



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2025. Т. 25, вып. 3. С. 264–272

Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology, 2025, vol. 25, iss. 3, pp. 264–272

<https://ichbe.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1816-9775-2025-25-3-264-272>, EDN: FJKXJM

Научная статья

УДК 615.322:543.545

Определение флавоноидов в надземной части мелиссы лекарственной и котовника кошачьего методом капиллярного электрофореза



Н. А. Толочилин¹✉, Ю. Г. Кураева¹, Л. А. Онучак¹, В. А. Куркин²

¹Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, Россия, 443086, г. Самара, Московское шоссе, д. 34

²Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89

Толочилин Никита Алексеевич, аспирант кафедры физической химии и хроматографии, nitol98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8060-6023>

Кураева Юлия Геннадьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры физической химии и хроматографии, kuraeva81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1512-8421>

Онучак Людмила Артемовна, доктор химических наук, профессор кафедры физической химии и хроматографии, onuchakla@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7893-6579>

Куркин Владимир Александрович, доктор фармакологических наук, профессор, заведующий кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами фитотерапии, v.a.kurkin@samsmu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352>

Аннотация. Актуальной задачей современной аналитической химии является изучение многокомпонентных объектов, в том числе лекарственных растений, как с клинически доказанной фармакологической активностью, так и перспективных с точки зрения фармации растений, не являющихся официальными, но относящихся к одному и тому же семейству. Кроме того, особый интерес для фармации представляет определение содержания в этих растениях ценных видов флавоноидов (рутин, цинароизид, лютеолин), ввиду их высокой противоопухолевой активности. В настоящей работе в качестве объектов исследования были выбраны мелисса лекарственная (*Melissa officinalis* L.) и котовник кошачий (*Népeta catária* L.), которые относятся к семейству Яснотковые (*Lamiaceae*). Растения собраны в ботаническом саду Самарского национально-исследовательского университета им. ак. С. П. Королева. Цель работы заключалась в определении флавоноидов рутина, цинароизида и лютеолина в высушенных образцах этих растений. С применением стандартных образцов рутина, цинароизида и лютеолина показана возможность их селективного разделения в режиме капиллярного зонного электрофореза с УФ-детектированием ($\lambda = 355$ нм) при использовании боратного буферного электролита (рН 9,2). Предложена методика определения флавоноидов рутина, цинароизида и лютеолина в осушенных ботанических образцах растений после извлечения водно-этанольным раствором. Установлено, что присутствующие на электрофореграммах пики основных компонентов располагаются после пиков исследованных флавоноидов и они не оказывают мешающего влияния на определение рутина, цинароизида и лютеолина при их низком содержании в исследованных растительных объектах. Содержание исследованных флавоноидов в образцах мелиссы лекарственной в расчете на 1 г сухого сырья составило, мг/г: рутин – 0,351, лютеолин – 0,011, цинароизид не обнаружен. В котовнике кошачьем содержание флавоноидов составило, мг/г: рутин – 0,218, лютеолин – 0,027, цинароизид – 0,026.

Ключевые слова: капиллярный электрофорез, лекарственное растительное сырье, флавоноиды, мелисса лекарственная, котовник кошачий

Для цитирования: Толочилин Н. А., Кураева Ю. Г., Онучак Л. А., Куркин В. А. Определение флавоноидов в надземной части мелиссы лекарственной и котовника кошачьего методом капиллярного электрофореза // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2025. Т. 25, вып. 3. С. 264–272. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2025-25-3-264-272>, EDN: FJKXJM

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

Determination of flavonoids in the aerial parts of lemon balm and catnip using capillary electrophoresis

N. A. Tolochilin¹✉, Yu. G. Kuraeva¹, L. A. Onuchak¹, V. A. Kurkin²

¹Samara National Research University named after academician S. P. Korolev, 34 Moskovskoe Hwy, Samara 443086, Russia

²Samara State Medical University, 89 Chapaevskaya St., Samara 443099, Russia

Nikita A. Tolochilin, nitol98@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8060-6023>

Yulia G. Kuraeva, kuraeva81@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1512-8421>

Liudmila A. Onuchak, onuchakla@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7893-6579>

Vladimir A. Kurkin, v.a.kurkin@samsmu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7513-9352>

Abstract. An important aspect of modern analytical chemistry is the study of multicomponent objects, including medicinal plants with clinically proven pharmacological activity, and promising plants from the point of view of pharmacy, which are not officinal, but belong to the same family. In addition, it is of interest for pharmacy to determine the content of valuable types of flavonoids (rutin, cynaroside, luteolin) in these plants, due to their high antitumor activity. In this study, lemon balm (*Melissa officinalis* L.) and catnip (*Nepeta cataria* L.), both belonging to the Lamiaceae family, have been chosen as research objects. These plants have been collected from the botanical garden at Samara National Research University named after S. P. Korolev. The aim of the research was to quantify flavonoids such as rutin, cynaroside, and luteolin in dried samples of these plants. Using standard samples of rutin, cynaroside, and luteolin, we demonstrated the possibility of separating them selectively through capillary zone electrophoresis with UV detection at a wavelength of 355 nm using a borate buffer as an electrolyte with a pH of 9,2. A method for the determination of rutin, cynaroside, and luteolin, in dried botanical plant samples after extraction using an aqueous ethanol solution has been proposed. It has been found that the peaks of the main components of plants in electrophoregram spectra are located after the peaks of the studied flavonoids, and they do not interfere with the determination of these flavonoids at low concentrations in the plant samples under investigation. The content of flavonoids in lemon balm samples per 1 g of dry raw material is, mg/g: rutin – 0,351, luteolin – 0,011, cynaroside has not been detected. In catnip, the content of flavonoids is, mg/g: rutin – 0,218, luteolin – 0,027, cynaroside – 0,026.

Keywords: capillary electrophoresis, medicinal plant raw materials, flavonoids, lemon balm, catnip

For citation: Tolochilin N. A., Kuraeva Yu. G., Onuchak L. A., Kurkin V. A. Determination of flavonoids in the aerial parts of lemon balm and catnip using capillary electrophoresis. *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*, 2025, vol. 25, iss. 3, pp. 264–272 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2025-25-3-264-272>, EDN: FJKXJM

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC-BY 4.0)

Введение

Флавоноиды – это большой класс природных фенольных соединений, обладающих большим структурным многообразием и широтой терапевтического действия. Лекарственные растения, содержащие флавоноиды, применяются в качестве антиоксидантных, капилляроукрепляющих, гепатопротекторных, гипотензивных и других лекарственных средств [1].

Согласно нормативным документам [2] при стандартизации многих видов лекарственного растительного сырья (ЛРС) и фитопрепаратов, содержащих флавоноиды, определяют сумму флавоноидов в пересчете на рутин. Между тем для оценки фармакологического действия ЛРС необходимо также иметь информацию о содержании индивидуальных флавоноидов. Для этого может быть использован метод капиллярного электрофореза (КЭ), который является более предпочтительным, чем метод высокоеффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) ввиду меньшей стоимости оборудования, разделительных колонок, применения экологически безопасных фоновых электролитов в качестве подвижных фаз. Немаловажное значение имеет и повышенная селективность метода КЭ по сравнению с ВЭЖХ ввиду особенностей механизма разделения компонентов, поскольку величины отношений заряда к радиусу молекул могут иметь большую разницу, чем величины их гидрофобности в условиях обращенно-фазовой ВЭЖХ [3]. Метод капиллярного электрофореза впервые был внесен в Государственную Фармакопею Российской Федерации XIII изда-

ния еще в 2015 г. Однако даже Государственная Фармакопея XIV издания не содержит фармакологических статей по анализу флавоноидов в ЛРС данным методом.

В качестве объектов исследования были выбраны растения мелисса лекарственная (*Melissa officinalis*) и котовник кошачий (*Nepeta cataria*). Оба растения относятся к семейству Яснотковые (Lamiaceae). Мелисса лекарственная несколько тысячелетий успешно используется в медицинской практике, обладает антидепрессивными, спазмолитическими, иммуномодулирующими, противовирусными, антиаллергическими и антиоксидантными свойствами [4], входит в состав широко известного лекарственного средства «Новопассит». Котовник кошачий, в отличие от мелиссы, не является официальным видом, однако в настоящее время многие ученые проявляют интерес к этому растению ввиду близкого к мелиссе спектра полезных свойств. В литературных источниках отсутствует информация о применении метода КЭ для исследования флавоноидов и других биологически активных соединений в вышеназванных растениях. Этим методом изучался состав экстрактов других ЛРС – татарника колючего, розмарина лекарственного, леспедецы двухцветной [5–7].

В настоящей работе показана возможность проведения обнаружения/идентификации и определения рутина, цинароизида и лютеолина в мелиссе лекарственной и котовнике кошачьем методом капиллярного зонного электрофореза. Указанные флавоноиды не входят в число доминантных компонентов исследованных лекарственных растений, однако их определе-

ние представляет существенный интерес для фармакологии. Так, цинарозид и лютеолин обладают повышенной противоопухолевой активностью среди соединений своего класса [8]. Рутин является стандартом при определении общего содержания флавоноидов в ЛРС. Проблема прямого определения низких концентраций флавоноидов в многокомпонентном ЛРС достаточно сложна и не всегда решается современными инструментальными методами.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись высушенные образцы надземных частей растений «трава мелиссы лекарственной» и

«трава котовника кошачьего», собранные в ботаническом саду Самарского национально-исследовательского университета имени академика С. П. Королева. Заготовку сырья проводили в период цветения (июль). В ходе исследования также применяли стандартные образцы флавоноидов (рис. 1), полученные по методикам, разработанным в Самарском государственном медицинском университете и зарегистрированным в виде фармакологических статей: цинарозид (ФС 42-3150-95), рутин (ФС 42-2508-87), лютеолин (ВФС 42-1709-87). Подлинность и индивидуальность стандартных образцов подтверждена методами УФ-, ^1H -ЯМР-, ^{13}C -ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.

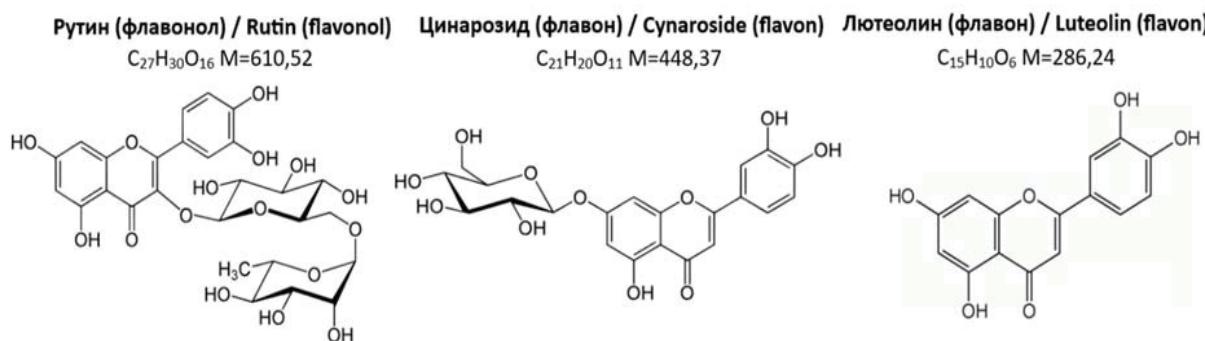


Рис. 1. Структурные формулы исследованных флавоноидов
Fig. 1. Structural formulas of the studied flavonoids

Водно-этанольные экстракты для электрофоретических исследований получали следующим образом: навеску сухого сырья массой 1 г помещали в колбу со шлифом и приливали 20 мл 70% этанола. Нагревали смесь на водяной бане с обратным холодильником в течение 1,5 ч. После чего экстракт фильтровали в колбу объемом 50 мл с доведением объема до метки 70% этанолом.

Электрофоретическое разделение смеси стандартных образцов флавоноидов и экстрактов ЛРС проводилось на системе капиллярного электрофореза «Капель 105М» со спектрофотометрическим детектором, снабженной кварцевым капилляром диаметром 75 мкм и эффективной длиной $L_{\text{эфф}} = 50$ см (общая длина $L_{\text{общ}} = 60$ см), с гидродинамическим вводом пробы 30 мбар/с. Условия эксперимента: $U = 20$ кВ; $T = 20^\circ\text{C}$. Рабочий электролит – боратный буфер с pH 9,2 и концентрацией $C = 0,05$ моль/л, обоснованный и рекомендо-

ванный в работе [3] для разделения и определения 15 флавоноидов методом капиллярного зонного электрофореза.

Раствор рабочего электролита готовили из стандарт-титра натрия тетраборнокислого («Экрон», Россия). Содержимое стандарт-титра перенесли в колбу объемом 1 л, растворили, довели до метки дистиллированной водой и перемешали.

Значение длины волны, при которой проводили определение флавоноидов, выбрано после серии экспериментов, в которых было установлено, что в интервале концентраций 1–200 мг/л стандартных образцов этих флавоноидов в экстрактах наиболее удовлетворительные характеристики аналитического сигнала (высота пика, уровень шума) и эффективности при совместном определении исследованных флавоноидов наблюдаются при значении 355 нм. Спектр поглощения лютеолина представлен на рис. 2.

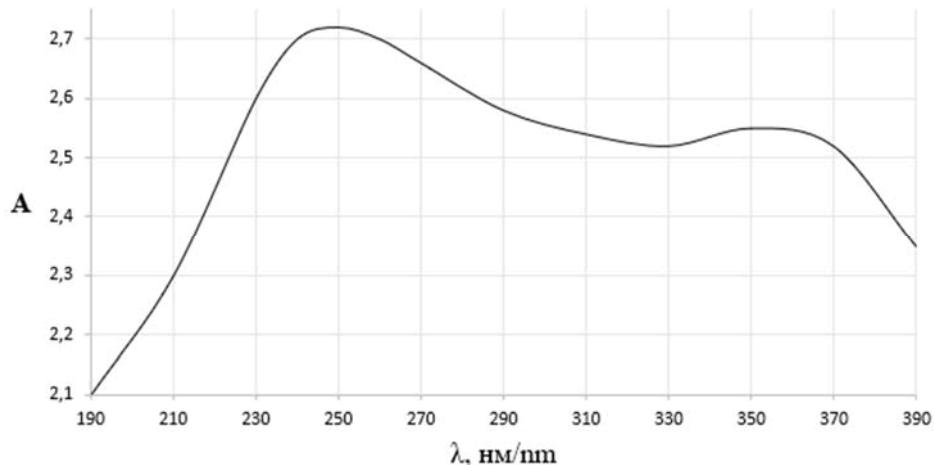


Рис. 2. Спектр поглощения стандартного образца лютеолина
Fig. 2. Absorption spectrum of standard sample luteolin

Идентификацию исследуемых флавоноидов в экстрактах проводили методом стандартной добавки. Определение флавоноидов

в экстрактах осуществляли с применением полученных градуировочных зависимостей (рис. 3).

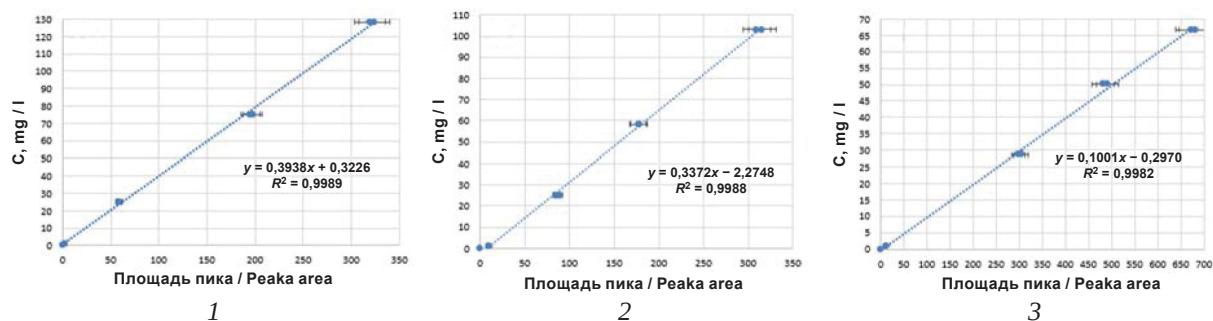


Рис. 3. Градуировочные зависимости концентрация – площадь пика растворов стандартных образцов: 1 – рутина, 2 – цинарозида, 3 – лютеолина
Fig. 3. Calibration dependences concentration – peak area of solutions of standard samples: 1 – rutin, 2 – cynaroside, 3 – luteolin

Статистическую обработку полученных результатов проводили при 4-кратной повторяемости измерений с применением компьютерной программы Excel. Кроме того, были рассчитаны пределы обнаружения целевых флавоноидов, мг/л: рутин – 1,95, лютеолин – 0,13, цинарозид – 0,38.

Результаты и их обсуждение

Определение флавоноидов методом КЭ в растительных объектах возможно только при достаточно высоких параметрах эффективности, селективности и чувствительности разработанной методики из-за присутствия большого количества компонентов. В работе

[3] на основании изучения электрофоретического поведения 15 флавоноидов (флавоны, флаваноны, флавонолы) сформулированы методологические подходы по их определению в боратном, карбонатном и фосфатном буферных растворах при различных концентрациях и pH. Установлено, что для анализа флавоноидов предпочтительно использовать боратный электролит с pH 9,2–10,8, так как он позволяет достичь более высоких параметров эффективности и селективности, чем при применении карбонатного и фосфатного электролитов.

Основываясь на результатах работ [9–12], поведение флавоноидов в боратном буфере авторы связывают с процессами комплексо-

образования борной кислоты как с фенольными диольными группами, так и с диольными группами фрагментов гликозидов флавоноидов, а также с близкорасположенными карбонильными и гидроксильными группами в молекулах флавоноидов. Образующиеся отрицательно заряженные боратные комплексы обладают собственной эффективной электрофоретической подвижностью (ЭЭП), направленной в противоположную сторону от направления электрофоретического потока. Поэтому собственная ЭЭП в боратном буфере возрастает с уменьшением массы (размера) молекулы флавоноида, а также с увеличением

количества гидроксильных групп за счет повышения отрицательного заряда комплекса. Именно поэтому в боратном буфере флавоноиды с углеводными фрагментами (гликозиды) мигрируют в направлении движения электротензометрического потока, как правило, быстрее, чем агликоны, что связано с большим размером частиц гликозидов. Последовательность миграции зон цинароэзид→рутин→лютеолин, представленная на электрофореграмме (ЭФГ) модельной смеси (рис. 4), подтверждает вышеуказанную закономерность.

ЭФГ экстракта растительного сырья «мелисса лекарственная» представлена на рис. 5.

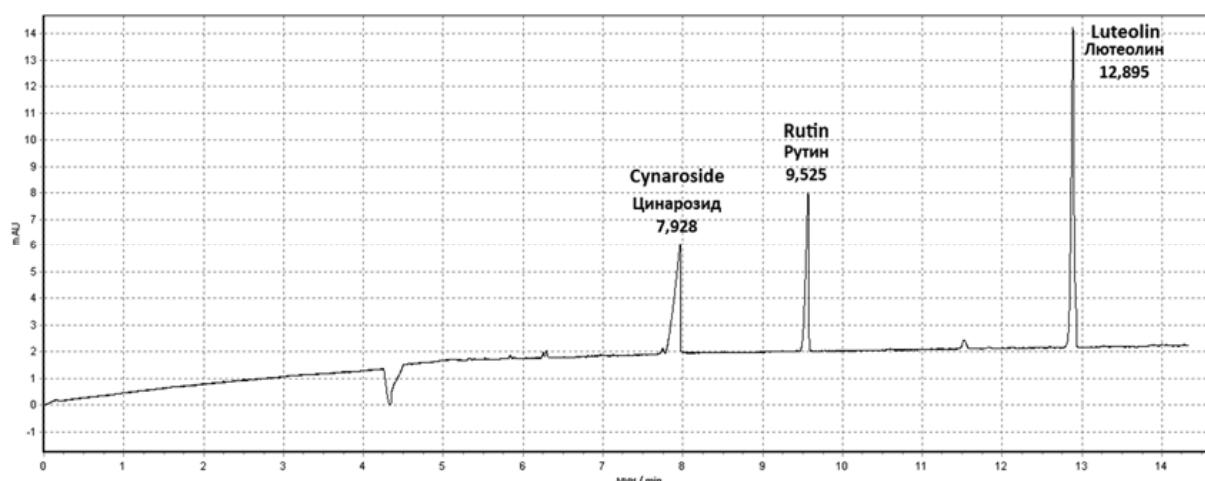


Рис. 4. ЭФГ раствора модельной смеси цинароэзида, рутина и лютеолина: боратный буфер, pH 9,2, концентрация 0,05 моль/л

Fig. 4. Electropherogram of a solution of a model mixture of cynaroside, rutin and luteolin: borate buffer, pH 9,2, concentration 0,05 mol/l

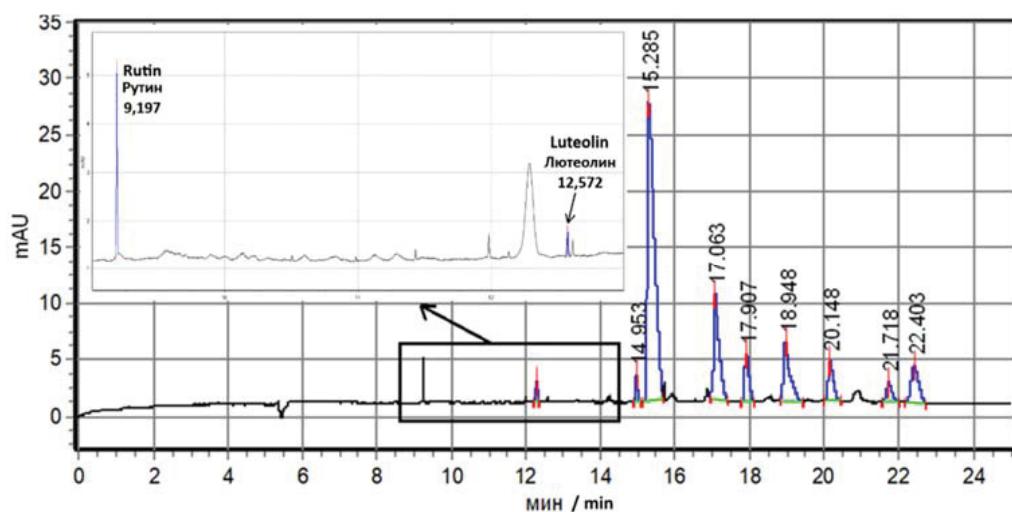


Рис. 5. ЭФГ экстракта растительного сырья «трава мелиссы лекарственной»

Fig. 5. Electrophoregram of the extract of plant raw materials "lemon balm herb"

На ЭФГ экстракта мелиссы лекарственной пики с временами миграции 9,197 и 12,572 мин на начальном участке ЭФГ соответствуют рутину и лютеолин, соответственно; цинароизид в экстракте не обнаружен. Всего зарегистрировано 14 различных пиков компонентов.

Согласно литературным данным, полученным методом ВЭЖХ [13], рутин и лютеолин действительно относятся к миорным компо-

нентам мелиссы лекарственной, а основными компонентами являются флавоноиды (мирицетин, кверцетин, кемпферол) и фенольные кислоты (розмариновая, сиреневая, галловая, *n*-кумаровая, кофейная, хлорогеновая, эллаговая, феруловая), причем доминирующим компонентом является розмариновая кислота (время миграции 15,285 мин).

ЭФГ экстракта растительного сырья «котовник кошачий» представлена на рис. 6.

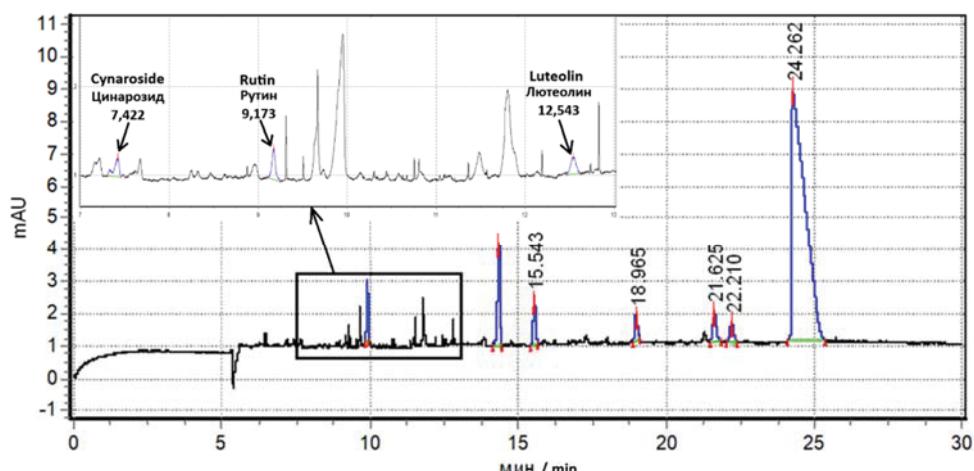


Рис. 6. ЭФГ экстракта растительного сырья «трава котовника кошачьего»

Fig. 6. Electrophoregram of the extract of plant raw materials “catnip herb”

На ЭФГ экстракта котовника кошачьего пики с временами миграции 9,173 и 12,543 мин соответствуют рутину и лютеолину соответственно. Цинароизиду соответствует пик с временем миграции 7,422 мин. Всего зарегистрировано 20 различных пиков компонентов, причем максимальный пик со временем миграции 24,262 мин, согласно литературным данным, полученным методом ВЭЖХ [14], соответствует хлорогеновой кислоте.

Следует указать на то, что при выбранных условиях электрофоретического эксперимента пики исследуемых флавоноидов хорошо разде-

лены и регистрируются до пиков доминантных компонентов (фенольных кислот, флавоновых агликонов), следовательно, они не оказывают мешающего влияния на определение этих флавоноидов даже при низких содержаниях.

Обобщенные данные по содержанию флавоноидов в экстрактах и высушенных образцах мелиссы лекарственной и котовника кошачьего, полученные методом КЭ (при количестве параллельных экспериментов не менее трех и величине доверительного интервала $P = 0,95$), представлены в таблице.

Результаты определения флавоноидов в экстрактах надземной части лекарственных растений и их содержание в пересчете на 1 г осущенных образцов ($P = 0,95$)

Table. Results of determination of flavonoids in extracts of the aerial parts of medicinal plants and their content in terms of 1 g of dried samples ($P = 0,95$)

Флавоноид / Flavonoid	Мелисса лекарственная / Lemon balm		Котовник кошачий / Catnip	
	Экстракт, мг/л / Extract, mg/g	Сухое сырье, мг/г / Dry raw material, mg/g	Экстракт, мг/л / Extract, mg/g	Сухое сырье, мг/г / Dry raw material, mg/g
Рутин / Rutin	7,013	0,351	4,351	0,218
Лютеолин / Luteolin	0,223	0,011	0,540	0,027
Цинароизид / Cynaroside	—	—	0,513	0,026

Следует указать на то, что определенное нами методом КЭ содержание рутина и лютеолина в высушенной надземной части мелиссы лекарственной укладывается в диапазоны концентраций, представленных в литературных источниках (на 1 г сухого сырья) [15–18], мг/г: рутин (0,008–2,340), лютеолин (0,008–0,026). Информация о присутствии в мелиссе цинарозида противоречива и только в работе [15] указано, что содержание этого флавоноида в надземной части растения может достигать 0,408 мг/г, а в высушенной листве он не был обнаружен. Сведений о содержании целевых флавоноидов в котовнике кошачьем в литературе крайне мало, однако часть из них обнаружена в эфирном масле котовника кошачьего (на 1 г эфирного масла) [19], мг/г: рутин – 0,331, цинарозид – 0,434.

Заключение

Проведенное исследование показало возможность селективного разделения смеси, содержащей флавоноиды рутин, лютеолин и цинарозид, в режиме капиллярного зонного электрофореза с УФ-детектированием ($\lambda = 355$ нм) при использовании боратного буферного электролита (рН 9,2).

Предложена методика обнаружения/идентификации и определения низких концентраций этих флавоноидов в осушенном растительном сырье «Мелисса лекарственная» и «Котовник кошачий». Установлено, что присутствующие на электрофорограммах экстрактов пики основных компонентов не оказывают мешающего влияния на определение рутина, цинарозида и лютеолина в исследованных растительных объектах. В мелиссе лекарственной содержание флавоноидов (на 1 г сухого сырья) составило, мг/г: рутин – 0,351, лютеолин – 0,011, цинарозид не обнаружен. В котовнике кошачьем содержание флавоноидов (на 1 г сухого сырья) составило, мг/г: рутин – 0,218, лютеолин – 0,027, цинарозид – 0,026.

Список литературы

1. Куркин В. А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов (факультетов). 2-е изд., перераб. и доп. Самара : ООО «Офорт» ; ГОУВПО «СамГМУ Росздрава», 2007. 1239 с.
2. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV изд. Т. IV, Министерство здравоохранения Российской Федерации (2018). URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (дата обращения: 10.11.2024).
3. Сенченко С. П., Компанцева Е. В. Изучение электрофоретического поведения флавоноидов с целью разработки методологических подходов к их анализу в условиях капиллярного зонного электрофореза // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4. С. 556. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20806> (дата обращения: 10.11.2024). EDN: VDXBXJ
4. Алексеева А. В., Мазур Л. И., Куркин В. А. Мелисса лекарственная: перспективы использования в педиатрической практике // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. 2011. № 1. С. 90–95.
5. Гарсия Е. Р., Шамилов А. А., Коновалов Д. А. Капиллярный электрофорез в анализе фенольных соединений травы татарника колючего // Современные достижения фармацевтической науки и практики : материалы Международной конференции, посвященной 60-летию фармацевтического факультета учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» (Витебск, 31 октября 2019 г.) / под ред. А. Т. Щастного. Витебск : ВГМУ, 2019. С. 59–61.
6. Никитина А. С., Феськов С. А., Гарсия Е. Р., Шамилов А. А., Никитина Н. В. Изучение фенольных соединений листьев розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) из коллекции Никитского ботанического сада // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2018. № 146. С. 201–204. <https://doi.org/10.25684/NBG.scbook.146.2018.32>
7. Сампиеев А. М., Хочава М. Р., Онбыш Т. Е., Парфенюк А. А. Исследование химического состава леспедецы двухцветной, произрастающей в Краснодарском крае // Вестник ВГУ. Серия: Химия, биология, фармация. 2020. № 3. С. 119–126.
8. Зверев Я. Ф. Противоопухолевая активность флавоноидов // Бюллентень сибирской медицины. 2019. № 2. С. 181–194. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-2-181-194>
9. Morin Ph., Villard F., Dreux M. Borate complexation of flavonoid-0-glycosides in capillary electrophoresis II. Separation of flavonoid-3-O-glycosides differing in their sugar moiety // Journal of Chromatography. 1993. Vol. 628. P. 161–169. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(93\)80345-9](https://doi.org/10.1016/0021-9673(93)80345-9)
10. Vaher M., Koel M. Separation of polyphenolic compounds extracted from plant matrices using capillary electrophoresis // Journal of Chromatography A. 2003. Vol. 990. P. 225–230. [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(02\)02013-7](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(02)02013-7)
11. Volpi N. Separation of flavonoids and phenolic acids from propolis by capillary zone electrophoresis // Electrophoresis. 2004. Vol. 25. P. 1872–1878. <https://doi.org/10.1002/elps.200405949>
12. Weser U. Chemistry and structure of some borate polyol compounds of biochemical interest // Structure and Bonding. 1967. Vol. 2. P. 160–180.

13. Arceusz A., Wesolowski M., Ulewicz-Magulska B. Flavonoids and phenolic acids in methanolic extracts, infusions and tinctures from commercial samples of lemon balm // *Natural Product Communications*. 2015. Vol. 10, № 6. P. 977–981. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501000645>
14. Палий А. Е., Палий И. Н., Марко Н. В., Работягов В. Д. Биологически активные вещества *Nepeta cataria* L. // Бюллентень ГНБС. 2016. Вып. 118. С. 38–44.
15. Petrisor G., Motelica L., Craciun L. N., Oprea O. C., Ficai D., Ficai A. *Melissa officinalis*: Composition, pharmacological effects and derived release systems – a review // *International Journal of Molecular Sciences*. 2022. Vol. 23, № 7. Art. 3591. <https://doi.org/10.3390/ijms23073591>
16. Гребенникова О. А., Палий А. Е., Логвиненко Л. А. Биологически активные вещества мелиссы лекарственной // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. 2013. № 1 (65). С. 43–50.
17. Arceusz A., Wesolowski M. Quality consistency evaluation of *Melissa officinalis* L. commercial herbs by HPLC fingerprint and quantitation of selected phenolic acids // *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 2013. № 83. P. 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2013.05.020>
18. Abdellatif F., Begaa S., Messaoudi M., Benarfa A., Ouakouak H., Hassani A., Sawicka B., Gandara J. S. HPLC–DAD analysis, antimicrobial and antioxidant properties of aromatic herb *Melissa officinalis* L., aerial parts extracts // *Food Anal. Methods*. 2023. Vol. 16. P. 45–54. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02385-1>
19. Кащенко Н. И. Оленников Д. Н. Химический профиль и биологическая активность флавоноидов и фенилпропаноидов *Nepeta cataria* L. (Lamiaceae), итродуцированного в Восточной Сибири // Химия растительного сырья. 2016. № 2. С. 25–32. <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016021084>
20. no. 4. (in Russian). Available at: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=20806> (accessed November 10, 2024).
21. Alekseeva A. V., Mazur L. I., Kurkin V. A. *Melissa officinalis*: Prospects for use in pediatric practice. *Pediatrics. Journal named after G. N. Speransky*, 2011, no. 16, pp. 90–95 (in Russian).
22. Garsija E. R., Shamilov A. A., Konovalov D. A. Capillary electrophoresis in the analysis of phenolic compounds of the herb of the spiny thistle. In: Shchastny A. T., ed. *Modern Achievements of Pharmaceutical Science and Practice: Proceedings of the International Conference dedicated to the 60th anniversary of the pharmaceutical faculty of the educational institution “Vitebsk State Order of Friendship of Peoples Medical University”* (Vitebsk, October 31, 2019). Vitebsk, Vitebsk State Medical University Publ., 2019, pp. 59–61 (in Russian).
23. Nikitina A. S., Feskov S. A., Garsija E. R., Shamilov A. A., Nikitina N. V. Study of phenolic compounds of rosemary leaves (*Rosmarinus officinalis* L.) from the collection of the Nikitsky Botanical Garden. *Plant Biology and Gardening: Theory, Innovation*, 2018, vol. 146, pp. 201–204 (in Russian). <https://doi.org/10.25684/NBG.scbook.146.2018.32>
24. Sampiev A. M., Hochava M. R., Onbysh T. E., Parfenjuk A. A. Study of the chemical composition of *Lespedeza bicolor* growing in Krasnodar Krai. *VSU Bulletin, Series: Chemistry. Biology. Pharmacy*, 2020, no. 3, pp. 119–126 (in Russian).
25. Zverev Ja. F. Antitumor activity of flavonoids. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2019, no. 2, pp. 181–194 (in Russian). <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2019-2-181-194>
26. Morin Ph., Villard F., Dreux M. Borate complexation of flavonoid-0-glycosides in capillary electrophoresis II. Separation of flavonoid-3-O-glycosides differing in their sugar moiety. *Journal of Chromatography*, 1993, vol. 628, pp. 161–169. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(93\)80345-9](https://doi.org/10.1016/0021-9673(93)80345-9)
27. Vaher M., Koel M. Separation of polyphenolic compounds extracted from plant matrices using capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 2003, vol. 990, pp. 225–230. [https://doi.org/10.1016/s0021-9673\(02\)02013-7](https://doi.org/10.1016/s0021-9673(02)02013-7)
28. Volpi N. Separation of flavonoids and phenolic acids from propolis by capillary zone electrophoresis. *Electrophoresis*, 2004, vol. 25, pp. 1872–1878. <https://doi.org/10.1002/elps.200405949>
29. Weser U. Chemistry and structure of some borate polyol compounds of biochemical interest. *Structure and Bonding*, 1967, vol. 2, pp. 160–180.
30. Arceusz A., Wesolowski M., Ulewicz-Magulska B., Ulewicz-Magulska B. Flavonoids and phenolic acids in methanolic extracts, infusions and tinctures from commercial samples of lemon balm. *Natural Product Communications*, 2015, vol. 10, no. 6, pp. 977–981. <https://doi.org/10.1177/1934578X1501000645>

References

1. Kurkin V. A. *Farmakognziya: uchebnik dlya studentov farmatsevticheskikh vuzov (fakultetov)*. 2-e izd., pere-rab. i dop. [Pharmacognosy: A textbook for students of pharmaceutical universities (faculties)]. Samara, OOO “Ofort” Publ., GOUVPO “SamGMU Roszdrava” Publ., 2007. 1239 p. (in Russian).
2. State Pharmacopoeia of the Russian Federation, edition XIV. Vol. IV, Ministry of Health of the Russian Federation (2018). Available at: <http://femb.ru/femb/pharmacopeia.php>. (accessed November 10, 2024) (in Russian).
3. Senchenko S. P., Kompanceva E. V. Study of electrophoretic behavior of flavonoids with the aim of developing methodological approaches to their analysis under conditions of capillary zone electrophoresis. *Modern Problems of Science and Education*, 2015,



14. Palij A. E., Palij I. N., Marko N. V., Rabotjagov V. D. Biologically active substances of *Nepeta cataria* L. *Bulletin of the GNBS*, 2016, iss. 118, pp. 38–44.
15. Petrisor G., Motelica L., Craciun L. N., Oprea O. C., Ficai D., Ficai A. *Melissa officinalis*: Composition, pharmacological effects and derived release systems – a review. *International Journal of Molecular Sciences*, 2022, vol. 23, no. 7, art. 3591. <https://doi.org/10.3390/ijms23073591>
16. Grebennikova O. A., Palij A. E., Logvinenko L. A. Biologically active substances of lemon balm. *Scientific Notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Biology. Chemistry*, 2013, no. 1 (65), pp. 43–50 (in Russian).
17. Arceusz A., Wesolowski M. Quality consistency evaluation of *Melissa officinalis* L. commercial herbs by HPLC fingerprint and quantitation of selected phenolic acids. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2013, no. 83, pp. 215–220. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2013.05.020>
18. Abdellatif F., Begaa S., Messaoudi M., Benarfa A., Ouakouak H., Hassani A., Sawicka B., Gandara J. S. HPLC–DAD analysis, antimicrobial and antioxidant properties of aromatic herb *Melissa officinalis* L., aerial parts extracts. *Food Anal. Methods*, 2023, vol. 16, pp. 45–54. <https://doi.org/10.1007/s12161-022-02385-1>
19. Kashhenko N. I., Olennikov D. N. Chemical profile and biological activity of flavonoids and phenylpropanoids of *Nepeta cataria* L. (Lamiaceae), introduced in Eastern Siberia. *Chemistry of Plant Raw Materials*, 2016, no. 2, pp. 25–32 (in Russian). <https://doi.org/10.14258/jcprm.2016021084>

Поступила в редакцию 27.01.2025; одобрена после рецензирования 02.04.2025; принята к публикации 04.04.2025
The article was submitted 27.01.2025; approved after reviewing 02.04.2025; accepted for publication 04.04.2025