Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 315–322.
Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2026, no. 3, pp. 315–322.
DOI: 10.14258/jcprm.20260317545

УДК 661.123

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ТАНИНОВ, ФЛАВОНОИДОВ И ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭКСТРАКТАХ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ, ЧЕРЕДЫ ТРЕХРАЗДЕЛЬНОЙ И ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО

© ***И.А. Соловей*, Н.Б. Еремеева***

Университет ИТМО, Кронверкский пр., 49А, Санкт-Петербург, 197101, Россия, fenixo1999@gmail.com

В качестве объектов исследования использовались высушенные надземные части (листья и стебли) трех видов растений: крапивы двудомной (*Urtica dioica L.*, сем. Крапивные – *Urticaceae*), череды трехраздельной (*Bidens tripartita*, сем. Астровые – *Asteraceae*) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*, сем. Яснотковые – *Lamiaceae*). Цель данной работы – определение общего содержания танинов, флавоноидов и полифенольных соединений в представленных видах растений. Для определения танинов был выбран метод перманганатометрии, определение флавоноидов и полифенольных соединений проводилось с использованием метода УФ-спектрофотометрии.

Проведено определение содержания танинов в водных и спиртовых растительных экстрактах методом перманганатометрии. Полученные данные свидетельствуют о наиболее высоком процентном содержании танинов для спиртового экстракта крапивы, полученного с помощью аппарата Сокслета, а также для водных и спиртовых экстрактов череды, полученных путем ультразвуковой экстракции. Исследование количественного содержания полифенольных соединений показало преимущество ультразвуковой экстракции с целью извлечения активных агентов для крапивы и череды и преимущество экстракции Сокслета с целью извлечения активных агентов для шалфея. В ходе определения содержания флавоноидов было выявлено, что наиболее активный выход агента достигается у череды в ходе ультразвуковой экстракции. Определены наиболее предпочтительные методы экстракции для каждого из приведенных видов растений. Полученную информацию планируется применить для дальнейшего создания прототипа белоксодержащей матрицы с интегрированными растительными экстрактами в качестве активных ранозаживляющих и антибактериальных агентов.

Ключевые слова: U. dioica L., B. tripartita, *S. officinalis*, танины, полифенолы, флавоноиды, перманганатометрия, УФ-спектрометрия.

Для цитирования: Соловей И.А., Еремеева Н.Б. Определение количественного содержания танинов, флавоноидов и полифенольных соединений в экстрактах крапивы двудомной, череды трехраздельной и шалфея лекарственного // Химия растительного сырья. 2026. №3. С. 315–322. https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317545.

Введение

В настоящее время как в мировой, так и в отечественной медицинской практике основной упор при выборе активных лекарственных агентов на основе растительного сырья в таких узких специализациях, как применение в качестве активного агента в ранозаживляющих антибактериальных повязках, делается на конкретные виды растительного сырья, доказавшие свою эффективность. К таким общераспространенным видам можно отнести перуанский бальзам, производимый в Южной Америке из растения рода Myroxylon balsamum и известный своими целебными свойствами еще с XVII века [1, 2]. Помимо этого, ряд компаний предпочитает использовать в качестве антибактериальных агентов как различные синтетические аналоги, к которым возможно отнести как сульфаниламиды, нитрофураны и оксазолидиноны [3–5], так и наночастицы металлов, в частности серебра, что существенно влияет на стоимость итогового продукта [6–8].

На территории Российской Федерации присутствует большое число широкораспространенных растений, для которых отсутствует полновесная стандартизация, позволяющая в должной степени оценить их потенциал в контексте ранозаживляющих и антибактериальных свойств. В качестве примеров можно обозначить

* Автор, с которым следует вести переписку.

крапиву двудомную, произрастающую на большей части территории Российской Федерации и известную в узких кругах своими ранозаживляющими свойствами, череду трехраздельную и ее антиангиогенные особенности и шалфей лекарственный, имеющий потенциал в плане проявления антиоксидантной активности.

Было выявлено, что водный и спиртовой экстракты крапивы содержат такие классы соединений, как сапонины, флавоноиды, углеводы, кетозы, смолы, танины и кумарины [9, 10]. Дополнительно отметили повышение жизнеспособности клеток живых организмов, таких, как лабораторные крысы линии Wistar, а также ускоренное заживление раневой поверхности в результате воздействия экстрактом [11]. Ряд исследований объясняют ускорение заживления раневой поверхности высоким содержанием танинов, в частности, таниновой кислоты, в исследуемых растительных экстрактах [12, 13]. В череде трехраздельной были обнаружены такие компоненты, как флавоноиды, фенольные кислоты, тридекейновые полиацетилены, гидроксикумарины, стеролы, эфирные масла [14, 15]. Отмечается высокая антиангиогенная активность растения в связи со значительным снижением пролиферации и миграции клеток и увеличением инвазивности эндотелия при использовании в качестве медицинского средства при лечении раневых поверхностей [16]. В листьях и стеблях шалфея лекарственного содержатся эфирные масла, флавоноиды, дубильные вещества, тритерпеноиды (уреоловая, олеаноловая кислоты), фенолкарбоновые кислоты [17]. Экстракты шалфея, как известно, могут обеспечивать антимикробную эффективность против различных бактерий и грибов, а также проявлять антиоксидантные свойства по отношению к свободным радикалам [18, 19]. Общие антимикробные и антибактериальные свойства растений чаще всего связывают с высоким содержанием флавоноидов и полифенольных соединений [20, 21].

Цель текущего исследования – определение содержания дубильных веществ, флавоноидов и полифенольных соединений в составе растительных экстрактов на основе трех видов растений – крапивы двудомной (*Urtica dioica L.*), череды трехраздельной (*Bidens tripartita*) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*) с использованием методов перманганатометрии и УФ-спектрофотометрии. Данные методы выбраны по причине возможности их применения для различных сред, простоте анализа, не требующего сложного оборудования, а также эффективности в плане проведения количественного анализа [22, 23].

Экспериментальная часть

В качестве объектов исследования выступали высушенные листья и стебли трех видов растений: крапивы двудомной (*Urtica Dioica L.*), череды трехраздельной (*Bidens tripartita*) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*). Крапива двудомная была собрана в окрестностях пос. Сосново Ленинградской области в октябре 2024 г., шалфей лекарственный и череда трехраздельная были предоставлены ПКФ «ФИТОФАРМ» (ООО), Краснодарский край, г. Анапа, в октябре 2024 г. Собранное растительное сырье (листья и стебли) помещали в сушильный шкаф и выдерживали при температуре 40 °C в течение 4 ч. Высушенные образцы измельчали, после чего смешивали с водой в соотношении 15 г сухого измельченного сырья на 135 г воды и 96% этаноле в концентрации 10%. Полученные растворы подвергались ультразвуковой экстракции на водяной бане Loip LT-300 на протяжении часа, а также непрерывной экстракции Сокслета на протяжении 4.5–6 ч. Спектры регистрировали на УФ-спектрометре «Shimadzu 1800» в кювете с толщиной слоя 5 мм.

Определение содержания дубильных веществ. Определение содержания дубильных веществ (танинов) в исследуемых растительных экстрактах на основе *Urtica Dioica L.*, *Bidens tripartita* и *Salvia officinalis* проводилось методом перманганатометрии. Для определения количественного содержания танинов 2.5 мл исследуемого экстракта вносили в коническую колбу для титрования объемом 100 мл, прибавляли 50 мл, 2.5 мл индигосульфокислоты и титровали при постоянном перемешивании раствором $KMnO_4$ (0.02 моль/л) до появления золотисто-желтого окрашивания (полученный цвет сравнивали с контрольным раствором). Эксперимент проводили повторно четыре раза для каждого из видов растительного сырья, полученного как с применением экстрактора Сокслета, так и методом ультразвуковой экстракции.

Индигосульфокислоту получали следующим образом: 1 г индигокармина растворяли в 25 мл H_2SO_4, добавляли дополнительно 25 мл H_2SO_4, после чего разбавляли водой до 1000 мл с последующим перемешиванием.

Параллельно был проведен контрольный опыт: к 2.5 мл индигосульфокислоты прибавляли 52.5 мл воды и титровали $KMnO_4$ (0.02 моль/л) до золотисто-желтого окрашивания.

Содержание суммы дубильных веществ в процентах в пересчете на сухое сырье определяли по формуле:

$$X_1,\% = \frac{(V_0 - V_K)\cdot 0.004157\cdot 167\cdot 100\cdot 100}{5a\cdot(100-W)},$$

где V_0 – объем раствора $KMnO_4$ (0.02 моль/л), израсходованного на титрование извлечения, мл; V_K – объем раствора $KMnO_4$ (0.02 моль/л), израсходованного на титрование в контрольном опыте, мл; 0.004157 – количество дубильных веществ, соответствующее 1 мл раствора $KMnO_4$ (0.02 моль/л) в пересчете на танин, г; a – масса сырья, г; W – потери в массе при высушивании сырья, %. Изначальная масса сырья равняется 15 г.

Определение содержания полифенолов. Следующим шагом являлось исследование полифенольных соединений полученных экстрактов методом УФ-спектрометрии. Для достижения данной цели применялся реактив Фолина-Чокальтеу 0.2 N. По причине высокой концентрации и вязкости полученных экстрактов, что препятствовало корректному отображению спектров, каждый из экстрактов был предварительно разведен в соотношении 1 : 8. В качестве стандарта использовали раствор галловой кислоты, который готовили путем разведения кислоты в 96%-ном этаноле в концентрации 50 мкг/мл. Итоговые растворы включали в себя 0.5 мл исследуемого растительного экстракта, 4 мл дистиллированной воды, 0.25 мл реактива Фолина-Чокальтеу, а также 0.25 мл водного раствора Na_2CO_3. Полученные растворы перемешаны до состояния однородности и оставлены в темном месте на 30 мин. После определения базовой линии на УФ-спектрометре «Shimadzu 1800» по галловой кислоте были построены спектры зависимости оптической плотности от длины волны исследуемых растворов. Величина участка графика от 300 до 413 нм обозначает общее содержание полифенольных соединений.

Определение содержания флавоноидов. Содержание флавоноидов в растительных экстрактах определяли с использованием хлорида алюминия в качестве активного реагента. К 1 мл каждого экстракта добавляли 0.1 мл $AlCl_3$, 0.1 мл CH_3COONa и 2.8 мл. Полученную смесь разбавляли экстрагентом до достижения объема 25 мл. В качестве стандарта использовали раствор кверцетина с концентрацией 0.5 мг/мл. Дальнейшие растворы подвергнуты анализу на УФ-спектрометре «Shimadzu 1800» в диапазоне длин волн 400–1000 нм, разница в высоте пиков обозначает разницу в общем процентном содержании флавоноидов.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на кверцетин и воздушно-сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X_1,\% = \frac{D\cdot 25\cdot 100\cdot 100}{a\cdot 764.6\cdot(100-W)},$$

где D – оптическая плотность исследуемого раствора, a – масса сырья, г; W – потери в массе при высушивании сырья, %, 764.6 – удельный показатель поглощения кверцетина при 430 нм.

Результаты исследования и обсуждение

Крапива двудомная, череда трехраздельная и шалфей лекарственный демонстрируют умеренное содержание танинов (2.64–9.26%) для растений, планируемых к использованию в медицинской сфере (табл. 1). При этом показатели сильно разнятся в зависимости от выбранного метода экстракции и типа сырья. На данный момент наибольшая концентрация дубильных веществ наблюдается у *U. Dioica L.* после экстракции в аппарате Сокслета (9.26%) в этаноле, наименьшая – у *U. Dioica L.* после мацерации (1.85%) и у *S. officinalis* в результате экстракции с использованием аппарата Сокслета (2.64%), что может быть связано с разрушением активных соединений в результате высокой температуры в то время как крапива обладает более прочной клеточной стенкой, в связи с чем экстракция в аппарате Сокслета, напротив, приводит к более эффективному высвобождению активных агентов в ряде случаев [24]. Качественное определение содержания танинов для экстракта шалфея, полученного методом мацерации, не привело к изменению окраски, что свидетельствует о крайне малом содержании исследуемого агента.

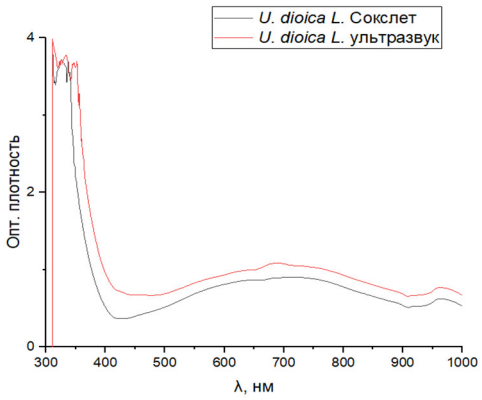
В отличие от танинов, использование экстрактора Сокслета для *U. dioica L.* является не настолько предпочтительным вариантом, как ультразвуковая экстракция, при этом разница в общем количестве экстрагируемых полифенольных соединений для обоих методов относительно невелика (рис. 1). Общее количество экстрагируемых агентов для *U. Dioica L.* уступает таковым для *B. tripartita* и *S. officinalis*. Шалфей лекарственный, в свою очередь, демонстрируя малую концентрацию дубильных веществ в предыдущем эксперименте, при экстракции в аппарате Сокслета показывает высокое содержание полифенолов. Отмечается, что

количественное содержание полифенолов у череды при ультразвуковой экстракции незначительно больше по итогу, чем у череды при использовании в экстракторе Сокслета. В ходе эксперимента выявлено, что ультразвуковая экстракция является более предпочтительным методом для определения количественного содержания полифенольных соединений, так как даже в случае с *S. officinalis* разница между двумя методами куда менее значима в рамках эффективности извлечения. Отдельно отмечается небольшой пик в области 663 нм, что может свидетельствовать о высоком содержании антоцианов, однако требует дальнейшего анализа [25].

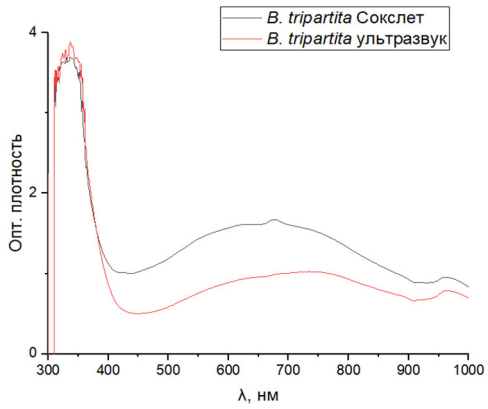
Процентное содержание флавоноидов в исследуемом растительном сырье позволяет отнести *U. Dioica L.* и *B. tripartita* к лекарственным растениям, известным как источники флавоноидов (табл. 2) [26]. Количество флавоноидов, полученное из экстракта крапивы с использованием экстрактора Сокслета, в 1.96 раза превосходит количество флавоноидов, полученное в результате ультразвуковой экстракции. Отмечается, что в случае с чередой наблюдается обратная ситуация, где количество активных агентов в результате ультразвуковой экстракции в 1.85 раза превышает количество активных агентов после экстракции в аппарате Сокслета. Экстракты шалфея демонстрируют сравнительно низкие значения выхода полифенолов для обоих методов, что свидетельствует о неприменимости данного растения в качестве основного источника флавоноидов (рис. 2).

Таблица 1. Определение процентного содержания дубильных веществ для экстрактов на основе *U. Dioica L.*, *B. tripartita* и *S. officinalis* методом перманганатометрии

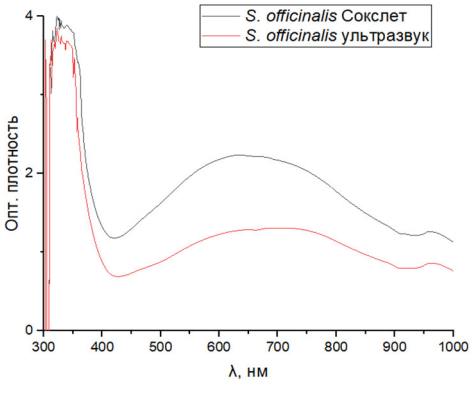
Растительное сырье	Растворитель	Метод экстракции	W, %	V_0, мл	X_1, %
U. dioica L.	C_2H_5OH 96%	Экстрактор Сокслета	90	1	9.26±0.2
	C_2H_5OH 96%	ультразвук		1.4	5.55±0.1
	C_2H_5OH 96%	мацерация		1.8	1.85±0.1
	H_2O	ультразвук		1.5	4.63±0.15
B. tripartita	C_2H_5OH 96%	Экстрактор Сокслета	87	1.1	6.4±0.15
	C_2H_5OH 96%	ультразвук		0.9	7.83±0.1
	H_2O	ультразвук		0.9	7.83±0.1
S. officinalis	C_2H_5OH 96%	Экстрактор Сокслета	86	1.6	2.64±0.15
	C_2H_5OH 96%	мацерация		–	–
	C_2H_5OH 96%	ультразвук		1.5	3.3±0.15



А

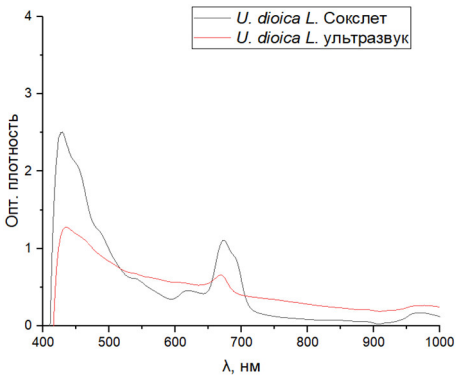


Б

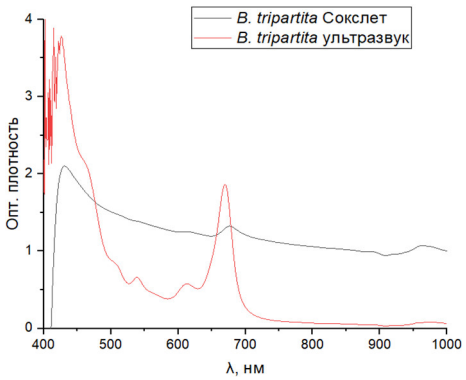


В

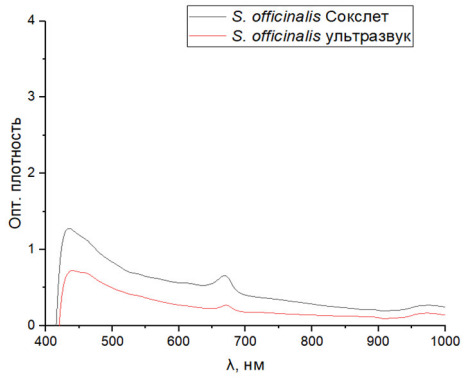
Рис. 1. УФ-спектры оптической плотности по галловой кислоте для экстрактов *Urtica dioica L.* (*А*), *Bidens tripartita* (*Б*) и *Salvia officinalis* (*В*), обозначающие количественное содержание полифенольных соединений. Экстракты получены методом Сокслета (спектры черного цвета), а также путем ультразвуковой экстракции (спектры красного цвета)



А



Б



В

Рис. 2. УФ-спектры оптической плотности по кверцетину для экстрактов *Urtica dioica L.* (*А*), *Bidens tripartita* (*Б*) и *Salvia officinalis* (*В*), демонстрирующие количественное содержание флавоноидов. Экстракты получены с использованием экстрактора Сокслета (спектры черного цвета), а также путем ультразвуковой экстракции (спектры красного цвета)

Таблица 2. Процентное содержание флавоноидов в экстрактах на основе исследуемого растительного сырья в зависимости от метода экстракции

Используемое растительное сырье	Метод экстракции	Общее содержание флавоноидов (%)
Urtica Dioica L.	В аппарате Сокслета	5.45±0.15
	Ультразвуковая	2.78±0.1
Bidens tripartita	В аппарате Сокслета	3.53±0.1
	Ультразвуковая	6.52±0.1
Salvia officinalis	В аппарате Сокслета	1.99±0.1
	Ультразвуковая	1.13±0.05

Переходя к выбору наиболее предпочтительного метода экстракции, отдельно отмечается, что использование экстрактора Сокслета требует куда больше времени на проведение (4.5–6 ч против 30 мин – 1 ч для ультразвуковой экстракции), однако по причине замкнутой системы приводит к относительно небольшой потере растворителя, в качестве которого преимущественно выступают спирты [27]. Полученные данные по крапиве и череде свидетельствуют, что в случае ультразвуковой экстракции спирт может быть заменен на воду с практически полным сохранением извлекаемого агента, что видно из процентного содержания танинов в итоговых экстрактах, за исключением экстракта крапивы (табл. 1). При этом количество извлекаемых флавоноидов методом Сокслета для крапивы значительно превосходит результаты ультразвуковой экстракции. Для обеспечения максимальной результативности следует рассмотреть возможность повышения частоты ультразвуковой экстракции с целью более эффективного разрушения плотной клеточной стенки крапивы [21].

Выводы

Было исследовано общее количественное содержание танинов, полифенольных соединений и флавоноидов. Наибольший процент дубильных веществ наблюдается для экстрактов *U. Dioica L.* и *B. tripartita* в спиртовом растворе. Наибольшее содержание полифенольных соединений обнаружено в экстракте *S. officinalis*, желательно провести дополнительные исследования для анализа содержания антоцианов.

Процентное содержание флавоноидов в экстрактах крапивы и череды позволяет рассматривать их в качестве лекарственного растительного сырья.

Наиболее предпочтительный метод экстракции зависит от выбранного сырья и извлекаемых активных агентов. В случае с *U. dioica L.* наиболее эфективна экстракция в аппарате Сокслета, извлекающая наибольший процент танинов и флавоноидов. Для *B. tripartita* ключевым является метод ультразвуковой экстракции, обеспечивающий максимальный выход агентов. Для *S. officinalis* разница в выходе активных соединений незначительна, однако в случае с полифенолами применение экстрактора Сокслета показывает более эффективные результаты.

Финансирование
Данная работа выполнена в рамках/при финансовой поддержке государственного задания (проект FSER-2025-0028).

Конфликт интересов
Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ
Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Riesmeier M., Mattonai M. et al. Molecular profiling of Peru Balsam reveals active ingredients responsible for its pharmaceutical properties // Nat. Prod. Res. 2021. Vol. 35(23). Pp. 5311–5316. https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1753056.
2. Schottenhammer A. Peruvian balsam»: an example of transoceanic transfer of medicinal knowledge // Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 2020. Vol. 16. 69.
3. Ovung A., Bhattacharyya J. Sulfonamide drugs: structure, antibacterial property, toxicity, and biophysical interactions // Biophys. Rev. 2021. Vol. 13(2). Pp. 259–272. https://doi.org/10.1007/s12551-021-00795-9.
4. Van Hung Le V., Rakonjac J. Nitrofurans: Revival of an "old" drug class in the fight against antibiotic resistance // PLoS Pathog. 2021. Vol. 17(7). e1009663. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009663.
5. Brenciani A., Morroni G., Schwarz S., Giovanetti E. Oxazolidinones: mechanisms of resistance and mobile genetic elements involved // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. 2022. Vol. 77, no. 10. Pp. 2596–2621. https://doi.org/10.1093/jac/dkac263.
6. Rybka M., Mazurek L., Konop M. Beneficial Effect of Wound Dressings Containing Silver and Silver Nanoparticles in Wound Healing – From Experimental Studies to Clinical Practice // Life. 2022. Vol. 13(1). 69. https://doi.org/10.3390/life13010069.
7. Kalantari K., Mostafavi E. et al. Wound dressings functionalized with silver nanoparticles: promises and pitfalls // Nanoscale. 2020. Vol. 4. https://doi.org/10.1039/C9NR08234D.
8. Krishnan P.D., Banas D. et al. Silver Nanomaterials for Wound Dressing Applications // Pharmaceutics. 2020. Vol. 12(9). 821. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090821.
9. Kukric Z., Topalic-Trivunovic L., Kukavica B., Matos S. Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.) // Acta periodica technologica. 2012. Vol. 43. Pp. 257–272. https://doi.org/10.2298/APT1243257K.
10. Florez M., Cazon P., Vazquez M. Antioxidant Extracts of Nettle (*Urtica dioica*) Leaves: Evaluation of Extraction Techniques and Solvents // Molecules. 2022. Vol. 27(18). 6015. https://doi.org/10.3390/molecules27186015.
11. Kasouni A.I., Chatzimitakos T.G., Stalikas C.D., Trangas T., Papoudou-Bai A., Troganis A.N. The Unexplored Wound Healing Activity of Urtica dioica L. Extract: An *In Vitro* and *In Vivo* Study // Molecules. 2021. Vol. 26(20). 6248.
12. Yaoqin C., Lvbo T. et al. Tannic Acid Accelerates Cutaneous Wound Healing in Rats Via Activation of the ERK 1/2 Signaling Pathways // Adv. Wound Care. 2019. Vol. 8(7). Pp. 341–354. https://doi.org/10.1089/wound.2018.0853
13. Chokotho L., Van Hasselt E. The use of tannins in the local treatment of burn wounds – a pilot study // Malawi. Med. J. 2005. Vol. 17(1). Pp. 19–20. https://doi.org/10.4314/mmj.v17i1.10866.
14. Uysal S., Ugurlu A., Zengin G. et al. Novel in vitro and in silico insights of the multi-biological activities and chemical composition of *Bidens tripartita* L. // Food Chem. Toxicol. 2018. Vol. 111. Pp. 525–536.
15. Al-Snafi A.E. Chemical Constituents and Pharmacological Importance of Bidens tripartitus – A Review // J. Pharm. Sci. Res. 2015. Vol. 5. Pp. 257–263.
16. Antoniak K., Studzińska-Sroka E., Szymański M., Dudek-Makuch M., Cielecka-Piontek J., Korybalska K. Antiangiogenic, Anti-Inflammatory and Antioxidant Properties of Bidens tripartita Herb, Galium verum Herb and Rumex hydrolapathum Root // Molecules. 2023. Vol. 28(13). 4966.

17. Ghorbani A., Esmaeilizadeh M. Pharmacological properties of Salvia officinalis and its components // J. Tradit. Complement. Med. 2017. Vol. 7(4). Pp. 433–440. https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014.
18. Salević A., Prieto C., Cabedo L., Nedović V., Lagaron J.M. Physicochemical, antioxidant and antimicrobial properties of electrospun poly(ε-caprolactone) films containing a solid dispersion of sage (*Salvia officinalis* L.) extract // Nanomaterials. 2019. Vol. 9. 270.
19. Silva B.N., Cadavez V., Ferreira-Santos P., Alves M.J., Ferreira I.C.F.R., Barros L., Teixeira J.A., Gonzales-Barron U. Chemical profile and bioactivities of extracts from edible plants readily available in portugal // Foods. 2021. Vol. 10. 673.
20. Mandal M.K., Domb A.J. Antimicrobial Activity of Natural Bioactive Polyphenols // Pharmaceutics. 2024. Vol. 16(6). 718. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16060718.
21. Rossi L.D., Rocchetti G., Lucini L., Rebecchi A. Antimicrobial Potential of Polyphenols: Mechanisms of Action and Microbial Responses – A Narrative Review // Antioxidants. 2025. Vol. 14(2). 200. https://doi.org/10.3390/antiox14020200
22. Полуянов А.М., Савельева А.Е., Койнова А., Полухина А.Г., Гаджиева Ф.И., Соколова А.Ю., Анцышкина А.М., Бобкова Н.В. Количественное определение дубильных веществ методами титриметрии и спектрофотометрии в сырье некоторых представителей рода Rumex трех сроков вегетации // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2024. Т. 13(4). С. 148–160. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-4-1937.
23. Фокина А.И., Адамович Т.А. Изучение содержания полифенольных соединений в растениях синантропной флоры Кировской области // Химия растительного сырья. 2025. №2. С. 139–146. https://doi.org/10.14258/jcprm.20250214855.
24. Haido M.H., Matti A.H., Taher S.M. Optimization of Extraction Conditions of Bioactive Compounds From Kurdistan Species Urtica dioica // Cureus. 2024. Vol. 16 (5). https://doi.org/10.7759/cureus.61146.
25. Jeyaram S., Geethakrishnan T. Vibrational spectroscopic, linear and nonlinear optical characteristics of Anthocyanin extracted from blueberry // Results In Optics. 2020. https://doi.org/10.1016/j.rio.2020.100010
26. Государственная фармакопея Российской Федерации. 15 изд. М., 2023. URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/
27. Kasiramar G., Gopalasatheeskumar K. Significant role of soxhlet extraction process in phytochemical research // Mintage Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences. 2018. Vol. 7-1.

Поступила в редакцию 29 июня 2025 г.

После переработки 31 октября 2025 г.

Принята к публикации 30 января 2026 г.

Solovey I.A.[*]*, Eremeyeva N.B.* DETERMINATION OF THE QUANTITATIVE CONTENT OF TANNINS, FLAVONOIDS AND POLYPHENOLIC COMPOUNDS IN EXTRACTS OF *URTICA DIOICA* L., *BIDENS TRIPARTITA* AND *SALVIA OFFICINALIS*

ITMO University, Kronverksky ave., 49A, St. Petersburg, 197101, Russia, fenixo1999@gmail.com

The dried aboveground parts (leaves and stems) of 3 plant species were used as studied objects: nettle (*Urtica dioica L.* – *Urticaceae*), trifid bur-marigold (*Bidens tripartita* – *Asteraceae*) and Sage (*Salvia officinalis* – *Lamiaceae*). The goal of the work presented is to determine the total content of tannins, flavonoids and polyphenolic compounds in chosen plant species. Permanganatometry method was chosen for detecting of tannins, determination of flavonoids and polyphenolic compounds was carried out by using UV-spectrophotometry method.

Determination of tannins content in aqueous and alcoholic plant extracts by permanganatometry method was carried out. The obtained data indicate the highest percentage of tannins for the alcoholic extract of nettle obtained by Soxhlet extraction, as well as for aqueous and alcoholic extracts of trifid bur-marigold, obtained by ultrasonic extraction. The study of the quantitative content of polyphenolic compounds showed the advantage of ultrasonic extraction of active agents for nettle and the advantage of Soxhlet extraction of active agents for sage. During the detection of flavonoid content, it was determined that the most active agent yield is achieved for trifid bur-marigold during the process of ultrasonic extraction. The most favored extraction methods for each of the selected plant species were determined. The information obtained is planned to be used for further creating of prototype of a protein-based matrix with integrated plant extracts as active wound healing and antibacterial agents.

Keywords: U. dioica L., B. tripartita, *S. officinalis*, tannins, polyphenols, flavonoids, permanganatometry, UV-spectrometry.

For citing: Solovey I.A., Eremeyeva N.B. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 3, pp 315–322. (in Russ.). https://doi.org/10.14258/jcprm.20260317545.

[*] Corresponding author.

References

1. Riesmeier M., Mattonai M. et al. *Nat. Prod. Res*., 2021, vol. 35(23), pp. 5311–5316. https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1753056.
2. Schottenhammer A. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 2020, vol. 16, 69.
3. Ovung A., Bhattacharyya J. *Biophys. Rev*., 2021, vol. 13(2), pp. 259–272. https://doi.org/10.1007/s12551-021-00795-9.
4. Van Hung Le V., Rakonjac J. *PLoS Pathog*., 2021, vol. 17(7), e1009663. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009663.
5. Brenciani A., Morroni G., Schwarz S., Giovanetti E. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 2022, vol. 77, no. 10, pp. 2596–2621. https://doi.org/10.1093/jac/dkac263.
6. Rybka M., Mazurek L., Konop M. *Life*, 2022, vol. 13(1), 69. https://doi.org/10.3390/life13010069.
7. Kalantari K., Mostafavi E. et al. *Nanoscale*, 2020, vol. 4. https://doi.org/10.1039/C9NR08234D.
8. Krishnan P.D., Banas D. et al. *Pharmaceutics*, 2020, vol. 12(9), 821. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12090821.
9. Kukric Z., Topalic-Trivunovic L., Kukavica B., Matos S. *Acta periodica technologica*, 2012, vol. 43, pp. 257–272. https://doi.org/10.2298/APT1243257K.
10. Florez M., Cazon P., Vazquez M. *Molecules*, 2022, vol. 27(18), 6015. https://doi.org/10.3390/molecules27186015.
11. Kasouni A.I., Chatzimitakos T.G., Stalikas C.D., Trangas T., Papoudou-Bai A., Troganis A.N. *Molecules*, 2021, vol. 26(20), 6248.
12. Yaoqin C., Lvbo T. et al. *Adv. Wound Care*, 2019, vol. 8(7), pp. 341–354. https://doi.org/10.1089/wound.2018.0853
13. Chokotho L., Van Hasselt E. *Malawi. Med. J*., 2005, vol. 17(1), pp. 19–20. https://doi.org/10.4314/mmj.v17i1.10866.
14. Uysal S., Ugurlu A., Zengin G. et al. *Food Chem. Toxicol*., 2018, vol. 111, pp. 525–536.
15. Al-Snafi A.E. *J. Pharm. Sci. Res*., 2015, vol. 5, pp. 257–263.
16. Antoniak K., Studzińska-Sroka E., Szymański M., Dudek-Makuch M., Cielecka-Piontek J., Korybalska K. *Molecules*, 2023, vol. 28(13), 4966.
17. Ghorbani A., Esmaeilizadeh M. *J. Tradit. Complement. Med*., 2017, vol. 7(4), pp. 433–440. https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014.
18. Salević A., Prieto C., Cabedo L., Nedović V., Lagaron J.M. *Nanomaterials*, 2019, vol. 9, 270.
19. Silva B.N., Cadavez V., Ferreira-Santos P., Alves M.J., Ferreira I.C.F.R., Barros L., Teixeira J.A., Gonzales-Barron U. *Foods*, 2021, vol. 10, 673.
20. Mandal M.K., Domb A.J. *Pharmaceutics*, 2024, vol. 16(6), 718. https://doi.org/10.3390/pharmaceutics16060718.
21. Rossi L.D., Rocchetti G., Lucini L., Rebecchi A. *Antioxidants*, 2025, vol. 14(2), 200. https://doi.org/10.3390/antiox14020200
22. Poluyanov A.M., Savel'yeva A.Ye., Koynova A., Polukhina A.G., Gadzhiyeva F.I., Sokolova A.Yu., Antsyshkina A.M., Bobkova N.V. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2024, vol. 13(4), pp. 148–160. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-4-1937. (in Russ.).
23. Fokina A.I., Adamovich T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2025, no. 2, pp. 139–146. https://doi.org/10.14258/jcprm.20250214855. (in Russ.).
24. Haido M.H., Matti A.H., Taher S.M. *Cureus*, 2024, vol. 16 (5). https://doi.org/10.7759/cureus.61146.
25. Jeyaram S., Geethakrishnan T. *Results In Optics*, 2020. https://doi.org/10.1016/j.rio.2020.100010
26. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. 15 izd*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. 15th ed.]. Moscow, 2023. URL: https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/ (in Russ.).
27. Kasiramar G., Gopalasatheeskumar K. *Mintage Journal of Pharmaceutical and Medical Sciences*, 2018, vol. 7-1.

Received June 29, 2025

Revised October 31, 2025

Accepted January 30, 2026

Сведения об авторах

Соловей Илья Андреевич – аспирант, инженер, fenixo1999@gmail.com

Еремеева Наталья Борисовна – кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией, eremeeva.itmo@gmail.com

Information about authors

Solovey Ilya Andreevich – graduate student, engineer, fenixo1999@gmail.com

Eremeeva Natalia Borisovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory, eremeeva.itmo@gmail.com