

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЛАВОНОИДОВ В ГОРЦА ПЕРЕЧНОГО ТРАВЕ И ГОРЦА ПТИЧЬЕГО ТРАВЕ МЕТОДОМ ТОНКОСЛОЙНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ: РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ

© С. Д. Кахраманова, Е. П. Шефер, С. С. Прохвятилова, Н. П. Антонова

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научный центр экспертизы средств медицинского применения»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
127051, г. Москва, Петровский б-р, д. 8, стр. 2
E-mail: kahramanovasd@expmed.ru

Поступила в Редакцию 17 мая 2024 г.

После доработки 29 июля 2024 г.

Принята к публикации 20 мая 2024 г.

РЕЗЮМЕ

Введение. В Государственную фармакопею Российской Федерации включено большое количество фармакопейных статей на лекарственное растительное сырье (ЛРС) с описанием методик оценки содержания флавоноидов в ЛРС. Однако не все упомянутые методики позволяют оценить качество лекарственных средств растительного происхождения. Так, методика анализа методом тонкослойной хроматографии (ТСХ), приведенной в фармакопейных статьях «Горца перечного трава» и «Горца птичьего (спорыша) трава», не является достаточно селективной и точной, поскольку используются подвижная фаза, не обеспечивающая достаточное разделение зон адсорбции биологически активных веществ, содержащихся в сырье, и нечувствительный реактив для детектирования. **Цель.** Разработка ТСХ-методик определения основных групп биологически активных веществ в траве горца перечного и траве горца птичьего с повышенной селективностью и специфичностью по сравнению с существующими методиками Государственной фармакопеи Российской Федерации. **Материалы и методы.** Объектами исследования являлись несколько серий образцов травы горца перечного и горца птичьего отечественных производителей. В качестве стандартных образцов использовались рутин, кверцетин, гиперозид, лютеолин квалификации USP RS, из которых готовили растворы в этиловом спирте 96% с концентрацией 0.5 мг·мл⁻¹. Исследование проводили методом ТСХ. В процессе пробоподготовки использовали аналитические ТСХ-пластинки на алюминиевой подложке 20×10 см со слоем силикагеля F254, автоматизированную систему для нанесения проб Linomat 5. Нагрев пластинок осуществляли на нагревателе для ТСХ-пластинок (CAMAG). Просмотр ТСХ-пластинок проводили в УФ-кабинете CAMAG TLC VISUALIZER 2. **Результаты.** Разработана методика определения флавоноидов в траве горца перечного и траве горца птичьего методом ТСХ. Предложенные условия проведения анализа: экстракция этиловым спиртом 96% в соотношении 1:50 мл·г⁻¹ травы горца перечного в течение 10 мин и этиловым спиртом 70% в соотношении 1:10 мл·г⁻¹ травы горца птичьего в течение 10 мин, нанесение по 10 мкл полученных растворов, а также спиртовых растворов стандартных образцов гиперозида и рутина в концентрации 0.5 мг·мл⁻¹ на пластинку ТСХ со слоем силикагеля F254, хроматографирование в системе растворителей толуол–этилацетат–муравьиная кислота–вода в объемном соотношении 10:20:5:2 (насыщение камеры 30 мин), детектирование в УФ-свете при длине волны 365 нм после нагревания при температуре 105 °С и последовательного опрыскивания 1% раствором дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира в этиловом спирте 96% и 5% раствором полиэтиленгликоля в этиловом спирте 96%. **Выводы.** Разработанная ТСХ-методика позволяет определять действующие вещества в ЛРС травы горца перечного и травы горца птичьего достаточно селективно и точно. Предложенные ТСХ-методики могут быть рекомендованы для включения в проекты фармакопейных статей Государственной фармакопеи Российской Федерации «Горца перечного трава» и «Горца птичьего (спорыша) трава».

Ключевые слова: *горца перечного траве; Polygoni hydropiperis herba; горца птичьего траве; Polygoni avicularis herba; тонкослойная хроматография; флавоноиды; стандартизация; селективность; аналитическая методика; рутин; кверцетин; гиперозид*

Для цитирования: Кахраманова С.Д., Шефер Е.П., Прохватилова С.С., Антонова Н.П. Идентификация флавоноидов в горца перечного траве и горца птичьего траве методом тонкослойной хроматографии: разработка методики // Журнал прикладной химии. 2024. Т. 97. № 3. С. 190–197. <https://doi.org/10.31857/S0044461824030022>.

DOI: 10.31857/S0044461824030022; EDN MMDDSR

Введение

Стандартизация лекарственных средств, в том числе растительного происхождения, является одним из важных аспектов развития фармакопейного законодательства. В Государственную фармакопею Российской Федерации (ГФ РФ) включено большое количество фармакопейных статей (ФС) на лекарственное растительное сырье (ЛРС), содержащее флавоноиды, с описанием методик оценки содержания флавоноидов в ЛРС. Однако не все упомянутые методики позволяют оценить качество ЛРС. Например, в ФС «Горца перечного траве»¹ и ФС «Горца птичьего (спорыша) траве»² для оценки подлинности включены ТСХ-методики, требующие доработки, данные методики являются недостаточно селективными и точными.

Трава горца перечного обладает богатым составом биологически активных соединений, таких как флавоноиды 7,4'-диметилкверцетин, 3'-метилкверцетин, кверцетин, изокверцитрин, изорамнетин 3,7-дисульфат, кверцитрин, кемпферол-3-глюкозид, 6-гидроксиапигенин, скутеллареин, 6-гидроксилитеолин, 6-гидроксилитеолин-7-О-β-D-глюкопиранозид, кверцетин-3-О-β-D-глюкуронид, гиперозид [1, 2], полифлаваны, витамин К [3] и другие фенольные соединения [4]. В траве горца птичьего содержатся рутин, кверцетин-4'-глюкозид, изокверцитрин, гиперозид, мирицитрин, кверцетин, кемпферол и его гликозиды, авикулярин, авикулин, астрагалин, витамин К, дубильные вещества [5–7]. Препараты на основе травы горца перечного используются в гинекологической практике как кровоостанавливающее в составе комплексной терапии.³ Трава горца птичьего

применяется для лечения мочекаменной болезни в качестве средства, способствующего отхождению мелких конкрементов.⁴

На траву горца перечного и горца птичьего отсутствуют монографии в ведущих зарубежных фармакопеях. В соответствии с требованиями ГФ РФ XIV изд. оценка подлинности (определение основных групп биологически активных веществ) вышеуказанного ЛРС оценивается методом тонкослойной хроматографии.

Прободготовка заключается в отборе пробы в количестве около 1 г, измельченной до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1 мм (горец перечный) или 0.5 мм (горец птичий), нагревании в течение 30 мин на кипящей водяной бане с обратным холодильником с 30 мл спирта 90% (горец перечный) или 70% (горец птичий) и фильтрации. Неподвижной фазой является ТСХ-пластинка со слоем силикагеля, для анализа травы горца перечного используется ТСХ-пластинка со слоем силикагеля с флуоресцентным индикатором. В качестве подвижной фазы для обоих объектов используется смесь бутанол–уксусная кислота–вода (4:1:2), насыщение камеры проводят в случае горца перечного в течение 30 мин, в случае горца птичьего – 60 мин. Детектирование проводят просмотром в УФ-свете при длине волны 254 нм, затем ТСХ-пластинки опрыскивают алюминия хлорида спиртовым раствором 1% (горец перечный) или 2% (горец птичий), нагревают в сушильном шкафу при температуре 100–105 °С в течение 2–3 мин и просматривают в УФ-свете при длине волны 365 нм. Более подробно условия проведения испытания представлены в табл. 1.

К недостаткам вышеописанных методик можно отнести затрудненную визуальную оценку зон адсорбции, так как спиртовые растворы алюминия хлорида не являются чувствительными реактивами для детектирования, позволяющими оценивать цвет флуоресценции, а также подвижную фазу, не обеспечивающую достаточное разделение зон адсорбции биологически активных веществ.

¹ ФС.2.5.0067.18 Горца перечного трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

² ФС.2.5.0069.18 Горца птичьего (спорыша) трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

³ Горца перечного (Водяного перца) трава. Государственный реестр лекарственных средств. <https://grls.rosminzdrav.ru/>

⁴ Горца птичьего (спорыша) трава. Государственный реестр лекарственных средств. <https://grls.rosminzdrav.ru/>

Таблица 1

Основные условия проведения анализа основных групп биологически активных веществ в траве горца перечного и горца птичьего методом тонкослойной хроматографии

Параметр	Наименование фармакопейной статьи	
	Горца перечного трава*	Горца птичьего (спырыша) трава**
Измельченность, мм	1	0.5
Навеска, г	1.0	1.0
Экстрагент	Этиловый спирт 90%	Этиловый спирт 70%
Соотношение сырье:экстрагент	1:30	
Объем нанесения, мкл	10	
Неподвижная фаза	ТСХ-пластинка со слоем силикагеля с флуоресцентным индикатором	ТСХ-пластинка со слоем силикагеля
Подвижная фаза	Бутанол—уксусная кислота—вода (4:1:2)	
Насыщение камеры, мин	30	60
Реактив для опрыскивания	Алюминия хлорида спиртовой раствор 1%	Алюминия хлорида спиртовой раствор 2%
Раствор стандартного образца	Кверцетин 0.5 мг·мл ⁻¹ Рутин 0.5 мг·мл ⁻¹	Кверцетин 0.5 мг·мл ⁻¹

Примечание. ТСХ — тонкослойная хроматография.

* ФС.2.5.0067.18 Горца перечного трава. Государственная фармакопея РФ. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

** ФС.2.5.0069.18 Горца птичьего (спырыша) трава. Государственная фармакопея РФ. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

Селективным способом проявления зон адсорбции является последовательное опрыскивание нагретой при 100–105°C ТСХ-пластинки 1% спиртовым раствором дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира и 5% спиртовым раствором макрогала 400 (полиэтиленгликоля 400). После опрыскивания на пластинке наблюдаются зоны адсорбции различной окраски, что позволяет адекватно проводить оценку полученных результатов. Представленная комбинация реактивов нашла применение в определении флавоноидов в ЛРС за рубежом.¹

Цель работы — разработка ТСХ-методик определения основных групп биологически активных веществ в траве горца перечного и траве горца птичьего с повышенной селективностью и специфичностью по сравнению с существующими методиками ГФ РФ.

Материалы и методы

Объекты исследования. В работе использовали образцы измельченных лекарственных растительных препаратов (ЛРП) трава горца перечного (ООО Фирма «Фито-Бот») и трава горца птичьего (АО «Красногорсклексредства», ООО Фирма «Здоровье», ООО ПКФ «Фитофарм»), приобретенные в аптечной сети г. Москвы.

Используемые реагенты и оборудование. В качестве стандартных образцов (СО) использовали рутин, кверцетин, гиперозид, лютеолин квалификации USP RS. Готовили растворы в этиловом спирте 96% с концентрацией 0.5 г·мл⁻¹ каждого СО.

Для приготовления подвижных фаз и растворов для опрыскивания использовали реактивы, по качеству соответствующие требованиям ГФ РФ.²

В процессе пробоподготовки использовали аналитические ТСХ-пластинки на алюминиевой подложке размером 20 × 10 см со слоем силикагеля F254 (Merck), а также пластинки ПТСХА-А-УФ (Sorbfil), автоматизированную систему для нанесения проб Linomat 5 (CAMAG). Нагрев пластинок осуществлялся на нагревателе для ТСХ-пластинок (CAMAG). Просмотр ТСХ-пластинок проводили в УФ-кабинете CAMAG TLC VISUALIZER 2 с системой документирования данных.

Методика анализа. Образцы ЛРП горца перечного и горца птичьего травы измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями

¹ См., например: Monograph 01/2017:1174 Birch leaf (*Betulae folium*). European Pharmacopoeia 11.0th Ed.

Monograph 01/2011:1828 Ginkgo leaf (*Ginkgonis folium*). European Pharmacopoeia 11.0th Ed. <http://online.edqm.eu/entry.htm>

² ОФС.1.3.0001 Реактивы. Индикаторы. Государственная фармакопея Российской Федерации. XV изд. Т. 4. М.; 2023.

1 мм, отбирали навески в количестве около 1.0 г для каждого образца. Пробы помещали в конические колбы, прибавляли 50 мл (травы горца перечного) или 10 мл (травы горца птичьего) этилового спирта с концентрациями 70 и 96% соответственно, затем кипятили на кипящей водяной бане в течение 10 мин и фильтровали.

На хроматографическую пластинку наносили по 10 мкл каждого испытуемого раствора и по 2 мкл растворов СО рутина, кверцетина, гиперозида, лютеолина в этиловом спирте 96% с концентрацией $0.5 \text{ мг} \cdot \text{мл}^{-1}$, затем хроматографировали в системе растворителей толуол–этилацетат–муравьиная кислота безводная–вода (10:20:5:2), насыщение хроматографической камеры проводили в течение 30 мин. После прохождения подвижной фазой около 90% длины пластинки ее вынимали, сушили на воздухе до удаления следов растворителей, нагревали при температуре около 105°C и еще теплую пластинку последовательно опрыскивали 1% раствором дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира в этиловом спирте 96% и 5% раствором полиэтиленгликоля 400 в этиловом спирте 96%, затем просматривали в УФ-свете при длине волны 365 нм.

Также проведен сравнительный анализ содержания основных групп биологически активных веществ (флавоноидов) травы горца перечного и травы горца птичьего по методикам, описанным в ГФ РФ.¹ В ходе анализа растворы стандартных образцов рутина и кверцетина наносили в одну полосу.

Обсуждение результатов

При проведении анализа по методикам² на хроматограмме растворов СО рутина и СО кверцетина наблюдается зона адсорбции желто-зеленого цвета с R_f 0.7 (рутин) и зона адсорбции голубого цвета с R_f 0.89 (кверцетин). На хроматограмме испытуемых растворов в областях зон адсорбции рутина и кверцетина детектируемый след отсутствует (рис. 1).

Полученные данные позволяют сделать вывод о непригодности методики для контроля качества описанных лекарственных растительных препаратов. В связи с этим была поставлена задача разработать

¹ ФС.2.5.0067.18 Горца перечного трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

ФС.2.5.0069.18 Горца птичьего (спырыша) трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

² Там же.

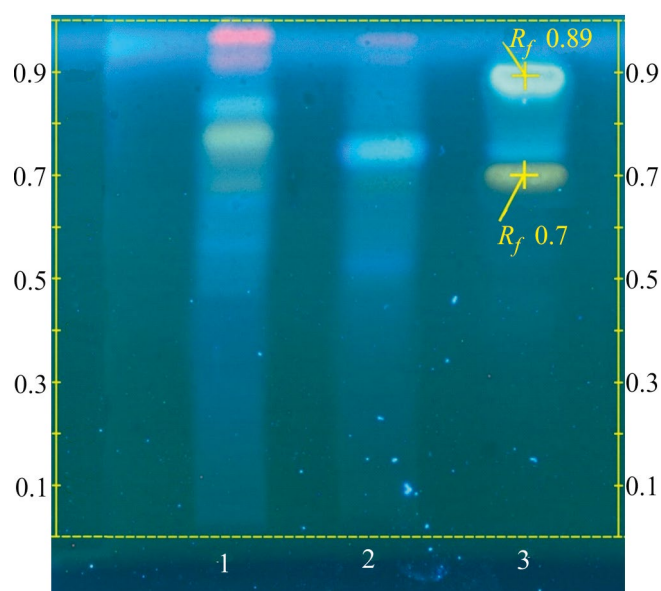


Рис. 1. Хроматограммы спирто-водного извлечения травы горца перечного и травы горца птичьего, выполненные по требованиям Государственной фармакопеи Российской Федерации: 1 — трава горца перечного, 2 — трава горца птичьего, 3 — смесь растворов стандартных образцов рутина и кверцетина.

R_f — отношение расстояния от центра пятна к расстоянию, пройденному растворителем.

ТСХ-методику определения флавоноидов в траве горца перечного и траве горца птичьего с повышенной селективностью и специфичностью по сравнению с существующими методиками ГФ РФ для возможной дальнейшей рекомендации к включению в ГФ РФ взамен действующих.

Для подбора оптимальных условий пробоподготовки проводили экстракцию образцов травы горца перечного и птичьего спиртом 70 и 96% в соотношении 1:50 и 1:10, соответственно. В качестве подвижной фазы использовали смесь растворителей, состоящую из толуола, этилацетата, муравьиной кислоты и воды в соотношении 10:20:5:2 (об.).

На линию старта пластинки наносили по 10 мкл испытуемых растворов. Также в одну линию наносили по 5 мкл спиртовых растворов стандартных образцов рутина и кверцетина, гиперозида и лютеолина, соответственно. Использование стандартного образца авикулярина (основного маркерного флавоноида травы горца птичьего) в работе не предусмотрено в связи с его дороговизной, ввиду чего представляется невозможным его применение в рутинном анализе.

На хроматограммах стандартных растворов обнаруживаются зоны адсорбции коричнево-желтого цвета с R_f 0.2 (рутин), 0.37 (гиперозид), 0.87 (кверце-

тин) и зеленовато-желтого цвета с R_f 0.84 (лютеолин). На хроматограмме испытуемых растворов травы горца перечного (рис. 2) обнаруживаются: в нижней трети пластинки зона адсорбции коричневато-желтого цвета ниже зоны СО рутина, синяя зона на уровне зоны СО рутина, голубая зона чуть выше нее; в средней трети — зоны адсорбции коричневато-желтого и желтого цвета на уровне, чуть ниже и чуть выше зоны СО гиперозида; в верхней трети — зоны желтовато-зеленого, сине-голубого и синего цвета. Также в верхней трети пластинки наблюдаются другие зоны адсорбции.

На хроматограмме испытуемых растворов травы горца птичьего (рис. 2) обнаруживаются: в нижней трети — зона адсорбции коричневато-желтого цвета на уровне зоны СО рутина; в средней трети — две зоны адсорбции коричневато-желтого и зеленовато-желтого цвета чуть ниже и на уровне зоны СО гиперозида, над ними — зона зеленого цвета; в верхней трети — зоны адсорбции синего цвета. Также присутствуют другие зоны адсорбции.

В результате проведенных исследований было предложено модифицировать условия пробоподготовки (табл. 2) и анализа флавоноидов в траве горца перечного и горца птичьего. Выбор стандартных образцов веществ-маркеров был сделан исходя из совпадения зон адсорбции испытуемых и стандартных растворов, а также коммерческой доступности СО. На хроматограмме испытуемых растворов травы горца перечного зафиксированы ярко-выраженные зона коричневато-желтого цвета в области зоны адсорбции СО гиперозида и зона коричневато-желтого цвета на

уровне зоны адсорбции СО рутина. В связи с этим считаем целесообразным использование в анализе стандартов рутина и гиперозида.

Итоговая методика проведения анализа может быть представлена следующим образом.

На ТСХ-пластинку с силикагелем F₂₅₄ наносят 10 мкл испытуемого раствора и 2 мкл раствора СО рутина и раствора СО гиперозида. Хроматографируют в смеси растворителей толуол–этилацетат–муравьиная кислота–вода в соотношении 10:20:5:2 (насыщение камеры 30 мин). После прохождения подвижной фазой около 90% длины пластинки ее вынимают, сушат на воздухе до удаления следов растворителей, нагревают при температуре 100–105°C и еще теплую пластинку последовательно опрыскивают 1% раствором дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира в этиловом спирте 96% и 5% раствором полиэтиленгликоля в этиловом спирте 96%, затем просматривают в УФ-свете при длине волны 365 нм.

Методика была использована для анализа нескольких серий травы горца птичьего разных производителей (рис. 3). На полученных хроматограммах идентифицируются характерные для хроматограммы спирто-водного извлечения травы горца птичьего зоны адсорбции — три зоны с флуоресценцией коричневато-желтого цвета ($R_f = 0.3$; 0.37; 0.48) на уровне зоны адсорбции рутина и гиперозида, при этом одна из упомянутых зон ($R_f = 0.3$) располагается между зонами адсорбции рутина и гиперозида. Для зоны с $R_f = 0.3$ была рассчитана величина R_{st} по рутину (1.5) и гиперозиду (0.81). Для хроматограммы

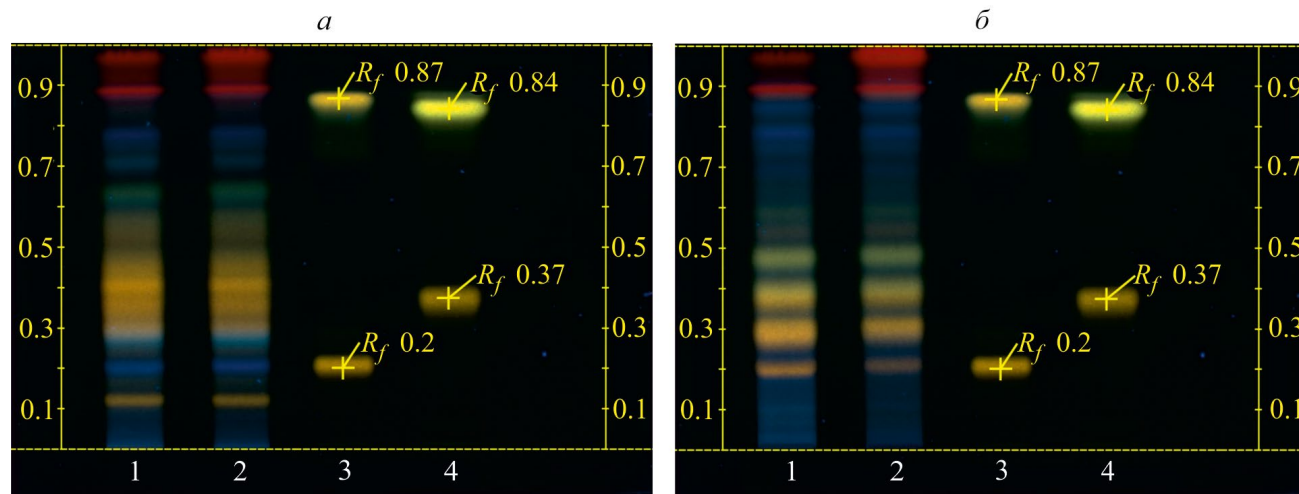


Рис. 2. Хроматограммы спирто-водного извлечения: *а* — травы горца перечного; *б* — травы горца птичьего. 1 — испытуемый раствор в 70% этиловом спирте, 2 — испытуемый раствор в 96% этиловом спирте, 3 — стандартные растворы рутина (R_f 0.2) и кверцетина (R_f 0.87); 4 — стандартные растворы гиперозида (R_f 0.37) и лютеолина (R_f 0.84); R_f — отношение расстояния от центра пятна к расстоянию, пройденному растворителем.

Таблица 2

Условия пробоподготовки испытуемых и стандартных растворов

Раствор	Горца перечного траве	Горца птичьего траве
Испытуемый раствор	Около 1.0 г сырья, измельченного до величины частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1.0 мм, кипятят на водяной бане с 50 мл этилового спирта 96% в течение 10 мин, затем охлаждают и фильтруют через беззольный фильтр	Около 1.0 г сырья, измельченного до величины частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1.0 мм, кипятят на водяной бане с 10 мл этилового спирта 70% в течение 10 мин, затем охлаждают и фильтруют через беззольный фильтр
Стандартные растворы	0.5 мг·мл ⁻¹ растворы СО рутина и СО гиперозид-а в этиловом спирте 96%	0.5 мг·мл ⁻¹ растворы СО рутина и СО гиперозид-а в этиловом спирте 96%

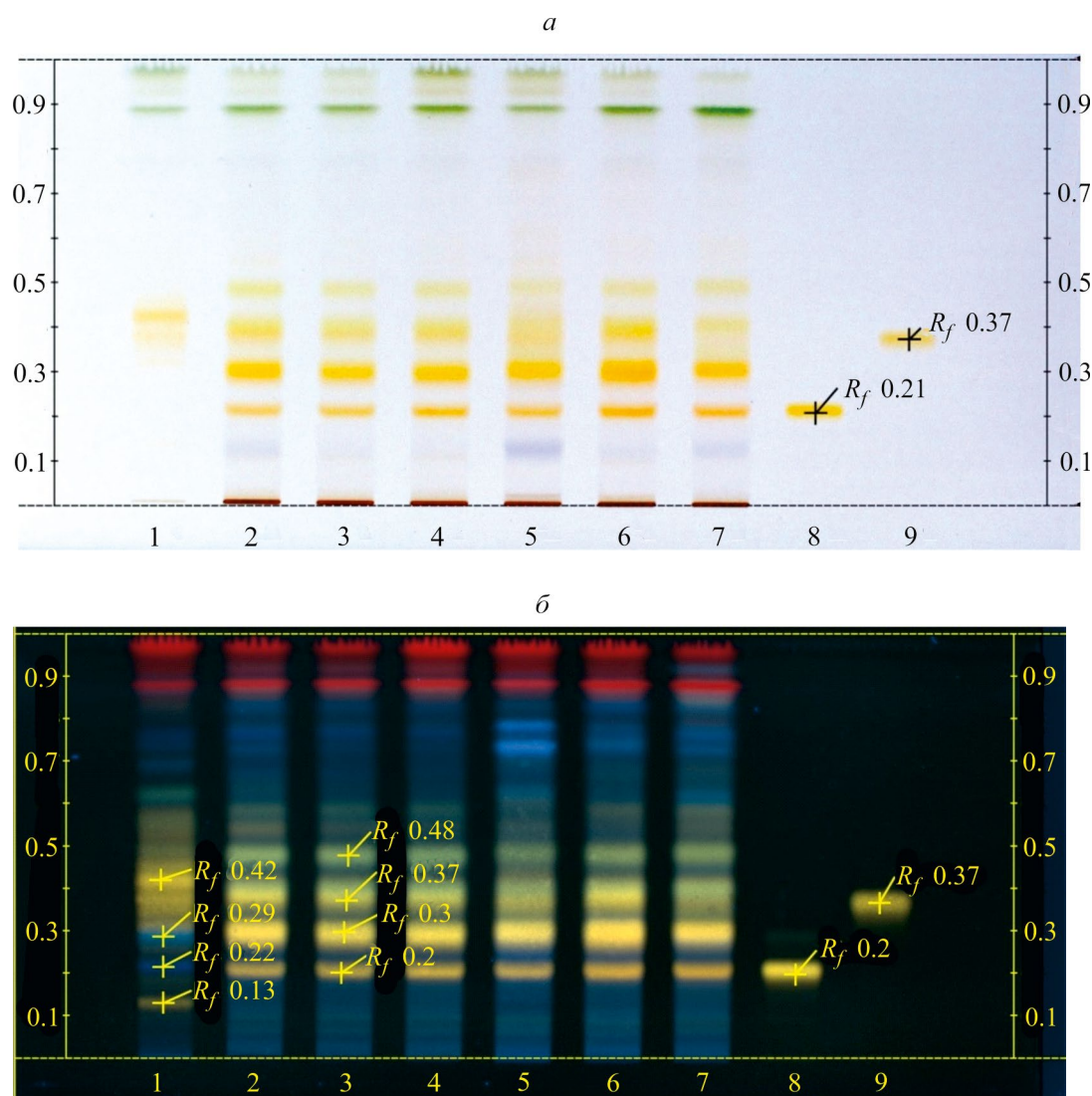


Рис. 3. Хроматограммы спирто-водных извлечений травы горца перечного и горца птичьего: *a* — детектирование в видимой области спектра; *б* — детектирование в УФ-спектре при 365 нм: 1 — трава горца перечного; 2–7 — трава горца птичьего; 8 — стандартный образец рутина, 0.5 мг·мл⁻¹, 9 — стандартный образец гиперозида, 0.5 мг·мл⁻¹.

R_f — отношение расстояния от центра пятна к расстоянию, пройденному растворителем.

спирто-водного извлечения травы горца перечного же характерна зона адсорбции с флуоресценцией сине-голубого цвета ($R_f = 0.22$, R_{st} по рутину = 1.1, по гиперозиду = 0.59) на уровне зоны адсорбции рутина, а также зона голубого цвета ($R_f = 0.29$, R_{st} по рутину = 1.45, по гиперозиду = 0.78) выше уровня зоны адсорбции рутина и коричневатого-желтого цвета ($R_f = 0.42$, R_{st} по рутину = 2.1, по гиперозиду = 1.13) выше уровня зоны адсорбции гиперозида.

Валидацию методики проводили по параметрам «специфичность» и «пригодность хроматографической системы». Специфичность методики оценивали по совпадению хроматографических профилей различных серий изучаемых ЛРП. Всего было проанализировано 6 серий. Критерием приемлемости являлось совпадение хроматографических профилей различных серий ЛРП и их соответствие указанному в методике. Хроматографические профили различных серий ЛРП совпали по основным зонам между собой и соответствовали описанию методики. Методика позволяет четко определять зоны в испытуемых сериях по цвету и расстоянию от линии старта относительно зоны адсорбции стандартных образцов.

Полученные данные можно использовать для идентификации каждого из видов растений в дополнение к определению внешних и микроскопических признаков.

Выводы

В рамках проведенных исследований предложено модифицировать методики определения основных групп БАВ (флавоноидов) в траве горца перечного и траве горца птичьего.

Предложено ввести следующие изменения в методику определения флавоноидов в траве горца перечного:¹

- заменить экстрагент с этилового спирта 90%, применяемого в соотношении 1:30, на этиловый спирт 96%, применяемый в соотношении 1:50;
- уменьшить длительность экстракции до 10 мин;
- использовать в качестве стандартного образца гиперозид вместо кверцетина.

Предложено ввести следующие изменения в методику определения флавоноидов в траве горца птичьего:²

— изменить соотношение экстрагент/сырье, применять экстрагент (этиловый спирт 70%) в соотношении 1:10 вместо 1:30;

— использовать сита с отверстиями 1 мм вместо 0.5 мм;

— уменьшить длительность экстракции до 10 мин;

— использовать стандартные образцы рутина и гиперозида вместо кверцетина.

Основным изменением является введение более селективного реактива для детектирования — 1% раствора дифенилборной кислоты аминоэтилового эфира в этиловом спирте 96% и 5% раствора полиэтиленгликоля в этиловом спирте 96%.

Модифицированная методика позволяет определять действующие вещества в ЛРС трава горца перечного и трава горца птичьего более селективно и может использоваться для идентификации каждого из видов растений в дополнение к определению макроскопических и микроскопических признаков измельченного ЛРС и ЛРП. Предложенные ТСХ-методики могут быть рекомендованы для включения в проекты фармакопейных статей ГФ РФ «Горца перечного трава» и «Горца птичьего (спырыша) трава».

Финансирование работы

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России № 056-00026-24-01 на проведение прикладных научных исследований (номер государственного учета НИР 124022300127-0).

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Информация о вкладе авторов

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: С. Д. Кахраманова — работа с источниками литературы, проведение эксперимента, работа с графическим материалом, написание текста рукописи, формулировка выводов; Е. П. Шефер — оценка полученных экспериментальных данных в части анализа травы горца перечного, участие в формулировании выводов; С. С. Прохвятилова — оценка полученных экспериментальных данных в части анализа травы горца птичьего, участие в формулировании выводов;

¹ ФС.2.5.0067.18 Горца перечного трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

² ФС.2.5.0069.18 Горца птичьего (спырыша) трава. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV изд. Т. 4. М.; 2018.

Н. П. Антонова — концепция работы, оценка полученных экспериментальных данных, участие в формулировании выводов, утверждение окончательной версии рукописи для публикации.

Информация об авторах

Кахраманова Сабина Джейхуновна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8160-7829>

Шефер Елена Павловна, канд. фарм. наук

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8389-4799>

Прохватилова Светлана Степановна, канд. фарм. наук

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3278-1994>

Антонова Наталья Петровна, канд. биол. наук

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7818-5303>

Список литературы

- [1] Пименова И. А., Гудкова А. А., Чистякова А. С. Количественное содержание суммы флавоноидов в некоторых представителях рода *Polygonum* L. // Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств. Материалы 7-й Междунар. науч.-метод. конф. «Фармобразование-2018». Воронеж; 2018. С. 287–90. <https://www.elibrary.ru/xohxhn>
- [2] Zhao T., Hua Y., Zhou Y., Xu H., Tian W., Luo Z., Huang B., Chen L., Fan L. Antioxidant activity of total flavonoids from *Persicaria hydropiper* (L.) Spach and their bacteriostatic effect on pathogenic bacteria of broiler origin // Processes. 2024. V. 12. N 3. ID 557. <https://doi.org/10.3390/pr12030557>
- [3] Nasir A., Khan M., Rehman Z., Khalil A. A. K., Farman S., Begum N., Irfan M., Sajjad W., Parveen Z. Evaluation of alpha-amylase inhibitory, antioxidant, and antimicrobial potential and phytochemical contents of *Polygonum hydropiper* L. // Plants. 2020. V. 9. N 7. ID 852. <https://doi.org/10.3390/plants9070852>
- [4] Жаркеева А. М., Шевченко А. С., Корулькин Д. Ю., Музычкина Р. А. Выделение полифлаванов из травы горца перечного для использования в фармацевтической промышленности // Вестн. Казах. нац. мед. ун-та. 2018. Т. 3. С. 241–243. <https://www.elibrary.ru/yvqqix>
- [5] Kong Y. D., Qi Y., Cui N., Zhang Z. H., Wei N., Wang C. F., Zeng Y. N., Sun Y. P., Kuang H. X., Wang Q. H. The traditional herb *Polygonum hydropiper* from China: A comprehensive review on phytochemistry, pharmacological activities and applications // Pharm. Biol. 2023. V. 61. N 1. P. 799–814. <https://doi.org/10.1080/13880209.2023.2208639>
- [6] Cai Y., Wu L., Lin X., Hu X., Wang L. Phenolic profiles and screening of potential α -glucosidase inhibitors from *Polygonum aviculare* L. leaves using ultrafiltration combined with HPLC-ESI-qTOF-MS/MS and molecular docking analysis // Indust. Crops. Prod. 2020. V. 154. ID 112673. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112673>
- [7] Yu Y., Liu G., Piao M., Lang M., Wang Y., Jin M., Li G., Zheng M. Chemical constituents of *Polygonum aviculare* L. and their chemotaxonomic significance // Biochem Syst Ecol. 2022. V. 105. ID 104529. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2022.104529>