

УДК 615.322:543.422.3

МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММЫ ФЕНИЛПРОПАНОИДОВ В ТРАВЕ БУКВИЦЫ

© Н.В. Финаёнова, Е.Е. Курдюков*, И.Я. Моисеева, А.В. Митишев, Д.Д. Бодрова, К.А. Фриндак

Пензенский государственный университет, ул. Красная, 40, Пенза, 440026,
Россия, e.e.kurdyukov@mail.ru

Буквица лекарственная (*Betonica officinalis*) – ценный источник биологически активных соединений. В качестве объектов исследования использовали высушенную траву буквицы лекарственной (*Betonica officinalis*, сем. Яснотковые – *Lamiaceae*). Исследовалось сырье буквицы, выращенной в условиях Пензенского региона. Цель настоящей работы – определение содержания суммы фенилпропаноидов в траве буквицы методом спектрофотометрии. Химический состав травы буквицы изучен недостаточно. К малоизученным классам биологически активных соединений относятся флавоноиды и фенилпропаноиды. Отсутствует нормативная документация, в связи с этим необходимо разработать методики количественного определения. Методом прямой спектрофотометрии в экстрактах из травы буквицы определены аналитические максимумы исследуемых соединений – 330 нм и плечо – 290 нм. Обоснованы оптимальные условия экстракции фенилпропаноидов из сырья данного растения (экстрагент – спирт этиловый 40%; соотношение «сырье – экстрагент» – 1 : 200; время экстракции – 30 мин; степень измельченности сырья – 1.0 мм). Результаты показали, что ошибка анализа находится в пределах ошибки единичного определения и не превышает 2.49%. Выявлено, что содержание фенилпропаноидов в траве буквицы составляет 3.46%.

Ключевые слова: *Betonica officinalis*, буквица, фенилпропаноиды, спектрофотометрия, хлорогеновая кислота.

Для цитирования: Финаёнова Н.В., Курдюков Е.Е., Моисеева И.Я., Митишев А.В., Бодрова Д.Д., Фриндак К.А. Методика количественного определения суммы фенилпропаноидов в траве буквицы // Химия растительного сырья. 2025. №3. С. 143–150. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250315858>.

Введение

Фенилпропаноиды являются одной из самых исследуемых групп биологически активных соединений. Это связано с широким спектром фармакологической активности и практической нетоксичностью данной группы соединений. Поиск новых источников лекарственного растительного сырья с высоким содержанием фенилпропаноидов является на сегодняшний день актуальной задачей для медицины и фармации, что требует применения объективных и доступных методов качественного и количественного анализа этой группы соединений [1–5]. Основными биологически активными соединениями буквицы являются эфирные масла (γ -мууролен, β -кариофиллен, бензальдегид, фитол), флавоноиды (ориентин, лютеолин-7-глюкозид, апигенин-7-глюкозид, апигенин-3-глюкозид, апигенин, цинарозид), фенилпропаноиды (хлорогеновая, феруловая, кофейная и розмариновая кислоты), жирные кислоты (линолевая и линоленовая), дубильные вещества, сапонины [7–11]. Для внедрения данного вида сырья – травы буквицы лекарственной необходимо разработать методики исследования, одной из которых является методика количественного определения биологически активных соединений.

Одним из самых распространенных методов количественного определения фенилпропаноидов является прямая спектрофотометрия [4–6, 12–18]. Согласно требованиям Государственной фармакопеи XIV издания, для идентификации фенилпропаноидов используются методы бумажной или тонкослойной хроматографии, а для количественного анализа – спектрофотометрический метод [19].

Буквица лекарственная обладает вяжущей, противовоспалительной, противогеморрагической и противоревматической активностью, также было подтверждено цитотоксическое и противогрибковое действие. В традиционной медицине она используется для лечения широкого спектра заболеваний, включая

* Автор, с которым следует вести переписку.

гастроинтестинальные проблемы, нервные расстройства, внутренние кровотечения, воспаления полости рта или горла, при заболеваниях верхних дыхательных путей, кашле и для лечения заболеваний печени, мигрени, судорог и инфицированных ран [7–11].

Цель настоящего исследования – определение содержания суммы фенилпропаноидов в траве буквицы лекарственной методом прямой спектрофотометрии.

Экспериментальная часть

Объектом служила высушенная трава буквицы, выращенная в ботаническом саду им. И.И. Спрыгина ПГУ. Собранное сырье в период цветения было высушено на воздухе без доступа прямых солнечных лучей.

Извлечение фенилпропаноидов из травы буквицы проводили путем однократной экстракции спиртом этиловым различной концентрацией при нагревании на кипящей водяной бане в течение 30 мин. Оптимальным экстрагентом считался тот, который позволял определить наибольшее количество суммы фенилпропаноидов в исследуемых извлечениях. Регистрировали спектры на спектрофотометре СФ-102 в кювете с толщиной слоя 10 мм (экстрагент спирт этиловый).

1.0 г измельченного сырья (точная масса) помещали в колбу со шлифом вместимостью 250 мл, приливали 200 мл экстрагента спирта этилового различной концентрации (95, 70, 40%), присоединяли к обратному холодильнику, нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 минут с момента закипания экстрагента в колбе. После охлаждения полученные извлечения фильтровали через бумажный фильтр, смоченный тем же спиртом, отбрасывая первые 10 мл фильтрата (раствор А). Затем в мерную колбу вместимостью 50 мл помещали 1.0 мл полученного фильтрата и доводили объем экстрагентом до метки (раствор Б). Для определения оптической плотности полученный раствор Б помещали в кварцевые кюветы с толщиной слоя 10 мм и измеряли полученный раствор на спектрофотометре при длине волны 330 нм, в качестве раствора сравнения использовали спирт этиловый 40%.

Содержание суммы фенилпропаноидов в пересчете на хлорогеновую кислоту и воздушно-сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле

$$X = \frac{D \cdot 200 \cdot 50 \cdot 100}{497 \cdot m \cdot 1 \cdot (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; m – масса сырья, г; W – потеря в массе при высушивании сырья (влажность), %; 497 – удельный показатель поглощения хлорогеновой кислоты при 330 нм.

Приготовление раствора стандартного образца хлорогеновой кислоты. Около 0.020 г (точная навеска) хлорогеновой кислоты помещают в мерную колбу вместимостью 200 мл, растворяют в 100 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 хлорогеновой кислоты). После чего 1 мл раствора А хлорогеновой кислоты помещают в мерную колбу на 25 мл, доводят объем раствора до метки спиртом этиловым 70% (испытуемый раствор Б хлорогеновой кислоты). Измерение оптической плотности проводят при длине волны 330 нм через 40 мин после приготовления всех растворов.

Обсуждение результатов

В целях разработки методики количественного определения суммы фенилпропаноидов в траве буквицы были изучены УФ-спектры растворов водно-спиртовых извлечений из данного сырья. На рисунке 1 приведен электронный спектр спиртового экстракта, на котором наблюдаются два максимума поглощения при 290 ± 2 нм и 330 ± 2 нм. Максимум при 330 ± 2 нм характеризует присутствие производных фенилпропаноидов [3–5, 12]. Количественное определение суммы фенилпропаноидов спектрофотометрическим методом проводили в пересчете на хлорогеновую кислоту, дающей максимум поглощения при 330 ± 2 нм [3–5].

С целью пересчета содержания фенилпропаноидов в извлечении из травы буквицы на хлорогеновую кислоту нами был использован удельный показатель поглощения хлорогеновой кислоты при $\lambda = 330$ нм для прямой спектрофотометрии [3–5]. Значение $E_{1\text{см}}^{1\%} = 497$ было включено в формулу расчета, что позволило не использовать СО хлорогеновой кислоты в последующих определениях.

При разработке методики количественного анализа фенилпропаноидов в траве буквицы выявлены оптимальные условия экстракции фенилпропаноидов: степень измельчения сырья – 1 мм, экстрагент – 40%

спирт этиловый, соотношение сырья и экстрагента – 1 : 200, время экстракции – 30 мин на водяной бане, температура – 90 °С (табл. 1, 2).

Для экстракции фенилпропаноидов из травы буквицы целесообразно использование этанола 40%, так как интенсивность максимумов поглощения в 70 и 95% спиртовых экстрактах меньше, по сравнению с 40%, при условии одинаковых навесок и условий экстракции.

Результаты исследований по выбору оптимального соотношения «сырье – экстрагент» приведены в таблице 3. Оптимальными параметрами экстракции являются: извлечение 40% этиловым спиртом на кипящей водяной бане в течение 30 мин в соотношении «сырье – экстрагент» – 1 : 200.

Зависимость выхода биологически активных соединений из буквицы от степени измельченности сырья представлена в таблице 4. Следует отметить, что, по нашим данным, степень измельчения от 0.5 до 2 мм сильного влияния на экстракцию не оказывает. Однако в качестве оптимальной нами выбрана степень измельчения 1 мм.

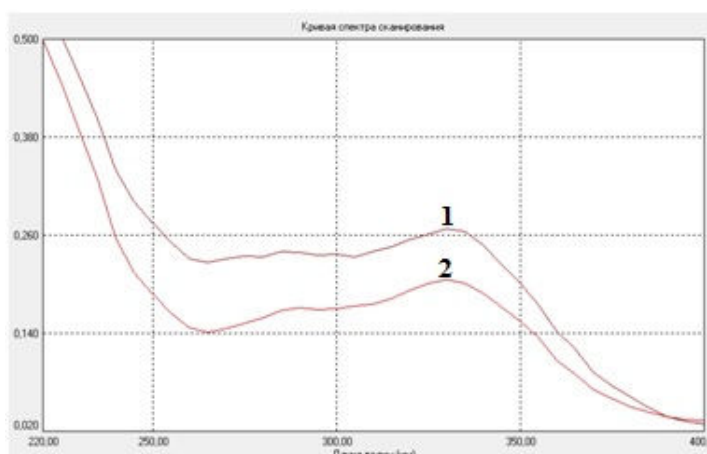


Рис. 1. Электронный спектр стандартного образца хлорогеновой кислоты (2) и извлечения из надземной части *Betonica officinalis* (1)

Таблица 1. Зависимость выхода БАС травы буквицы от концентрации экстрагента (этанола)

№ п/п	Концентрация этанола, %	Содержание суммы фенилпропаноидов в пересчете на абсолютно сухое сырье и хлорогеновую кислоту, %
1	20	1.62±0.11
2	40	3.29±0.09
3	70	3.12±0.11
4	95	2.02±0.08

Таблица 2. Зависимость выхода БАС травы буквицы от времени настаивания на кипящей водяной бане

№ п/п	Время настаивания на кипящей водяной бане, мин	Содержание суммы фенилпропаноидов в пересчете на абсолютно сухое сырье и хлорогеновую кислоту, %
1	15	3.11±0.12
2	30	3.46±0.09
3	60	3.29±0.09
4	90	3.11±0.08

Таблица 3. Зависимость выхода БАС травы буквицы от соотношения «сырье – экстрагент»

№ п/п	Соотношение «сырье – экстрагент»	Содержание суммы фенилпропаноидов в пересчете на абсолютно сухое сырье и хлорогеновую кислоту, %
2	1 : 100	3.20±0.06
3	1 : 200	3.46±0.09
4	1 : 300	3.31±0.08

Таблица 4. Зависимость выхода БАС травы буквицы от степени измельченности сырья

№ п/п	Размер частиц, мм	Содержание суммы фенилпропаноидов в пересчете на абсолютно сухое сырье и хлорогеновую кислоту, %
1	0.5	3.40±0.10
2	1	3.46±0.09
3	2	3.44±0.06
4	3	3.35±0.09

Учитывая, что увеличение числа операций на стадии пробоподготовки ведет к возрастанию ошибки, выбор сделан в пользу одностадийного процесса экстракции с подтверждением требуемой точности количественного определения.

Выявлено, что содержание фенилпропаноидов при использовании в качестве экстрагента этанола 40% составляет 3.46%.

Проведена метрологическая оценка предложенной методики. В результате пяти параллельных определений ($\bar{x} = 3.46$) установлена дисперсия ($S^2 = 0.005$), стандартное отклонение ($S = 0.069$), стандартное отклонение среднего результата ($\bar{Sx} = 0.446$), относительное стандартное отклонение среднего результата ($RSD = 1.99\%$), полуширина доверительного интервала ($\Delta\bar{x} = 0.086$). Погрешность среднего результата (ϵ , %) суммы фенилпропаноидов с доверительной вероятностью (P , %) 95% в сырье буквицы лекарственной составила $\pm 2.49\%$, в пересчете на хлорогеновую кислоту.

Валидацию методики проводили в соответствии с ОФС.1.1.0012 «Валидация аналитических методик» Государственной фармакопеи РФ XV издания по показателям: специфичность, линейность, прецизионность.

Специфичность методики оценивали по соответствию максимумов поглощения комплексов фенилпропаноидов из травы буквицы и раствора стандартного образца хлорогеновой кислоты (рис. 1). Линейность методики определяли для серии растворов хлорогеновой кислоты (с концентрацией от 0.002 до 0.012 мг/мл). По полученным данным построили график зависимости значений оптической плотности от концентрации хлорогеновой кислоты, а затем рассчитали уравнение линейной регрессии (рис. 2). Коэффициент корреляции составил 0.9967.

Прецизионность методики (уровень повторяемости) оценивали путем анализа исследуемого образца буквицы в 5-кратной повторности при одинаковых условиях. Согласно полученным результатам среднее значение составило 3.47%, установлена дисперсия ($S^2 = 0.007$), стандартное отклонение ($S = 0.087$), относительное стандартное отклонение среднего результата ($RSD = 2.51\%$), полуширина доверительного интервала ($\Delta\bar{x} = 0.11$). Погрешность среднего результата (ϵ , %) суммы фенилпропаноидов с доверительной вероятностью (P , %) 95% в сырье буквицы составила $\pm 3.17\%$.

Для оценки внутрилабораторной прецизионности количественный анализ спиртового экстракта проводился другим аналитиком в другие дни с использованием того же оборудования пятикратно (табл. 5).

Выявлено, что ошибка среднего результата с доверительной вероятностью 95% составляет не более 3.24% при определении суммы фенилпропаноидов методом спектрофотометрии в пересчете на хлорогеновую кислоту. Из таблицы 5 видно, что расчетное значение t-критерия Стьюдента $0.01 < 2.306$ (95%;8). Следовательно, дисперсии результатов анализа обоих химиков статистически эквивалентны и различия между полученными значениями незначительны.

Правильность методики определяли методом рассмотрения результатов изучения линейности валидируемой методики.

Правильность методики устанавливали путем измерения количественного содержания суммы фенилпропаноидов в пересчете на хлорогеновую кислоту в растворах, полученных путем добавления необходимого количества стандарта к исследуемому раствору непосредственно в извлечение из травы буквицы (табл. 6).

Результаты показали, что ошибка анализа находится в пределах ошибки единичного определения и не превышает 2.49% (табл. 7).

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

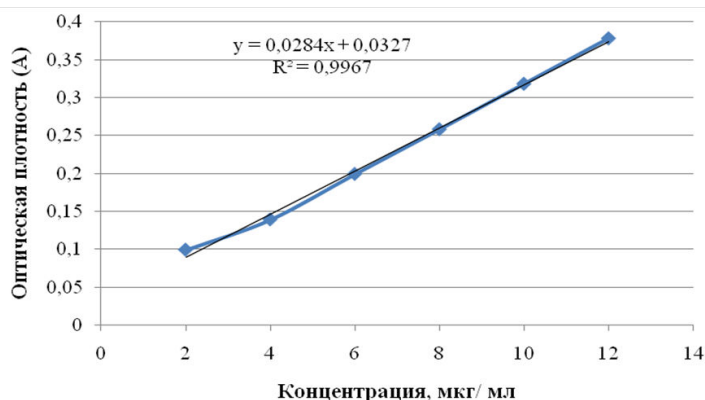


Рис. 2. Градуировочный график зависимости оптической плотности от концентрации хлорогеновой кислоты

Таблица 5. Валидационная оценка внутрилабораторной прецизионности методики определения суммы фенилпропаноидов в траве буквицы лекарственной ($P=95$; $n=5$)

Аналитик 1	Аналитик 2	Метрологические характеристики	
X, %	X, %	Аналитик 1	Аналитик 2
3.58	3.6	$\bar{x}, \% = 3.47$	$\bar{x}, \% = 3.46$
3.44	3.46	$S^2 = 0.06$	$S^2 = 0.008$
3.4	3.35	$S = 0.077$	$S = 0.090$
3.52	3.49	$S\bar{x} = 0.034$	$S\bar{x} = 0.040$
3.41	3.44	$RSD, \% = 2.22$	$RSD, \% = 2.60$
		$\Delta\bar{x} = 0.096$	$\Delta\bar{x}, \% = 0.112$
		$\varepsilon, \% = 2.77$	$\varepsilon, \% = 3.24$

Примечание: P – доверительная вероятность; n – число параллельных проб.

Таблица 6. Определение правильности методики

№ п/п	Содержание суммы фенилпропаноидов в пересчете на хлорогеновую кислоту, мг	Добавлено СО хлорогеновой кислоты, мг	Ожидаемое содержание, мг	Полученное содержание, мг	Ошибка, %
1	35.5	0.05	35.55	35.86	0.86
2	34.6	0.1	34.70	34.92	0.63
3	33.7	0.15	33.85	33.99	0.41
4	35.0	0.2	35.20	35.45	0.71
5	34.2	0.25	34.45	34.60	0.43

Таблица 7. Метрологическая характеристика метода

n	f	\bar{x}	S^2	S	P	t(p,f)	ΔX	$\varepsilon, \%$
5	4	3.46	0.005	0.069	95	2.776	0.086	2.49

где n – количество повторностей; f – число степеней свободы ($n - 1$); \bar{x} – среднее арифметическое; S^2 – дисперсия; S – стандартное отклонение; P – доверительная вероятность; t(p,f) – критерий Стьюдента (табличное значение); ΔX – ошибка среднего арифметического; ε – относительная ошибка результата отдельного определения.

Выводы

Таким образом, в результате проведенного исследования была разработана методика количественного определения суммы фенилпропаноидов в траве буквицы лекарственной методом прямой спектрофотометрии при аналитической длине волны 330 нм.

Проведена валидационная оценка разработанной методики по показателям специфичность, линейность, прецизионность (уровень повторяемости), правильность в соответствии с ГФ РФ XV изд. Исходя из результатов валидационной оценки результатов эксперимента, можно говорить о пригодности использования данной методики для количественной оценки суммы фенилпропаноидов в пересчете на хлорогеновую кислоту.

Содержание фенилпропаноидов в сырье, равное 3.46%, достигается применением подобранных условий экстракции: степень измельчения – 1 мм, экстрагент – 40% этанол, соотношение «сырье – экстрагент» 1 : 200 и экстракцией на кипящей водяной бане в течение 30 мин.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке проекта нормативной документации на перспективный вид сырья «Буквицы лекарственной трава».

Финансирование

Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда, проект № 24-25-20155.

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. Запесочная Г.Г., Куркин В.А., Бойко В.П., Колхир В.К. Фенилпропаноиды – перспективные биологически активные вещества лекарственных растений // Химико-фармацевтический журнал. 1995. Т. 29, №4. С. 47–50.
2. Куркин В.А., Варина Н.Р., Авдеева Е.В., Рузаева И.В. Фенилпропаноиды как класс природных биологически активных соединений – органопротекторов // Фармация и фармакология. 2023. Т. 11, №5. С. 399–411. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411>.
3. Куркин В.А. Фенилпропаноиды как важнейшая группа биологически активных соединений лекарственных растений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №12-7. С. 1338–1342.
4. Куркин В.А., Авдеева Е.В., Запесочная Г.Г., Ежков В.Н. Фенилпропаноиды лекарственных растений: монография. Самара, 2005. 126 с.
5. Куркин В.А., Авдеева Е.В. Проблемы стандартизации растительного сырья и препаратов, содержащих фенилпропаноиды // Фармация. 2009. №1. С. 51–54.
6. Компанцева Е.В., Айрапетова А.Ю., Саушкина А.С. Определение гидроксикоричных кислот в растительном сырье спектрофотометрическим методом. Часть 1. Прямая спектрофотометрия (обзор) // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. 2024. Т. 14, №2. С. 181–195. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2024-14-2-181-195>.
7. Сапарклычева С.Е., Чулкова В.В. Буквица лекарственная (*Betonica officinalis* L.) – эффективное гипотензивное растение // Вестник биотехнологии. 2020. №1(22). С. 14.
8. Логвиненко Л.А. Буквица лекарственная *Betonica officinalis* L // Растения Крыма: Прелестные соседи. Симферополь, 2016. С. 207–208.
9. Савченко О.М., Федорова Е.А. Микроморфологические и биологические особенности буквицы лекарственной (*Betonica officinalis* L.) в условиях севооборота опытного поля ВИЛАР // Вестник КрасГАУ. 2022. №4(181). С. 17–23. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-4-17-23>.
10. Полухина Т.С., Инizarова Д.Р., Погудина С.А. Изучение количественного содержания дубильных веществ в траве Буквицы лекарственной // Наука и образование: сохраняя прошлое, создаём будущее: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. Пенза, 2017. Т. 1. С. 170–172.
11. Полухина Т.С., Инizarова Д.Р., Погудина С.А. Идентификация и количественное определение флавоноидов в траве Буквицы лекарственной (*Betonica officinalis* L.) // Наука и инновации в XXI Веке: Актуальные вопросы, открытия и достижения: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза, 2017. Т. 1. С. 213–215.
12. Патент №2747483 (РФ). Способ количественного определения суммы фенилпропаноидов в цветках сирени обыкновенной / В.А. Куркин, А.Д. Серебрякова. – 05.05.2021.
13. Куркин В.А., Казакова М.А. Разработка методики количественного определения суммы фенилпропаноидов в листьях мяты перечной // Химия растительного сырья. 2024. №3. С. 161–168. <https://doi.org/10.14258/jcrpm.20240313377>.
14. Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Машенко П.С. Разработка методики определения содержания гидроксикоричных кислот в корнях ели обыкновенной // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2019. №2. С. 80–86.
15. Нестерова Н.В., Самылина И.А., Бобкова Н.В. и др. Количественное определение гидроксикоричных кислот и анализ динамики их накопления в листьях яблони лесной // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. 2019. Т. 60, №1. С. 60–64.
16. Бубенчикова В.Н., Боева С.А. Разработка и валидация методики количественного определения суммы гидроксикоричных кислот в траве *Galinsoga parviflora* // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2013. №25-1(168). С. 80–85.
17. Ермакова В.Ю., Нестерова О.В., Кондрашев С.В., Матвеев В.Н. Разработка методов идентификации и количественного определения гидроксикоричных кислот в плодах *Vaccinium Oxycoccus* L. и *Vaccinium macrocarpon* Ait // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. 2021. Т. 62, №1. С. 49–53.
18. Масловская Е.А., Сущенко А.О., Компанцева Е.В. Определение суммы гидроксикоричных кислот в корнях одуванчика лекарственного (*Taraxacum Officinale* Wigg), произрастающего на территории Ставропольского края // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2024. №2. С. 104–111.
19. Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. М., 2023. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>.

Поступила в редакцию 23 сентября 2024 г.

После переработки 9 января 2025 г.

Принята к публикации 17 апреля 2025 г.

Finayonova N.V., Kurdyukov E.E.*, Moiseyeva I.Ya., Mitishev A.V., Bodrova D.D., Frindak K.A. METHOD OF QUANTITATIVE DETERMINATION OF THE AMOUNT OF PHENYLPROPANOIDS IN THE RAW MATERIALS OF THE LETTER

Penza State University, Krasnaya St., 40, Penza, 440026, Russia, e.e.kurdyukov@mail.ru

The dried herb of the letter officinalis (*Betonica officinalis*, sem. Clear-flowered – Lamiaceae). The raw materials of the letter grown in the Penza region were studied. The purpose of this work is to determine the amount of phenylpropanoids in the herb of the letter by spectrophotometry.

The quantitative determination of the amount of flavonoids in the herb of the letter by differential spectrophotometry was carried out. The presence of phenylpropanoids was confirmed by differential spectrophotometry in extracts from the herb letter, the analytical maxima of the compounds studied were determined – 290 and 330 nm. The optimal conditions for the extraction of phenylpropanoids from the raw materials of this plant are justified (extractant – ethyl alcohol 70%; the ratio of "raw material – extractant" is 1 : 200; extraction time is 30 minutes; the degree of grinding of raw materials is 1.0 mm). It was determined that the average error in determining the content of phenylpropanoids in the herb of the letter with a confidence probability of 95% is $\pm 2.58\%$. It was revealed that the content of flavonoids in the herb of the letter is 3.46%.

Keywords: *Betonica officinalis*, letter, phenylpropanoids, spectrophotometry, chlorogenic acid.

For citing: Finayonova N.V., Kurdyukov E.E., Moiseyeva I.Ya., Mitishev A.V., Bodrova D.D., Frindak K.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2025, no. 3, pp. 143–150. (in Russ.). <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250315858>.

References

1. Zapesochная G.G., Kurkin V.A., Boyko V.P., Kolkhir V.K. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 1995, vol. 29, no. 4, pp. 47–50. (in Russ.).
2. Kurkin V.A., Varina N.R., Avdeyeva Ye.V., Ruzayeva I.V. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2023, vol. 11, no. 5, pp. 399–411. <https://doi.org/10.19163/2307-9266-2023-11-5-399-411>. (in Russ.).
3. Kurkin V.A. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2015, no. 12-7, pp. 1338–1342. (in Russ.).
4. Kurkin V.A., Avdeyeva Ye.V., Zapesochная G.G., Yezhkov V.N. *Fenilpropanoidy lekarstvennykh rasteniy: monografiya*. [Phenylpropanoids of medicinal plants: monograph]. Samara, 2005, 126 p. (in Russ.).
5. Kurkin V.A., Avdeyeva Ye.V. *Farmatsiya*, 2009, no. 1, pp. 51–54. (in Russ.).
6. Kompantseva Ye.V., Ayrapetova A.Yu., Saushkina A.S. *Vedomosti Nauchnogo tsentra ekspertizy sredstv meditsinskogo primeneniya. Regulyatornyye issledovaniya i ekspertiza lekarstvennykh sredstv*, 2024, vol. 14, no. 2, pp. 181–195. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2024-14-2-181-195>. (in Russ.).
7. Saparklycheva S.Ye., Chulkova V.V. *Vestnik biotekhnologii*, 2020, no. 1(22), p. 14. (in Russ.).
8. Logvinenko L.A. *Rasteniya Kryma: Prelestnyye sosedi*. [Plants of Crimea: Charming Neighbors]. Simferopol', 2016, pp. 207–208. (in Russ.).
9. Savchenko O.M., Fedorova Ye.A. *Vestnik KrasGAU*, 2022, no. 4(181), pp. 17–23. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-4-17-23>. (in Russ.).
10. Polukhina T.S., Inizarova D.R., Pogudina S.A. *Nauka i obrazovaniye: sokhranyaya proshloye, sozdayom budushcheye: sbornik statey XII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Science and education: preserving the past, creating the future: collection of articles of the XII International scientific and practical conference]. Penza, 2017, vol. 1, pp. 170–172. (in Russ.).
11. Polukhina T.S., Inizarova D.R., Pogudina S.A. *Nauka i innovatsii v XXI Veke: Aktual'nyye voprosy, otkrytiya i dostizheniya: sbornik statey V Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Penza, 2017, vol. 1, pp. 213–215. (in Russ.).
12. Patent 2747483 (RU). 05.05.2021. (in Russ.).
13. Kurkin V.A., Kazakova M.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2024, no. 3, pp. 161–168. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20240313377>. (in Russ.).
14. Gulyayev D.K., Belonogova V.D., Mashchenko P.S. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2019, no. 2, pp. 80–86. (in Russ.).
15. Nesterova N.V., Samylina I.A., Bobkova N.V. i dr. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Khimiya*, 2019, vol. 60, no. 1, pp. 60–64. (in Russ.).
16. Bubenichikova V.N., Boyeva S.A. *Nauchnyye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2013, no. 25-1(168), pp. 80–85. (in Russ.).
17. Yermakova V.Yu., Nesterova O.V., Kondrashev S.V., Matveyenko V.N. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Khimiya*, 2021, vol. 62, no. 1, pp. 49–53. (in Russ.).
18. Maslovskaya Ye.A., Sushchenko A.O., Kompantseva Ye.V. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2024, no. 2, pp. 104–111. (in Russ.).
19. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii XV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XV edition]. Moscow, 2023. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/>. (in Russ.).

Received September 23, 2024

Revised January 9, 2025

Accepted April 17, 2025

* Corresponding author.

Сведения об авторах

Финаёнова Надежда Валерьевна – аспирант,
lafaso98@mail.ru

Курдюков Евгений Евгеньевич – кандидат
фармацевтических наук, доцент кафедры общей и
клинической фармакологии, e.e.kurdyukov@mail.ru

Моисеева Инесса Яковлевна – доктор медицинских наук,
профессор кафедры общей и клинической
фармакологии, moiseeva_pharm@mail.ru

Митишев Александр Владимирович – старший
преподаватель кафедры общей и клинической
фармакологии, smitishev@mail.ru

Бодрова Дарья Дмитриевна – студент,
e.e.kurdyukov@mail.ru

Фриндак Кристина Артуровна – студент,
e.e.kurdyukov@mail.ru

Information about authors

Finaenova Nadezhda Valerievna – postgraduate student,
lafaso98@mail.ru

Kurdyukov Evgeny Evgenievich – candidate of
pharmaceutical sciences, associate professor of the
department of general and clinical pharmacology,
e.e.kurdyukov@mail.ru

Moiseeva Inessa Yakovlevna – doctor of medical sciences,
professor of the department of general and clinical
pharmacology, moiseeva_pharm@mail.ru

Mitishev Aleksandr Vladimirovich – senior lecturer of the
department of general and clinical pharmacology,
smitishev@mail.ru

Bodrova Darya Dmitrievna – student,
e.e.kurdyukov@mail.ru

Frindak Kristina Arturovna – student,
e.e.kurdyukov@mail.ru