

УДК 615.322

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЛАВОНОИДОВ В ЛИСТЬЯХ КЛЕНА ТАТАРСКОГО (*ACER TATARICUM* L.)

© В.А. Куркин*, К.Р. Хозинова

Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская,
89, Самара, 443099, Россия, v.a.kurkin@samsmu.ru

Клен татарский (*Acer tataricum* L.) – листопадное дерево или кустарник до 8 м высотой. Данное растение распространено в Центральной, Восточной и Юго-Восточной Европе, Малой Азии и на Кавказе. Экстракты клена татарского используются в традиционной медицине в течение многих лет благодаря их антиоксидантной, противовоспалительной, противодиабетической, гепатопротекторной, противоопухолевой активности, которая может быть обусловлена различными группами биологически активных соединений, такими как тритерпеноиды, фенолкарбоновые кислоты и их производные, флавоноиды, азотсодержащие соединения. Фармакологическую активность листьев клена татарского обуславливают биологически активные соединения, преимущественно фенольной природы, в частности, флавоноиды и производные галловой кислоты (гинналин А и др.).

В результате проведенного исследования разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского. В качестве метода исследования использована дифференциальная спектрофотометрия, проведенная в соответствии с ОФС.1.2.1.1.0003.15 «Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях». Спектральные характеристики водно-спиртовых извлечений оценивали на спектрофотометре «Specord 40» (Analytik Jena AG, Германия).

Определено, что во всех электронных спектрах извлечений из листьев клена татарского наблюдается батохромный сдвиг длинноволновой полосы в присутствии алюминия хлорида, что подтверждает наличие флавоноидов. В условиях дифференциальной спектрофотометрии наблюдается максимум поглощения в области 412 ± 2 нм, что свидетельствует о целесообразности использования в методике анализа рутина, имеющего максимум поглощения при длине волны 412 нм. Определены оптимальные параметры экстракции сырья: экстрагент – 70% этиловый спирт, соотношение «сырье-экстрагент» – 1 : 30, время экстракции – 45 мин, степень измельчения сырья – 2 мм, аналитическая длина волны – 412 нм.

Определено, что содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в листьях клена татарского варьируется от 3.18 ± 0.05 до $3.56 \pm 0.05\%$. Ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет $\pm 1.47\%$.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке проекта ФС на новый вид лекарственного растительного сырья «Клена татарского листья» для внедрения в Государственную фармакопею Российской Федерации.

Ключевые слова: клен татарский, *Acer tataricum*, листья, флавоноиды, рутин, спектрофотометрия, стандартизация.

Для цитирования: Куркин В.А., Хозинова К.Р. Методика количественного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского (*Acer tataricum* L.) // Химия растительного сырья. 2026. №1. Online First. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260116608>.

Введение

Род Клен (*Acer* L.) относится к семейству Сапидовые (*Sapindaceae* Juss) по классификации G. Bentham et J. D. Hooker. [1]. Данный род включает около 150 видов, которые в основном произрастают в Северном полушарии, особенно в регионах Восточной Азии с умеренным климатом, на востоке Северной Америки и в Европе [2–6]. На территории Российской Федерации известно около 20 видов рода *Acer* L., среди которых широко распространены клен остролистный, клен татарский, клен белый и др. В основном они растут в европейской части России [7].

Виды рода *Acer* L. традиционно использовались для лечения широкого спектра заболеваний в Восточной Азии и Северной Америке. Экстракты из различных видов клена используются в традиционной медицине в течение многих лет благодаря их антиоксидантной, противовоспалительной, противодиабетической, гепатопротекторной, профилактической противоопухолевой активности, которые могут быть

* Автор, с которым следует вести переписку.

обусловлены различными группами биологически активных соединений. Данные клинических исследований показывают, что лекарственные растения, относящиеся к роду Клен, очень эффективны при лечении ревматизма, ушибов, заболеваний печени, глазных болезней, боли, а также при детоксикации [2].

Клен татарский (*Acer tataricum* L.), или черноклен – листопадное дерево или высокий кустарник до 8 м высотой, который распространен в Центральной, Восточной и Юго-Восточной Европе, Малой Азии и на Кавказе [8, 9].

Анализ научной литературы позволяет говорить о перспективности клена татарского как источника биологически активных соединений. За рубежом активно изучается экстракт *Acer tataricum subsp. ginnala* – средство с противовоспалительным и антиоксидантным действием [10–14]. Большой интерес представляют полифенолы видов рода *Acer* L. – производные галловой кислоты (гинналин А и др.), обладающие противоопухолевой активностью [10–14].

Фармакологическую активность листьев клена татарского обуславливают биологически активные соединения, преимущественно фенольной природы, в частности, флавоноиды и производные галловой кислоты (гинналин А и др.). Присутствие галловой кислоты в листьях клена татарского подтверждено нами во всех образцах сырья [15].

В этой связи актуальным является разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского.

Цель настоящего исследования – разработка методики количественного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского.

Экспериментальная часть

Для разработки методики использовали листья клена татарского, заготовленные в районе Сокольных Гор Самары (лесозона «Дубки»). Сушка сырья проводилась естественным способом под навесом без доступа прямых солнечных лучей.

В качестве метода исследования использована прямая и дифференциальная спектрофотометрия в соответствии ОФС.1.2.1.1.0003.15 «Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях» ГФ РФ XV изд. [16]. Спектральные характеристики водно-спиртовых извлечений оценивали на спектрофотометре Specord 40 (AnalytikJena AG, Германия) в диапазоне длин волн 190–500 нм в кюветах с толщиной слоя 10 мм.

Нами был проведен спектрофотометрический анализ водно-спиртовых извлечений из листьев клена татарского (рис. 1 и 2), который позволил установить, что доминирующим флавоноидом является рутин, что подтверждается литературными данными [17–20].

Обсуждение результатов

Сравнительное изучение УФ-спектров водно-спиртовых извлечений из листьев клена татарского и раствора рутина (рис. 1–4) показало, что в обоих случаях наблюдается bathochromный сдвиг в длинноволновой области УФ-спектров в присутствии $AlCl_3$ при 412 ± 2 нм, что характерно для рутина [17–20]. В соответствии с этим разработанная методика основана на реакции комплексообразования флавоноидов с хлоридом алюминия ($AlCl_3$) с использованием в качестве стандартного образца рутина и аналитической длины волны 412 нм.

В УФ-спектре водно-спиртового извлечения из листьев клена татарского в дифференциальном варианте обнаруживается максимум поглощения при длине волны 412 нм (рис. 4), который близок к максимуму спиртового раствора рутина (рис. 2) [17–20]. С целью разработки методики количественного определения суммы флавоноидов определены оптимальные условия экстракции флавоноидов в листьях клена татарского: экстрагент – 70% этиловый спирт; соотношение «сырье-экстрагент» – 1 : 30; время экстракции – извлечение на кипящей водяной бане в течение 45 мин, степень измельчения сырья – 2 мм (табл. 1).

Методика количественного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского. Аналитическую пробу сырья измельчают до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 2 мм. Около 1 г измельченного сырья (точная навеска) помещают в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, прибавляют 30 мл 70% этилового спирта. Колбу закрывают пробкой и взвешивают на тарированных весах с точностью до ± 0.01 . Колбу присоединяют к обратному холодильнику и нагревают на кипящей водяной бане (умеренное кипение) в течение 45 мин. Затем ее охлаждают в течение 30 мин, закрывают той же пробкой, снова взвешивают и восполняют недостающий экстрагент до первоначальной массы. Извлечение

фильтруют через бумажный фильтр (красная полоса). Испытуемый раствор готовят следующим образом: 1 мл полученного извлечения помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл, прибавляют 2 мл 3% спиртового раствора алюминия хлорида и доводят объем раствора до метки спиртом этиловым 96% (испытуемый раствор А). Измеряют оптическую плотность испытуемого раствора на спектрофотометре при длине волны 412 нм через 40 мин после приготовления. В качестве раствора сравнения используют раствор, полученный следующим образом: 1 мл извлечения (1 : 30) помещают в мерную колбу вместимостью 50 мл и доводят объем раствора спиртом этиловым 96% до метки.

Приготовление раствора стандартного образца рутина. Около 0.005 г (точная навеска) рутин помещают в мерную колбу вместимостью 25 мл, растворяют в 15 мл 70% этилового спирта при нагревании на водяной бане. После охлаждения содержимого колбы до комнатной температуры доводят объем раствора 70% этиловым спиртом до метки (раствор А рутин). 1 мл раствора А рутин помещают в мерную колбу на 25 мл, прибавляют 2 мл 3% спиртового раствора алюминия хлорида и доводят объем раствора до метки спиртом этиловым 96 % (испытуемый раствор Б рутин). Раствор сравнения готовят следующим образом: 1 мл раствора А рутин помещают в мерную колбу на 25 мл и доводят объем раствора до метки спиртом этиловым 96% (раствор сравнения Б рутин). Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{D \cdot m_0 \cdot 30 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 100}{D_0 \cdot m \cdot 1 \cdot 25 \cdot 25 \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; D_0 – оптическая плотность раствора СО рутин; m – масса сырья, г; m_0 – масса СО рутин, г; W – потеря в массе при высушивании, %.

В случае отсутствия СО рутин целесообразно использовать рассчитанное значение удельного показателя поглощения при 412 нм – 240 [21].

$$x = \frac{D \cdot 30 \cdot 50 \cdot 100}{m \cdot 240 \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; m – масса сырья, г; 240 – удельный показатель поглощения ($E_{1\text{см}}^{1\%}$) СО рутин при 412 нм; W – потеря в массе при высушивании, %.

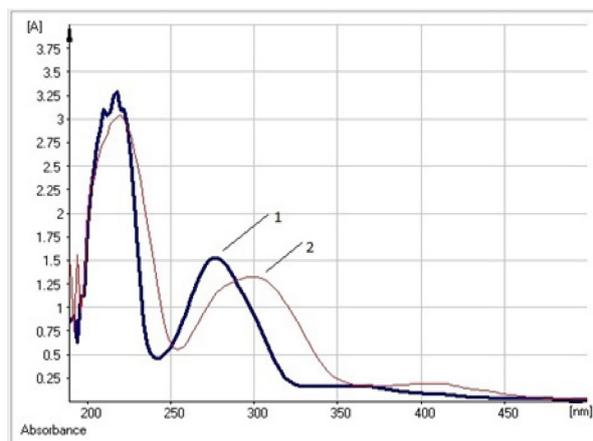


Рис. 1. УФ-спектры раствора водно-спиртового извлечения из листьев клена татарского (1) и раствора водно-спиртового извлечения из листьев клена татарского с добавлением алюминия хлорида (2)

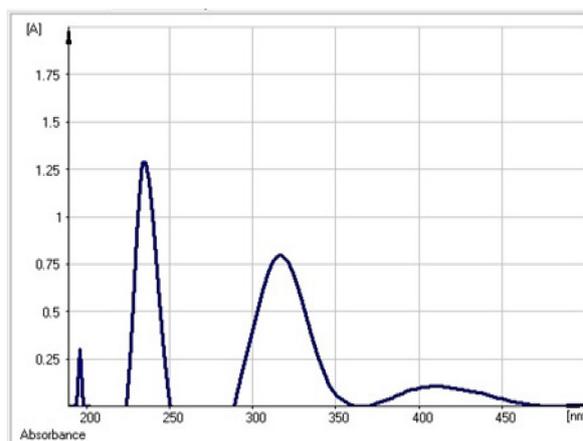


Рис. 2. УФ-спектр раствора водно-спиртового извлечения из листьев клена татарского (дифференциальный спектр)

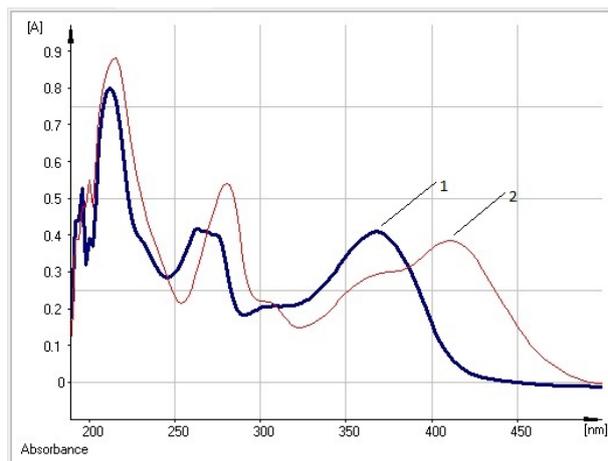


Рис. 3. УФ-спектры раствора рутина (1) и раствора с добавлением алюминия хлорида (2)

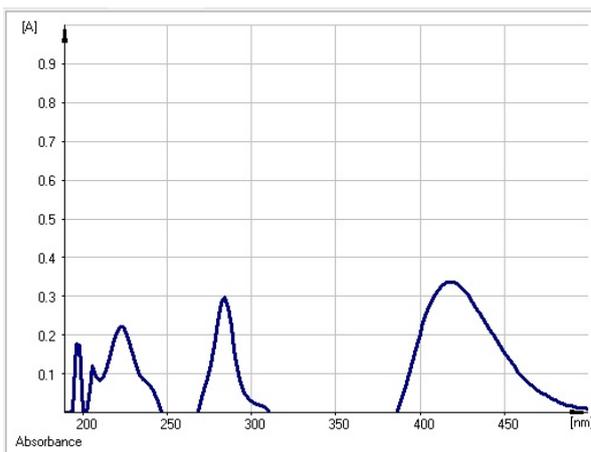


Рис. 4. УФ-спектр раствора рутина (дифференциальный спектр)

Таблица 1. Влияние различных факторов на полноту извлечения флавоноидов из листьев клена татарского

| № | Экстрагент | Соотношение «сырье – экстрагент» | Время экстракции, мин | Степень измельчения, мм | Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин и а.с.с., % |
|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------|-------------------------|---|
| Экстрагент | | | | | |
| 1 | 40% этиловый спирт | 1 : 30 | 45 | 2 | 2.81±0.05 |
| 2 | 50% этиловый спирт | | | | 2.82±0.04 |
| 3 | 60% этиловый спирт | | | | 3.18±0.03 |
| 4 | 70% этиловый спирт | | | | 3.45±0.05 |
| 5 | 80% этиловый спирт | | | | 3.41±0.04 |
| 6 | 90% этиловый спирт | | | | 3.35±0.05 |
| 7 | 96% этиловый спирт | | | | 3.28±0.05 |
| Время экстракции | | | | | |
| 8 | 70% этиловый спирт | 1 : 30 | 30 | 2 | 3.35±0.04 |
| 9 | | | 45 | | 3.47±0.05 |
| 10 | | | 60 | | 3.29±0.04 |
| 11 | | | 90 | | 3.34±0.04 |
| Степень измельчения | | | | | |
| 12 | 70% этиловый спирт | 1 : 30 | 45 | 1 | 3.43±0.04 |
| 13 | | | | 2 | 3.50±0.05 |
| 14 | | | | 3 | 3.33±0.03 |
| Соотношение «сырье – экстрагент» | | | | | |
| 15 | 70% этиловый спирт | 1 : 20 | 45 | 2 | 3.42±0.03 |
| 16 | | 1 : 30 | | | 3.52±0.05 |
| 17 | | 1 : 50 | | | 3.49±0.04 |

Критерием оценки аналитической методики является валидационная оценка [16, 22–26]. Валидацию методики проводили в соответствии с ГФ РФ XV издания [16].

Валидационная оценка разработанной методики проводилась по показателям: специфичность, линейность, правильность.

Специфичность методики определялась по соответствию максимумов поглощения комплекса флавоноидов листьев клена татарского и раствора СО рутина с алюминием хлоридом (дифференциальный вариант).

Линейность методики определяли для серии растворов рутина (с концентрациями в диапазоне от 0.008 до 0.041 мг/мл) с алюминием хлоридом при длине волны 412 нм. На основании полученных данных строили график зависимости значений оптической плотности растворов рутина с алюминием хлоридом от концентрации рутина и затем рассчитывали уравнение линейной регрессии (табл. 2, рис. 5).

При изучении линейной зависимости вида $y = bx + a$, коэффициент корреляции составил 1, следовательно, данную методику можно использовать для анализа суммы флавоноидов в листьях клена татарского

в пересчете на рутин в указанном диапазоне концентраций (табл. 2, рис. 5). Метрологические характеристики методик количественного определения содержания суммы флавоноидов в водно-спиртовом извлечении листьев клена татарского представлены в таблице 3. Ошибка единичного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского с доверительной вероятностью 95% составляет $\pm 1.47\%$ (табл. 3).

Ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет $\pm 1.47\%$.

Таким образом, исходя из результатов валидационной оценки результатов эксперимента, можно сделать вывод о пригодности использования данной методики для количественной оценки суммы флавоноидов в пересчете на рутин.

С использованием этой методики было проанализировано четыре образца листьев клена татарского, заготовленных в летний период. Определено, что содержание суммы флавоноидов в анализируемых образцах, собранных в Самарской области, варьирует от 3.18 ± 0.04 до $3.56 \pm 0.05\%$ в зависимости от месяца сбора растительного сырья (табл. 4). На наш взгляд, для обоснования числового показателя – суммы флавоноидов в листьях клена татарского целесообразно проведение дальнейших исследований на примере образцов сырья из других регионов Российской Федерации.

Таблица 2. Исходные данные для оценки линейности методики

| № п/п | Концентрация раствора стандартного образца рутин, мг/мл | Значение оптической плотности, е.о.п. (среднее значение из трех последовательных измерений) |
|-------|---|---|
| 1 | 0.008 | 0.1621 |
| 2 | 0.016 | 0.3221 |
| 3 | 0.041 | 0.8221 |

Рис. 5. Зависимость значений оптической плотности раствора рутина с алюминия хлоридом от концентрации рутина (дифференциальный вариант)

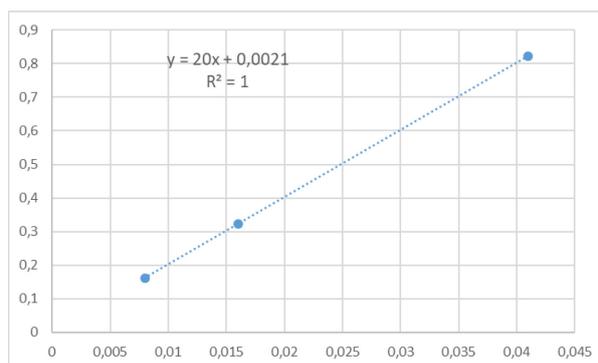


Таблица 3. Результаты оценки прецизионности методики количественного определения суммы флавоноидов в листьях клена татарского (уровень повторяемости)

| Метрологические характеристики | n | f | $\bar{X}\bar{X}$, % | S | S_x | P, % | T (P, t) (табл.) | $\pm \Delta X$, % | E, % |
|--------------------------------|----|----|----------------------|--------|---------|------|------------------|--------------------|------------|
| Значения | 11 | 10 | 3.41 | 0.0748 | 0.02255 | 95 | 2.23 | 0.0502 | ± 1.47 |

Таблица 4. Содержание суммы флавоноидов в образцах листьев клена татарского (в %) в пересчете на рутин

| № | Характеристика образца сырья | Содержание суммы флавоноидов в а.с.с. в пересчете на рутин, % |
|---|--|---|
| 1 | Лесозона «Дубки» в районе Сокольных Гор Самары (июнь 2024 г.) Дата сбора: 06.06.2022 г. | 3.18 ± 0.04 |
| 2 | Лесозона «Дубки» в районе Сокольных Гор Самары (июль 2024 г.) Дата сбора: 13.07.2022 г. | 3.33 ± 0.03 |
| 3 | Лесозона «Дубки» в районе Сокольных Гор Самары (август 2024 г.) Дата сбора: 21.08.2022 г. | 3.56 ± 0.05 |

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования разработана методика количественного анализа суммы флавоноидов в листьях клена татарского с использованием СО рутина при аналитической длине

волны 412 нм. Определено, что содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в листьях клена татарского, собранных в Самарской области, варьируется от 3.18 ± 0.05 до $3.56 \pm 0.05\%$. Ошибка единичного определения с доверительной вероятностью 95% составляет $\pm 1.47\%$.

Проведена валидационная оценка разработанной методики по показателям специфичность, линейность в соответствии с ГФ РФ XV издания. Исходя из результатов валидационной оценки результатов эксперимента, можно говорить о пригодности использования данной методики для количественной оценки суммы флавоноидов в пересчете на рутин в листьях клена татарского.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке нормативной документации на перспективный вид лекарственного растительного сырья «Клена татарского листа» для внедрения в Государственную фармакопею Российской Федерации.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Самарского государственного медицинского университета. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

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 дадите соответствующие ссылки на автора(ов) и источник и предоставите ссылку на Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Костелова Г.С., Русанов Н.Ф., Усманов А.У., Мавжудов А.А. Кленовые, ореховые, ивовые, березовые // Дендрология Узбекистана. Ташкент, 1973. Т. 5. С. 3–157.
2. Bi W., Gao Y., Shen J. et al. Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus *Acer* (maple): A review // *J. Ethnopharmacol.* 2016. Vol. 31. P. 60.
3. Gao J., Liao P.C., Huang B.H., Yu T., Zhang Y.Y., Li J.Q. Historical biogeography of *Acer* L. (*Sapindaceae*): genetic evidence for Out-of-Asia hypothesis with multiple dispersals to North America and Europe // *Sci. Rep.* 2020. Vol. 10, no. 1. 21178. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78145-0>.
4. Жилин С.Г. Семейство кленовые (*Aceraceae*) // Жизнь растений. М., 1981. Т. 5-2. С. 264–266.
5. Встовская Т.Н. Декоративные формы местных и экзотических видов клёна, перспективных для первичного испытания в Сибири // Растительный мир Азиатской России. 2010. №1. С. 101–111.
6. Замятина Б.Н. Род 2. *Acer* – Клён // Деревья и кустарники СССР: дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. М.; Л., 1958. Т. 4. С. 405–406.
7. Еднич Е.М. Толстикова Т.Н. Биоморфологические особенности представителей рода *Acer* L. (*Aceraceae*) в условиях предгорной зоны Республики Адыгея // Вестник АГУ. 2015. №3. С. 101–105.
8. Валягина-Малюткина Е.Т. Деревья и кустарники Средней полосы Европейской части России: Определитель. СПб, 1998. С. 80–82.
9. Флора СССР / под ред. В.Л. Комарова. М.; Л., 1949. Т. 14. 793 с.
10. Bi W., He C.N., Li X.X., Zhou L.Y., Liu R.J., Zhang S., Li G.Q., Chen Z.C., Zhang P.F. Ginnalin A from *Kujin* tea (*Acer tataricum* subsp. *ginnala*) exhibits a colorectal cancer chemoprevention effect via activation of the Nrf2/HO-1 signaling pathway // *Food Funct.* 2018. Vol. 9, no. 5. Pp. 2809–2819.
11. Bi W., Liu H., Shen J., Zhang L.H., Li P., Peng B., Cao L., Zhang P., He C., Xiao P. Chemopreventive effects of *Kujin* tea against AOM-induced precancerous colorectal lesions in rats and metabolomic analysis // *Sci. Rep.* 2017. Vol. 7, no. 1. 15893.
12. Jin Y.J., Ji Y., Jang Y.P., Choung S.Y. *Acer tataricum* subsp. *ginnala* Inhibits Skin Photoaging via Regulating MAPK/AP-1, NF-κB, and TGFβ/Smad Signaling in UVB-Irradiated Human Dermal Fibroblasts // *Molecules.* 2021. Vol. 26, no. 3. 662. <https://doi.org/10.3390/molecules26030662>.
13. Bi W., He C., Ma Y., Shen J., Zhang L.H., Peng Y., Xiao P. Investigation of free amino acid, total phenolics, antioxidant activity and purine alkaloids to assess the health properties of non-Camellia tea // *Acta Pharm Sin B.* 2016. Vol. 6, no. 2. Pp. 170–181.
14. Rippin, Beniwal V., Sharma A., Singh B.J., Ramniwas S., Sak K., Kumar S., Sharma A.K. Ginnalin A and hamamelitannin: the unique gallotannins with promising anti-carcinogenic potential // *Explor Target Antitumor Ther.* 2023. Vol. 4. Pp. 208–216. <https://doi.org/10.37349/etat.2023.00129>.
15. Хозинова К.Р., Куркин В.А., Рыжов В.М. Фитохимическое исследование клена татарского (*Acer tataricum* L.) // Сборник трудов конференции «Современные проблемы фармации», посвященной 105-летию Самарского государственного медицинского университета. Самара, 2024. С. 221–224.

16. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV изд. М., 2023. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>.
17. Куркина А.В. Флавоноиды фармакопейных растений: монография. Самара, 2012. 290 с.
18. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). 4-е изд., перераб. и доп. Самара, 2019. 1278 с.
19. Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Музыкакина Р.А., Толстиков Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск, 2007. 232 с.
20. Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. Новосибирск, 1990. С. 234–236.
21. Курпьянова Е.А., Куркин В.А. Разработка подходов к стандартизации листьев тополя черного // Аспирантский вестник Поволжья. 2018. №5–6. С. 17–21.
22. Бубенчикова В.Н., Старчак Ю.А. Валидация методики количественного определения суммы флавоноидов в траве чабреца // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2012. №22. С. 157–160.
23. Васильев В.П. Аналитическая химия. Книга 2: Физико-химические методы анализа: учеб. для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. 5-е изд., стереотип. М., 2005. 383 с.
24. Куркина А.В. Подходы к стандартизации сырья, содержащего флавоноиды // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. №5. С. 38.
25. Куркин В.А., Браславский В.Б., Авдеева Е.В., Правдивцева О.Е. и др. Производственная практика по стандартизации лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов: учеб. пособие для студентов фармацевтических вузов. Самара: Офорт, 2007. 126 с.
26. Куркина А.В. Экспериментально-теоретическое обоснование подходов к стандартизации сырья и препаратов фармакопейных растений, содержащих флавоноиды: автореф. ... докт. фарм. наук. Самара, 2013. 48 с.

Поступила в редакцию 20 декабря 2024 г.

После переработки 18 апреля 2025 г.

Принята к публикации 9 октября 2025 г.

*Kurkin V.A.**, *Khazinova K.R.* THE METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE AMOUNT OF FLAVONOIDS IN THE LEAVES OF THE TATAR MAPLE (*ACER TATARICUM* L.)

Samara State Medical University, st. Chapayevskaya, 89, Samara, 443099, Russia, v.a.kurkin@samsmu.ru

Tatar maple (*Acer tataricum* L.) is a deciduous tree or shrub up to 8 m tall. This plant is widespread in Central, Eastern and Southeastern Europe, Asia Minor and the Caucasus. Extracts of Tatar maple have been used in traditional medicine for many years due to their antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, hepatoprotective, antitumor activity, which may be due to various groups of biologically active compounds such as triterpenoids, phenol carboxylic acids and their derivatives, flavonoids, nitrogen-containing compounds. The pharmacological activity of the leaves of the Tatar maple is determined by biologically active compounds, mainly of a phenolic nature, in particular, flavonoids and derivatives of gallic acid (ginnalin A, etc.).

As a result of the conducted research, a method for quantifying the amount of flavonoids in the leaves of the Tatar maple has been developed. Differential spectrophotometry conducted in accordance with the OFS was used as a research method. 1.2.1.1.0003.15 "Spectrophotometry in the ultraviolet and visible regions". The spectral characteristics of water-alcohol extracts were evaluated using a Specord 40 spectrophotometer (Analytik Jena AG, Germany).

It was determined that in all electronic spectra of extracts from the leaves of the Tatar maple, a bathochromic shift of the long-wavelength band is observed in the presence of aluminum chloride, which confirms the presence of flavonoids. Under the conditions of differential spectrophotometry, an absorption maximum is observed in the region of 412±2 nm, which indicates the expediency of using a routine having an absorption maximum at a wavelength of 412 nm in the analysis technique. The optimal parameters of extraction of raw materials were determined: extractant – 70% ethyl alcohol, the ratio "raw material-extractant" – 1 : 30, extraction time – 45 min, the degree of grinding of raw materials – 2 mm, analytical wavelength – 412 nm.

It was determined that the content of the sum of flavonoids in terms of rutin in the leaves of the Tatar maple varies from 3.18±0.05 to 3.56±0.05%. The error of a single determination with a 95% confidence probability is ± 1.47%.

The results obtained can be used in the development of a draft FS for a new type of medicinal plant raw material "Tatar Maple leaves" for introduction into the State Pharmacopoeia of the Russian Federation.

Keywords: Tatar maple, *Acer tataricum*, leaves, flavonoids, rutin, spectrophotometry, standardization.

For citing: Kurkin V.A., Khazinova K.R. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 1, Online First. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260116608>.

* Corresponding author.

References

1. Kostelova G.S., Rusanov N.F., Usmanov A.U., Mavzhudov A.A. *Dendrologiya Uzbekistana*. [Dendrology of Uzbekistan]. Tashkent, 1973, vol. 5, pp. 3–157. (in Russ.).
2. Bi W., Gao Y., Shen J. et al. *J. Ethnopharmacol.*, 2016, vol. 31, p. 60.
3. Gao J., Liao P.C., Huang B.H., Yu T., Zhang Y.Y., Li J.Q. *Sci. Rep.*, 2020, vol. 10, no. 1, 21178. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78145-0>.
4. Zhilin S.G. *Zhizn' rasteniy*. [Life of Plants]. Moscow, 1981, vol. 5-2, pp. 264–266. (in Russ.).
5. Vstovskaya T.N. *Rastitel'nyy mir Aziatskoy Rossii*, 2010, no. 1, pp. 101–111. (in Russ.).
6. Zamyatina B.N. *Derev'ya i kustarniki SSSR: dikorasushchiye, kul'tiviruyemye i perspektivnyye dlya introduktsii*. [Trees and shrubs of the USSR: wild, cultivated and promising for introduction]. Moscow; Leningrad, 1958, vol. 4, pp. 405–406. (in Russ.).
7. Yednich Ye.M., Tolstikova T.N. *Vestnik AGU*, 2015, no. 3, pp. 101–105. (in Russ.).
8. Valyagina-Malyutina Ye.T. *Derev'ya i kustarniki Sredney polosy Yevropeyskoy chasti Rossii: Opredelitel'*. [Trees and shrubs of the central zone of the European part of Russia: Identifier]. St. Petersburg, 1998, pp. 80–82. (in Russ.).
9. *Flora SSSR* [Flora of the USSR], ed. V.L. Komarova. Moscow; Leningrad, 1949, vol. 14, 793 p. (in Russ.).
10. Bi W., He C.N., Li X.X., Zhou L.Y., Liu R.J., Zhang S., Li G.Q., Chen Z.C., Zhang P.F. *Food Funct*, 2018, vol. 9, no. 5, pp. 2809–2819.
11. Bi W., Liu H., Shen J., Zhang L.H., Li P., Peng B., Cao L., Zhang P., He C., Xiao P. *Sci. Rep.*, 2017, vol. 7, no. 1, 15893.
12. Jin Y.J., Ji Y., Jang Y.P., Choung S.Y. *Molecules*, 2021, vol. 26, no. 3, 662. <https://doi.org/10.3390/molecules26030662>.
13. Bi W., He C., Ma Y., Shen J., Zhang L.H., Peng Y., Xiao P. *Acta Pharm Sin B*, 2016, vol. 6, no. 2, pp. 170–181.
14. Rippin, Beniwal V., Sharma A., Singh B.J., Ramniwas S., Sak K., Kumar S., Sharma A.K. *Explor Target Antitumor Ther*, 2023, vol. 4, pp. 208–216. <https://doi.org/10.37349/etat.2023.00129>.
15. Khozinova K.R., Kurkin V.A., Ryzhov V.M. *Sbornik trudov konferentsii «Sovremennyye problemy farmatsii», posvyashchennaya 105-letiyu Samarskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. [Collection of papers of the conference "Modern problems of pharmacy", dedicated to the 105th anniversary of the Samara State Medical University]. Samara, 2024, pp. 221–224. (in Russ.).
16. *Gosudarstvennaya Farmakopeya Rossiyskoy Federatsii. XV izdaniye*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XV edition]. Moscow, 2023. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>. (in Russ.).
17. Kurkina A.V. *Flavonoidy farmakopeynykh rasteniy: monografiya*. [Flavonoids of pharmacopoeial plants: monograph]. Samara, 2012, 290 p. (in Russ.).
18. Kurkin V.A. *Farmakognoziya: uchebnik dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov (fakul'tetov). 4-ye izd., pererab. i dop.* [Pharmacognosy. Textbook for students of pharmaceutical universities (faculties). 4th ed., revised and enlarged]. Samara, 2019, 1278 p. (in Russ.).
19. Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A., Muzychkina R.A., Tolstikov G.A. *Prirodnyye flavonoidy*. [Natural flavonoids]. Novosibirsk, 2007, 232 p. (in Russ.).
20. Georgiyevskiy V.P., Komissarenko N.F., Dmitruk S.Ye. *Biologicheski aktivnyye veshchestva lekarstvennykh rasteniy*. [Biologically active substances of medicinal plants]. Novosibirsk, 1990, pp. 234–236. (in Russ.).
21. Kupriyanova Ye.A., Kurkin V.A. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*, 2018, no. 5–6, pp. 17–21. (in Russ.).
22. Bubenchikova V.N., Starchak Yu.A. *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2012, no. 22, pp. 157–160. (in Russ.).
23. Vasil'yev V.P. *Analiticheskaya khimiya. Kniga 2: Fiziko-khimicheskiye metody analiza: ucheb. dlya stud. vuzov, obuchayushchikhsya po khimiko-tekhnol. spets. 5-ye izd., stereotip*. [Analytical Chemistry. Book 2: Physicochemical Methods of Analysis: a textbook for students of higher education institutions studying chemical engineering specialties. 5th ed., stereotype]. Moscow, 2005, 383 p. (in Russ.).
24. Kurkina A.V. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2013, no. 5, p. 38. (in Russ.).
25. Kurkin V.A., Braslavskiy V.B., Avdeyeva Ye.V., Pravdivtseva O.Ye. i dr. *Proizvodstvennaya praktika po standartizatsii lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya i fitopreparatov: ucheb. posobiye dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov*. [Industrial practice in standardization of medicinal plant materials and phytopreparations: a teaching aid for students of pharmaceutical universities]. Samara, 2007, 126 p. (in Russ.).
26. Kurkina A.V. *Eksperimental'no-teoreticheskoye obosnovaniye podkhodov k standartizatsii syr'ya i preparatov farmakopeynykh rasteniy, sodержashchikh flavonoidy: avtoref. ... dokt. farm. nauk*. [Experimental and theoretical substantiation of approaches to standardization of raw materials and preparations of pharmacopoeial plants containing flavonoids: author's abstract. Doctor of Pharmaceutical Sciences]. Samara, 2013, 48 p. (in Russ.).

Received December 20, 2024

Revised April 18, 2025

Accepted October 9, 2025

Сведения об авторах

Куркин Владимир Александрович – заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии, доктор фармацевтических наук, профессор, Kurkinvladimir@yandex.ru

Хозина Комила Рафаильевна – аспирант, kamilahozinova@gmail.ru

Information about authors

Kurkin Vladimir Aleksandrovich – Head of the Department of Pharmacognosy with Botany and Fundamentals of Phytotherapy, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kurkinvladimir@yandex.ru

Khozinova Komila Rafail'yevna – Postgraduate Student, kamilahozinova@gmail.ru