

Обзоры

УДК 543.544/549.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ (ОБЗОР). СООБЩЕНИЕ 2

© Е.В. Компанцева¹, А.С. Саушкина^{2*}

¹ Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357531, Россия

² Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Россия, annasaushkina@list.ru

В последние годы приоритетным направлением изучения качественного состава гидроксикоричных кислот (ГКК) в растительном сырье стало использование высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Это обусловлено аналитическими достоинствами метода и возможностью расширить спектр одновременно определяемых характеристик объектов исследования за счет комплектации хроматографов для ВЭЖХ оборудованием с дополнительными функциями. Однако широкое внедрение методов ВЭЖХ лимитируется высокой стоимостью оборудования. К недостаткам также можно отнести необходимость предварительной пробоподготовки для отделения балластных веществ и увеличения концентрации исследуемых биологически активных соединений (БАС) при их низком содержании в растении.

Обзор содержит результаты изучения и систематизации использования метода ВЭЖХ с 2007 по 2022 г. включительно для установления состава ГКК в растительном сырье, произрастающем на территории Российской Федерации. Для исследования использован ретроспективный информационно-аналитический анализ источников отечественной научной литературы.

Ключевые слова: растительное сырье, гидроксикоричные кислоты, высокоэффективная жидкостная хроматография, Российская Федерация.

Для цитирования: Компанцева Е.В., Саушкина А.С. Использование метода высокоэффективной жидкостной хроматографии для идентификации гидроксикоричных кислот в растительном сырье (Обзор). Сообщение 2 // Химия растительного сырья. 2024. №3. С. 5–27. DOI: 10.14258/jcprm.20240312784.

Введение

В настоящее время приоритетным методом определения качественного состава ГКК в растительных объектах является ВЭЖХ из-за большей информативности, чем методы бумажной и тонкослойной хроматографии [1]. Другим достоинством этого метода является возможность оснащать хроматографы оборудованием с дополнительными функциями, позволяющими одновременно определять различные физико-химические характеристики и повышать достоверность и надежность идентификации ГКК, относящихся по современной классификации к фенилпропаноидам [2]. Однако широкое внедрение метода ВЭЖХ лимитируется высокой стоимостью оборудования. К недостаткам можно отнести и необходимость пробоподготовки для отделения балластных веществ и увеличения концентрации исследуемых БАС при их низком содержании в растении [1].

Цель данного сообщения – систематизация и обобщение результатов ретроспективного информационно-аналитического анализа 129 источников отечественной научной литературы за период с 2007 по 2022 г. включительно, в которых использован метод ВЭЖХ для выявления, идентификации и стандартизации ГКК в растениях, произрастающих на территории Российской Федерации.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Обсуждение результатов

Анализ приведенных в сообщении работ показал, что отечественные авторы для анализа ГКК в извлечениях из растительного сырья наиболее часто использовали высокоэффективные жидкостные хроматографы модели Gilston-305, Agilent Technologies (модель 1100) или Shimadzu LC 10 Prominance с соответствующей комплектацией [3–8]. Некоторые работы выполнены на российском оборудовании: высокоэффективных жидкостных хроматографах Милихром А-01 или А-02 [4, 5, 9]. Как правило, результаты исследований (расчеты и первичные данные) обработаны методами математической статистики с помощью компьютерных программ LC Solution, Мультихром для «Windows» и др. [4, 5, 9–12].

Способы извлечения ГКК из растительного сырья. БАС из исследуемых растительных объектов для последующего изучения методом ВЭЖХ экстрагировали с обратным холодильником однократно или двукратно при различных температурных режимах и длительности, используя в качестве экстрагента воду, метанол или этанол различной концентрации.

Так, при изучении розмариновой кислоты в прунелле обыкновенной (*Prunella vulgaris L.*) сем. *Lamiaceae*, произрастающей в горах Кавказа, БАС экстрагировали из воздушно-сухого сырья 50% спиртом этиловым (соотношение сырья и экстрагента 1 : 10) настаиванием в течение 10 суток при комнатной температуре [3].

Для извлечения ГКК из синеголовника кавказского (*Eryngium caucasicum Trautv.*) и синеголовника плосколистного (*Eryngium planum L.*) сем. *Apiaceae* сырье экстрагировали спиртом этиловым 50% с обратным холодильником при нагревании на водяной бане в течение 1 часа, охлаждали до комнатной температуры и фильтровали [13].

Однократной экстракцией спиртом этиловым 50% в течение 1 часа на кипящей водяной бане извлекали сумму фенольных соединений из травы черноголовки ланцетной (*Prunella laciniata (L.)*) и черноголовки крупноцветковой (*Prunella grandiflora (L.) Turra* (*Lamiaceae*)) при соотношении сырье/экстрагент 1 : 6 [14].

БАС из травы короставника полевого (*Knautia arvensis L. Coult.*) (*Caprifoliaceae*) (соотношение сырье/экстрагент 1 : 20) [7] и травы нескольких видов рода *Monarda* (*Lamiaceae*) (соотношение сырье/экстрагент 1 : 40) экстрагировали 70% спиртом этиловым [15].

Сумму ГКК из травы лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus (L.)* (*Fabaceae*)) авторы извлекали спиртом этиловым 40% однократной экстракцией на водяной бане при температуре 80°C при соотношении сырье/экстрагент 1 : 10 [12].

Выбор условий разделения ГКК методом ВЭЖХ. Для разделения компонентов любой смеси хроматографическими методами ключевым моментом является подбор условий анализа, в частности, неподвижной (НФ) и подвижной (ПФ) фаз. Обычно ПФ, используемые при ВЭЖХ-анализе фенольных соединений, состоят из водных растворов уксусной, муравьиной или ортофосфорной кислот, а также метанола или ацетонитрила. Это обусловлено тем, что удерживание фенольных соединений на сорбente зависит от степени протонированности молекулы, а, следовательно, от pH и ионной силы подвижной фазы. В изученных работах для разделения БАС в извлечениях из растительного сырья методом ВЭЖХ использованы два режима элюирования: с постоянным составом ПФ и градиентный – с переменным составом ПФ.

Для идентификации ГКК во всех изученных научных публикациях использовался спектрофотометрический детектор. Известно, что для детектирования различных БАС, в том числе и всех классов фенольных соединений, нет определенной идеальной длины волны. ГКК имеют, как правило, один максимум поглощения в области 330 нм [16]. Этим объясняется небольшой диапазон длин волн при детектировании ГКК в изученных работах.

Ниже в качестве примеров приведены некоторые ВЭЖХ-методики анализа, использованные российскими исследователями.

Фенольные соединения и эндистероиды растений семейства *Caryophyllaceae* ушанки мелкоцветковой (смолёвочка днепровская (*Silene (Otites) parviflora (borysthenicus)* Ehrh.) и волдырника японского (*Cucubalus japonicus* (Miq.) Worosch.) и фенолкарбоновые кислоты надземной части фиалки двухцветковой (*Viola biflora L.* (*Violaceae*)) разделены при комнатной температуре на НФ Platinum EPS C18 100 с размером частиц 5 мкм. ПФ служила смесь: метанол-вода-фосфорная кислота концентрированная (400 : 600 : 5). Сравнением времени удерживания со стандартными образцами (СО) в растениях идентифицирована хлорогеновая кислота [10, 11].

Такая же ПФ [10] использована для разделения ГКК в извлечениях из травы короставника полевого (*Knautia arvensis* L. (*Dipsacaceae*)). Изоферуловая, кофейная, кумаровая, неохлорогеновая, розмариновая и хлорогеновая кислоты идентифицированы сравнением времени удерживания со СО [7].

В побегах ивы трехтычинковой (*Salix triandra* L. (*Salicaceae*)) методом ВЭЖХ в аналогичных условиях [10] обнаружены следующие ГКК с относительным содержанием: хлорогеновая (1.4–4.6%), неохлорогеновая (3.9–8.1%), цикориевая (1.3–1.8%), коричная (0.03–6.7%) и феруловая (0.71–3.6%) [17].

Кофейная и феруловая кислоты календулы аптечной (*Calendula officinalis* L. (*Asteraceae*)) и шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L. (*Lamiaceae*)) разделены с помощью ПФ: ацетонитрил – фосфатный буферный раствор с pH 1.80 на колонке Zorbax SB C18 5 мкм 150×1.1 мм обращенно-фазовым вариантом ВЭЖХ с УФ-детектированием в диапазоне 190–390 нм [8].

Кофейная, хлорогеновая и розмариновая кислоты идентифицированы в надземной массе прунеллы обыкновенной (черноголовка обыкновенная) (*Prunella vulgaris* L. (*Brunellaceae*)) по времени удерживания СО после разделения в градиентном режиме на октадецилсилильном сорбенте ZORBAX-SB C-18 (НФ). Состав элюирующих смесей: ПФ А – 0.1% ортофосфорная кислота; 0.3% тетрагидрофуран; 0.018% триэтиламин; ПФ Б – метанол [3].

Состав ГКК травы крапивы жгучей (*Urtica dioica* L. (*Urticaceae*)) (кумаровая кислота), столбиков с рыльцами кукурузы сахарной (*Zea mays* L. (*Poaceae*)) (кофейная, феруловая, хлорогеновая кислоты), листьев осины (*Populus tremula* L. (*Salicaceae*)) (коричная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая кислоты) и листьев лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L. (*Fabaceae*)) (коричная, кофейная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая кислоты) идентифицированы сравнением времени удерживания СО и УФ-спектров после разделения в градиентном режиме на НФ Prontosil 110-5-C18 AQ. В качестве ПФ А использован трифторуксусной кислоты раствор 0.01%; ПФ Б – ацетонитрил 100%. Концентрация элюента Б изменялась от 5 до 55% при расходе 3000 мкл элюента А [5, 9, 18].

Методом ВЭЖХ при использовании ПФ состава – (смесь 4M раствора лития хлората и 0.1M раствора кислоты хлорной) : H₂O (5 : 95) в экстрактах из листьев культивируемого в Западной Сибири лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L. (*Fabaceae*)) обнаружены кофейная, *n*-кумаровая, феруловая, хлорогеновая и неохлорогеновая кислоты [12].

Приведенные примеры показывают, что метод ВЭЖХ позволяет, как правило, обнаруживать ГКК без предварительной тщательной очистки экстрактов растительных объектов. Это особенно важно в связи с тем, что ГКК в растениях чаще всего образуют сложные эфиры с органическими кислотами. Отсутствие СО этих эфиров и их изомерных форм обусловливало необходимость предварительно гидролизовать эфиры, что значительно усложняло и удлиняло анализ. Следует отметить, что в последние годы значительно увеличился ассортимент образцов сравнения ГКК, что повысило надежность результатов исследований.

Существенно облегчают идентификацию БАС растительного происхождения химико-аналитические библиотеки стандартных хроматограмм, записанных в соответствующих условиях. Например, справочник Clarke's Analysis of Drugs and Poisons содержит более 15 хроматографических систем для ВЭЖХ с указанием коэффициентов емкости, определенных в нескольких доступных хроматографических системах при использовании разных колонок или систем растворителей. Однако из БАС растительного сырья этот справочник содержит сведения только о наркотических веществах (каннабиоиды, кокаин, опиаты), сердечных гликозидах и некоторых алкалоидах [19]. В связи с этим Д.В. Моисеев рассчитал коэффициенты емкости кофейной, хлорогеновой, пара-кумаровой, орто-кумаровой, феруловой и синаповой кислот и предложил использовать их для предварительной идентификации ГКК в растительных объектах [20].

В траве растений рода Сассюрея (*Saussurea*) семейства Asteraceae: С. даурской (*S. Daurica* Adams); С. мелкоцветковой (*S. Parviflora* (Poir.) DC); С. иволистной (*S. Salicifolia* DC); С. широколистной (*S. Latifolia* Ledeb.) методом ВЭЖХ установлено содержание хлорогеновой кислоты. В С. спорной (*S. controversa* DC) и С. Фролова (*S. Frolovii* Ledeb.) идентифицированы кофейная, феруловая, хлорогеновая кислоты; в С. горькой (*S. Amara* (L.) – коричная, изокоричная, кумаровая, изокумаровая, феруловая, хлорогеновая кислоты [21].

Методом ВЭЖХ изучен состав ГКК растений рода Спирея семейства Rosaceae. Листья Спиреи даурской (*Spiraea dahurica* (Rupr.) Maxim), С. низкой (*S. humilis* Pojark.), С. пушистой (*S. pubescens* Turcz.), С. уссурийской (*S. ussuriensis* subsp. *elegans* (Pojark.) V. Jakubov) содержат феруловую кислоту. По 2 ГКК (коричную и кумаровую) содержат листья С. извилистой (*S. flexuosa* Fisch. ex Cambess.), С. средней (*S. media*

var. media Franz Schmidt.), С. уссурийской (*S. ussuriensis* subsp. *ussuriensis* Pojark.). По 3 ГКК (коричную, кумаровую, хлорогеновую) содержат листья С. Бовера (*S. beauverdiana* Schneid.), С. березолистной (*S. betulifolia* Pall.) [22], С. средней (*S. media* var. *sericea* (Turcz.) Regel) [23]; кофейную, кумаровую и хлорогеновую – С. Шлотгауэра (*S. schlothauerae*) [24]; кофейную, кумаровую, феруловую – С. иволистной (*S. salicifolia* L.) [25]. По 4 ГКК (коричная, кофейная, кумаровая и хлорогеновая) обнаружено в цветках и листьях С. бальджуанской (*Tavolga baldjusuanica* B. Fedtsch.) [25, 26].

Наряду с выявлением ассортимента кислот некоторыми авторами методом ВЭЖХ определено относительное количественное содержание каждой ГКК в сумме фенольных соединений, выделенных из растительного сырья.

В таблице 1 приведен пример изучения суммарного содержания ГКК в надземной части и корнях некоторых растений рода очанки (*Euphrasia* (*Scrophulariaceae* Juss.) после разделения ПФ: метанол – вода – фосфорная кислота концентрированная (400 : 600 : 5) [27].

Во всех исследованных видах очанки, произрастающих в Пермском крае, методом ВЭЖХ установлено доминирующее содержание хлорогеновой кислоты [27]. В очанке гребенчатой (*Euphrasia pectinata* Ten.), произрастающей в Иркутской области, наряду с хлорогеновой, феруловой и кофейной (преобладает) кислотами обнаружена и кумаровая кислота [28]. Аналогичные исследования были проведены разными авторами и для других видов растений, в том числе и лекарственных (табл. 2).

Таблица 1. Относительное содержание ГКК (%) в траве некоторых видов рода очанка *Euphrasia* (определен методом ВЭЖХ)

| Вид растения | ГКК, % | | | |
|--|--------------|-----------|----------|-----------|
| | хлорогеновая | феруловая | кофейная | кумаровая |
| O. коротковолосистая (<i>Euphrasia brevipila</i> Burnat & Greml.) | 32.0 | 5.0 | 3.8 | – |
| O. мелкоцветковая (<i>Euphrasia parviflora</i> Schag.) | 47.0 | 1.8 | – | – |
| O. Рейтера (<i>Euphrasia × reuteri</i> Wetst.) | 38.0 | – | – | – |
| O. лекарственная (<i>Euphrasia officinalis</i> L.) | 32.0 | 17 | – | – |
| O. прямая (<i>Euphrasia stricta</i> D. Wolff ex J.F. Jehm.) | 28.0 | 4.5 | 3.4 | – |
| O. Мурбека (<i>Euphrasia × murbeckii</i> Wetst.) | 26.0 | 5.9 | 3.4 | – |
| O. татарская (<i>Euphrasia × murbeckii</i> Wetst.) | 20.0 | 20.0 | 3.6 | – |
| O. гребенчатая (<i>Euphrasia pectinata</i> Ten.) | 3.1 | 4.5 | 8.4 | 3.9 |

Таблица 2. Относительное содержание (%) ГКК в некоторых видах растений, определенное методом ВЭЖХ

| Наименование растения | Сырье | ГКК, % | | | | | | | | Литература |
|--|-------|--------|----------|----------|-----------|-----------|--------------|------------|--------------|------------|
| | | Сумма | коричная | кофейная | кумаровая | феруловая | хлорогеновая | цикориевая | розмариновая | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Семейство Астровые (<i>Asteraceae</i>) или Сложноцветные (<i>Compositae</i>) | | | | | | | | | | |
| Арника облиственная (<i>Arnica foliosa</i> Nutt) | Трава | 15.7 | | | | 7.5 | 2.7 | 5.5 | | [29] |
| Золотарник кавказский (<i>Solidago caucasica</i> Kem.-Nath.) | Трава | 10.9 | | 6.3 | | | 2.2 | 2.4 | | [30] |
| Золотарник даурский (<i>Solidago daurica</i> Kem.-Nath.) | Трава | 14.7 | | 9.0 | | 0.9 | 4.8 | | | [31] |
| Козлобородник восточный (<i>Tragopogon orientalis</i> L.) | Трава | 20.7 | 0.4 | 1.9 | 7.8 | 10.6 | | | | [32] |
| Козлобородник луговой (<i>Tragopogon pratensis</i> Scop) | Трава | 14.2 | | 6.8 | | 7.4 | | | | [32] |
| Кульбаба шершаволосистая (<i>Leontodon hispidus</i> L.) | Трава | 2.414 | | 0.01 | 0.004 | 0.003 | 2.4 | | 0.013 | [33] |
| Кульбаба осенняя (<i>Scorzoneroides (Leontodon) autumnalis</i> L.) | Трава | 2.614 | | 0.01 | 0.004 | 0.003 | 2.6 | | 0.013 | [34] |
| Пиретрум (пижма) девичий (<i>Tanacetum parthenium</i>) | Трава | 30.81 | 0.21 | 12.3 | | | 10.2 | 8.1 | | [35] |

Продолжение таблицы 2

| <i>I</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> |
|---|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Подсолнечник однолетний (<i>Helianthus annuus L.</i>) | Листья | 86.1 | | 23.4 | 15.1 | 1.4 | 46.2 | | | [36] |
| Полынь клейковатая (<i>Artemisia subviscosa Turcz. ex Bess.</i>) | Трава | 0.412 | | 0.012 | | | 0.40 | | | [37] |
| Полынь сантолинолистная (<i>Artemisia santolinifolia Turcz. ex Bess</i>) | Трава | 0.45 | | | | | 0.45 | | | [37] |
| Серпуха пятилистная (<i>Serratula quinquefolia Bied. Ex Willd.</i>) | Трава | 21.7 | | 4.9 | | 3.1 | 5.4 | 8.3 | | [38] |
| Семейство Бурачниковые (<i>Boraginaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Бурачник лекарственный (<i>Borago officinalis L.</i>) | трава | 32.2 | | | | 32.2 | | | | [39] |
| Семейство Вересковые (<i>Ericaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Багульник стелющийся (<i>Ledum decumbens</i>) | побеги | 23.9 | | 5.7 | | | 18.2 | | | [40] |
| Брусника обыкновенная (<i>Vaccinium vitis-idaea L.</i>) | плоды | 396.6* | 13.6 | 119.0 | 24.0 | 240.0 | | | | [41, 42] |
| Грушанка крупнолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i>) | листья | 0.22 | 0.05 | | | 0.03 | | 0.14 | | [43–45] |
| Клюква болотная (<i>Oxycoccus quadripetalus Gilib</i>) | плоды | 571.2* | | 4.3 | 30.0 | 3.9 | 533.0 | | | [41] |
| Ортилия однобокая (<i>Orthilia secunda</i>) | трава | 7.02 | | 7.02 | | | | | | [43] |
| Хамедафна прицветничковая (<i>Chamaedaphna calyculata</i>) | цветки | 29.7 | 3.5 | | 17.5 | 7.9 | 0.8 | | | [46] |
| Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus L.</i>) | плоды | 476.7* | | 4.7 | 130.0 | | 342.0 | | | [41, 47] |
| Семейство Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Икотник серый (<i>Berberis incana</i>) | трава | 24.9 | | 1.7 | | 2.1 | 21.1 | | | [48] |
| Семейство Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae Juss.</i>) | | | | | | | | | | |
| Ясколка полевая (<i>Cerastium arvense L.</i>) | трава | 22.3 | 0.8 | 2.7 | 3.4 | 3.7 | 6.1 | 5.6 | | [49] |
| Семейство Зонтичные (<i>Umbelliferae</i>) или Сельдерейные (<i>Apiaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Дудник обыкновенный (<i>Angelica archangelica L.</i>) | Корневище с корнями | 4.5 | | | | 2.5 | 1.3 | 0.7 | | [50] |
| Любисток лекарственный (<i>Levisticum officinale L.</i>) | корни | 3.7 | | 1.2 | | 2.5 | | | | [51] |
| Семейство Имбирные (<i>Zingiberaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Куркума длинная (<i>Curcuma longa</i>) | корневище | 29.4 | | 17.9 | | 3.3 | 8.2 | | | [5] |
| Семейство Кипрейные (<i>Onagraceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Энотера двухлетняя (<i>Oenothera biennis</i>) | трава | 10.52 | | 4.2 | | 0.22 | 2.2 | 3.9 | | [39] |
| Семейство Крапивные (<i>Urticaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Крапива коноплевая (<i>Urtica cannabina</i>) | трава | 38.7 | | 2.7 | | | 34.2 | 1.8 | | [52, 53] |
| Семейство Лютиковые (<i>Ranunculaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Морозник абхазский (<i>Helleborus orientalis subsp. <i>Abchasicus</i> (A. Braun)</i>) | трава | 1.83 | | 1.6 | | | | 0.23 | | [39] |
| Морозник кавказский (<i>Helleborus caucasicus A. Br.</i>) | трава | 3.2 | | | | | 1.7 | 1.5 | | [39] |
| Семейство Мареновые (<i>Rubiaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine L.</i>) | трава | 4.6 | | 0.7 | | 0.8 | 1.9 | 1.2 | | [54] |
| Семейство Пасленовые (<i>Solanaceae Juss.</i>) | | | | | | | | | | |
| Дереза русская (<i>Lycium ruthenicum murr, Black Goji</i>) | плоды | 5.95 | | 0.28 | | 0.17 | 5.5 | | | [55] |
| Семейство Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Вероника австрийская (<i>Veronica austriaca</i>) | трава | 13.9 | | 2.5 | 2.3 | 0.8 | 3.2 | 5.1 | | [56] |
| Семейство Розовые (<i>Rosaceae</i>) | | | | | | | | | | |
| Волжанка обыкновенная (двудомная) (<i>Aruncus dioicus</i>) | трава | 17.5 | | 7.5 | | | 10.0 | | | [57] |
| Крыжовник отклоненный (<i>Grossularia reclinata (L.) Mill</i>) | листья | 18.2 | | 6.6 | | 1.3 | 4.3 | 6.0 | | [58] |

Окончание таблицы 2

| <i>I</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> |
|---|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Курильский чай (<i>Pentaphylloides fruticosa L.</i>) | трава | | | | | | 18.0 | | | [59] |
| Лабазник вязолистный (<i>Filipendula ulmaria (L.) Maxim. s. l.</i>) | трава | 11.7 | | | | | 7.7 | 4.0 | | [60] |
| Лабазник обыкновенный (<i>Filipendula vulgaris Moench (F. hexapetala Gilib.)</i> | трава | 15.1 | | | | 1.3 | 9.6 | 4.2 | | [60] |
| Лапчатка прямостоячая (<i>Potentilla erecta</i>) | Корневище с корнями | 9.1 | | | | | 6.6 | 2.5 | | [32] |
| Мушмула германская (<i>Mespilus germanica</i>) | листья | 25.2 | | | | 1.0 | 24.2 | | | [61] |
| Рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i>) | цветки | 16.6 | 0.6 | | | 7.0 | | 9.0 | | [62] |
| Репешок обыкновенный (<i>Agrimonia eupatoria</i>) | трава | 31.0 | | 4.0 | 27.0 | | | | | [63] |
| Хондрилла ситниковидная (<i>Chondrilla juncea L.</i>) | трава | 17.7 | 2.7 | | | 2.5 | 7.1 | 5.4 | | [64] |
| Черноголовник многобрачный (<i>Foterium polygamum Waldst. & Kit.</i>) | трава | | | 1.7 | | | 1.0 | 0.74 | | [65] |
| Белокурдrenник черный (<i>Ballota nigra L.</i>) | трава | 26.6 | 2.3 | | | 12.2 | 3.3 | 8.8 | | [66] |
| Белокурдrenник черный (<i>Ballota nigra L.</i>) | трава | 12.8* | | | | 10.5 | 2.3 | | | [67] |
| Розмарин лекарственный (обыкновенный) (<i>Rosmarinus officinalis</i>) | листья | 20.6 | | 6.1 | | 2.3 | 5.2 | | 7.0 | [68] |
| Розмарин лекарственный (обыкновенный) (<i>Rosmarinus officinalis</i>) | побеги | 18.7 | | 9.1 | | 2.4 | 3.0 | | 4.2 | [69] |
| Шалфей гормивовий (<i>Salvia horminum L.</i>) | трава | | | | 0.83 | 0.39 | | | | [70] |
| Шалфей мутовчатый (<i>Salvia verticillata L.</i>) | трава | 45.0 | | 6.5 | | 11.6 | 3.7 | 2.9 | 20.3 | [71] |

Семейство Страстоцветные (*Passifloraceae*)

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|--|------|------|--|--|------|--|------|
| Пассифлора мясокрасная (<i>Passiflora incarnata L.</i>) | трава | 95.4 | | 16.0 | 22.6 | | | 56.8 | | [72] |
|---|-------|------|--|------|------|--|--|------|--|------|

Семейство Тутовые (*Moraceae*)

| | | | | | | | | | | |
|---|--------|------|--|-----|--|--|------|--|--|------|
| Шелковица черная (<i>Morus nigra</i>) | листья | 18.2 | | 3.7 | | | 15.2 | | | [58] |
|---|--------|------|--|-----|--|--|------|--|--|------|

Семейство Тыквенные (*Cucurbitaceae*)

| | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-------|------|------|--|------|--|------|--|------|
| Тыква обыкновенная (<i>Cucurbita pepo L.</i>) | плод (мякоть) | 58.22 | 6.88 | 1.94 | | 31.2 | | 18.2 | | [73] |
|---|---------------|-------|------|------|--|------|--|------|--|------|

Семейство Фиалковые (*Violaceae*)

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------|------|--|------|--|-----|------|------|--|------|
| Фиалка двухцветковая (<i>Viola biflora</i>) | трава | 40.1 | | 16.6 | | | 12.8 | 10.7 | | [11] |
| Фиалка Лангсдорфа (<i>Viola langsdorffii Fischer ex Ging.</i>) | корневище | 19.0 | | 2.0 | | 5.0 | 10.0 | 2.0 | | [74] |
| Фиалка Патрэна (<i>Viola patrinii</i>) | трава | 25.0 | | 8.8 | | 3.7 | 3.7 | 8.8 | | [75] |
| Фиалка сахалинская (<i>Viola sacchalinensis</i>) | трава | 34.3 | | 14.7 | | | | 19.6 | | [76] |

Семейство Яснотковые (*Lamiaceae*) или Губоцветные (*Labiateae*)

| | | | | | | | | | | |
|--|-------|-----|--|-----|--|--|--|--|--|------|
| Будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea L.</i>) | трава | 4.8 | | 4.8 | | | | | | [77] |
|--|-------|-----|--|-----|--|--|--|--|--|------|

Примечание: * – содержание в мг в 100 г экстракта.

В таблицах 1–2 приведены сведения об относительном процентном содержании ГКК в сумме пиков всех БАС на хроматограммах извлечений из надземной части (листья или трава) 58 исследуемых видов растений, принадлежащих к 20 различным семействам. Как исключение приведены данные о содержании ГКК в цветках хамедафны прицветничковой и рябины обыкновенной, а также плодах дерезы русской и тыквы обыкновенной, побегах багульника стелющегося, ивы трехтычинковой и розмарина лекарственного. Из подземной части растений были использованы только корни фиалки Лангсдорфа, любистока лекарственного, куркумы длинной и корневища с корнями лапчатки прямостоячей и дудника обыкновенного.

Ассортимент ГКК, найденных в исследованных растениях, включает в основном от 2 до 4 наименований: по две ГКК обнаружены в 14 видах растений, по 3 – в 15 растениях, по 4 – в 19 растениях. Только одна ГКК найдена в курильском чае и бурачнике лекарственном. Пять ГКК найдено в веронике австрийской, короставнике полевом, кульбабе осенней, кульбабе шершаволистной, шалфее мутовчатом и 6 – в ясколке полевой.

Из 138 наименований изученных растений в 20 была обнаружена розмариновая кислота, причем ее наибольшее относительное содержание установлено в траве шалфея мутовчатого (20%). В 20 различных видах растений были найдены коричная кислота и в 48 растениях – кумаровая. Максимальное относитель-

ное содержание в изученном растительном сырье приходится на цикориевую, кофейную, феруловую и хлорогеновую кислоты, которые найдены в 32, 39, 38 и 46 видах растений соответственно. В сумме БАС наибольшее содержание хлорогеновой кислоты установлено в листьях подсолнечника (до 46%); кофейной кислоты – в траве будры плющевидной (36%); кислоты феруловой – в траве бурачника лекарственного (до 32%); кумаровой кислоты – в траве репешка обыкновенного (до 27%) и цикориевой кислоты (до 20%) – в траве фиалки сахалинской и плодах тыквы.

Если говорить о сумме ГКК, то до 10% содержат 13 видов изученных растений; от 10 до 20% – 19 видов; от 20 до 50% – 17 видов. Только 3 исследуемых растения содержат следы ГКК (до 1% от всей суммы БАС).

Наибольшее относительное содержание суммы ГКК отмечено в листьях подсолнечника однолетнего (86%), траве будры плющевидной (69%), плодах тыквы обыкновенной (58%) и траве фиалки сахалинской (53%). Это свидетельствует о перспективности использования этих растений в качестве источников сырья с высоким содержанием ГКК.

Некоторые авторы для предварительного определения содержания ГКК в извлечениях из исследуемых растительных объектов использовали методы ТСХ или БХ. При получении положительных результатов ТСХ или БХ затем ГКК разделяли методом ВЭЖХ.

Так, при исследовании качественного состава ГКК лядвенца рогатого (сорт «Солнышко», Томская область) после хроматографирования экстракта на бумаге FN-6, FN-12 (Germany) в системе 5% раствора натрия гидрокарбоната идентифицированы кофейная, п-кумаровая и феруловая кислоты при облучении в УФ-свете при длине волн 365 нм. Затем методом ВЭЖХ был подтвержден и уточнен качественный состав ГКК экстракта [12].

Сочетанием методов БХ и ВЭЖХ обнаружены розмариновая (преобладает), кофейная, п-кумаровая, феруловая, изоферуловая кислоты в тимьяне ползучем (*Thymus serpyllum* L.), т. двуликом (*T. dimorphus* Klok. et Shost.), т. Маршалла (*T. Marshallianus* Wild.), т. блошином (*T. pullegioides* L.), т. Черняева (*T. Czernjajevii* Klok. et Shost. (*Lamiaceae*). Те же кислоты, кроме п-кумаровой, найдены в т. Палласа (*T. Pallasianus* H. Braun) и т. меловом (*Thymus calcareous* Klokov & Des.-Shost.) [78].

Для изучения ГКК плоды рябины приземистой (мушмоловой) (*Sorbus chamaemespilus*); Р. повислой (*S. aucuparia* f. *Pendula*); Р. сибирской (*S. sibirica* Hedl.); (*S. aucuparia* subsp. *sibirica* (Hedl.) Kryl.; Р. обыкновенной (*S. aucuparia* (*Rosaceae*) собирали после заморозков. Предварительно методом ТСХ устанавливали наличие ГКК в извлечениях из сырья на силикагелевых пластинах «Сорб菲尔» с алюминиевой подложкой в элюентах на основе петролейного эфира или *n*-гексана с добавками ацетона. Для дальнейшего изучения методом ВЭЖХ экстрагировали ГКК из растертых с песком свежих плодов рябины смесью ацетонитрила и ледяной уксусной кислоты (10 : 1), центрифугировали, отгоняли растворитель. Сухой остаток растворяли в элюенте (10% ацетонитрил, 0,5% уксусная кислота) и разделяли ГКК методом обращенно-фазовой ВЭЖХ на колонке Кромасил-100-C18 5 мкм с ПФ «ацетонитрил – ацетон». Подтверждено наличие в плодах 3- и 5-кофеоилхинных кислот и предположительно 4-кофеоилхинной кислоты. Во всех исследованных образцах основным изомером была 5-кофеоилхинная кислота: 50–65% от суммы хлорогеновых кислот. Доля 4-кофеоилхинной кислоты составила от 4 до 7% от суммы изомеров [79].

Сочетанием методов ТСХ и ВЭЖХ изучены ГКК травы растений рода Монарда (*Lamiaceae*): М. трубчатая (*Monarda fistulosa*); М. двойчатая (*M. didyma* L.); М. лимонная (*M. citriodora* Cervantes ex Lag., Gen. sp. pl. 2. 1816); М. Рассела (*M. russeliana* Nutt.); М. гиридная (*M. x hybrida*). Во всех исследованных растениях обнаружена хлорогеновая кислота [15].

В таблицах 2–5 нами обобщены сведения литературы по изучению и идентификации ГКК методами ВЭЖХ (табл. 2–3), сочетанием ВЭЖХ и БХ (табл. 4) и ВЭЖХ и ТСХ (табл. 5) в извлечениях из 138 растений 37 семейств, произрастающих на территории Российской Федерации. Указаны виды растительного сырья и обнаруженные ГКК.

Анализ данных таблиц 2–5 и сведений, приведенных в тексте обзора, показал, что для исследования в качестве сырья наиболее часто использованы надземные части растений: трава (91 объект), листья (30 объектов), плоды (11 объектов), в том числе свежие – 4 объекта. Значительно реже исследовались корни (7 объектов), корневища с корнями (3 объекта), цветки (4 объекта), побеги (3 объекта), кора (2 объекта) (табл. 3).

В семействе астровых (*Asteraceae*) изучено 22 вида растений, в том числе 3 вида золотарников и 2 вида полыни. В семействе розоцветных (*Rosaceae*) изучено 20 растений, в том числе 2 вида шалфеев. В семействе яснотковых (*Lamiaceae*) изучены 18 растений, в том числе по 3 вида тимьянов и черноголовок. В девяти семействах изучено от 10 растений (*Ericaceae*) до 3 растений (*Urticaceae*). По 1 или 2 вида растений изучено в остальных растениях 24 семейств (табл. 2–5).

Таблица 3. Идентификация ГКК в растениях некоторых семейств, произрастающих на территории Российской Федерации, методом ВЭЖХ

| Наименование растения | Сыре | коричная | кофейная | кумаровая | феруловая | синаповая | хлорогеновая | кафтаровая | цикориевая | розмариновая | Литература |
|---|--------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|------------|--------------|--------------|
| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Семейство Астровые (<i>Asteraceae</i>) или Сложноцветные (<i>Compositae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Бархатцы (<i>Tagetes signata</i> Bartl.) «Ветвистый» | трава | | + | | + | | | | | | [80] |
| Дурнишник игольчатый (<i>Xanthium spinosum</i>) | трава | | | | | | + | | | | [81] |
| Золотарник канадский (<i>Solidago canadensis</i> L.) | трава | | + | | + | | + | | + | | [82] |
| Наголоватка васильковая (<i>Jurinea cyanoides</i> (L.) Reichenb.) | трава | | + | | + | | ++ | | + | | [83] |
| Полынь Гмелина (<i>Artemisia gmelinii</i> Web. ex Stechm.). | трава | | + | | | | | | | | [84] |
| Полынь однолетняя (<i>Artemisia annua</i>) | трава | | + | | | | | | | | [85] |
| Череда поникшая (<i>Bidens cernua</i> L.) | трава | + | + | | + | | + | | + | | [86] |
| Эхинацея пурпурная (<i>Echinacea purpurea</i>) | трава | + | + | + | + | | + | + | + | | [87]* |
| Семейство Барбарисовые (<i>Berberidaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Барбарис обыкновённый (<i>Berberis vulgaris</i>) | плоды | | + | | | | + | | | | [88] |
| Барбарис темно-пурпуровый (<i>Berberis vulgaris</i> f. <i>atropurpurea</i> Regel) | плоды | | + | | + | | + | | | | [89] |
| Барбарис Регеля (<i>Berberis regeliana</i> Kochne) | плоды | | + | | + | | + | | | | [89] |
| Барбарис Тунберга (<i>Berberis thunbergii</i> DC) | плоды | | + | | + | | + | | | | [89] |
| Семейство Бобовые (<i>Fabaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Астрагал рыжий Степанцова (<i>Astragalus rytyensis</i> Stepantsova) | листья | | | | | | + | | | | [90] |
| Астрагал южносибирский (<i>Astragalus austrosibiricus</i> Schischk) | листья | | | | | | + | | | | [90] |
| Копеечник альпийский (<i>Hedysarum alpinum</i> L.) и галловая к-та | листья | | | | | | + | | | | [91] |
| Копеечник желтоватый (<i>Hedysarum flavescens</i> Regel et Schmalh.) | листья | | | | | | + | | | | [91] |
| Лядвенец рогатый (<i>Lótus corniculátus</i>) | трава | + | + | + | + | | ++ | | | | [12] |
| Софора японская (<i>Sophorae japonicae</i> L.) | плоды | + | + | + | + | | + | | | | [92] |
| Семейство валериановые (<i>Valerianaceae</i> Batsch.) | | | | | | | | | | | |
| Валериана сомнительная (<i>Valeriana dubia</i> Bunce (<i>V. turkestanica</i> Summ.)). | трава | | + | + | ++ | + | +++ | | | | [93] |
| Валериана волжская (<i>Valeriana volgensis</i> Kasakew.) | трава | | + | + | ++ | + | +++ | | | | [93] |
| Семейство Вересковые (<i>Ericaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Голубика болотная (<i>Vaccinium uliginosum</i> L.) | листья | | + | + | + | + | + | | | | [42] |
| Зимолюбка зонтичная (<i>Chimáphila umbelláta</i>) | листья | | + | | | + | + | | | | [42, 44]* |
| Толокнянка обыкновенная (<i>Arctostáphylos úva-úrsi</i>) | листья | | | | | | + | | | | [44] |
| Семейство Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i> Juss.) | | | | | | | | | | | |
| Водяной ревень японский (<i>Cucubalus japonicas</i> (Miq.)Worosch.) | трава | | | | | | + | | | | [10] |
| Горицвет кожистый (<i>Coronaria coriacea</i>) | * | | + | | + | | + | | | | [94] |
| Звездчатка вильчатая (<i>Stellaria dichotoma</i> L.) | * | | + | | + | | + | | | | [95] |
| Качим метельчатый (перекати-поле) (<i>Gypsóphila paniculáta</i>) | трава | | + | | + | | + | | | | [96] |
| Солнцесемянник карпатский (<i>Ixoca pusilla</i> (Waldst. Et Kit.) Sojak) | * | | + | | + | | | | + | | [97] |
| Ушанка мелкоцветковая (Otites parviflora Grossh.) | трава | | | | | | + | | | | [10] |

Продолжение таблицы 3

Окончание таблицы 3

| <i>I</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|
| Тимьян Талиева (<i>Thymus talijevii</i> Klok. Et Schost) | трава | | + | | | | | | | | [118] |
| Шалфей лекарственный (<i>Salvia officinalis</i> L.) | трава | | + | | + | | | | | | [8] |
| Шалфей мускатный (<i>Salvia sclarea</i> L.) | трава | | + | | + | | + | | + | + | [119] |

Таблица 4. Идентификация ГКК в растениях некоторых семейств, произрастающих на территории Российской Федерации, сочетанием методов БХ и ВЭЖХ

| Наименование растения | Сыре | коричная | кофейная | кумаровая | феруловая | синаповая | хлорогеновая | кафтаровая | цикориевая | розмариновая | Литература |
|---|------------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|------------|--------------|------------|
| Семейство Астровые (<i>Asteraceae</i>) или Сложноцветные (<i>Compositae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Девясило иволистный (<i>Inula salicina</i> L.) | трава | + | + | | + | | + | | + | + | [120] |
| Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i>) | трава | ** | + | | ** | | + | | | | [121] |
| Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i>) | корни | ** | + | | ** | | + | | | | [121] |
| Семейство Вересковые (<i>Ericaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>) | листья | + | + | | | | + | | | | [42, 47] |
| Семейство Ворсянковые (<i>Dipsacaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Скабиоза бледно-желтая (<i>Scabiosa ochroleuca</i>) | трава | | + | | + | | + | | + | | [122] |
| Скабиоза венечная (<i>Scabiosa comosa</i> Fisch. ex Roem et Schult. (<i>S. fischeri</i> DC.)) | листья цветки | | + | | + | | + | | | | [122] |
| Семейство Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Патриния скабиозолистная (<i>Patrinia scabiosifolia</i>) | листья цветки | | + | | + | | + | | | | [123] |
| Семейство Кипрейные (<i>Onagraceae</i>)* | | | | | | | | | | | |
| Хамерион узколистный (<i>Chamerion angustifolium</i> (L.) Holub.) | трава | | + | | + | | + | | | | [124] |
| Семейство Лавровые (<i>Lauraceae</i>)* | | | | | | | | | | | |
| Лавр благородный (<i>Laurus nobilis</i>) | листья | | + | + | ** | | | | ** | | [125]* |
| Семейство Розовые (<i>Rosaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Спирея иволистная (<i>Spiraea salicifolia</i> L.) | трава | | + | ** | + | | | | | | [26]* |
| Семейство Яснотковые (<i>Lamiaceae</i>) или Губоцветные (<i>Labiatae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Тимьян Маршалла (<i>Thymus marchalianii</i>) | трава | | + | + | + | | | | | + | [78] |
| Черноголовка крупноцветковая (<i>Prunella grandiflora</i>) | трава | | + | | | | | | | + | [3, 14] |
| Черноголовка ланцетная (<i>Prunella laciniata</i>) | трава | | + | | | | | | | + | [14] |
| Черноголовка обыкновенная (<i>Prunella vulgaris</i>) | трава | | + | | | | | | | + | [3, 14] |

Таблица 5. Идентификации ГКК в растениях некоторых семейств, произрастающих на территории Российской Федерации, сочетанием методов ТСХ и ВЭЖХ

| Наименование растения | Сыре | коричная | кофейная | кумаровая | феруловая | синаповая | хлорогеновая | кафтаровая | цикориевая | розмариновая | Литература |
|--|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|------------|--------------|------------|
| <i>I</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> | <i>12</i> |
| Семейство Астровые (<i>Asteraceae</i>) или Сложноцветные (<i>Compositae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i>) | Листья | ** | + | + | + | | + | | | | [128] |

Окончание таблицы 5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--|----------------------|---|---|----|-----|---|-----|---|----|----|----------|
| Семейство Вересковые (<i>Ericaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Черника обыкновенная (<i>Vaccinium myrtillus</i>) | листья | + | + | | | | + | | | | [42, 47] |
| Семейство Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i>) | плоды | + | + | | | | ++ | | | | [126] |
| Семейство Злаковые (<i>Gramineae</i>) или Мятликовые (<i>Poaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Кукуруза обыкновенная (<i>Zea mays</i>) | рыльца со столбиками | | + | | + | | ++* | | | | [5]* |
| Семейство Зонтичные (<i>Umbelliferae</i>) или Сельдерейные (<i>Apiaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Синеголовник кавказский (<i>Eryngium caucasicum</i> Trautv.) | трава | | + | | ++ | | + | | + | + | [13] |
| корни | | + | | ++ | | + | | + | + | + | |
| Семейство Кирказоновые (<i>Aristolochiaceae</i> Juss.) | | | | | | | | | | | |
| Кирказон ломоносовидный (<i>Aristolochia clematitis</i>) | трава | | + | + | | | + | | | | [127] |
| Семейство Маревые (<i>Chenopodiaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Солянка иберийская (<i>Salsola iberica</i> (Sennen&Pau) Botsch.) | трава | | + | | + | | + | | + | | [128] |
| Семейство Сосновые (<i>Pinaceae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i> L.) | хвоя | + | | + | + | | | | | | [129] |
| Семейство Яснотковые (<i>Lamiaceae</i>) или Губоцветные (<i>Labiatae</i>) | | | | | | | | | | | |
| Тимьян Маршалла (<i>Thymus marchalianii</i>) | трава | | + | + | + | | | | | + | [78] |
| Тимьян ползучий чабрец (<i>Thymus serpyllum</i>) | трава | | + | + | ++* | | ++* | | | + | [78] |

Заключение

В данном сообщении приведены, обобщены и систематизированы сведения отечественной научной литературы о результатах изучения и идентификации ГКК методами ВЭЖХ, а также сочетанием ВЭЖХ с БХ и ТСХ (табл. 1–5) за период с 2007 по 2022 гг.

Метод ВЭЖХ в сочетании с БХ использован для обнаружения ГКК в 14 видах растений, в сочетании с ТСХ – в 10 видах растений (табл. 4, 5). Использование только метода ВЭЖХ описано для исследования сырья 114 видов растений. Наиболее изучено содержание ГКК в видах растений, относящихся к роду тимьян и очанка. Проведенный анализ показал значительную вариативность распространения ГКК в изученном растительном сырье. Так, наиболее часто встречается хлорогеновая кислота. Немного меньше распространены кофейная и феруловая кислоты. Значительно реже встречаются кумаровая, цикориевая, коричневая и розмариновая кислоты. Менее всего в растениях распространены кафтаровая (эхинацея пурпурная трава, котовник кошачий трава, корни) и синаповая (валериана сомнительная, валериана волжская – трава; голубика болотная, зимолюбка зонтичная – листья; горец птичий – трава, листья) кислоты.

По нашему мнению, к перспективным источникам ГКК можно отнести растения, которые характеризуются не только разнообразием ГКК, но и высоким относительным содержанием в сумме других БАС (табл. 2). С этой точки зрения для получения лекарственных препаратов ГКК можно использовать культивируемые в нашей стране сельскохозяйственные растения, такие как подсолнечник однолетний (листья), тыква обыкновенная (плоды), дикорастущие и культивируемые растения: пиретрум девичий (трава), будра плющевидная (трава), куркума длинная (корневища), белокурденик чёрный (трава), мушмула германская (листья) и многие другие.

В то же время следует обратить внимание и на растения, приведенные в таблицах 3–5, для которых пока что авторами проведен в основном качественный анализ. Исследования количественного содержания ГКК в этих растениях вполне могут стать предпосылкой их более широкого использования в медицинской и фармацевтической практике.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Пятигорского медико-фармацевтического института и Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. 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. Марахова А.И. Физико-химический анализ фенольных соединений лекарственного растительного сырья // Фармация. 2009. №3. С. 52–55.
2. Куркин В.А. Фенилпропаноиды как важнейшая группа биологически активных соединений лекарственных растений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №12-7. С. 1338–1342.
3. Плугатарь Ю.В., Шевчук О.М., Логвиненко Л.А., Лейба В.Д., Палий И.Н. Содержание фенольных соединений в надземной массе *Prunella vulgaris* L. по градиенту высоты над уровнем моря // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 125. С. 42–46.
4. Орловская Т.В., Челомбитько В.А. Исследование фенольного комплекса корневищ куркумы длинной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2010. Вып. 65. С. 97–98.
5. Дворникова Л.Г., Турецкова В.Ф. Исследования по изучению влияния концентрации спирта этилового на извлечение фенолокислот из кукурузы столбиков с рыльцами // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2011. Вып. 66. С. 65–67.
6. Бабаян М.С., Челомбитько В.А. Исследование фенольного комплекса манжетки тринадцатилепестной (*Alchemilla tredicimibia Bus.*) – эндема флоры Северо-Западного Кавказа // Гаммермановские чтения – II: сборник научных трудов. СПб., 2011. С. 10–11.
7. Копытько Я.Ф., Даргаева Т.Д., Рендюк Т.Д. Состав травы короставника полевого (*Knautia arvensis* L.) // Химико-фармацевтический журнал. 2020. Т. 54, №7. С. 41–48. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-7-41-48.
8. Киселева Н.В., Верниковская Н.А., Милевская В.В. ВЭЖХ определение фенольных соединений календулы аптечной и шалфея лекарственного // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2011. Вып. 66. С. 110–111.
9. Федосеева Л.М., Кирьякова В.О. Изучение фенольных соединений крапивы жгучей травы, произрастающей на территории Алтайского края методом ВЭЖХ // Беликовские чтения – IV: сборник научных трудов. Пятигорск, 2015. С. 135–136.
10. Дармограй С.Н., Ерофеева Н.С., Парфенов А.А., Дармограй В.Н. Изучение эндистероидов и фенольных соединений травы ушанки мелкоцветковой и волдырника японского // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2013. Вып. 68. С. 45–46.
11. Мартынов А.М. Фенолкарбоновые кислоты надземной части фиалки двухцветковой // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 92–93.
12. Шплис О.Н., Коломиец Н.Э., Абрамец Н.Ю., Каракчиева Н.И., Бондарчук Р.А., Жалнина Л.В. Фенольные соединения лядвенца рогатого, культивируемого в Западной Сибири // Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства – II: сборник научных трудов. М., 2019. С. 228–232.
13. Щербакова Е.А., Коновалов Д.А. Исследование фенольного состава некоторых видов синеголовника, произрастающих на Кавказе // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты – X: сборник научных трудов. М., 2018. С. 405–408.
14. Шамилов А.А., Попова Н.В., Ивашев М.Н. Поиск источников розмариновой кислоты во флоре Северного Кавказа // Современные проблемы науки и образования. 2014. №4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14138>.
15. Красюк Е.В., Пупыкина К.А., Анищенко И.Е. Характеристика фенольных соединений видов монарды, интродуцированных в Республике Башкортостан // Башкирский химический журнал. 2015. Т. 22, №3. С. 79–83.
16. Блажей А., Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения. М., 1997. 240 с.
17. Санникова Е.Г., Попова О.И., Компанцева Е.В., Фролова О.О. Изучение фенолкарбоновых кислот побегов ивы трехтычинковой, произрастающей на Северном Кавказе // Фармация и фармакология. 2015. №2(9). С. 13–17.

18. Турацкова В.Ф., Лобанова И.Ю. Изучение состава фенолокислот листьев осины обыкновенной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2010. Вып. 65. С. 132–133.
19. Galichet L.Y., Watts Jo. Clarke's Analysis of Drugs and Poisons in pharmaceuticals, body fluids and postmortem material: Fourth Edition. London, 2011. 2473 p.
20. Моисеев Д.В. Определение фенольных кислот в растениях методом ВЭЖХ // Химия растительного сырья. 2014. №3. С. 171–174.
21. Авдеева Е.Ю., Зибарева Л.Н., Кастрюрова Е.А., Решетов Я.Е., Шурупова М.Н., Белоусов М.В. Компонентный состав фенольных соединений семи видов *Saussurea* // Химия растительного сырья. 2018. №4. С. 197–204.
22. Костикова В.А., Полякова Т.А., Костиков Д.К. Фенольные соединения листьев *Spiraea betulifolia* Pall. и *Spiraea beauverdiana* Schneid. // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты) – VII: сборник научных трудов. Ялта, 2016. С. 230–231.
23. Карпова Е.А., Полякова Т.А. Сезонная динамика состава фенольных соединений листьев *Spiraea media* var. *Sericia* (Turcz.) Regel // Химия растительного сырья. 2014. №3. С. 145–149.
24. Костикова В.А. Фенольные соединения *Pentactina schlothauerae* (= *Spiraea schlothauerae*) // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. Т. 8, №1. С. 74–81.
25. Костикова В.А., Бобокалонов К.А., Кузнецов А.А. Фенольные соединения листьев и соцветий *Spiraea baldshuanica* B. Fedtsch // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2021. Т. 11, №1(36). С. 53–60.
26. Костикова В.А. Исследование фенольных соединений в растениях рода *Spiraea* L. Дальнего Востока России методами высокоэффективной жидкостной хроматографии // Вестник ТГУ. 2013. Т. 18, №3. С. 783–787.
27. Бомбелло Т.В., Петриченко В.В., Кроткова В.А. Фенольные соединения некоторых видов рода очанка (*Euphrasia* L.) флоры Пермского края // Химия растительного сырья. 2011. №4. С. 177–180.
28. Мирович В.М., Самбаров А.Л., Мурашкина И.А., Сыроватский И.П., Иноземцев П.О. Исследование компонентного состава фенольных соединений очанки гребенчатой (*Euphrasia pectinata* Ten.), произрастающей в Прибайкалье, методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Сибирский медицинский журнал. 2015. №8. С. 63–65.
29. Михеева Н.С. Состав фенольных веществ арники облиственной (*Arnica foliosa* NUTT.) экстракта сухого // IV научно-практическая конференция «Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине». М., 2017. С. 63–64.
30. Федотова В.В., Челомбитько В.А. Изучение фенольных соединений золотарника кавказского (*Solidago caucasica* Kempt.-Nath.) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина, Фармация. 2012. №10(129). С. 175–177.
31. Горячкина Е.Г., Буинов М.В., Федосеева Г. Изучение состава полифенольных соединений золотарника даурского в сравнении с золотарниками канадским и обыкновенным // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. С. 84–87.
32. Бубенчикова В.Н., Прохоров С.А., Сухомлинов Ю.А. Изучение состава фенольных соединений некоторых растений рода козлобородник и рода лапчатка методом ВЭЖХ // Сорбционные и хроматографические процессы. 2012. Т. 12, №1. С. 85–88.
33. Бубенчиков Р.А., Гончаров Н.Н. Изучение фенольных соединений травы кульбабы шершавоволосистой (*Leontodon hispidus* L.) // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2015. №4. С. 15–18.
34. Гончаров Н.Н. Фармакогностическое изучение травы кульбабы осенней (*Leontodon autumnalis* L.) и кульбабы шершавоволосистой (*Leontodon hispidus* L.): автореф. дис. ... канд. фарм. наук. М., 2016. 24 с.
35. Коновалова Д.С., Коновалов Д.А. Фенольный состав пиретрума девичьего // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2009. Вып. 64. С. 67–68.
36. Лукашов Р.И., Жах А.В., Жаврид А.В. Хроматографический анализ водных, водно-этанольных и этанольных извлечений из подсолнечника однолетнего // Инновационные технологии в фармации: сборник научных трудов. Иркутск, 2019. С. 246–251.
37. Преловская (Цыбикова) С.З. Фармакогностическая характеристика *Artemisia subviscosa* Turcz. ex Bess. и *Artemisia santolinifolia* Turcz. ex Bess. и разработка лекарственных средств на их основе: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2020. 24 с.
38. Могиленко Т.Г., Денисенко О.Н. Анализ фенольных соединений серпухи пятилистной методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2012. Вып. 67. С. 90–91.
39. Ляшенко С.С., Ищенко З.В., Чернова Е.В., Гулиа В.О., Денисенко О.Н., Челомбитько В.А. Идентификация некоторых фенольных соединений 4 видов лекарственных растений (бурачника лекарственного, энотеры двухлетней, морозника кавказского, морозника абхазского) методом ВЭЖХ // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2013. Вып. 68. С. 68–69.
40. Ганина М.М., Попова О.И. Содержание фенольных соединений в побегах багульника стелющегося (*Ledum decumbens* Lodd. ex Steud), произрастающего на территории Ямало-Ненецкого автономного округа // Химико-фармацевтический журнал. 2015. Т. 49, №7. С. 33–35.

41. Белова Е.А., Тритэк В.С., Шульга З.Т., Гуляев А.Е., Коваленко Л.В., Дренин А.А., Ботиров Э.Х. Фенольные соединения ягод трех видов растений рода *Vaccinium L.* // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты – X: сборник научных трудов. М., 2018. С. 227–235.
42. Охрименко Л.П., Калинкина Г.И., Лукша Е.А. Коломиец Н. Исследование фенольных соединений листьев голубики, брусники, толокнянки, черники и зимолюбки, произрастающих в Республике Саха (Якутия) // Химия растительного сырья. 2009. №3. С. 109–115.
43. Ким Н.Е., Ким Н.О., Ханина М.А., Некрасова М.Ф. Изучение биологически активных веществ в растениях семейства грушанковых ортилия однобокая (*Orthilia secunda* (L.) House) и грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia* L.), собранных в различных регионах Сибири // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 65–67.
44. Мазепина Л.С., Корниевский Ю.И., Иванов А.П., Фурса Н.С. Сравнительный анализ фенольных соединений грушанки круглолистной, зимолюбки зонтичной и толокнянки обыкновенной – основа их назначения в урологии // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2011. Вып. 66. С. 150–151.
45. Горячкина Е.Г., Кахерская Ю.С., Федосеева Г.М. Состав фенольного комплекса представителей семейства Pyrolaceae // Сибирский медицинский журнал. 2014. Т. 127, №4. С. 105–107.
46. Горькова А.С., Фурса Н.С. Фенольные соединения цветков хамедафны прицветничковой // Фармация. 2015. Т. 64 (4). С. 19–21.
47. Круглов Д.С., Ильиных А.В. Исследование некоторых соединений фенольной природы в вегетативных и генеративных органах черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 75–77.
48. Дроздова И.Л., Лупилина Т.И. Изучение состава фенольных соединений травы икотника серого методом ВЭЖХ // Сорбционные и хроматографические процессы. 2013. Т. 13, №6. С. 891–895.
49. Дармограй С.В., Филиппова А.С. К фармакогностическому изучению растения рода ясколка флоры средней полосы России // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2016. Т. 24, №3. С. 126–132.
50. Григорян Э.Р. Исследование фенольных соединений дудника обыкновенного (*Angelica archangelica* L.), выращенного в условиях Северного Кавказа // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2011. №4(99). С. 154–156.
51. Овчинникова С.Я., Орловская Т.В. Изучение фенольных соединений подземных органов любистока лекарственного // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2013. Вып. 68. С. 75–76.
52. Губин К.В., Ханина М.А. Сравнительный фармакогностический анализ крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) и крапивы коноплевидной (*Urtica cannabina* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2008. Вып. 63. С. 26–29.
53. Федосеева Л.М., Кирьякова В.О. Изучение некоторых фенольных соединений крапивы коноплевой травы, произрастающей на территории Алтайского края // Химия растительного сырья. 2012. №2. С. 133–138.
54. Бубенчикова В.Н., Старчак Ю.А. Фенольные соединения и полисахариды подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.) // Курский научно-практический вестник Человек и его здоровье. 2008. №3. С. 117–121.
55. Секинаева М.А., Ляшенко С.С., Исламова Ф.И., Алиев А.М., Денисенко О.Н., Юнусова С.Г. Фенольные соединения и антиоксидантная активность плодов двух видов *Lycium* // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты – X: сборник научных трудов. М., 2018. С. 386–391.
56. Бубенчикова В.Н. Кондратова Ю.А. Изучение фенольных соединений вероники австрийской (*Veronica austriaca* L.) // Кубанский научный медицинский вестник. 2009. №2 (107). С. 48–51.
57. Шамилов А.А., Челомбитько В.А. Полифенольные соединения надземной части волжанки обыкновенной (*Aruncus vulgaris Rafin.*) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2008. Вып. 63. С. 110–111.
58. Пеливанова С.Л., Селина И.И., Андреева О.А., Оганесян Э.Т. Полифенольный состав листьев крыжовника отклоненного и шелковицы черной // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2012. №22 (141). С. 170–173.
59. Малютина А.Ю., Правлоцкая А.В., Новиков О.О., Писарев Д.И. Изучение компонентного состава полифенолов травы *Pentaphylloides fruticose* L. // Фармация и фармакология. 2018. Т. 6, №2. С. 135–150.
60. Круглова М.Ю., Круглов Д.С., Фурса Н.С. Анализ фенольного комплекса двух видов лабазника // Фармация. 2012. №7. С. 21–23.
61. Вдовенко-Мартынова Н.Н. Исследование фенольного комплекса листьев мушимулы германской *Mespileus germanica* L. // Фармация и фармакология. 2014. Т. 2, №4(5). С. 48–51. DOI: 10.19163/2307-9266-2014-2-4(5)-48-51.
62. Галимова Д.Ф., Латыпова Г.М. Изучение полифенольных соединений рябины обыкновенной флоры Башкортостана // Известия Самарского научного центра РАН. 2011. Т. 13, №5(3). С. 33–35.

63. Шалдаева Т.М., Костикова В.А., Высочина Г.И. Фенольные соединения *Agrimonia pilosa* Ledeb. в зависимости от фазы развития растений // Химия растительного сырья. 2021. №1. С. 151–158. DOI: 10.14258/jcprm.2021016628.
64. Бубенчикова В.Н., Левченко В.Н., Верхоломова Н.В. Изучение состава фенольных соединений хондриллы ситниковидной методом ВЭЖХ // Ученые записки Орловского государственного университета. 2014. №7 (63). С. 187–188.
65. Охремчук А.В., Челомбитько В.А. Изучение комплекса фенольных соединений сырья черноголовника много-брючного (*Poterium polygamum* Waldst. & Kit.) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2012. №10(129). С. 127–130.
66. Яницкая А.В., Митрофанова И.Ю. Состав и содержание фенольных соединений в надземной части белокуренника черного, произрастающего в Волгоградской области // Вестник ВолгГМУ. 2013. №4 (48). С. 70–72.
67. Круглая А.А. Фенольные соединения травы белокуренника черного (*Ballota nigra* L.), произрастающего на Северном Кавказе // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2013. №4(147). С. 226–228.
68. Тохсырова З.М., Попов И.В., Попова О.И. Исследование фенольных соединений листьев и побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 199–207. DOI: 10.14258/jcprm.2018033733.
69. 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 // Сборник научных трудов ГНБС. 2018. Т. 146. С. 201–204.
70. Бубенчикова В.Н., Кондратова Ю.А. Фенолкарбоновые кислоты травы шалфея горминового // Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине – IV: сборник научных трудов. М., 2017. С. 56–57.
71. Бубенчикова В.Н., Кондратова Ю.А. Изучение фенольных соединений шалфея мутовчатого (*Salvia verticillata* L.) // Башкирский химический журнал. 2008. Т. 15, №2. С. 102–104.
72. Толкачёва Н.В., Логвиненко Л.А., Шевчук О.М. Содержание биологически активных веществ в *Passiflora incarnata* L. и *Passiflora coerulea* L. в условиях южного берега Крыма // Бюллетень ГНБС. 2017. Т. 123. С. 77–83.
73. Агаджанян В.С. Фенольный состав фармакологически активной фракции, полученной из тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2009. Вып. 64. С. 6–7.
74. Мартынов А.М., Даргаева Т.Д., Чупарина Е.В. Исследование химического состава подземных органов фиалки Лангдорфа // Сибирский медицинский журнал. 2010. №6. С. 218–219.
75. Мартынов А.М., Даргаева Т.Д. Фенольные соединения и водорастворимые полисахариды фиалки Патрэна // Сибирский медицинский журнал. 2009. №7. С. 213–215.
76. Мартынов А.М., Даргаева Т.Д., Собенин А.М. Изучение химического состава надземной части фиалки сахалинской // Башкирский химический журнал. 2010. Т. 17, №2. С. 109–112.
77. Василенко Е.А., Попова О.И. Исследование фенольных соединений будры плющевидной (*Glechoma hederacea* L.), выращенной в условиях Северного Кавказа // Научные ведомости БелГУ. Серия Медицина. Фармация. 2012. №16 (135). С. 170–172.
78. Старчак Ю.А. Фармакогностическое изучение растений рода тимьян (*Thymus* L.) как перспективного источника получения фитопрепаратов: автореф. дис. ... докт. фарм. наук. Самара, 2016. 47 с.
79. Гостищев И.А., Дейнека В.И., Анисимович И.П., Третьяков М.Ю., Мясникова П.А., Дейнека Л.А., Сорокопудов В.Н. Каротиноиды, хлорогеновые кислоты и другие природные соединения плодов рябины // Научные ведомости БелГУ. Серия: Естественные науки. 2010. №3 (74). С. 83–92.
80. Корнильев Г.В., Палий А.Е., Работягов В.Д., Феськов С.А. Биологически активные вещества водно-этанольного экстракта сортообразца *Tagetes signata* Bartl. №13152-8 «Ветвистый» коллекции Никитского ботанического сада // Бюллетень ГНБС. 2016. Т. 118. С. 44–50.
81. Дуккардт Л.Н., Маркова О.М., Хартионова Е.И. Фитохимическое изучение травы дурнишника игольчатого (*Xanthium spinosum* L.), произрастающего в Ставропольском крае // Беликовские чтения – V: сборник научных трудов. Пятигорск, 2017. С. 161–163.
82. Сулейманова Ф.Ш. Разработка и совершенствование методов контроля качества лекарственного растительного сырья травы золотарника канадского и определение его биологической активности: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. М., 2021. 24 с.
83. Ерофеева Н.С., Филиппова А.С., Дармограй С.В., Пономаренко А.А. Идентификация некоторых стероидных и полифенольных соединений наголоватки васильковой (*Jurinea cianoides* (L.) RCHB) методом ВЭЖХ // Перспективы лекарственного растениеведения: сборник научных трудов. М., 2018. С. 578–582.
84. Чимитцыренова Л.И. Фармакогностическое исследование *Artemisia gmelinii* Web. ex Stechm. и разработка лекарственных средств на ее основе: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Улан-Удэ, 2017. 24 с.

85. Винюков Д.Д., Коновалов Д.А. Фитохимическое изучение надземной части полыни однолетней (*Artemisia annua* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 28–30.
86. Насухова А.М. Результаты фитохимического изучения травы череды поникшей // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2018. Вып. 73. С. 105–109.
87. Дитченко Т.И., Шабуня П.С., Фатыхова С.А., Молчан О.В., Юрин В.М. Анализ производных кофейной кислоты в каллусной культуре *Echinacea purpurea* // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2017. Т. 7, №2. С. 55–63. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-2-55-63.
88. Кутакова Н.А., Морозкова И.А., Васильева Н.Н., Башкина И.Е., Александрова Ю.В. Фенольные соединения плодов барбариса и шиповника // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. №5 (371). С. 115–124. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.115.
89. Дейнека В.И., Хлебников В.А., Сорокупдов В.Н., Анисимович И.П. Хлорогеновая кислота плодов и листьев некоторых растений семейства *Berberidaceae* // Химия растительного сырья. 2008. №1. С. 57–61.
90. Коцупий О.В., Степанцова Н.В., Высочина Г.И., Петрук А.А. Фенольные соединения *Astragalus rytyensis* Stepanstsova и других видов рода *Astragalus* L. из мест совместного произрастания на северо-западном побережье озера Байкал // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. 2018. Т. 24. С. 3–15. DOI: 10.26516/2073-3372.2018.24.3.
91. Коцупий О.В., Лобанова И.Е. Фенольные соединения в листьях и соцветиях *Hedysarum Alpinum* L. и *H. Flavescens* Regel et Schmal., интродуцированных в лесостепную зону Западной Сибири // Химия растительного сырья. 2022. №1. С. 203–212.
92. Ковалева Л.Г., Сампиев А.М. Исследование фенольных соединений плодов софоры японской // Современные проблемы науки и образования. 2013. №6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10791>.
93. Колосова О.А., Исаханов А.Л., Фурса Н.С. Сравнительный анализ гидроксикоричных кислот и флавоноидов надземных органов валерианы сомнительной и валерианы волжской // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Ижевск, 2016. Вып. 71. С. 32–33.
94. Дармограй С.В., Дубоделова Г., Трунова О., Филиппова А.С., Ерофеева Н.С. Фармакогностическое изучение горицвета кожистого // Наука молодых – Eruditio Juvenium. 2016. №4. С. 52–55.
95. Дармограй С.В., Ерофеева Н.С., Филиппова А.С., Дубоделова Г.В., Морозова В.А. Исследование химического состава звездчатки вильчатой (*Stellaria dichotoma* L.) // Наука молодых – Eruditio Juvenium. 2016. №4. С. 60–64.
96. Ерофеева Н.С., Дармограй С.В., Морозова В.А., Ловягин С.Е., Дармограй В.Н. Изучение травы качима метельчатого: анатомическое строение и химический состав // Фармация. 2019. Т. 68, №8. С. 22–27.
97. Дармограй С.В., Ерофеева Н.С., Филиппова А.С., Морозова В.А. Солнцесемянник карпатский (*Ixoca pusilla* (Waldst.et Kit.) Sojak) как источник важных стероидных и полифенольных соединений // Наука молодых – Eruditio Juvenium. 2016. №4. С. 56–59.
98. Николаева Г.Г., Бальхаева М.В., Николаева И.Г., Маняк В.А. Изучение фенольного состава растений горца растопыренного, г. узколистного, г. земноводного, г. птичьего методом ВЭЖХ // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. С. 127–130.
99. Петрук А.А., Высочина Г.И. Фенольные соединения *Polygonum aviculare* L. (Polygonaceae) из географически отдаленных популяций // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2019. №9(1). С. 95–101. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-1-95-101.
100. Базарнова Ю.Г., Иванченко О.Б. Исследование состава биологически активных веществ экстрактов дикорастущих растений // Вопросы питания. 2016. Т. 85, №5. С. 100–107.
101. Вдовенко-Мартынова Н.Н., Кобыльченко Н.Н., Блинова Т.И., Степанюк С.Н. Перспективы практического использования лекарственного растительного сырья лилии белой // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Ижевск, 2017. Вып. 72. С. 19–22.
102. Тернинко И.И., Немятых О.Д., Сакипова З.Б., Кулдыркаева Е.В., Онищенко У.Е. Фитохимические и фармакологические векторы применения *Malva sylvestris* L. в дерматологической практике // Химико-фармацевтический журнал. 2016. Т. 50, №12. С. 33–37.
103. Федосеева Л.М., Мызникова О.А., Кудрикова Л.Е. Изучение фенольных соединений надземной части хатьмы тюрингенской, произрастающей на территории Алтайского края // Химия растительного сырья. 2017. №2. С. 107–113. DOI: 10.14258/jcrgm.2017021519.
104. Попова О.И., Леонова В.Н., Савенко И.А. Исследование фенольных соединений листьев форзиции промежуточной (*Forsythia intermedia* Zabel.) // Химия растительного сырья. 2012. №2. С. 199–201.
105. Мартынов А.М., Чупарина Е.В., Даргаева Т.Д. Исследование фенольных соединений и элементного состава подземных органов *Euphorbia Fischeriana* Steud. // Химия растительного сырья. 2022. №1. С. 269–276.
106. Сысоев В.А., Халикова Д.А. Изучение фенольного состава коры мушмулы методами высокоеффективной жидкостной хроматографии и УФ-спектрофотометрии // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16, №5. С. 153–155.
107. Жукова О.Л., Абрамов А.А., Даргаева Т.Д., Маркарян А.А. Изучение фенольного состава подземных органов сабельника болотного // Вестник Московского университета. Серия 2: Химия. 2006. Т. 47, №5. С. 342–345.

108. Костикова В.А., Храмова Е.П., Сыева С.Я. Состав фенольных соединений *Sibiraea altaicensis* (Rosaceae) // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты – X: сборник научных трудов. М., 2018. С. 312–315.
109. Нестерова Н.В., Самылина И.А., Бобкова Н.В., Кузьменко А.Н., Краснук И.И., Евграфов А.А. 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.
110. Мартынов А.М., Даргаева Т.Д., Чупарина Е.В. Биологически активные соединения травы фиалки короткошпорцевой // Химико-фармацевтический журнал. 2012. Т. 46, №7. С. 31–33. DOI: 10.30906/0023-1134-2012-46-7-31-33.
111. Мартынов А.М. Состав и содержание полифенольных соединений в надземной части фиалки песчаной // Сибирский медицинский журнал. 2011. Т. 101, №2. С. 114–116.
112. Шелухина Н.А., Савина А.А., Шейченко В.И., Сокольская Т.А., Быков В.А. Изучение химического состава зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2010. №11. С. 7–11.
113. Палий А.Е., Палий И.Н., Марко Н.В., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Nepeta cataria* L. // Бюллетень ГНБС. 2016. Т. 118. С. 37–44.
114. Работягов В.Д., Палий А.Е., Старцева О.В., Палий И.Н. Флавоноиды и гидроксикоричные кислоты представителей рода *Lavandula* L. // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты – X: сборник научных трудов. М., 2018. С. 363–367.
115. Палий А.Е., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Lavandula intermedia emeric ex Loiseleur* (Lamiaceae) // Фармация и фармакология. 2016. Т. 4, №1. С. 46–54.
116. Чумакова В.В., Попова О.И. Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* L.) – перспективный источник получения лекарственных средств // Фармация и фармакология. 2013. Т. 1, №1. С. 39–43.
117. Корнильев Г.В., Палий А.Е., Работягов В.Д. Биологически активные вещества водно-этанольного экстракта сорта *Majorana hortensis* Moench «Прекрасный» коллекции Никитского ботанического сада // Бюллетень ГНБС. 2016. Т. 119. С. 31–37.
118. Алексеева Л.И., Тетерюк Л.В. Фенольные соединения *Thymus talijevii* Klok. et Schost // Химия растительного сырья. 2008. №4. С. 65–68.
119. Гаврилин М.В., Попова О.И., Губанова Е.А. Фенольные соединения надземной части шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.), культивируемого в Ставропольском крае // Химия растительного сырья. 2010. №4. С. 99–104.
120. Бубенчикова В.Н., Азаров А.В. Стандартизация сырья девясила иволистного (*Inula salicina* L.) по содержанию гидроксикоричных кислот // Современные проблемы науки и образования. 2014. №2. С. 622–627.
121. Величко В.В., Ханина М.А., Родин А.П. Результаты фармакогностического исследования листьев и корней лопуха войлочного // Вестник Московского государственного областного гуманитарного института. Серия: Медико-биологические науки. 2014. Т. 1. С. 16–20.
122. Крупенникова В.Г., Федосеева Г.М. Фенолкарбоновые кислоты скабиозы венечной и скабиозы бледно-желтой // Сибирский медицинский журнал. 2007. Т. 71, №4. С. 90–92.
123. Яковleva В.А., Горячкина Е.Г., Шерестянникова И.В. Изучение биологически активных соединений патринии скабиозолистной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Ижевск, 2016. Вып. 71. С. 89–90.
124. Валов Р.И., Ханина М.А. Некоторые результаты фармакогностического исследования хамериона узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holib.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2008. Вып. 63. С. 8–10.
125. Насухова Н.М., Шевчук О.М., Логвиненко Л.А. Исследование фенольных соединений в извлечениях из листьев лавра благородного // Фармация и фармакология. 2017. Т. 5, №2. С. 150–163.
126. Кямилева М.С., Нестерова О.В., Кондрашев С.В. Изучение фенольного состава спирто-водных извлечений калины обыкновенной // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2008. Вып. 63. С. 60–61.
127. Сунина И.О., Тернинко И.И., Генералова Ю.Э., Бурцева Е.В., Базанова Е.С. Изучение отдельных фракций травы *Aristolochia clematitis* L. на наличие различных групп БАВ // Химия растительного сырья. 2020. №2. С. 197–207.
128. Аминова А.А., Денисенко О.Н., Ляшенко С.С., Бережная Л.А. Изучение состава фенольных соединений травы солянки иберийской (*Salsola iberica* (Sennen&Pau) Botsch.) флоры Республики Дагестан методом ВЭЖХ // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Т. 16, №10. С. 109–112.
129. Нестеров Г.В., Бобкова Н.В., Кондрашев С.В., Сидики А.И. Изучение качественного состава и суммарного содержания веществ фенольной природы в хвое сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) // Евразийский союз ученых. 2019. №2(59). С. 41–43. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.59.41-43.

Поступила в редакцию 30 марта 2023 г.

После переработки 5 июля 2023 г.

Принята к публикации 6 июня 2024 г.

Kompantseva Ye.V.¹, Saushkina A.S.^{2} USING HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY FOR IDENTIFICATION OF HYDROXYCINNAMIC ACIDS IN PLANT RAW MATERIALS (REVIEW). MESSAGE 2*

¹ Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Volgograd State Medical University”, Kalinina ave., 11, Pyatigorsk, 357531, Russia

² S.M. Kirov Military Medical Academy, Akademika Lebedeva st., 6, Saint Petersburg, 194044, Russia,
annasauushkina@list.ru

In recent years, the use of high-performance liquid chromatography (HPLC) has become a priority for studying the qualitative composition of hydroxycinnamic acids (HCAs) in plant materials. This is due to the analytical advantages of the method and the ability to expand the range of simultaneously determined characteristics of the objects of study by equipping chromatographs for HPLC with equipment with additional functions. However, the widespread introduction of HPLC methods is limited by the high cost of equipment. The disadvantages also include the need for preliminary sample preparation to separate ballast substances and increase the concentration of the studied biologically active compounds (BACs) at their low content in the plant.

The review contains the results of studying and systematizing the use of the HPLC method from 2007 to 2022 inclusive to establish the composition of HCAs in plant materials growing in the territory of the Russian Federation. The study used a retrospective information and analytical analysis of sources of domestic scientific literature.

Keywords: plant materials, hydroxycinnamic acids, high-performance liquid chromatography, Russian Federation.

For citing: Kompantseva Ye.V., Saushkina A.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 3, pp. 5–27. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240312784.

References

1. Marakhova A.I. *Farmatsiya*, 2009, no. 3, pp. 52–55. (in Russ.).
2. Kurkin V.A. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2015, no. 12-7, pp. 1338–1342. (in Russ.).
3. Plugatar' Yu.V., Shevchuk O.M., Logvinenko L.A., Leyba V.D., Paliy I.N. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2017, vol. 125, pp. 42–46. (in Russ.).
4. Orlovskaya T.V., Chelombit'ko V.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2010, vol. 65, pp. 97–98. (in Russ.).
5. Dvornikova L.G., Turetskova V.F. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2011, vol. 66, pp. 65–67. (in Russ.).
6. Babayan M.S., Chelombit'ko V.A. *Gammermanovkiye chteniya – II: sbornik nauchnykh trudov*. [Hammerman Readings – II: collection of scientific papers]. St. Petersburg, 2011, pp. 10–11. (in Russ.).
7. Kopyt'ko Ya.F., Dargayeva T.D., Rendyuk T.D. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2020, vol. 54, no. 7, pp. 41–48. DOI: 10.30906/0023-1134-2020-54-7-41-48. (in Russ.).
8. Kiseleva N.V., Vernikovskaya N.A., Milevskaya V.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2011, vol. 66, pp. 110–111. (in Russ.).
9. Fedoseyeva L.M., Kir'yakova V.O. *Belikovskiy chteniya – IV: sbornik nauchnykh trudov*. [Belikov readings - IV: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2015, pp. 135–136. (in Russ.).
10. Darmogray S.N., Yerofeyeva N.S., Parfenov A.A., Darmogray V.N. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2013, vol. 68, pp. 45–46. (in Russ.).
11. Martynov A.M. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 92–93. (in Russ.).
12. Shplis O.N., Kolomiyets N.E., Abramets N.Yu., Karakchiyeva N.I., Bondarchuk R.A., Zhalnina L.V. *Rol' metabolomiki v sovershenstvovanii biotekhnologicheskikh sredstv proizvodstva – II: sbornik nauchnykh trudov*. [The role of metabolomics in improving biotechnological means of production – II: collection of scientific papers]. Moscow, 2019, pp. 228–232. (in Russ.).
13. Shcherbakova Ye.A., Konovalov D.A. *Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty – X: sbornik nauchnykh trudov*. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects – X: collection of scientific papers]. Moscow, 2018, pp. 405–408. (in Russ.).
14. Shamilov A.A., Popova N.V., Ivashev M.N. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 4. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=14138>. (in Russ.).
15. Krasyuk Ye.V., Pupykina K.A., Anishchenko I.Ye. *Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 79–83. (in Russ.).

* Corresponding author.

16. Blazhey A., Shutyy L. *Fenol'nyye soyedineniya rastitel'nogo proiskhozhdeniya*. [Phenolic compounds of plant origin]. Moscow, 1997, 240 p. (in Russ.).
17. Sannikova Ye.G., Popova O.I., Kompantseva Ye.V., Frolova O.O. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2015, no. 2(9), pp. 13–17. (in Russ.).
18. Turetskova, V.F., Lobanova I.Yu. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2010, vol. 65, pp. 132–133. (in Russ.).
19. Galichet L.Y., Watts Jo. *Clarke's Analysis of Drugs and Poisons in pharmaceuticals, body fluids and postmortem material: Fourth Edition*. London, 2011, 2473 p.
20. Moiseyev D.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 3, pp. 171–174. (in Russ.).
21. Avdeyeva Ye.Yu., Zibareva L.N., Kasterova Ye.A., Reshetov Ya.Ye., Shurupova M.N., Belousov M.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 197–204. (in Russ.).
22. Kostikova V.A., Polyakova T.A., Kostikov D.K. *Biotehnologiya kak instrument sokhraneniya bioraznoobraziya rastitel'nogo mira (fiziologo-biohimicheskiye, embriologicheskiye, geneticheskiye i pravovyye aspekty) – VII: sbornik nauchnykh trudov*. [Biotechnology as a tool for preserving biodiversity of the plant world (physiological, biochemical, embryological, genetic and legal aspects) – VII: collection of scientific papers]. Yalta, 2016, pp. 230–231. (in Russ.).
23. Karpova Ye.A., Polyakova T.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2014, no. 3, pp. 145–149. (in Russ.).
24. Kostikova V.A. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2018, vol. 8, no. 1, pp. 74–81. (in Russ.).
25. Kostikova V.A., Bobokalonov K.A., Kuznetsov A.A. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2021, vol. 11, no. 1(36), pp. 53–60. (in Russ.).
26. Kostikova V.A. *Vestnik TGU*, 2013, vol. 18, no. 3, pp. 783–787. (in Russ.).
27. Bombello T.V., Petrichenko V.V., Krotkova V.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 4, pp. 177–180. (in Russ.).
28. Mirovich V.M., Sambarov A.L., Murashkina I.A., Syrovatskiy I.P., Inozemtsev P.O. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2015, no. 8, pp. 63–65. (in Russ.).
29. Mikheyeva N.S. *IV nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Sovremennyye aspeky ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya i syr'ya prirodnogo proiskhozhdeniya v meditsine*. [IV scientific and practical conference "Modern aspects of the use of plant raw materials and raw materials of natural origin in medicine"]. Moscow, 2017, pp. 63–64. (in Russ.).
30. Fedotova V.V., Chelombit'ko V.A. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina, Farmatsiya*, 2012, no. 10(129), pp. 175–177. (in Russ.).
31. Goryachkina Ye.G., Buinov M.V., Fedoseyeva G. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, pp. 84–87. (in Russ.).
32. Bubenchikova V.N., Prokhorov S.A., Sukhomlinov Yu.A. *Sorbtionnyye i khromatograficheskiye protsessy*, 2012, vol. 12, no. 1, pp. 85–88. (in Russ.).
33. Bubenchikov R.A., Goncharov N.N. *Voprosy obespecheniya kachestva lekarstvennykh sredstv*, 2015, no. 4, pp. 15–18. (in Russ.).
34. Goncharov N.N. *Farmakognosticheskoye izuchenije travy kul'baby osenney (Leontodon autumnalis L.) i kul'baby shershavovolosistoy (Leontodon hispidus L.): avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of the grass of autumn dandelion (Leontodon autumnalis L.) and rough-haired dandelion (Leontodon hispidus L.): author's abstract. dis. ... candidate of pharm. sciences]. Moscow, 2016, 24 p. (in Russ.).
35. Konovalova D.S., Konovalov D.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2009, vol. 64, pp. 67–68. (in Russ.).
36. Lukashov R.I., Zhakh A.V., Zhavrid A.V. *Innovatsionnyye tekhnologii v farmatsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Innovative technologies in pharmacy: collection of scientific papers]. Irkutsk, 2019, pp. 246–251. (in Russ.).
37. Prelovskaya (Tsybikova) S.Z. *Farmakognosticheskaya kharakteristika Artemisia subviscosa Turcz. ex Bess. i Artemisia santolinifolia Turcz.ex Bess. i razrabotka lekarstvennykh sredstv na ikh osnove: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic characteristics of Artemisia subviscosa Turcz. ex Bess. and Artemisia santolinifolia Turcz.ex Bess. and development of drugs based on them: author's abstract. diss. ... candidate of pharm. sciences]. Ulan-Ude, 2020, 24 p. (in Russ.).
38. Mogilenko T.G., Denisenko O.N. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2012, vol. 67, pp. 90–91. (in Russ.).
39. Lyashenko S.S., Ishchenko Z.V., Chernova Ye.V., Gulia V.O., Denisenko O.N., Chelombit'ko V.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2013, vol. 68, pp. 68–69. (in Russ.).
40. Ganina M.M., Popova O.I. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2015, vol. 49, no. 7, pp. 33–35. (in Russ.).
41. Belova Ye.A., Tritek V.S., Shul'gau Z.T., Gulyayev A.Ye., Kovalenko L.V., Drenin A.A., Botirov E.Kh. *Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty – X: sbornik nauchnykh trudov*. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects – X: collection of scientific papers]. Moscow, 2018, pp. 227–235. (in Russ.).

42. Okhrimenko L.P., Kalinkina G.I., Luksha Ye.A. Kolomiyets N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 3, pp. 109–115. (in Russ.).
43. Kim N.Ye., Kim N.O., Khanina M.A., Nekrasova M.F. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 65–67. (in Russ.).
44. Mazepina L.S., Korniyevskiy Yu.I., Ivanov A.P., Fursa N.S. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2011, vol. 66, pp. 150–151. (in Russ.).
45. Goryachkina Ye.G., Kakherkaya Yu.S., Fedoseyeva G.M. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2014, vol. 127, no. 4, pp. 105–107. (in Russ.).
46. Gor'kova A.S., Fursa N.S. *Farmatsiya*, 2015, vol. 64 (4), pp. 19–21. (in Russ.).
47. Kruglov D.S., Il'inykh A.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 75–77. (in Russ.).
48. Drozdova I.L., Lupilina T.I. *Sorbtionnyye i khromatograficheskiye protsessy*, 2013, vol. 13, no. 6, pp. 891–895. (in Russ.).
49. Darmogray S.V., Filippova A.S. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*, 2016, vol. 24, no. 3, pp. 126–132. (in Russ.).
50. Grigoryan E.R. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2011, no. 4(99), pp. 154–156. (in Russ.).
51. Ovchinnikova S.Ya., Orlovskaya T.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2013, vol. 68, pp. 75–76. (in Russ.).
52. Gubin K.V., Khanina M.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 26–29. (in Russ.).
53. Fedoseyeva L.M., Kir'yakova V.O. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 2, pp. 133–138. (in Russ.).
54. Bubenchikova V.N., Starchak Yu.A. *Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik Chelovek i yego zdorov'ye*, 2008, no. 3, pp. 117–121. (in Russ.).
55. Sekinayeva M.A., Lyashenko S.S., Islamova F.I., Aliyev A.M., Denisenko O.N., Yunusova S.G. *Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty – X: sbornik nauchnykh trudov*. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects – X: collection of scientific papers]. Moscow, 2018, pp. 386–391. (in Russ.).
56. Bubenchikova V.N. Kondratova Yu.A. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2009, no. 2 (107), pp. 48–51. (in Russ.).
57. Shamilov A.A., Chelombit'ko V.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 110–111. (in Russ.).
58. Pelivanova S.L., Selina I.I., Andreyeva O.A., Oganesyan E.T. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2012, no. 22 (141), pp. 170–173. (in Russ.).
59. Malyutina A.Yu., Pravlotskaya A.V., Novikov O.O., Pisarev D.I. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 135–150. (in Russ.).
60. Kruglova M.Yu., Kruglov D.S., Fursa N.S. *Farmatsiya*, 2012, no. 7, pp. 21–23. (in Russ.).
61. Vdovenko-Martynova N.N. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2014, vol. 2, no. 4(5), pp. 48–51. DOI: 10.19163/2307-9266-2014-2-4(5)-48-51. (in Russ.).
62. Galimova D.F., Latypova G.M. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2011, vol. 13, no. 5(3), pp. 33–35. (in Russ.).
63. Shaldayeva T.M., Kostikova V.A., Vysochina G.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2021, no. 1, pp. 151–158. DOI: 10.14258/jcprm.2021016628. (in Russ.).
64. Bubenchikova V.N., Levchenko V.N., Verkholomova N.V. *Uchenyye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 7 (63), pp. 187–188. (in Russ.).
65. Okhremchuk A.V., Chelombit'ko V.A. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2012, no. 10(129), pp. 127–130. (in Russ.).
66. Yanitskaya A.V., Mitrofanova I.Yu. *Vestnik VolgGMU*, 2013, no. 4 (48), pp. 70–72. (in Russ.).
67. Kruglaya A.A. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2013, no. 4(147), pp. 226–228. (in Russ.).
68. Tokhsyrova Z.M., Popov I.V., Popova O.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 199–207. DOI: 10.14258/jcprm.2018033733. (in Russ.).
69. Nikitina A.S., Fes'kov S.A., Garsiya Ye.R. Shamilov A.A., Nikitina N.V. *Sbornik nauchnykh trudov GNBS*, 2018, vol. 146, pp. 201–204. (in Russ.).

70. Bubenchikova V.N., Kondratova Yu.A. Sovremennyye aspekty ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya i syr'ya prirodnogo proiskhozhdeniya v meditsine – IV: sbornik nauchnykh trudov. [Modern aspects of the use of plant raw materials and raw materials of natural origin in medicine – IV: collection of scientific papers]. Moscow, 2017, pp. 56–57. (in Russ.).
71. Bubenchikova V.N., Kondratova Yu.A. Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal, 2008, vol. 15, no. 2, pp. 102–104. (in Russ.).
72. Tolkachova N.V., Logvinenko L.A., Shevchuk O.M. Byulleten' GNBS, 2017, vol. 123, pp. 77–83. (in Russ.).
73. Agadzhanyan V.S. Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2009, vol. 64, pp. 6–7. (in Russ.).
74. Martynov A.M., Dargayeva T.D., Chuparina Ye.V. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal, 2010, no. 6, pp. 218–219. (in Russ.).
75. Martynov A.M., Dargayeva T.D., Chuparina Ye.V. Sibirskiy meditsinskiy zhurnal, 2009, no. 7, pp. 213–215. (in Russ.).
76. Martynov A.M., Dargayeva T.D., Sobenin A.M. Bashkirskiy khimicheskiy zhurnal, 2010, vol. 17, no. 2, pp. 109–112. (in Russ.).
77. Vasilenko Ye.A., Popova O.I. Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya Meditsina. Farmatsiya, 2012, no. 16 (135), pp. 170–172. (in Russ.).
78. Starchak Yu.A. Farmakognosticheskoye izucheniiye rasteniy roda tim'yan (*Thymus L.*) kak perspektivnogo istochnika polucheniya fitopreparatov: avtoref. dis. ... dokt. farm. nauk. [Pharmacognostic study of plants of the genus thyme (*Thymus L.*) as a promising source of herbal preparations: author's abstract. diss. ... doctor of pharm. sciences]. Samara, 2016, 47 p. (in Russ.).
79. Gostishchev I.A., Deyneka V.I., Anisimovich I.P., Tret'yakov M.Yu., Myasnikova P.A., Deyneka L.A., Sorokopudov V.N. Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Yestestvennyye nauki, 2010, no. 3 (74), pp. 83–92. (in Russ.).
80. Kornil'yev G.V., Paliy A.Ye., Rabotyagov V.D., Fes'kov S.A. Byulleten' GNBS, 2016, vol. 118, pp. 44–50. (in Russ.).
81. Dukkardt L.N., Markova O.M., Khartyunova Ye.I. Belikovskiye chteniya – V: sbornik nauchnykh trudov. [Belikovskie readings – V: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2017, pp. 161–163. (in Russ.).
82. Suleymanova F.Sh. Razrabotka i sovershenstvovaniye metodov kontrolya kachestva lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya travy zolotarnika kanadskogo i opredeleniye yego biologicheskoy aktivnosti: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk. [Development and improvement of quality control methods for medicinal plant raw materials of Canadian goldenrod herb and determination of its biological activity: author's abstract. diss. ... candidate of pharm. sciences]. Moscow, 2021, 24 p. (in Russ.).
83. Yerofeyeva N.S., Filippova A.S., Darmogray S.V., Ponomarenko A.A. Perspektivy lekarstvennogo rasteniyevedeniya: sbornik nauchnykh trudov. [Prospects of medicinal plant science: collection of scientific papers]. Moscow, 2018, pp. 578–582. (in Russ.).
84. Chimittsyrenova L.I. Farmakognosticheskoye issledovaniye *Artemisia gmelinii Web. ex Stechm.* i razrabotka lekarstvennykh sredstv na yeye osnove: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk. [Pharmacognostic study of *Artemisia gmelinii Web. ex Stechm.* and development of drugs based on it: author's abstract. diss. ... candidate of pharm. sciences]. Ulan-Ude, 2017, 24 p. (in Russ.).
85. Vinyukov D.D., Konovalov D.A. Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 28–30. (in Russ.).
86. Nasukhova A.M. Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2018, vol. 73, pp. 105–109. (in Russ.).
87. Ditchenko T.I., Shabunya P.S., Fatykhova S.A., Molchan O.V., Yurin V.M. Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya, 2017, vol. 7, no. 2, pp. 55–63. DOI: 10.21285/2227-2925-2017-7-2-55-63. (in Russ.).
88. Kutakova N.A., Morozkova I.A., Vasil'yeva N.N., Bashkina I.Ye., Aleksandrova Yu.V. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy zhurnal, 2019, no. 5 (371), pp. 115–124. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.5.115. (in Russ.).
89. Deyneka V.I., Khlebnikov V.A., Sorokopudov V.N., Anisimovich I.P. Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2008, no. 1, pp. 57–61. (in Russ.).
90. Kotsupiy O.V., Stepantsova N.V., Vysochina G.I., Petruk A.A. Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya, 2018, vol. 24, pp. 3–15. DOI: 10.26516/2073-3372.2018.24.3. (in Russ.).
91. Kotsupiy O.V., Lobanova I.Ye. Khimiya rastitel'nogo syr'ya, 2022, no. 1, pp. 203–212. (in Russ.).
92. Kovaleva L.G., Sampiyev A.M. Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya, 2013, no. 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=10791>. (in Russ.).
93. Kolosova O.A., Isakhanov A.L., Fursa N.S. Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Izhevsk, 2016, vol. 71, pp. 32–33. (in Russ.).
94. Darmogray S.V., Dubodelova G., Trunova O., Filippova A.S., Yerofeyeva N.S. Nauka molodykh – Eruditio Juvenium, 2016, no. 4, pp. 52–55. (in Russ.).
95. Darmogray C.V., Yerofeyeva N.S., Filippova A.S., Dubodelova G.V., Morozova V.A. Nauka molodykh – Eruditio Juvenium, 2016, no. 4, pp. 60–64. (in Russ.).

96. Yerofeyeva N.S., Darmogray S.V., Morozova V.A., Lovyagin S.Ye., Darmogray V.N. *Farmatsiya*, 2019, vol. 68, no. 8, pp. 22–27. (in Russ.).
97. Darmogray S.V., Yerofeyeva N.S., Filippova A.S., Morozova V.A. *Nauka molodykh – Eruditio Juvenium*, 2016, no. 4, pp. 56–59. (in Russ.).
98. Nikolayeva G.G., Bal'khayeva M.V., Nikolayeva I.G., Manyak V.A. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, pp. 127–130. (in Russ.).
99. Petruk A.A., Vysochina G.I. *Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya*, 2019, no. 9(1), pp. 95–101. DOI: 10.21285/2227-2925-2019-9-1-95-101. (in Russ.).
100. Bazanova Yu.G., Ivanchenko O.B. *Voprosy pitanija*, 2016, vol. 85, no. 5, pp. 100–107. (in Russ.).
101. Vdovenko-Martynova N.N., Kobyl'chenko N.N., Blinova T.I., Stepanyuk S.N. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Izhevsk, 2017, vol. 72, pp. 19–22. (in Russ.).
102. Terninko I.I., Nemyatykh O.D., Sakipova Z.B., Kuldyrkayeva Ye.V., Onishchenko U.Ye. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2016, vol. 50, no. 12, pp. 33–37. (in Russ.).
103. Fedoseyeva L.M., Myznikova O.A., Kudrikova L.Ye. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 2, pp. 107–113. DOI: 10.14258/jcprm.2017021519. (in Russ.).
104. Popova O.I., Leonova V.N., Savenko I.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2012, no. 2, pp. 199–201. (in Russ.).
105. Martynov A.M., Chuparina Ye.V., Dargayeva T.D. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2022, no. 1, pp. 269–276. (in Russ.).
106. Sysoyev V.A., Khalitova D.A. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2013, vol. 16, no. 5, pp. 153–155. (in Russ.).
107. Zhukova O.L., Abramov A.A., Dargayeva T.D., Markaryan A.A. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Khimiya*, 2006, vol. 47, no. 5, pp. 342–345. (in Russ.).
108. Kostikova V.A., Khramova Ye.P., Syyeva S.Ya. *Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty – X: sbornik nauchnykh trudov*. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects – X: collection of scientific papers]. Moscow, 2018, pp. 312–315. (in Russ.).
109. Nesterova N.V., Samylina I.A., Bobkova N.V., Kuz'menko A.N., Krasnyuk I.I., Yevgrafov A.A. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 2: Khimiya*, 2019, vol. 60, no. 1, pp. 60–64. (in Russ.).
110. Martynov A.M., Dargayeva T.D., Chuparina Ye.V. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2012, vol. 46, no. 7, pp. 31–33. DOI: 10.30906/0023-1134-2012-46-7-31-33. (in Russ.).
111. Martynov A.M. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2011, vol. 101, no. 2, pp. 114–116. (in Russ.).
112. Shelukhina N.A., Savina A.A., Sheychenko V.I., Sokol'skaya T.A., Bykov V.A. *Voprosy biologicheskoy meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2010, no. 11, pp. 7–11. (in Russ.).
113. Paliy A.Ye., Paliy I.N., Marko N.V., Rabotyagov V.D. *Byulleten' GNBS*, 2016, vol. 118, pp. 37–44. (in Russ.).
114. Rabotyagov V.D., Paliy A.Ye., Startseva O.V., Paliy I.N. *Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty – X: sbornik nauchnykh trudov*. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects – X: collection of scientific papers]. Moscow, 2018, pp. 363–367. (in Russ.).
115. Paliy A.Ye., Rabotyagov V.D. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 46–54. (in Russ.).
116. Chumakova V.V., Popova O.I. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2013, vol. 1, no. 1, pp. 39–43. (in Russ.).
117. Kornil'yev G.V., Paliy A.Ye., Rabotyagov V.D. *Byulleten' GNBS*, 2016, vol. 119, pp. 31–37. (in Russ.).
118. Alekseyeva L.I., Teteryuk L.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2008, no. 4, pp. 65–68. (in Russ.).
119. Gavrilin M.V., Popova O.I., Gubanova Ye.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 4, pp. 99–104. (in Russ.).
120. Bubenchikova V.N., Azarov A.V. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 2, pp. 622–627. (in Russ.).
121. Velichko V.V., Khanina M.A., Rodin A.P. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo gumanitarnogo instituta. Seriya: Mediko-biologicheskiye nauki*, 2014, vol. 1, pp. 16–20. (in Russ.).
122. Krupennikova V.G., Fedoseyeva G.M. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*, 2007, vol. 71, no. 4, pp. 90–92. (in Russ.).
123. Yakovleva V.A., Goryachkina Ye.G., Sherestyannikova I.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Izhevsk, 2016, vol. 71, pp. 89–90. (in Russ.).
124. Valov R.I., Khanina M.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 8–10. (in Russ.).
125. Nasukhova N.M., Shevchuk O.M., Logvinenko L.A. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 150–163. (in Russ.).
126. Kyamileva M.S., Nesterova O.V., Kondrashev S.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 60–61. (in Russ.).
127. Suina I.O., Terninko I.I., Generalova Yu.E., Burtseva Ye.V., Bazanova Ye.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 2, pp. 197–207. (in Russ.).

128. Aminova A.A., Denisenko O.N., Lyashenko S.S., Berezhnaya L.A. *Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke*, 2016, vol. 16, no. 10, pp. 109–112. (in Russ.).
129. Nesterov G.V., Bobkova N.V., Kondrashev S.V., Sidiki A.I. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh*, 2019, no. 2(59), pp. 41–43. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.59.41-43. (in Russ.).

Received March 30, 2023

Revised July 5, 2023

Accepted June 6, 2024

Сведения об авторах

Компансева Евгения Владимировна – доктор фармацевтических наук, профессор кафедры фармацевтической химии, dskompanceva@mail.ru
Саушкина Анна Степановна – кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры фармации, annasaushkina@list.ru

Information about authors

Kompanceva Evgenia Vladimirovna – doctor of pharmaceutical sciences, professor of the department of pharmaceutical chemistry, dskompanceva@mail.ru
Saushkina Anna Stepanovna – candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the Department of Pharmacy, annasaushkina@list.ru