

УДК 615.322

<https://www.doi.org/10.34907/IPQAI.2025.67.89.002>

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ *PORTULACA OLERACEA* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Р.А. Нассер, канд. фарм. наук, химик-аналитик лаборатории фундаментальных и прикладных исследований качества и технологий пищевых продуктов ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», г. Москва

А.В. Никулин, доктор фарм. наук, доцент кафедры аналитической химии имени И.П. Алимарины ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова), г. Москва

О.Г. Потанина, доктор фарм. наук, заведующий кафедрой фармакогнозии и промышленной фармации факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва

Р.А. Абрамович, доктор фарм. наук, профессор кафедры фармакогнозии и промышленной фармации факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», начальник Научно-производственного участка Института регенеративной медицины медицинского научно-образовательного центра Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Д.О. Боков, канд. фарм. наук, доцент кафедры фармацевтического естествознания Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова, г. Москва

Е.В. Миронова, старший преподаватель кафедры аналитической химии имени И.П. Алимарины ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова), г. Москва

Л.И. Федорина, старший преподаватель кафедры аналитической химии имени И.П. Алимарины ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет» (Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова), г. Москва

Портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.) – растение семейства портулаковые, вид рода Портулак. Портулак – популярное лекарственное средство в современной народной медицине. Предположительно, флавоноиды портулака огородного являются одной из основных групп биологически активных веществ, определяющих его лечебные свойства. Целями данной работы были изучение содержания суммы флавоноидов в траве *Portulaca oleracea* L., разработка и валидация методики определения общего содержания флавоноидов. Объектом исследования служили образцы надземной части портулака огородного, собранные в разных районах Воронежской области и Латакии (Сирия) с июля по сентябрь. Разработанная методика валидирована в соответствии с требованиями ГФ XV. Показано, что содержание флавоноидов в образцах надземной части *P. Oleracea*, собранных в Воронежской области и Латакии, составляет не менее 0,3%.

Ключевые слова: *Portulaca oleracea* L., сумма флавоноидов, рутин

В последнее время применение растительных биологически активных веществ в медицине существенно возросло благодаря их более низкой токсичности и мягкости действия на организм по сравнению с синтетическими фармацевтическими субстанциями. К числу природных соединений, обладающих разнообразным спектром терапевтического действия, относятся флавоноиды, которые проявляют противовирусные, антибактериальные, антиоксидантные свойства [1–3], а также перспективны для коррекции и лечения сердечно-сосудистых, нейродегенеративных заболеваний [4–9].

Одним из наиболее богатых флавоноидами растений, широко распространенных не только на территории Российской Федерации, но и на Ближнем Востоке, в частности в Сирийской Арабской Республике, является портулак огородный (*Portulaca oleracea* L.), накапливающий большое количество действующих веществ в побегах. Флавоноидный профиль *Portulaca oleracea* L. весьма разнообразен.

Методика

Причем, по данным литературы, превалируют кемпферол, апигенин, лютеолин, мирицетин и кверцетин [10,11], что и обуславливает разнообразное медицинское действие экстрактов, полученных из этого растения, — в частности, снижение резистентности к инсулину при диабете, фунгицидные и противозачаточные свойства [12–14]. Чрезвычайная перспективность портулака огородного для фармацевтической практики делает актуальной оценку содержания действующих веществ группы флавоноидов в траве растения, заготовленной в различных условиях произрастания. Поскольку основное биологическое действие оказывает не конкретный флавоноид, а их сумма, то целесообразна разработка спектрофотометрической методики определения суммарного содержания анализов.

Таким образом, **целью** настоящей работы является разработка удовлетворяющей фармакопейным требованиям [15] спектрофотометрической методики количественного определения суммы флавоноидов в новом для Российской Федерации виде лекарственного растительного сырья (ЛРС) — траве *Portulaca oleracea* L., а также исследование с помощью разработанной методики суммы флавоноидов в образцах ЛРС, произрастающих в Российской Федерации и Сирийской Арабской Республике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования служили образцы наземной части *Portulaca oleracea* L., заготовленные в 2017–2019 гг. в разных районах Воронежской области и в Сирии (Латакия) в период с июля по сентябрь. В работе использовали стандартный образец (СО) рутина (CAS Number: 207671-50-9 фирмы Sigma-Aldrich, США), хлористый алюминий безводный, 99+% (Alfa Aesar, США). Исследования проводили на спектрофотометре CARY-100 (VARIAN, Австралия). Для извлечения действующих веществ применяли водяную баню LOIP-162 (Loip, Россия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предварительными экспериментами установлено, что наибольшая полнота извлечения суммы флавоноидов может быть достигнута двукратной экстракцией этанолом 90% за 60 мин. при степени измельчения сырья 1 мм и соотношении «сырье: экстрагент» — 1:60.

Приготовление раствора СО рутина. Около 0,025 г (точная навеска) предварительно высушенного до постоянной массы при температуре 100–105°C СО рутина помещали в мерную колбу вместимостью 50 мл, растворяли в 30 мл спирта 70% при нагревании на водяной бане. После охлаждения до комнатной температуры содержимое колбы доводили спиртом 70% до метки и перемешивали (раствор А).

1,0 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляли 1 мл раствора алюминия хлорида 2% в спирте 96% и одну каплю раствора уксусной кислоты разведенной 30%, доводили объем раствора спиртом 96% до метки и перемешивали (раствор Б).

Приготовление испытуемого раствора. Аналитическую пробу сырья измельчали до величины частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 1 мм. Около 1 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в коническую колбу со шлифом вместимостью 250 мл, приливали 60 мл спирта 96%. Колбу с содержимым присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане в течение 1 ч, охлаждали до комнатной температуры, фильтровали через 5 слоев марли в мерную колбу объемом 100 мл. Шрот помещали в ту же коническую колбу, приливали 40 мл спирта 96% и проводили повторную экстракцию. Остаток на марле отжимали в ту же мерную колбу, доводили ее содержимое спиртом 90% до метки, перемешивали (раствор В).

1,0 мл раствора В помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляли 2 мл раствора алюминия хлорида 2% в спирте 96% и одну каплю раствора уксусной кислоты разведенной 30%, доводили объем раствора спиртом 96% до метки и перемешивали (раствор Г).

Проведение измерений. Оптическую плотность раствора Г измеряли через 40 мин. на спектрофотометре при длине волны 411 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. В качестве раствора сравнения использовали раствор, состоящий из 1 мл раствора Г, одной капли раствора уксусной кислоты разведенной 30%. Объем раствора сравнения доводили спиртом 96% до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Параллельно измеряли оптическую плотность раствора Б. В качестве раствора сравнения использовали раствор, состоящий из 1 мл раствора Б, одной капли раствора уксусной кислоты разведенной 30%. Объем раствора сравнения доводили

спиртом 96% до метки в мерной колбе вместимостью 25 мл.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье (X, %) вычисляли по формуле:

$$X(\%) = \frac{A \cdot a_0 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 25 \cdot P \cdot 100}{A_0 \cdot 50 \cdot 25 \cdot a \cdot 1 \cdot 100 \cdot (100 - W)} \cdot 100 = \frac{A \cdot a_0 \cdot P \cdot 200}{A_0 \cdot a \cdot (100 - W)},$$

где: A – оптическая плотность раствора Г – испытуемого раствора; A₀ – оптическая плотность раствора Б СО рутин; а – навеска сырья, г; а₀ – навеска СО рутин, г; P – содержание основного вещества в СО рутин, %; W – влажность сырья, %.

Для оценки специфичности разработанной методики были получены УФ/ВИД-спектры раствора СО рутин, а также испытуемого раствора в трех повторностях и определены максимумы поглощения в диапазоне длин волн от 300 до 600 нм. Максимумы поглощения стандартного и испытуемого растворов совпадали с точностью более 99%.

Линейность зависимости «Оптическая плотность – концентрация» разрабатываемой методики устанавливали посредством измерения оптической плотности серии растворов СО с концентрациями рутин 0,1, 0,2, 2,0, 5,0, 10,0, 20,0 мкг/мл. Результаты представлены на **рис. 1**.

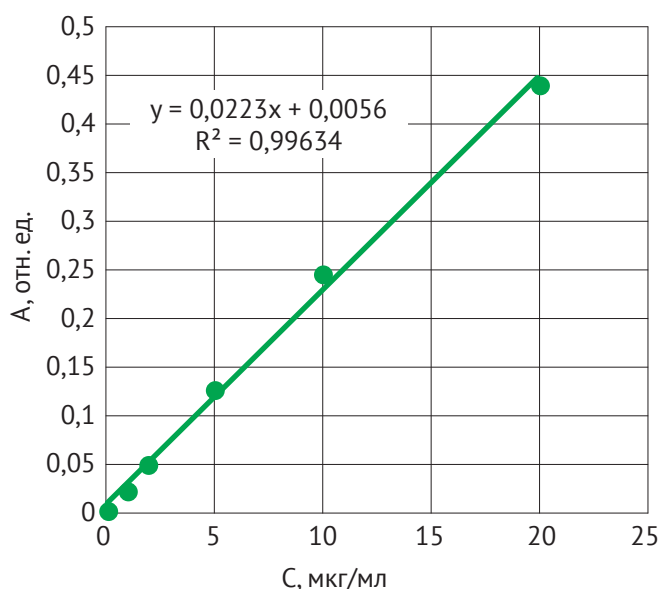


Рис. 1. Диапазон линейности методики

Поскольку значение коэффициента корреляции для зависимости «Оптическая плотность – концентрация» составляет более 0,995, это доказывает линейность методики в диапазоне содержания флавоноидов от 0,1 до 20,0 мкг/мл.

Результаты исследования правильности приведены в **табл. 1**.

Полученные экспериментальные данные (**табл. 1**) позволяют сделать вывод о корректности получаемых результатов при выполнении измерений в линейной области содержаний

Таблица 1

ОЦЕНКА ПРАВИЛЬНОСТИ МЕТОДИКИ

Введено, мкг/мл	Ожидаемая концентрация, мкг/мл	Найдено, мкг/мл	Открываемость, %	Статистические характеристики	Результаты
1	13,2	13,5	102,3	Наименьшее значение, %	101,6
1	13,2	13,6	102,7		
1	13,2	13,5	102,3		
2	14,2	14,5	102,2	Наибольшее значение, %	102,7
2	14,2	14,5	102,2	Среднее значение, %	102,1
2	14,2	14,5	102,0	Стандартное отклонение	0,35
4	16,2	16,5	101,7	Стандартное отклонение среднего результата	0,16
4	16,2	16,5	101,8	Коэффициент вариации, %	0,34
4	16,2	16,5	101,6	Доверительный интервал (P=0,95), %	0,27

Таблица 2

ОЦЕНКА ПОВТОРЯЕМОСТИ МЕТОДИКИ

n	f	P	t (P, f)	X _{ср} , %	S ²	S	ΔX	E, %
5	4	0,95	2,78	0,53	0,001	0,03	0,025	4,74

Таблица 3

СОДЕРЖАНИЕ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ *PORTULACA OLERACEA* L. В РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ СБОРА

Место сбора <i>Portulaca oleracea</i> L./год сбора	Воронежская область/2017 г.	Воронежская область/2018 г.	Воронежская область/2019 г.	Сирия, Латакия/2019 г.
Сумма флавоноидов, %	0,47±0,02	0,46±0,02	0,39±0,06	0,40±0,05

определяемых компонентов. При этом коэффициент вариации ($n=9$) не превышает 5%.

Повторяемость подтверждали посредством многократного анализа ЛРС травы портулака огородного по разработанной методике. Результаты представлены в **табл. 2**.

Данные, приведенные в **табл. 2**, позволили установить, что относительная ошибка определения не превышает 5%.

С помощью разработанной методики были проанализированы образцы травы портулака огородного из различных районов произрастания (**табл. 3**), собранные в Сирийской Арабской Республике и Российской Федерации.

На основании приведенных результатов анализа можно сделать вывод о пригодности разработанной методики для определения флавоноидов в траве портулака огородного. Показано незначительное различие в содержании аналитов в растительном материале, заготовленном в Российской Федерации (Воронежская область) и Сирийской Арабской Республике (Латакия).

ВЫВОДЫ

Разработана методика для количественного определения (спектрофотометрия) флавоноидов в новом виде ЛРС — траве портулака огородного. Корректность результатов количественного определения аналитов подтверждена валидацией согласно фармакопейным требованиям; относительная ошибка анализа не превышает 5%. С помощью предлагаемой методики были проанализированы образцы травы *Portulaca oleracea* L., заготовленные в Российской Федерации (Воронежская область) и Сирийской Арабской Республике (Латакия).

Установлено, что различие в результатах анализа суммы флавоноидов в образцах, заготовленных в Российской Федерации (Воронежская область) и Сирийской Арабской Республике (Латакия), минимально. Среднее содержание флавоноидов в исследуемых образцах составляет около 0,43%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pollastri S., Tattini M. Flavonols: old compounds for old roles // *Ann. Bot.* 2011; 108: 1225–1233.
2. Kozłowska A., Szostak-Węgierek D. Flavonoids – food sources and health benefits // *Rocz. Panstw. Zakł. Hig.* 2014; 65(2): 79–85.
3. Chahar M.K., Sharma N., Dobhal M.P., Joshi Y.C.: Flavonoids: A versatile source of anticancer drugs // *Pharmacogn. Rev.* 2011; 5(9): 1–12.
4. Majewska-Wierzbicka M., Cieczot H. Flavonoids in the prevention and treatment of cardiovascular diseases // *Pol. Merk. Lek.* 2012; 32: 50–54 (in Polish).
5. McCullough M. L., Peterson J.J., Patel R., Jacques P.F., Shah R., Dwyer J.T. Flavonoid intake and cardiovascular disease mortality in a prospective cohort of US adults // *Am.J. Clin. Nutr.* 2012; 95: 454–464.
6. Macready A.L., Kennedy O.B., Ellis J.A., Williams C.M., Spencer J.P. E., Butler L. T. Flavonoids and cognitive function: A review of human randomized controlled trial studies and recommendations for future studies // *Genes Nutr.* 2009; 4(4): 227–242.
7. Prasain J.K., Carlson S.H., Wyss J.M. Flavonoids and Age Related Disease: Risk, benefits and critical windows // *Maturitas.* 2010; 66(2):163–171.
8. Vauzour D., Vafeiadou K., Rodrigues-Mateos A., Rendeiro C., Spencer J.P. E. The neuroprotective potential of flavonoids: a multiplicity of effects // *Genes. Nutr.* 2008; 3: 115–126.

9. Youdim K.A., Joseph J.A. A possible emerging role of phytochemicals in improving age-related neurological dysfunctions: a multiplicity of effects // *Free Radic. Biol. Med.* 2001; 30: 583–594.
10. Iranshahy M., Javadi B., Iranshahi M., Jahanbakhsh S.P., Mahyari S., Hassani F.V., Karimi G. A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Portulaca oleracea* L. // *J. Ethnopharmacol.* 2017; 205: 158–172.
11. Zhu H.B., Wang Y.Z., Liu Y.X., Xia Y.L., Tang T. Analysis of flavonoids in *Portulaca oleracea* L. by UV-vis spectrophotometry with comparative study on different extraction technologies // *Food Anal. Methods.* 2010; 3: 90–97.
12. El-Sayed M.I. Effects of *Portulaca oleracea* L. seeds in treatment of type-2 diabetes mellitus patients as adjunctive and alternative therapy // *J. Ethnopharmacol.* 2011; 137: 643–651.
13. Kishore D., Moosavi F., Varma R. Effect of ethanolic extract of *Portulaca oleracea* Linn. On ethylene glycol and ammonium chloride induced urolithiasis // *Int.J. Pharm. Pharm. Sci.* 2013; 5: 134–140.
14. Hanumantappa B.N., Ramesh L., Umesh M. Evaluation of potential Antifertility activity of total flavonoids, isolated from *Portulaca oleracea* L. on female albino rats // *Int.J. Pharm. Tech. Res.* 2014; 6: 783–793.
15. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV изд. [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-1/validatsiya-analiticheskikh-metodik/?sphrase_id=683850 (дата обращения: 24.11.2024).

STUDY OF TOTAL FLAVONOID CONTENT IN *PORTULACA OLERACEA* L. HERB GROWING IN THE RUSSIAN FEDERATION AND THE SYRIAN ARAB REPUBLIC

R.A. Nasser¹, A.V. Nikulin², O.G. Potanina³, R.A. Abramovich³, D.O. Bokov⁴, E.V. Mironova², L.I. Fedorina²

¹ Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

² Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «MIREA – Russian Technological University» (M.V. Lomonosov Institute of Fine Chemical Technologies), Moscow, Russia

³ M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

⁴ Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Common purslane (*Portulaca oleracea* L.) is a plant of the Purslane family, a species of the genus Purslane. Purslane is a popular drug in modern folk medicine. Presumably, *P. oleracea* L. flavonoids are one of the main groups of biologically active substances that determine its therapeutic properties. The aim of this work is to study the content of the sum of flavonoids in the herb *P. oleracea*; development and validation of a technique for determining the total flavonoid content. Samples of the aerial part of *P. oleracea* served as the object of research; they were harvested in different parts of the Voronezh region and in Latakia (Syria) from July to September. The developed procedure was validated in accordance with pharmacopoeial requirements of State Pharmacopoeia of the Russian Federation 15th edition. It is shown that the total flavonoid content in the aerial part of *P. oleracea* is not less than 0.3%.

Keywords: *Portulaca oleracea* L., total flavonoid content, rutin