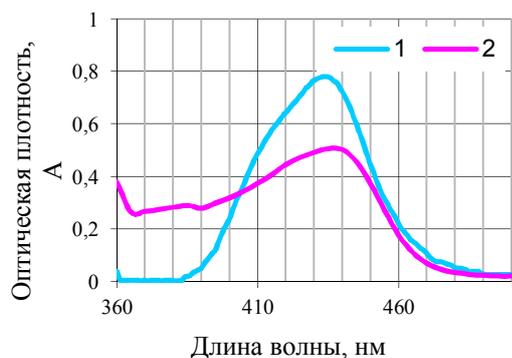


Рис. 4. УФ-спектры поглощения комплекса Э-40%Et (1) и комплекса СО патулетина с 5% спиртовым раствором алюминия хлорида (2)

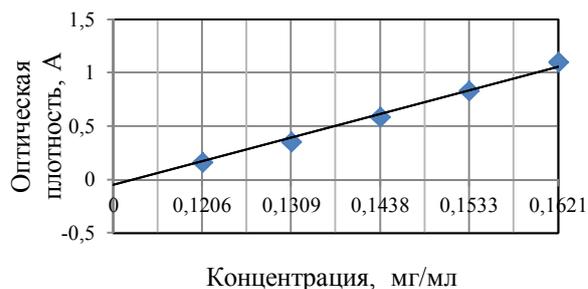


Рис. 5. График зависимости оптической плотности от концентрации при спектрофотометрическом определении суммы флавоноидов

Таким образом, данная методика спектрофотометрического определения суммы флавоноидов в Э-40%Et в пересчете на патулетин является специфичной, линейной, правильной и прецизионной.

### Выводы

1. Используя метод препаративной колоночной хроматографии, из соцветий бархатцев распростертых выделены 4 вещества полифенольной природы.
2. На основании хроматографического анализа, ИК-, УФ-, ЯМР-<sup>1</sup>H-спектроскопии, а также кислотного гидролиза выделенные вещества были идентифицированы как патулетин, патулитрин, кверцетин и кислота кофейная.
3. Методом УФ-спектрофотометрии проведено количественное определение суммы флавоноидов в анализируемом извлечении в пересчете на патулетин и составляет  $2.98\pm 0.06\%$ . Методика валидирована по показателям специфичности, линейности, правильности, прецизионности.

### Список литературы

1. Тюренков И.Н., Воронков А.В., Слиецанс А.А., Вологова Е.В. Эндотелиопротекторы – новый класс фармакологических препаратов // Вестник РАМН. 2012. №7. С. 50–57.
2. Кьосев П.А. Полный справочник лекарственных растений. М., 2000. С. 437–438.
3. Кашенко Н.И., Танхаева Л.М., Оленников Д.Н. Фенольные соединения и полисахариды соцветий *Tagetes patula* // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: материалы V Всероссийской конференции с международным участием. Барнаул, 2012. С. 262–263.
4. Ломкина Е.М., Червонная Н.М., Куркин Д.В., Вологова Е.В., Бакулин Д.А., Оганесян Э.Т., Андреева О.А. Влияние экстракта бархатцев на заживление ран при сахарном диабете // Фармация. 2016. Т. 65. №3. С. 37–40.
5. Червонная Н.М., Кобин А.А. Об антиоксидантной активности экстрактов из соцветий бархатцев распростертых на модели  $Fe^{2+}$ -индуцированного перекисного окисления липидов // Новая наука: теоретический и практический взгляд. Стерлитамак, 2017. Т. 2. №4. С. 161–164.
6. Червонная Н.М., Андреева О.А. Об антиоксидантной активности спирто-водных извлечений из цветков бархатцев распростертых // Современные проблемы науки и образования. 2015. №2 (часть 3). URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23713>.
7. Кодониди М.И. Химическое исследование цветков хризантемы корейской (*Chrysanthemum × koreanum* Makai) с целью получения фармакологически активных суммарных фитокомплексов: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Пятигорск, 2009. 24 с.

8. Аджихметова С.Л. Химическое исследование крыжовника отклоненного (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) семейства крыжовниковые (*Grossulariaceae* DC.) с целью получения фармакологически активных веществ: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Пятигорск, 2016. 24 с.
9. Сакодынский К.И., Бражников В.В., Волков С.А., Зельвенский В.Ю., Ганкина Э.С., Шатц В.Д. Аналитическая хроматография. М.: Химия, 1993. 464 с.
10. Бандюкова В.А., Шинкаренко А.Л., Казаков А.Л. Методы исследования природных флавоноидов. Пятигорск, 1977. 72 с.
11. Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Муzychкина Р.А., Толстиков Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск: Гео, 2007. 232 с.
12. Государственная фармакопея Российской Федерации. 13-е изд. [Электронный ресурс]. URL: <http://femb.ru/feml>
13. Подгорная Ж.В. Исследование цветков бархатцев распростертых (*Tagetes patula* L.) с целью получения биологически активных веществ: дис. ... канд. фарм. наук. Пятигорск, 2009. 145 с.
14. Государственная фармакопея СССР. М., 1990. Вып. 2. 400 с.
15. Латыпова Г.М., Романова З.Р., Бубенчикова В.Н., Аюпова Г.В. Исследование качественного и количественного состава флавоноидных соединений густого экстракта первоцвета лекарственного // Химия растительного сырья. 2009. №4. С. 113–116.
16. Гаврилин М.В., Сенченко С.П. Валидация аналитических методов: методические указания. Пятигорск, 2009. 40 с.
17. Гринкевич Н.И. Химический анализ лекарственных растений. М.: Высш. шк., 1983. 176 с.
18. Червонная Н.М., Оганесян Э.Т., Андреева О.А., Сенченко С.П., Боровский Б.В. Способ получения стандарта патулетина из соцветий бархатцев распростертых (*Tagetes patula* L.) // Здоровье и образование в XXI веке. 2017. Т. 19. №6. С. 132–137.
19. Вдовин А.Д., Кулиев З.А., Абдуллаев Н.Д. Спектроскопия ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  в изучении флаван-3-олов, проантоцианидинов и их производных. III. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса  $^{13}\text{C}$  флаван-3-олов и проантоцианидинов // Химия природных соединений. 1997. №4. С. 545–568.
20. Harborne J.B., Mabry T.J., Mabry H. The flavonoids. London: Chapman and Hall, 1974. 1202 p.
21. Deng Y-R., Song A-X., Wang H-Q. Chemical components of *Seriphidium santolium* Poljak // J. of the Chinese Chemical Society. 2004. Vol. 51. Pp. 629–636.

Поступило в редакцию 26 января 2018 г.

После переработки 27 февраля 2018 г.

**Для цитирования:** Червонная Н.М., Андреева О.А., Аджихметова С.Л., Оганесян Э.Т. О содержании фенольных соединений в соцветиях бархатцев распростертых (*Tagetes Patula* L.) // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 91–98. DOI: 10.14258/jcprm.2018033714.

*Chervonnaya N.M.\**, *Andreeva O.A.*, *Adzhiakhmetova S.L.*, *Oganesian E.T.* ON THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS IN THE CONCENTRATIONS OF THE *TAGETES PATULA* L.

*Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of FGBOU in VolgGMU Ministry of Health of Russia, pr. Kalinina, 11, Pyatigorsk, 357532 (Russia), e-mail: nadezhda.chervonnaya@yandex.ru*

The purpose of this work is to identify the phenolic compounds of the marigold inflorescences, as well as the quantitative determination of flavonoids in the extraction obtained by extracting inflorescences with 40% ethanol.

Earlier, with the purpose of preliminary assessment and subsequent selection of the fraction obtained by treating the feed with ethyl alcohol of different concentrations, the total content of antioxidants in alcohol-aqueous extracts from the inflorescences of marigolds was studied. In parallel, pharmacological screening confirmed that the most pronounced antioxidant, wound-healing and endothelioprotective activity is extracted, the alcohol obtained by ethanol 40%.

In this paper, the results of the phenol composition of the most pharmacologically active fraction obtained by extracting ethyl alcohol 40% of marigolds spread out are presented. The raw materials – the inflorescences of marigolds of the propagated varieties "Carmen" were collected in September 2016 in the botanical garden of the Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, a branch of of FGBOU in VolgGMU Ministry of Health of Russia.

---

\* Corresponding author.

In the analyzed extract, 4 substances of polyphenol nature – patuletin, patulintrin, quercetin and caffeic acid – were identified. Analytical characteristics of substances were determined by physicochemical methods.

Using UV spectrophotometry using the value of the specific absorption index, the quantitative content of the sum of flavonoids in terms of patuletin is determined and is  $2,98 \pm 0,06\%$ . The methodology is validated by such indicators as specificity, linearity, accuracy, precision.

**Keywords:** inflorescences of *Tagetes patula* L., substances of polyphenolic nature, quantitative determination of flavonoids.

## References

1. Tiurenkov I.N., Voronkov A.V., Slietsans A.A., Volotova E.V. *Vestnik RAMN*, 2012, no. 7, pp. 50–57. (in Russ.).
2. K'osev P.A. *Polnyi spravochnik lekarstvennykh rastenii*. [Full reference book of medicinal plants]. Moscow, 2000, pp. 437–438. (in Russ.).
3. Kashchenko N.I., Tankhaeva L.M., Olennikov D.N. *Novye dostizheniia v khimii i khimicheskoi tekhnologii rastitel'nogo syr'ia: materialy V Vserossii-skoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. [New achievements in chemistry and chemical technology of plant raw materials: materials of the V All-Russian Conference with international participation]. Barnaul, 2012, pp. 262–263. (in Russ.).
4. Lomkina E.M., Chervonnaia N.M., Kurkin D.V., Volotova E.V., Bakulin D.A., Oganesian E.T., Andreeva O.A. *Farmatsiia*, 2016, vol. 65, no. 3, pp. 37–40. (in Russ.).
5. Chervonnaia N.M., Kobin A.A. *Novaia nauka: teoreticheskii i prakticheskii vzgliad*. [A new science: a theoretical and practical view]. Sterlitamak, 2017, vol. 2, no. 4, pp. 161–164. (in Russ.).
6. Chervonnaia N.M., Andreeva O.A. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*. 2015. no. 2 (ch. 3). URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23713>. (in Russ.).
7. Kodonidi M.I. *Khimicheskoe issledovanie tsvetkov khrizantemy koreiskoi (Chrysanthemum × koreanum Makai) s tsel'iu polucheniia farmakologicheskii aktivnykh summarnykh fitokompleksov: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Chemical study of flowers of chrysanthemum Korean (Chrysanthemum × koreanum Makai) with the aim of obtaining pharmacologically active total phytocomplexes: the author's abstract. dis. ... cand. farm. science]. Piatigorsk, 2009, 24 p. (in Russ.).
8. Adzhiakhmetova S.L. *Khimicheskoe issledovanie kryzhovnika otklonennogo (Grossularia reclinata (L.) Mill.) semeistva kryzhovnikovoye (Grossulariaceae DC.) s tsel'iu polucheniia farmakologicheskii aktivnykh veshchestv: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Chemical study of gooseberries of the rejected (Grossularia reclinata (L.) Mill.) Family of gooseberry (Grossulariaceae DC.) With the aim of obtaining pharmacologically active substances: the author's abstract. dis. ... cand. farm. science]. Piatigorsk, 2016, 24 p. (in Russ.).
9. Sakodinskii K.I., Brazhnikov V.V., Volkov S.A., Zel'venskii V.Iu., Gankina E.S., Shatts V.D. *Analiticheskaiia khromatografiia*. [Analytical chromatography]. Moscow, 1993, 464 p. (in Russ.).
10. Bandiukova V.A., Shinkarenko A.L., Kazakov A.L. *Metody issledovaniia prirodnykh flavonoidov*. [Methods for studying natural flavonoids]. Piatigorsk, 1977, 72 p. (in Russ.).
11. Korul'kin D.Iu., Abilov Zh.A., Muzychkina R.A., Tolstikov G.A. *Prirodnye flavonoidy*. [Natural flavonoids]. Novosibirsk, 2007, 232 p. (in Russ.).
12. *Gosudarstvennaia farmakopeia Rossiiskoi Federatsii. 13-e izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. 13 th ed.]. [Electronic resource]. URL: <http://femb.ru/feml> (in Russ.).
13. Podgoraia Zh.V. *Issledovanie tsvetkov barkhattsev rasprostertykh (Tagetes patula L.) s tsel'iu polucheniia biologicheskii aktivnykh veshchestv: dis. ... kand. farm. nauk*. [Investigation of flowers of marigolds spread (Tagetes patula L.) for the purpose of obtaining biologically active substances: dis. ... cand. farm. sciences.]. Piatigorsk, 2009, 145 p. (in Russ.).
14. *Gosudarstvennaia farmakopeia SSSR*. [State Pharmacopoeia of the USSR]. Moscow, 1990, vol. 2, 400 p. (in Russ.).
15. Latypova G.M., Romanova Z.R., Bubenchikova V.N., Aiupova G.V. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia*, 2009, no. 4, pp. 113–116. (in Russ.).
16. Gavrilin M.V., Senchenko S.P. *Validatsiia analiticheskikh metodov: metodicheskie ukazaniia*. [Validation of analytical methods: guidelines]. Piatigorsk, 2009, 40 p. (in Russ.).
17. Grinkevich N.I. *Khimicheskii analiz lekarstvennykh rastenii*. [Chemical analysis of medicinal plants]. Moscow, 1983, 176 p. (in Russ.).
18. Chervonnaia N.M., Oganesian E.T., Andreeva O.A., Senchenko S.P., Borovskii B.V. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2017, vol. 19, no. 6, pp. 132–137. (in Russ.).
19. Vdovin A.D., Kuliev Z.A., Abdullaev N.D. *Khimiia prirodnykh soedinenii*, 1997, no. 4, pp. 545–568. (in Russ.).
20. Harborne J.B., Mabry T.J., Mabry H. *The flavonoids*. London: Chapman and Hall, 1974, 1202 p.
21. Deng Y-R., Song A-X., Wang H-Q. *J. of the Chinese Chemical Society*, 2004, vol. 51, pp. 629–636.

Received January 26, 2018

Revised February 27, 2018

**For citing:** Chervonnaya N.M., Andreeva O.A., Adzhiakhmetova S.L., Oganesian E.T. *Khimiia Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 91–98. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcpr.2018033714.