

УДК 543.544/549.7

БУМАЖНАЯ И ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ В ИДЕНТИФИКАЦИИ ГИДРОКСИКОРИЧНЫХ КИСЛОТ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ (ОБЗОР). СООБЩЕНИЕ 1

© *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, 357532 (Россия)*

² *Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044 (Россия), e-mail: annasaushkina@list.ru*

Гидроксикоричные кислоты (ГКК) – один из видов биологически активных соединений (БАС), синтезируемых растениями. Наряду с углеводами и белками ГКК – самые распространенные соединения в растительном мире и содержатся практически во всех высших растениях в свободном виде, в составе сложных эфиров и гликозидов. Хотя фармакологическая активность большинства ГКК изучена пока недостаточно, однако ее спектр достаточно широк.

Многие дикорастущие растения, которые в настоящее время применяются преимущественно в народной и традиционной медицине, представляют собой дешевое, доступное сырье, перспективное для внедрения в медицинскую и фармацевтическую практику нашей страны как потенциальные лекарственные средства. Поэтому поиск новых видов растений, интересных для детального изучения и создания на их основе современных лекарственных препаратов, содержащих ГКК, является актуальным направлением научных исследований.

Обзор посвящен изучению и систематизации методов бумажной и тонкослойной хроматографии, использованных для установления состава ГКК в растительном сырье, произрастающем на территории Российской Федерации как потенциальной сырьевой базы полифенольных соединений.

В обзоре использованы 80 источников отечественной научной литературы за период 2007–2022 гг. включительно, в которых приведены результаты применения тонкослойной (ТСХ) и бумажной (БХ) хроматографии для изучения, идентификации и стандартизации растительного сырья по содержанию гидроксикоричных кислот (ГКК).

Методом исследования служил ретроспективный информационно-аналитический анализ источников отечественной научной литературы.

Ключевые слова: растительное сырье, гидроксикоричные кислоты, тонкослойная хроматография, бумажная хроматография.

Введение

При направленном поиске растительного сырья большое значение придать маркерной группе биологически активных соединений (БАС), определяющей его основную фармакологическую ценность. Одной из таких маркерных групп БАС служат синтезируемые растениями гидроксикоричные кислоты (ГКК). Наряду с углеводами и белками они являются самыми распространенными соединениями в растительном мире, содержатся практически во всех высших растениях в свободном виде, в составе сложных эфиров и гликозидов и зачастую обуславливают фармакологическое действие [1].

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

Нахождение ГКК в растительном сырье (РС) составляет важный фрагмент фармакогностического анализа при изучении потенциальной сырьевой базы полифенольных соединений для создания новых лекарственных средств. Учитывая

* Автор, с которым следует вести переписку.

экологическую ситуацию не только в России, но и во всем мире, поиск дополнительных источников ГКК является актуальным.

В научной литературе за последние годы накопилась значительная база данных о применении различных химических и физико-химических (хроматографических, оптических и др.) методов для выявления в растениях ГКК как БАС, которая нуждается в определенной систематизации.

В данном обзоре проведен ретроспективный информационно-аналитический анализ 80 источников отечественной научной литературы за период с 2007 по 2022 год включительно о применении тонкослойной и бумажной хроматографии для выявления, идентификации и стандартизации ГКК в растениях, применяемых в народной и традиционной медицине, произрастающих и культивируемых на территории Российской Федерации.

Список литературы не претендует на полноту, однако дает представление о широте охвата публикаций.

Цель исследования – изучение и систематизация методов бумажной и тонкослойной хроматографии, применяемых для выявления ГКК в растениях, для расширения потенциальной сырьевой базы лекарственных растений.

Обсуждение результатов

Традиционными и исторически используемыми методами в анализе ГКК в растительном сырье являются методы бумажной (БХ) и тонкослойной хроматографии (ТСХ).

Для анализа ГКК методом одномерной БХ в основном описано использование бумаги «Ленинградская М» [2], «Ленинградская средняя» [3], бумаги «Filtrak FN-6» [4], «Filtrak» №12 [5] и других номеров этой марки [6, 7]. Для двумерной хроматографии используют бумагу FN-4 или FN-1 («Filtrak», Германия) [8].

Разделение ГКК методом ТСХ проводят на пластинах отечественного и зарубежного производства со слоями силикагеля на полимерной и алюминиевой подложках: «Сорбфил», «Сорбфил-ПТСХ-АФ-А-УФ», «Сорбфил-ПТСХ-П-А-УФ», «Silufol», «Silufol» UV-254,366 [2, 4, 5, 7–10], «Сорбфил» ПТСХ-П-А/ПТСХ-П-АУФ, ПТСХ-АФ-А/ПТСХ-АФ-А-УФ3 (АО «Сорбполимер», Россия) [11], силикагель 60 F₂₅₄ фирмы «Merck» [6, 7], Merck KGaA (Germany), Kieselgel 60 F₂₅₄, Kieselgel 40 F₂₅₄ [4, 9].

Для бумажной хроматографии ГКК наиболее часто используются системы:

- уксусная кислота – вода 2 : 98 [2, 3, 12, 13];
- *n* – бутанол – уксусная кислота – вода 4 : 5 : 1 [14, 15], (4 : 1 : 2) [6];
- уксусная кислота 15% [16], 2% [6];
- хлороформ – метанол – вода 24 : 14 : 3 [6];
- хлороформ – метанол – вода 62 : 32 : 7 [17];
- толуол – этилформиат – муравьиная кислота 50 : 40 : 10 [6];
- муравьиная кислота безводная – ацетон – метилхлорид 8.5 : 25 : 85 [6];
- этилацетат – метилэтилкетон – муравьиная кислота – вода (50 : 30 : 10 : 10) [4];
- этилацетат – муравьиная кислота – уксусная кислота – вода (100 : 11 : 11 : 26) [18].

Для тонкослойной хроматографии ГКК в основном описано использование систем:

- этилацетат – метилэтилкетон – муравьиная кислота – вода 50 : 30 : 10 : 10 [9];
- уксусная кислота 2% [19], 5% [17, 19], 15% [11, 20];
- изопропанол – аммиак 2 : 1 [17];
- хлороформ – гексан – этанол – вода 40 : 40 : 2 : 1 [4];
- *n* – бутанол – уксусная кислота – вода (БУВ) 4 : 1 : 2 [4, 13, 15, 21, 22];
- *n* – бутанол – уксусная кислота – вода (БУВ) 46 : 1 : 5 [20];
- хлороформ – этанол – вода 14 : 6 : 0.2 [4];
- бензол – метанол – уксусная кислота 45 : 8 : 3 [23];
- этилацетат – муравьиная кислота – вода 10 : 2 : 3 [23];
- этилацетат – уксусная кислота ледяная – вода 70 : 15 : 17 [24–26];
- этилацетат – уксусная кислота ледяная – вода 3 : 1 : 1 [24–26];
- хлороформ – метанол – вода 10 : 50 : 1 или 26 : 14 : 3 [15, 21];
- хлороформ – этанол 4 : 1 [21] [69А] или 3 : 1.1 : 1 [11];
- муравьиная кислота безводная – ацетон – метилхлорид 18.5 : 25 : 85 [6, 21];

- этилацетат – этанол 95 : 5 [5];
- хлороформ – уксусная кислота 3 : 1 [5] и 9 : 1 [11];
- раствор натрия карбоната 5% [11];
- этанол 25% [11];
- хлороформ – метанол 15 : 1, 93 : 7, 90 : 3, 95 : 5, 90 : 15 [11];
- хлороформ – метанол – аммиак 70 : 30 : 3 [11];
- гексан – ацетон 8 : 2; гексан – ацетон 3 : 2; гексан – ацетон 3 : 1 [24–26];
- бензол – этилацетат 2 : 1 [24–26];
- муравьиная кислота – вода – пропанол 1 : 9 : 90 [24–26];
- этилацетат – уксусная кислота ледяная – муравьиная кислота – вода 100 : 11 : 11 : 25 [24–26];
- муравьиная кислота безводная – вода – этилацетат – толуол 3 : 3 : 30 : 60 [24–26];
- бутанол – этилацетат 9 : 1 [24–26];
- петролейный эфир – этилацетат 2 : 1 [24–26];
- ацетон – вода – аммиака раствор 10% 90 : 7 : 3 [24–26];
- бензол – хлороформ 1 : 1 [24–26].

Иногда для лучшего разделения БАС используют двумерную хроматографию. Так, сумма флавоноидов и фенолокислот травы земляники лесной (*Fragaria vesca* L.) разделена восходящим способом метода двумерной хроматографии на бумаге марки FN-1 («Filtrak») в двух системах растворителей: *n*-бутанол – уксусная кислота – вода (БУВ 4 : 1 : 2) и уксусная кислота 15% [27].

В этих же условиях методом двумерной хроматографии на бумаге проанализированы ГКК валерианы сомнительной (*Valeriana dubia* Bunge) и валерианы болотной (*Valeriana officinalis* L.) [28], побеги и цветки багульника болотного (*Ledum palustre* L.) [16, 29].

При использовании БХ и ТСХ ГКК идентифицируют:

– по свечению в УФ свете до и после обработки хроматограмм 10% спиртовым раствором натрия гидрокарбоната; 10% раствором аммиака [4, 13, 23]; парами аммиака и 1% спиртовым раствором хлорида железа(III) [19];

– по окраске пятен после реакции азосочетания с 1% раствором диазотированной сульфаниловой кислоты (реактив Паули) [3, 14, 30].

Для идентификации ГКК на пластинках описано использование окрашенных продуктов реакции с серной кислоты 4% спиртовым раствором с последующим нагреванием при 105 °С [23], обработкой хроматограмм парами аммиака, раствором железа(III) хлорида [2, 14, 30].

Гидроксикоричные кислоты также обнаруживают по специфической окраске и флуоресценции в УФ-свете. При 254 нм кофейная, *n*-кумаровая, розмариновая, сиреневая, хлорогеновая кислоты имеют серую окраску, ванилиновая, коричная и протокатеховая – темно-серую [23, 31]; кафтаровая – темно-коричневую [32]; синаповая – голубовато-зеленую [31]; феруловая – фиолетовую [7, 33].

При 366 нм кофейная, розмариновая, синаповая, хлорогеновая кислоты приобретают голубое окрашивание [34, 35]; *n*-кумаровая и протокатеховая – темно-синее [23]; кафтаровая – темно-фиолетовое [32].

Пятна ГКК после обработки хроматограмм хромогенным реактивом (25% метанольным раствором фосфорно-вольфрамовой кислоты, 3% спиртовым раствором хлорида железа(III), раствором диазотированной сульфосалициловой кислоты) приобретают ярко-голубую окраску с фиолетовой флуоресценцией [17].

Наиболее достоверным подтверждением подлинности является сходимость величины R_f с аналогичными показателями 1% спиртовых растворов стандартных образцов ГКК в использованных системах растворителей [3, 23].

В системе толуол-этилацетат-муравьиная кислота-вода (10 : 20 : 5 : 2) R_f для хлорогеновой кислоты – 0.16, розмариновой – 0.55, протокатеховой и кофейной – 0.63, синаповой и сиреневой – 0.64, ванилиновой – 0.68, *n*-кумаровой – 0.70, коричной – 0.74 [23].

При разделении ГКК в системе этилацетат-метилэтилкетон-муравьиная кислота-вода (50 : 30 : 10 : 10) R_f для хлорогеновой кислоты равен 0.23, феруловой – 0.95, кофейной – 0.93 [4].

В системе хлороформ – метанол – вода (62 : 32 : 7) R_f для сиреневой кислоты составил 0.26, ванилиновой – 0.37, феруловой – 0.57 [17], кафтаровой кислоты – около 0.55 [32].

При отсутствии стандартных образцов (СО) для установления подлинности редко встречающихся ГКК предложено рассчитывать значение их относительной подвижности.

Например, в траве одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) по величине R_f были обнаружены и идентифицированы хлорогеновая (R_f 0.5) и кафтаровая (R_f 0.55) кислоты. Однако в дальнейшем для идентификации и хлорогеновой, и кафтаровой кислоты в этом растении рекомендовано использовать величину относительной подвижности стандартного образца хлорогеновой кислоты (соответственно $R_s=1.0$ и $R_s=1.1$). Одновременно обоснована целесообразность устанавливать подлинность нового вида ЛРС «Одуванчика лекарственного трава» методом ТСХ по доминирующей кафтаровой кислоте, используя в качестве СО цинарозид, имеющий сопоставимые с кафтаровой кислотой значения величин R_f [22, 32, 36].

Для идентификации ГКК методами БХ и ТСХ готовят, как правило, извлечения спиртом этиловым различной концентрации зачастую в соотношении сырье-экстрагент 1 : 10. Однако в ряде случаев это соотношение может изменяться в зависимости от исследуемого сырья. Ниже в качестве примеров приведены различные приемы извлечения ГКК из растительного сырья.

Для определения ГКК в листьях лавра благородного (*Láurus nóbilis* L.) измельченное сырье экстрагируют спиртом этиловым 70%. Извлечение упаривают при пониженном давлении на водяной бане с температурой (50–60 °С) до водного остатка, который выдерживают 12 ч в холодильнике при +4 °С. Выпавший осадок (смолистые вещества и хлорофилл) отфильтровывают. На хроматографическую бумагу наносят извлечение, СО фенолокислот (ванилиновой, галловой, кофейной, феруловой, хлорогеновой), хроматографируют в системах *n*-бутанол – уксусная кислота ледяная – вода (4 : 1 : 2) и 15% растворе уксусной кислоты. Методом БХ в 70% спиртовом извлечении из листьев лавра обнаружено восемь контрастных зон адсорбции предположительно фенольной природы, три из которых идентифицированы сравнением с СО как фенолокислоты (галловая, кофейная, феруловая) [33].

Для извлечения ГКК из травы бруннеры сибирской (*Brunnéra sibírica* Steven), травы синяка обыкновенного (*Échium vulgáre* L.), листьев медуницы мягчайшей (*Pulmonaria mollissima* A. Kerner) по одной методике сырье последовательно трехкратно экстрагируют спиртом этиловым 90% (соотношение 1 : 30) при комнатной температуре и при нагревании. Извлечения объединяют, упаривают досуха, растворяют в минимальном объеме спирта, хроматографируют методом БХ [37].

По другой методике суммарное извлечение из этого же сырья получают трехкратной экстракцией спиртом этиловым разной концентрации (соотношение 1 : 20). Для первой экстракции сырье настаивают со спиртом этиловым 90% в течение 24 ч при комнатной температуре. После фильтрования сырье повторно экстрагируют на водяной бане в течение 30 мин спиртом этиловым 80%. Третью экстракцию проводят на водяной бане в течение 30 мин спиртом этиловым 70%. Объединенные извлечения выпаривают досуха. Сухой остаток растворяют в спирте этиловом 80%. Химический состав ГКК изучают методом БХ на бумаге «Ленинградская средняя» в системе кислота уксусная ледяная-вода (2 : 98) [37].

Состав ГКК и флавоноидов травы спиреи иволистной (*Spiraéa salicifolia* L.) изучен в спиртовом извлечении и продуктах его кислотного гидролиза хлороводородной кислотой 1%. Для разделения использованы методы восходящей одномерной и двумерной БХ («Санкт-Петербургская М») в системах: *n*-бутанол – уксусная кислота – вода (4 : 1 : 2), 15 и 60% растворы уксусной кислоты. ГКК идентифицированы в видимом и УФ свете до и после проявления хроматограмм хромогенными реактивами (1% спиртовой раствор алюминия хлорида, пары аммиака), а также после обработки парами аммиака, раствором железа (III) хлорида или диазореактивом [30].

Таким образом, нами приведены некоторые подробные примеры подготовки исследуемого растительного сырья к изучению химического состава ГКК в растительных объектах методом БХ. При этом каждая методика пробоподготовки сырья к исследованию и хроматографирования имеет индивидуальные особенности. Приведенные примеры показывают, что в одних случаях проводят дополнительную очистку извлечений, осаждая сопутствующие вещества при пониженной температуре [33], в других проводят многократную экстракцию спиртом различной концентрации при различных температурах [37], а также гидролиз сложных эфиров и гликозидов [30].

В настоящее время для обнаружения ГКК чаще используется метод ТСХ или сочетание метода ТСХ с БХ.

Так, для установления состава фенолокислот травы василька лугового (*Centaureá jacéa* L.) и василька фригийского (*Centaureá phrýgia* L.) сырье экстрагируют БАС спиртом этиловым 70%. Полученное извлечение хроматографируют восходящим способом ТСХ на пластинке Kieselgel 40 F₂₅₄ в предварительно насыщенной камере в системе: этилацетат – метилэтилкетон – муравьиная кислота – вода (50 : 30 : 10 : 10). На

хроматограмме в УФ-свете при 254 нм по совпадению окраски, положения пятен и величины R_f СО свидетелей в исследуемом сырье идентифицированы следующие ГКК: хлорогеновая (R_f 0.23); кофейная (R_f 0.93); феруловая (R_f 0.95) [9].

И.И. Тернинко с соавторами изучен состав ГКК травы кирказона ломоносвидного (*Aristolochia clematitis* L.) методами ТСХ (пластинки «Sorbfil UV-254» ПТСХ-П-В-УФ, зернение 5–17 мкм, толщина слоя 90–120 мкм) и БХ (бумага Filtrak №12). Для разделения БАС спиртового извлечения (экстрагент 40% этанол) из исследуемого сырья использованы 16 описанных в литературе систем растворителей. На хроматограммах сравнением формы, цвета, флуоресценции и факторов удерживания R_f пятен с использованными СО в видимом и УФ-свете (366 и 254 нм) до и после обработки соответствующими реактивами в траве кирказона ломоносвидного идентифицированы кофейная, хлорогеновая и *n*-кумаровая кислоты [24–26].

Качественный состав фенольных соединений 5 видов растений рода монарда: М. трубчатая (*Monarda fistulosa* L.), М. двойчатая (*Monarda didyma* L.), М. лимонная (*Monarda citriodora* Cervantes ex Lag., Gen. sp. pl. 2. 1816), М. Рассела (*Monarda russeliana* Nutt.), М. гибридная (*Monarda x hybrida* L.) изучен методом ТСХ (пластинки «Sorbfil ПТСХ-П-А-УФ») в системе этилацетат – ледяная уксусная кислота – вода (5 : 1 : 1). БАС экстрагировали при нагревании в течение 1 ч 70% этанолом (соотношение 1 : 40). Хроматограммы просматривали в УФ-свете при 254 и 366 нм до и после обработки хромогенными реактивами, а также сканировали с помощью денситометра «Сорбфил». Установлено, что все исследованные виды монарды содержат хлорогеновую кислоту. Использование денситометра и программы математической обработки позволило сохранить и архивировать их изображения, рассчитать значения R_f , площади и высоту пиков, автоматизировать поиск и обработку пятен [38].

Для изучения качественного состава ГКК рыльцев со столбиками кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.) сырье экстрагировали при нагревании в течение 10 мин на водяной бане с обратным холодильником спиртом этиловым 40, 50, 60 и 70% при соотношении сырье-экстрагент 1 : 10 [23]. Установлено, что оптимальным растворителем для извлечения ГКК из данного сырья является спирт этиловый 60%.

Следует отметить, что метод ТСХ стал использоваться и в государственной фармакопее для установления подлинности некоторых видов лекарственного растительного сырья по содержанию маркерных групп БАС.

Так, согласно ФС для обнаружения хлорогеновой кислоты и рутина методом ТСХ в траве полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.) измельченное сырье экстрагируют спиртом 96% при нагревании с обратным холодильником. Извлечение охлаждают до комнатной температуры, фильтруют. Фильтрат хроматографируют на пластинке со слоем силикагеля на алюминиевой подложке восходящим способом в системе этилацетат-муравьиная кислота безводная-вода (40 : 4 : 6) в предварительно насыщенной камере. Следы растворителей удаляют. Хроматограмму нагревают при 100–105 °С 2–3 мин, последовательно обрабатывают спиртовыми растворами дифенилборилоксиэтиламина 1% и полиэтиленгликоля 5% и через 30 мин просматривают в УФ-свете при 366 нм. На хроматограмме испытуемого извлечения должны обнаруживаться две зоны голубого цвета на уровне зоны СО хлорогеновой кислоты и выше нее и зоны желтого, желто-зеленого, желто-оранжевого или оранжевого цвета на уровне зоны СО рутина [39].

Приведенные примеры установления состава ГКК в растительном сырье методом ТСХ основаны на их экстракции спиртом этиловым различной концентрации. Многие авторы перед последующей идентификацией выделенных ГКК (особенно до 2012–2015 гг.) рекомендуют более тщательно разделять и очищать извлечения БАС препаративной колоночной хроматографией. Некоторые авторы рекомендуют для очистки полученных спиртовых извлечений от сопутствующих веществ дополнительную экстракцию различными органическими растворителями. Одновременно это повышает относительное содержание БАС в пробе.

Так, при изучении БАС листьев и стеблей хризантемы корейской (*Chrysanthemum koreanum hort.* L.) сырье экстрагировали спиртом этиловым 70% (соотношение 1 : 10) на водяной бане с обратным холодильником. Водно-спиртовое извлечение концентрировали в вакууме до 1/3 объема и последовательно обрабатывали хлороформом, этилацетатом и *n*-бутанолом. В этилацетатной и бутанольной фракциях методами БХ и ТСХ авторы определяли флавоноиды, фенолкарбоновые и гидроксикоричные кислоты, кумарины, сапонины. Из ГКК идентифицированы коричная, кумаровая, феруловая и синаповая кислоты [14].

Фенольные соединения из травы хондриллы ситниковидной (*Chondrilla juncea* L.) экстрагировали спиртом этиловым 70%. После отгонки растворителя и очистки от липофильных примесей четыреххлористым углеродом смесь флавоноидов, гидроксикоричных кислот, кумаринов разделяли методами препара-

тивной хроматографии на колонках, а затем БХ. Выделенные БАС идентифицировали классическими методами и с помощью физико-химических характеристик исходных соединений и продуктов их превращения (УФ- и ИК-спектров, значений R_f в различных системах растворителей, температур плавления смешанных проб исследуемых и стандартных образцов). Фенолкарбонные кислоты и их производные идентифицировали по флуоресценции пятен на хроматограммах, качественными цветными реакциями с железом(III) хлоридом и другими реагентами [40].

Для разделения БАС травы одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wogg), использована колоночная адсорбционная хроматография. При элюировании извлечения, нанесенного на сорбент (силикагель), смесью различных соотношений хлороформ – спирт этиловый были получены концентрированные фракции, содержащие индивидуальные БАС одуванчика лекарственного. Фракции очищали методом рехроматографии на сорбентах силикагеля и полиамида. Структура выделенных веществ установлена физико-химическими и химическими методами [22].

Для изучения химического состава БАС травы астрагала серпоплодного (*Astragalus falcatus* Lam.) измельченное сырье, собранное в фазу цветения, последовательно экстрагировали при температуре 60–65 °С 80% этанолом (соотношение 1 : 10 – 1 : 12) в течение соответственно 60, 40 и 30 мин. Объединенные извлечения сгущали до 1/3 объема, выдерживали при температуре ниже 8 °С 2–3 сут. Выпавший осадок отфильтровывали, фильтр промывали горячей водой. БАС из сгущенного извлечения разделяли методом избирательной «жидкость-жидкостной» экстракции, используя бензол, хлороформ, этилацетат, бутилацетат и бутанол. Этилацетатное и бутилацетатное извлечения сушили безводным сульфатом натрия, фильтровали и отгоняли растворители. Сухие остатки объединяли. Сумму полифенольных соединений осаждали 3–5-кратным объемом «сухого» хлороформа, отфильтровывали на стеклянном фильтре №3, сушили при 45–50 °С в вакуум-сушильном шкафу. Сухой остаток растворяли в 70% этаноле и определяли содержание ГКК методами одно- и двумерной БХ и ТСХ [41].

В обзоре помимо приведенных выше примеров различных способов извлечения ГКК из растительного сырья все изученные растения систематизированы по семействам. Для каждого растения приведены исследуемое сырье, вид хроматографии, идентифицированные ГКК и ссылка на источник литературы (табл.).

Анализ (табл.) показал, что для исследования в качестве сырья использованы чаще всего надземные части растений, а именно: трава (35 объектов), листья (20 объектов), цветки (13 объектов). Реже из надземных частей растений изучались плоды (11 объектов), кора (5 объектов), стебли (2 объекта), побеги (2 объекта), семена (1 объект), хвоя (1 объект), грибы (1 объект). Очень редко исследовались корни и корневища с корнями (4 объекта).

В семействе розоцветных изучено 19 видов растений, из которых 16 относятся к различным видам рода боярышник (*Crataegus*). В семействах астровых (*Asteraceae*) изучено 14 видов растений, яснотковых (*Lamiaceae*) – 12, из которых 5 являются различными видами монард; вересковых (*Ericaceae*) и бурачниковых (*Boraginaceae*) по 5; норичниковых (*Scrophulariaceae*) – 4; ивовых (*Salicaceae*) – 3; сосновых (*Pinaceae*) – 2.

В 14 семействах: аристарлохиевые (*Aristolochiaceae*), бобовые (*Fabaceae*), гвоздичные (*Caryophyllaceae*), гераниевые (*Geraniaceae*), гименохоетовые (*Hymenochaetaceae*), гречишные (*Polygonaceae*), жимолостные (*Caprifoliaceae*), злаковые (*Gramineae*), кипрейные (*Onagraceae*), крапивные (*Urticaceae*), крыжовниковые (*Grossulariaceae*), лавровые (*Lauraceae*), липовые (*Tiliaceae*), хвощовые (*Equisetaceae*) методами БХ и ТСХ изучено по одному виду растений.

С помощью метода БХ (табл.) обнаружены ГКК в сырье 32 видах растений, при этом: в траве в 20 видах; листьях в 6 видах, стеблях в 1 виде, плодах в 1 виде, корневищах с корнями в 1 виде, корнях в 3 видах растений.

Метод ТСХ использован для определения наличия ГКК (табл.) в сырье 30 видах растений: в траве 16 видов, листьях 4 видов, стеблях 1 вида, побегах 1 вида, рыльцах со столбиками 1 вида, коре 3 видов, корневище 1 вида, корнях 1 вида и хвое 1 вида растения.

Сочетание методов БХ и ТСХ описаны при определении ГКК (табл.):

– в траве альфредии снежной [42]; татарника колючего [51]; дубровника белого [4]; марьянника серебристопритцветникового [66];

– цветках боярышника желтого [53] и Б. сглаженного [5];

– листьях 6 видов и плодов 10 видов рода Боярышник [54, 55];

– коре липы сердцелистной [13].

Результаты идентификации гидроксикоричных кислот в некоторых растениях, произрастающих на территории Российской Федерации

Наименование растения	Сырье	коричная	кофейная	кумаровая	феруловая	синаповая	хлорогено- вая	кафтаровая	цикориевая	розмарино- вая	Метод ана- лиза	Литература
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Семейство Астровые (Asteraceae) или Сложноцветные (Compositae)												
Альфредия снежная (<i>Alfredia nivea</i> Kar. & Kir.)	трава	+	+				+				БХ, ТСХ	42
Василек луговой (<i>Centaurea jacea</i> L.)	трава		+		+		+				ТСХ	9, 43
Василек фригийский (<i>Centaurea phrygia</i> L.)	трава		+		+		+				ТСХ	9, 43
Василек шероховатый (<i>Centaurea scabiosa</i> L.)	трава		+	+	+		+		+		БХ	44
Горлюха ястребинковая (<i>Picris hieracioides</i> L.)	трава		+	+	+		+				БХ	45, 46
Девясил иволистный (<i>Inula salicina</i> L.)	трава	+	+				+		+	+	БХ	47
Золотарник кавказский (<i>Solidago caucasica</i> Kem.- Nath.)	трава корневище с корнями		+				+		+		БХ	48
Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)	трава корни	+	+		+		+				БХ	49
Лопух войлочный (<i>Arctium tomentosum</i> Mill.)	листья	+	+	+	+		+				ТСХ	50
Лопух (репейник) большой (<i>Arctium lappa</i> L.)	листья	+	+	+	+		+				ТСХ	50
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> (L.) Webb ex F.H. Wigg.)	трава						+	+			ТСХ	22, 36
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	трава						++				ТСХ	39
Татарник колючий (<i>Oenothera acanthium</i> L.)	трава		+		+						БХ, ТСХ	51
Хризантема корейская (<i>Chrysanthemum koreanum</i> hort. L.)	листья стебли	+		+	+	+					ТСХ	14
Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	трава						+		+		ТСХ	52
Хондрилла ситниковидная (<i>Chondrilla juncea</i> L.)	трава										БХ	40
Семейство Розовые (Rosaceae)												
Боярышник желтый (<i>Crataegus chlorocarpa</i> Lenne et C. Koch)	цветки листья плоды		+		+		++				БХ, ТСХ	53
Б. круглолистный (<i>Crataegus rotundifolia</i> Medic)			+		+		++					
Б. волжский (C. Volgensis Pojark.)	плоды			+	+		++				БХ, ТСХ	54
Б. страшный (C. horrida Me- dik)	плоды			+	+		++					
Б. сочный (C. suc- culenta (Link) Schraed),	плоды			+	+		++					
Б. однопестичный (C. monogyne Jacq.)	плоды			+	+		++					
Б. петушья шпора (Cratae- gus crus-galli L.)	плоды		+				++				БХ, ТСХ	55

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Б. украинский (<i>Crataegus ucrainica</i> Pojark)	плоды		+				++				БХ, ТСХ	55
Б. Факсона (<i>Crataegus faxonii</i> Sarg)	плоды		+				++				БХ, ТСХ	55
Б. шарлаховидный (<i>Crataegus cocciniodes</i> Ashe)	плоды		+				++				БХ, ТСХ	55
Боярышник сглаженный (<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.)	цветки		+		+		++				БХ, ТСХ	5
Б. украинский (<i>C. ucrainica</i> Pojark)	листья		+		+		++					
Б. петушья шпора (<i>C. crus-galli</i> L.)	листья		+		+		++					
Б. шарлаховидный (<i>C. cocciniodes</i> Ashe)	листья		+		+		++					
Б. мягкий (<i>C. mollis</i> (Torr. et Gray) Schelle)	листья		+		+		++					
Б. арканзасский (<i>C. arkansana</i> Sarg)	листья		+		+		++					
Б. зеленый (<i>C. viridis</i> Sarg. (L.))	листья		+		+		++					
Б. густоцветковый (<i>C. densiflora</i> Sarg)	листья		+		+		++					
Гравилат городской (<i>Géum urbánum</i> L.)	трава						++				ТСХ	2
Земляника зеленая (<i>Fragária víridis</i> Duch. (Weston))	листья		+				++				БХ	27
Спирея иволистная (<i>Spiraéa salicifolia</i> L.)	трава		+	+	+						БХ	30
Семейство Яснотковые (Lamiaceae) или Губоцветные (Labiatae)												
Дубровник белый (<i>Teucrium polium</i> L.)	трава		+		+						БХ, ТСХ	4
Змееголовник молдавский (<i>Dracocéphalum moldavica</i> L.)	трава									+	ТСХ	56
Котовник кошачий (кошачья мята) (<i>Népeta catária</i> L.)	трава		+				+			+	БХ	57, 58
Монарда трубчатая (<i>Monarda fistulosa</i> L.)	трава						+				ТСХ	38
Монарда двойчатая (<i>Monarda didyma</i> L.)	трава						+				ТСХ	38
Монарда лимонная (<i>Monarda citriodora</i> Cervantes ex Lag., Gen. sp. pl. 2. 1816),	трава						+				ТСХ	38
Монарда Рассела (<i>Monarda russeliana</i> Nutt.)	трава						+				ТСХ	38
Монарда гибридная (<i>Monarda x hybrida</i> L.)	трава						+				ТСХ	38
Перилла кустарниковая (<i>Perilla frutescens</i>)	трава	+	+		+					+	ТСХ	21
Розмарин лекарственный (<i>Rosmarínus officínalis</i>)	листья по-беги	+	+		+					+	ТСХ	15
Тимьян меловой (<i>Thymus cretaceus</i> Klok. Et Schost.)	трава		+		+		+			+	СЭ, БХ	59
Шалфей блестящий (<i>Salvia splendens</i> Sellow ex Schult.)	листья						+				ТСХ	60

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Шалфей мускатный (<i>Salvia sclarea</i> L.)	трава		+		+		+				БХ, ТСХ	61
Шалфей дубравный (<i>Salvia nemorosa</i> L.)	трава		+				+				ТСХ	19
Витекс священный (<i>Vitex Agnus-Castus</i> (L.)	листья		+				+				ТСХ	18
Витекс коноплевидный (<i>Vitex Cannabifolia</i> (Sieb.)	цветки		+				+					
стебли			+				+					
Семейство Вересковые (Ericaceae)												
Багульник болотный (<i>Lédum palústre</i> L.)	листья		+				+				БХ	16, 29
Грушанка крупнолистная (<i>Pyrola rotundifolia</i> L.)	листья		+	+			+				БХ	12
Ортилия однобокая (<i>Orthília secúnda</i> L. (House)	трава		+	+			+				БХ	12
Черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i> L.)	плоды	+	+								БХ	62
Черника обыкновенная (<i>Vaccínium myrtillus</i> L.)	листья	+	+				+				БХ	62
Сем. Бурачниковые (Boraginaceae)												
Бруннера сибирская (<i>Brunnéra sibíríca</i> Steven	трава		+								БХ	37
Медуница лекарственная (<i>Pulmonaria . officinalis</i> L.)	листья						+				БХ	37
Медуница мягчайшая (<i>Pulmonaria mollissima</i> A. Kerner)	листья						+				БХ	37
Медуница неясная (<i>Pulmo- naria obscura</i> Dumort)	листья						+				БХ	37
Синяк обыкновенный (<i>Échium vulgáre</i> L.)	трава	+									БХ	37
Семейство Гречишные (Polygonaceae)												
Горец змеиный (<i>Polygonum bistorta</i> L.)	корневище						+				ТСХ	63
Семейство Бобовые (Fabaceae)												
Астрагал серпоплодный (<i>Astragalus falcatus</i> Lam.)	трава										БХ, ТСХ	41
Семейство Ивовые (Salicaceae)												
Ива белая (<i>Sálix álba</i> L.)	кора	+	+		+						ТСХ	17
	побеги	+	+		+							
Ива пурпурная (<i>Salix purpurea</i> L.)	кора	+	+								ТСХ	17
Ива трехтычинковая (<i>Salix triandra</i> L.)	кора	+	+								ТСХ	17
Семейство Зонтичные (Umbelliferae) или Сельдерейные (Apiaceae)												
Синеголовник кавказский (<i>Eryngium caucasicum</i> Trautv.)	трава, корни				++		+		+	+	ТСХ	64
Синеголовник плосколист- ный (<i>Eryngium caucasicum</i> Trautv.)	трава, корни				++		+		+	+		
Семейство норичниковые (Scrophulariaceae Juss.)												
Марьянник луговой (васил- ек полевой) (<i>Melampyrum pratense</i> L.)	трава		+		+		+				БХ	65
Марьянник дубравный (иван-да-марья) (<i>Melampyrum nemorosum</i> L.)	трава		+		+		+				БХ	65

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Марьянник серебристоприцветниковый (<i>Melampyrum argyrocom L.</i>)	трава		+				++				БХ, ТСХ	66
Очанка коротковолосистая (<i>Euphrasia brevipila L.</i>)	трава		+		+		+				БХ	67
Семейство Кипрейные (Onagraceae)												
Хамерион узколистный (<i>Chamerion angustifolium L.</i>) Holub.)	трава		+		+		+				БХ	68
Семейство Аristoloxиевые (Aristolochiaceae)												
Кирказон ломоносовидный (<i>Aristolochia clematitis L.</i>)	трава		+	+			+				ТСХ, БХ	24–26, 69
Семейство Злаковые (Gramineae) или Мятликовые (Poaceae)												
Кукуруза обыкновенная (<i>Zea mays L.</i>)	рыльца со столбиками		+		+						ТСХ	23
Семейство Липовые (Tiliaceae)												
Липа сердцелистная (<i>Tilia cordata Mill.</i>)	кора						+				БХ, ТСХ	13
Семейство Сосновые (Pinaceae)												
Ель обыкновенная, Ель европейская (<i>Picea abies</i>)	корни		+				+				БХ	70
Сосна обыкновенная (<i>Pinus silvestris L.</i>)	хвоя	+		+	+						ТСХ	71
Семейство Крапивные (Urticaceae)												
Крапива коноплевая (<i>Urtica cannabina L.</i>)	трава	+	+		+		+				БХ	72, 73
Семейство Крыжовниковые (Grossulariaceae)												
Крыжовник отклоненный (<i>Ribes úva-crispa L.</i>)	листья		+								ТСХ	74
Семейство Гименохетовые (Hymenochaetaceae)												
Трутовик косой (Чага) (<i>Inonotus obliquus (Pers.) Pil</i>)	гриб			+							ТСХ	75
Семейство Хвощовые (Equisetaceae)												
Хвощ лесной (<i>Equisetum sylvaticum L.</i>)	трава		+	+							ТСХ	76
Семейство Лавровые (Lauraceae)												
Лавр благородный (<i>Laurus nobilis L.</i>)	листья		+	+	+				+		БХ	33, 77
Семейство жимолостные (Caprifoliaceae)												
Патриния скабиозолистная (<i>Patrinia scabiosifolia Fisch. ex Link</i>)	листья цветки		+			+	+				БХ	78
Семейство Гераниевые (Geraniaceae)												
Пеларгония зональная (<i>Pelargonium zonale L. Her.</i>)	цветки листья		+								БХ	79
Семейство Гвоздичные (Caryophyllaceae)												
Зорька обыкновенная (Зорька халцедонская) (<i>Lychnis chalcedonica L.</i>)	трава		+	+	+	+	+				БХ	80
Семейство толстянковые (Crassulaceae)												
Родиола четырехлепестная (<i>Rhodiola quadrifida (Pall.) Fisch. and С.А.Мey</i>)	корневища с корнями		+			+				+	ТСХ (высокоэффективная)	34
Родиола равнозубчатая (<i>Rhodiola heterodonta (Hook. f. et Thorns) Boriss.</i>)						+	+					
Родиола розовая (<i>Rhodiola rosea L.</i>)						+	+					

Примечание: ++ – ГКК представлены изомерными формами

Результаты обнаружения ГКК в исследуемых растениях, произрастающих на территории Российской Федерации, также приведены в таблице. Проведенный анализ показал большой разброс в широте распро-

странения ГКК в изученном растительном сырье. Установлено, что наиболее часто встречается хлорогеновая кислота (62 объекта). Немного меньше распространены кофейная (53 объекта) и феруловая (41 объект) кислоты. Значительно реже встречаются кумаровая (18 объектов) и коричная (15 объектов) кислоты. Менее всего в растительном сырье распространены цикориевая (7 объектов) и розмариновая (7 объектов) кислоты. Только в одуванчике лекарственном найдена кафтаровая кислота и в листьях и стеблях хризантемы корейской – синаповая кислота.

В то же время растительное сырье характеризуется разнообразным ассортиментом содержащихся ГКК.

До 5 ГКК содержат трава василька шероховатого (*Centaurea scabios*) – кофейная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая, цикориевая; трава девясила иволистного (*Inula salicina* L.) – кофейная, коричная, хлорогеновая, цикориевая, розмариновая; листья лопуха войлочного (*Arctium tomentosum*) – кофейная, коричная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая; трава зорьки обыкновенной (зорька халцедонская) (*Lychnis chalcedonica* L.) – кофейная, кумаровая, феруловая, синаповая, хлорогеновая.

До 4 ГКК содержат трава и корни синеголовника кавказского (*Eryngium caucasicum* Trautv.) – феруловая, хлорогеновая, цикориевая, розмариновая; листья и стебли хризантемы корейской (*Chrysanthemum ×koreanum hort.*) – коричная, кумаровая, феруловая, синаповая; листья и побеги розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis*) – коричная, кофейная, феруловая, розмариновая; листья лопуха (репейника) большого (*Arctium lappa*) – кофейная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая; трава горюхи ястребинковой (*Picris hieracioides* L.) – кофейная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая; трава крапивы коноплевой (*Urtica cannabina*) – коричная, кофейная, феруловая, хлорогеновая; листья лавра благородного (*Laurus nobilis*) – кофейная, кумаровая, феруловая, цикориевая; трава тимьяна мелового (*Thymus cretaceus* Klok. Et Schost.) – кофейная, феруловая, хлорогеновая, розмариновая; трава горюхи ястребинковой (*Picris hieracioides* L.) – кофейная, кумаровая, феруловая, хлорогеновая.

В остальных видах растительного сырья, включенных в обзор, содержатся от одной до трех ГКК (табл.).

Отдельные виды растительного сырья содержат изомерные формы некоторых содержащихся в них ГКК (табл.). Чаще всего в растительном сырье содержатся изомерные формы хлорогеновой кислоты: трава полыни горькой (*Artemisia absinthium* L.), все исследованные виды боярышника (10 видов). Изомерные формы феруловой кислоты содержит только марьянник серебристоприцветниковый (*Melampyrum argyrocom* L.).

Вполне возможно, что эти виды сырья содержат и другие ГКК, но авторам не удалось их идентифицировать методами БХ и ТСХ из-за отсутствия СО или содержания ГКК в следовых количествах.

Заключение

В данном сообщении приведены, обобщены и систематизированы сведения отечественной научной литературы о результатах изучения и идентификации ГКК методами БХ и ТСХ в извлечениях из 85 растений 24 семейств, произрастающих на территории Российской Федерации (табл.).

Для идентификации ГКК методами БХ и ТСХ получают достаточно концентрированные извлечения из растительного сырья, как правило, спиртом этиловым различной концентрации, используя длительное настаивание при комнатной температуре или кратковременное нагревание на водяной бане, учитывая быструю деградацию ГКК при высоких температурах.

Для очистки извлечений чаще всего используют избирательную экстракцию «жидкость-жидкость» различными специфическими растворителями. В ряде случаев ГКК разделяют колоночной препаративной хроматографией. Для индикации БАС хроматограммы просматривают в УФ-свете при 254 и 366 нм до и после обработки хромогенными реактивами. Идентификацию выделенных ГКК проводят сравнением положения пятен индивидуальных БАС со стандартными образцами, расчеты величины R_f и сравнение с данными литературы.

Установлено, что для обнаружения ГКК в растительном сырье примерно одинаково часто используют как метод ТСХ, так и БХ. Реже используют сочетание методов БХ и ТСХ (табл.).

Авторы выражают благодарность всем исследователям, чьи научные работы были использованы при написании данного обзора.

Список литературы

1. Куркин В.А. Фенилпропаноиды как важнейшая группа биологически активных соединений лекарственных растений // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. №12-7. С. 1338–1342.
2. Вдовенко-Мартынова Н.Н., Степанюк С.Н. Фенольные соединения гравилата городского (*Geum urbanum* L.) травы // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 27–28.
3. Валов Р.И., Ханина М.А. Фармакогностический анализ травы хамериона узколистного (*Chamerion angustifolium* (L.) Holub.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 23–25.
4. Рудакова Ю.Г., Попова О.И. Результаты хроматографического исследования некоторых фенольных соединений травы дубровника белого (*Teucrium polium* L.) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2013. Вып. 6. С. 92–93.
5. Гончаров Н.Ф., Михайлов И.В., Гончаров Н.Н. Гидроксикоричные кислоты цветков и листьев нефармакопейных видов рода боярышник // Фундаментальные исследования. 2011. №9-1. С. 146–148.
6. Луати Х., Серебряная Ф.К., Шамилов А.А. Спектрофотометрическое определение суммы гидроксикоричных кислот в надземной части розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) флоры Туниса // Беликовские чтения: сборник научных трудов VI Всероссийской научно-практической конференции. Пятигорск, 2018. С. 214–221.
7. Буданцев А.Л., Шаварда А.Л., Медведова Н.А., Петрова Н.В., Леострин А.В. Содержание розмариновой кислоты в листьях некоторых видов семейств Lamiaceae и Boraginaceae // Растительные ресурсы. 2015. Т. 51, вып. 1. С. 11–21.
8. Онегин С.В., Фурса Н.С. 1. Количественное определение суммы гидроксикоричных кислот в траве вереска обыкновенного из различных мест произрастания // Российский медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. 2007. Т. 15, №3. С. 114–122.
9. Анцышклина А.М., Зайчикова С.Г., Простодушева Т.В., Крученков А.А. Изучение химического состава рода василек // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2012. Вып. 67. С. 7–8.
10. Ненелева Е.В., Евдокимова О.В., Глазкова И.Ю. Идентификация коры коричника методом тонкослойной хроматографии // Фармация. 2015. Т. 64, №6. С. 17–18.
11. 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 метаболизма в совершенствовании биотехнологических средств производства: сборник научных трудов II международной научной конференции. М., 2019. С. 228–232.
12. 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.
13. Орловская Т.В., Гюльбякова Х.Н., Гужва Н.Н., Огурцов Ю.А. Изучение коры липы сердцелистной с целью создания новых лекарственных средств // Современные проблемы науки и образования. 2013. №2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8561>.
14. Андреева О.А., Оганесян Э.Т., Кодониди М.И., Быковских Ю.А., Шаренко А.М. Изучение химического состава хризантемы корейской травы // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2012. Вып. 67. С. 6–7.
15. Тохсырова З.М., Попов И.В., Попова О.И. Определение подлинности листьев и побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) методом ТСХ // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Ижевск, 2016. Вып. 71. С. 74–75.
16. Минович В.М., Каракаш Е.Ф. Содержание флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в надземных органах багульника болотного (*Ledum palustre* L. Var. *Angusicum* E.Busch), произрастающего в Прибайкалье // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Ижевск, 2017. Вып. 72. С. 46–48.
17. Хитёва О.О. Определение фенолокислот в сырье видов ивы, произрастающих на Северном Кавказе // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2012. Вып. 67. С. 131–133.
18. Ющишена О.В. Исследование гидроксикоричных кислот витекса священного (*Vitex agnus-castus* L.) и витекса коноплевидного (*V. cannabifolia* Sieb.) // Молодая фармация – потенциал будущего: сборник научных трудов IV Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием. СПб., 2014. С. 616–619.
19. Опекунова М.Е. Разработка методики определения содержания гидроксикоричных кислот в траве *Salvia nemorosa* L. // Молодая фармация – потенциал будущего: сборник научных трудов XI Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием. СПб., 2021. Т. 2. С. 98–100.

20. Яковлева В.А., Горячкина Е.Г., Шерстянникова 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.
21. Никитина А.С., Никитина Н.В., Гарсия Е.Р., Шамилов А.А. Изучение фенольных соединений периллы кустарниковой (*Perilla frutescens*) // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2018. Вып. 73. С. 109–112.
22. Азнагулова А.В., Куркин В.А. Фармакогностическое изучение травы одуванчика лекарственного как перспективного вида лекарственного растительного сырья // Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине: сборник научных трудов IV научно-практической конференции. М., 2017. С. 12–13.
23. 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.
24. Terninko I.I. Identification of biologically active substantiation of *Aristolochia clematitis* L. // Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии. 2017. Т. 15. №1. С. 68.
25. Тернинко И.И., Суина И.О., Генералова Ю.Э., Ваняг Е.Л. Исследование водной фракции из травы *Aristolochia clematitis* L. на наличие гидроксикоричных кислот // Перспективы лекарственного растениеводства: сборник научных трудов XI Всероссийской международной научной конференции студентов и аспирантов. М., 2018. С. 553–558.
26. Суина И.О. Фармакогностическое изучение, стандартизация сырья кирказона ломоносовидного и перспективы его применения в медицине: автореф. дис. ... канд. фарм. наук. СПб., 2020. 23 с.
27. Гусев Н.Ф., Докучаева Ю.А., Трубников В.В. Влияние экологических факторов на содержание антиоксидантов в листьях *Fragaria viridis* DUCH. (WESTON) степной зоны Оренбургского предуралья // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2016. №7. С. 19–24.
28. Федосеева Л.М., Мызникова О.А., Кудрикова Л.Е. Изучение фенольных соединений надземной части хатмы тюрингенской, произрастающей на территории Алтайского края // Химия растительного сырья. 2017. №2. С. 107–113. DOI: 10.14258/jcprgm.201702151.
29. Коротаяева М.С., Белоусов М.В., Фурса Н.С. Содержание флавоноидов и гидроксикоричных кислот в надземной части *Ledum palustre* (Ericaceae) // Растительные ресурсы. 2008. Т. 44. №1. С. 66–75.
30. Кривошеев И.М., Минович В.М., Федосеева Г.М., Андриевская М.В. Фенольные соединения спиреи иволистной (*Spiraea salicifolia* L.) побегов, произрастающей в Восточной Сибири // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2011. Вып. 66. С. 122–124.
31. Охрименко Л.П., Калинин Г.И., Лукша Е.А., Коломиец Н.В. Исследование фенольных соединений листьев голубики, брусники, толокнянки, черники и зимолоубки, произрастающих в республике Саха (Якутия) // Химия растительного сырья. 2009. №3. С. 109–115.
32. Азнагулова А.В. Фармакогностическое исследование одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.): автореф. дис. ... канд. фарм. наук. Самара, 2016. 25 с.
33. Насухова Н.М. Хроматографическое изучение фенольных соединений листьев лавра благородного // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2015. Вып. 70. С. 66–68.
34. Ибрагимова З. Изучение оксикоричных кислот сухого экстракта эрвы шерстистой методом ТСХ // Молодая фармация – потенциал будущего: сборник научных трудов IV Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием. СПб., 2011. С. 41–42.
35. Лёзина А.В., Романова М.А. Изучение отдельных классов фенилпропаноидов рода *Rhodiola* методом высокоэффективной тонкослойной хроматографии // Молодая фармация – потенциал будущего: сборник научных трудов. СПб, 2021. Т. 2. С. 68–73.
36. Куркин В.А., Азнагулова А.В. Фитохимическое исследование надземной части одуванчика лекарственного // Химия растительного сырья. 2017. №1. С. 99–105. DOI: 10.14258/jcprgm.2017011027
37. Круглов Д.С., Агапкина А.С., Свечникова О.П., Клочкова С.А. Спектрофотометрическое определение суммы фенолкарбоновых кислот некоторых растений семейства Boraginaceae // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2007. Вып. 62. С. 73–75.
38. 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.
39. ФС.2.5.0033.15. Полыни горькой трава *Artemisiae absinthii herba*.
40. Бубенчикова В.Н., Левченко В.Н. Фенольные соединения хондриллы ситниковидной // Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине: сборник научных трудов. IV научно-практическая конференция. М., 2017. С. 26–30.
41. Гужва Н.Н. Содержание и состав полифенолов, кумаринов астрагала серпоплодного, произрастающего в Пятигорском флористическом районе // Научные ведомости БелГУ. Серия. Медицина. Фармация. 2012. №22 (141). С. 27–34.
42. Шилова И.В. Химический состав альфредии снежной // Беликовские чтения: сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции. Пятигорск, 2015. С. 139–140.

43. Анцышкіна А.М., Зайчикова С.Г. О химическом составе васильков Подмосквья // II Гаммермановские чтения: сборник трудов научно-методической конференции. СПб, 2014. С. 27–29.
44. Ларькина М.С., Кадырова Т.В., Ермилова Е.В. Изучение динамики накопления фенолкарбоновых кислот в надземной части василька шероховатого // Химия растительного сырья. 2008. №3. С. 71–74.
45. Бубенчикова В.Н., Степнова И.В. Горлюха ястребинковая – перспективный источник биологически активных веществ // Фармация и фармакология. 2018. Т. 6. №1. С. 33–46. DOI: 10.19163/2307-9266-2018-6-1-33-46.
46. Бубенчикова В.Н., Степнова И.В. Исследование фенольных соединений травы горлюхи ястребинковой // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации: сборник научных трудов X Международного симпозиума «Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты». М., 2018. С. 251–254.
47. 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.
48. Федотова В.В., Челомбитко В.А. Изучение фенольных соединений золотарника кавказского (*Solidago caucasica* Kem.-Nath.) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина, Фармация. 2012. №10(129). С. 175–177.
49. 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. №1. С. 16–20.
50. Величко В.В., Ханина М.А. Лопух войлочный и лопух большой – перспективные источники гепатопротекторных средств // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. Пятигорск, 2013. Вып. 68. С. 20–21.
51. Гарсия Е.Р., Шамилов А.А., Коновалов Д.А. Капиллярный электрофорез в анализе фенольных соединений травы татарника колючего // Современные достижения фармацевтической науки и практики: материалы Международной конференции, посвященной 60-летию фармацевтического факультета Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета. Витебск, 2019. С. 58–61.
52. Сайбель О.Л., Даргаева Т.Д., Цицилин А.Н., Дул В.Н. Разработка методики количественного анализа биологически активных веществ и оценка динамики их накопления в зависимости от фазы вегетации цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2016. №6. С. 20–24.
53. Гончаров Н.Ф. Гидроксикоричные кислоты *Crataegus chlorocarpa* Lenne et C. Koch, *Crataegus rotundifolia* Medic. // Кубанский научный медицинский вестник. 2009. №3(108). С. 42–43.
54. Гончаров Н.Ф. Гидроксикоричные кислоты нефармакопейных видов рода боярышник // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2014. №11-1 (182). С. 187–190.
55. Гончаров Н.Ф. Сравнительное изучение гидроксикоричных кислот и флавоноидных соединений плодов некоторых видов рода *Crataegus* L. // Кубанский научный медицинский вестник. 2008. Т. 104. №5. С. 49–52.
56. Звездина Е.В., Шейченко О.П. Исследования по стандартизации травы змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2019. №4. С. 7–12. DOI: 10.29296/25877313-2019-04-02
57. Тернинко И.И., Нгуен Тхи Хай Иен. Идентификация гидроксикоричных кислот методом хроматографии в траве *Nepeta cataria* L. // Инновации в здоровье нации: сборник научных трудов IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. СПб, 2016. С. 622–627.
58. Палий А.Е., Палий И.Н., Марко Н.В., Работягов В.Д. Биологически активные вещества *Nepeta cataria* L. // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2016. Вып. 118. С. 37–44.
59. Бубенчикова В.Н., Старчак Ю.А. Изучение фенольных соединений тимьяна мелового (*Thymus cretaceus* Klok. Et Schost.) // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. 2011. №22-2 (117). С. 203–205.
60. Крымова А.А., Ушакова Л.С., Попова О.И. Определение некоторых групп биологически активных веществ в листьях *Salvia splendens* // Современные достижения фармацевтической науки и практики: сборник научных трудов Международной конференции, посвященной 60-летию фармацевтического факультета учреждения образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет». Витебск, 2019. С. 81–83.
61. 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.
62. 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.
63. Ефимова К.Н., Жохова Е.В. Качественный анализ фенольных соединений корневищ змеевика методом тонкослойной хроматографии // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2017. Т. 20. №1. С. 15–19.
64. Щербакова Е.А., Коновалов Д.А. Фенольные соединения корней и надземных частей синеголовника кавказского и синеголовника плосколистного // Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства: сборник научных трудов II международной научной конференции. М., 2019. С. 218–222.
65. Галишевская Е.Е., Петриченко В.М. Фенольные соединения двух видов растений рода Марьянник (луговой и дубравный) // Химико-фармацевтический журнал. 2010. №9. С. 30–34.
66. Бубенчиков Р.А., Апойцева А.С. Исследование фенольных соединений марьянника серебристоприцветникового и их антиоксидантная активность // Фенольные соединения: фундаментальные и прикладные аспекты.

- Фенольные соединения: свойства, активность, инновации: сборник научных трудов X международного симпозиума. М., 2018. С. 242–246.
67. Сухина Т.В., Шестакова Т.С., Петриченко В.М., Новикова В.В. Влияние экстрагентов на состав биологически активных веществ, спектральные характеристики и антимикробную активность извлечений из травы очанки коротковолосистой // Химико-фармацевтический журнал. 2010. №12. С. 35–39.
 68. 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.
 69. Суина И.О., Тернинко И.И., Генералова Ю.Э., Бурцева Е.В., Базанова Е.С. Изучение отдельных фракций травы *Aristolochia clematidis* L. на наличие различных групп БАВ // Химия растительного сырья. 2020. №2. С. 197–207. DOI: 10.14258/jcprm.2020026462
 70. Гуляев Д.К., Белоногова В.Д., Машенко П.С. Разработка методики определения содержания гидроксикоричных кислот в корнях ели обыкновенной // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2019. №2. С. 80–87.
 71. 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. № 2-2(59). С. 41–43. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.59.41-43.
 72. Ханина М.А., Губин К.В., Родин А.П., Ханина М.Г. Гидроксикоричные кислоты *Urtica cannabina* L. // Современные проблемы науки и образования. 2016. №6. С. 534.
 73. 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.
 74. Аджихметова С.Л., Поздняков Д.И., Червонная Н.М., Мыкоц Л.П., Воронков А.В., Оганесян Э.Т. Фенольные соединения и пектиновые вещества листьев крыжовника отклоненного (*Grossularia reclinata* (L.) Mill.) // Фармация и фармакология. 2018. Т. 6. №2. С. 121–134. DOI: 10.19163/2307-9266-2018-6-2-121-134.
 75. Кьямова Г.И., Фаррухшина Р.Р., Хабибрахманова В.Р., Сысоева М.А. Получение и анализ фракций липофильных и фенольных веществ чаги // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2016. №5. С. 9–12.
 76. Бондарчук Р.А. Коломиец Н.Э. Исследование фенольных соединений хвоща лесного (*Equisetum sylvaticum* L.) // Бюллетень Сибирской медицины. 2011. №5. С. 25–28.
 77. 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. DOI: 10.19163/2307-9266-2017-5-2-150-163.
 78. Яковлева В.А., Горячкина Е.Г., Шерестяникова 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.
 79. Булатова И.А. Фармакогностическое исследование надземной части пеларгонии зональной (*Pelargonium zonale* L. Her.) // Молодая фармация – потенциал будущего: сборник научных трудов IV Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов с международным участием. СПб, 2014. С. 418–420.
 80. Смолякова И.М., Авдеенко С.Н., Калинкина Г.И., Зибарева Л.Н. Исследование химического состава лихниса халцедонского, культивируемого в Западной Сибири. Сообщение I. Хроматографическое исследование фенольных соединений и экдистероидов // Химия растительного сырья. 2010. №3. С. 91–94.

Поступила в редакцию 14 ноября 2022 г.

После переработки 30 марта 2023 г.

Принята к публикации 15 мая 2023 г.

Для цитирования: Компанцева Е.В., Саушкина А.С. Бумажная и тонкослойная хроматография в идентификации гидроксикоричных кислот в растительном сырье (обзор). Сообщение 1. // Химия растительного сырья. 2023. №3. С. 27–45. DOI: 10.14258/jcprm.20230312090.

Kompantseva E.V.¹, Saushkina A.S.^{2*} PAPER AND THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY IN THE IDENTIFICATION OF HYDROXYCINNAMIC ACIDS IN PLANT RAW MATERIALS (REVIEW). MESSAGE 1

¹ Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute, a branch of the State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Medical University", pr. Kalinina, 11, Pyatigorsk, 357532 (Russia)

² S.M. Kirov Military Medical Academy, ul. Akademika Lebedeva, 6, St. Petersburg, 194044 (Russia), e-mail annasaushkina@list.ru

Hydroxycinnamic acids (HCC) are one of the types of biologically active compounds (BAC) synthesized by plants. Along with carbohydrates and proteins, HCCs are the most common compounds in the plant world and are found in almost all higher plants in free form, as part of esters and glycosides. Although the pharmacological activity of most HCCs has not been studied enough yet, however, its spectrum is quite wide.

Many wild plants, which are currently used mainly in ethnoscience and traditional medicine, are cheap, affordable raw materials that are promising for introduction into the medical and pharmaceutical practice of our country as potential medicines. Therefore, the search for new plant species that are interesting for detailed study and the creation of modern medicines containing HCC on their basis is an scientific research area of current interest.

The review is devoted to the study and systematization of paper and thin-layer chromatography methods used to determine the composition of HCC in plant raw materials growing on the territory of the Russian Federation as a potential raw material base of polyphenolic compounds.

The review uses 80 sources of domestic scientific literature for the period from 2007 to 2022 inclusive, which show the results of the use of thin-layer (TLC) and paper (PC) chromatography for the study, identification and standardization of plant raw materials by the content of hydroxycinnamic acids (HCC).

The research method used was a retrospective information and analytical analysis of the of Russian scientific literature sources.

Keywords: plant raw materials, hydroxycinnamic acids, thin-layer chromatography, paper chromatography.

References

1. Kurkin V.A. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2015, no. 12-7, pp. 1338–1342. (in Russ.).
2. Vdovenko-Martynova N.N., Stepanyuk S.N. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 27–28. (in Russ.).
3. Valov R.I., Khanina M.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 23–25. (in Russ.).
4. Rudakova Yu.G., Popova O.I. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2013, vol. 6, pp. 92–93. (in Russ.).
5. Goncharov N.F., Mikhaylov I.V., Goncharov N.N. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2011, no. 9-1, pp. 146–148. (in Russ.).
6. Luati Kh., Serebryanaya F.K., Shamilov A.A. *Belikovskiy chteniye: sbornik nauchnykh trudov VI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Belikov readings: a collection of scientific papers of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference]. Pyatigorsk, 2018, pp. 214–221. (in Russ.).
7. Budantsev A.L., Shavarda A.L., Medvedeva H.A., Petrova N.V., Leostrin A.V. *Rastitel'nyye resursy*, 2015, vol. 51, no. 1, pp. 11–21. (in Russ.).
8. Onegin S.V., Fursa N.S. *Rossiyskiy mediko-biologicheskiy vestnik imeni akademika I.P. Pavlova*, 2007, vol. 15, no. 3, pp. 114–122. (in Russ.).
9. Antsyshkina A.M., Zaychikova S.G., Prosdusheva T.V., Kruchenkov A.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2012, vol. 67, pp. 7–8. (in Russ.).
10. Neneleva Ye.V., Yevdokimova O.V., Glazkova I.Yu. *Farmatsiya*, 2015, vol. 64, no. 6, pp. 17–18. (in Russ.).
11. 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: sbornik nauchnykh trudov II mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. [The role of metabolomics in the improvement of biotechnological means of production: a collection of scientific papers of the II International Scientific Conference]. Moscow, 2019, pp. 228–232. (in Russ.).
12. 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: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 65–67. (in Russ.).
13. Orlovskaya T.V., Gyl'byakova Kh.N., Guzhva N.N., Ogurtsov Yu.A. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, no. 2. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=8561>. (in Russ.).
14. Andreyeva O.A., Oganesyana E.T., Kodonidi M.I., Bykovskikh Yu.A., Sharenko A.M. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2012, vol. 67, pp. 6–7. (in Russ.).

* Corresponding author.

15. Tokhsyrova Z.M., Popov I.V., Popova O.I. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Izhevsk, 2016, vol. 71, pp. 74–75. (in Russ.).
16. Mirovich V.M., Karakash Ye.F. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Izhevsk, 2017, vol. 72, pp. 46–48. (in Russ.).
17. Khitova O.O. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2012, vol. 67, pp. 131–133. (in Russ.).
18. Yushchishena O.V. *Molodaya farmatsiya – potentsial budushchego: sbornik nauchnykh trudov IV Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem*. [Young pharmacy – the potential of the future: a collection of scientific papers of the IV All-Russian scientific conference of students and graduate students with international participation]. St. Petersburg, 2014, pp. 616–619. (in Russ.).
19. Opekunova M.Ye. *Molodaya farmatsiya – potentsial budushchego: sbornik nauchnykh trudov XI Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem*. [Young pharmacy – the potential of the future: a collection of scientific papers of the XI All-Russian scientific conference of students and graduate students with international participation]. St. Petersburg, 2021, vol. 2, pp. 98–100. (in Russ.).
20. 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: a collection of scientific papers]. Izhevsk, 2016, vol. 71, pp. 89–90. (in Russ.).
21. Nikitina A.S., Nikitina N.V., Garsiya Ye.R., Shamilov A.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2018, vol. 73, pp. 109–112. (in Russ.).
22. Aznagulova A.V., Kurkin V.A. *Aspekty sovremennogo ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya i ingrediyyentov prirodnogo proiskhozhdeniya v meditsine: sbornik nauchnykh trudov IV nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Aspects of the modern use of plant materials and ingredients of natural origin in medicine: a collection of scientific papers of the IV scientific and practical conference]. Moscow, 2017, pp. 12–13. (in Russ.).
23. Dvornikova L.G., Turetskova V.F. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2011, vol. 66, pp. 65–67. (in Russ.).
24. Terninko I.I. *Obzory po klinicheskoy farmakologii i lekarstvennoy terapii*, 2017, vol. 15, no. 1, p. 68. (in Russ.).
25. Terninko I.I., Suina I.O., Generalova Yu.E., Vanag Ye.L. *Perspektivy lekarstvennogo rasteniyevedeniya: sbornik nauchnykh trudov XI Vserossiyskoy mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov*. [Perspectives of medicinal plant science: a collection of scientific papers of the XI All-Russian International Scientific Conference of Students and Postgraduates]. Moscow, 2018, pp. 553–558. (in Russ.).
26. Suina I.O. *Farmakognosticheskoye izucheniye, standartizatsiya syr'ya kirkazona lomonosovidnogo i perspektivy yego primeneniya v meditsine: avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study, standardization of the raw material of clematis kirkazon and prospects for its use in medicine: abstract of the thesis. dis. ... cand. farm. Sciences]. St. Petersburg, 2020, 23 p. (in Russ.).
27. Gusev N.F., Dokuchayeva Yu.A., Trubnikov V.V. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2016, no. 7, pp. 19–24. (in Russ.).
28. Fedoseyeva L.M., Myznikova O.A., Kudrikova L.Ye. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 2, pp. 107–113. DOI: 10.14258/jcprm.201702151. (in Russ.).
29. Korotayeva M.S., Belousov M.V., Fursa N.S. *Rastitel'nyye resursy*, 2008, vol. 44, no. 1, pp. 66–75. (in Russ.).
30. Krivosheyev I.M., Mirovich V.M., Fedoseyeva G.M., Andriyevskaya M.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2011, vol. 66, pp. 122–124. (in Russ.).
31. Okhrimenko L.P., Kalinkina G.I., Luksha Ye.A., Kolomiyets N.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2009, no. 3, pp. 109–115. (in Russ.).
32. Aznagulova A.V. *Farmakognosticheskoye issledovaniye oduvanchika lekarstvennogo (Taraxacum officinale Wigg.): avtoref. dis. ... kand. farm. nauk*. [Pharmacognostic study of dandelion officinalis (*Taraxacum officinale* Wigg.): Abstract of the thesis. dis. ... Cand. Farm. Sciences]. Samara, 2016, 25 p. (in Russ.).
33. Nasukhova N.M. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2015, vol. 70, pp. 66–68. (in Russ.).
34. Ibragimova Z. *Molodaya farmatsiya – potentsial budushchego: sbornik nauchnykh trudov IV Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem*. [Young pharmacy – the potential of the future: a collection of scientific papers of the IV All-Russian scientific conference of students and graduate students with international participation]. St. Petersburg, 2011, pp. 41–42. (in Russ.).
35. Lozina A.V., Romanova M.A. *Molodaya farmatsiya – potentsial budushchego: sbornik nauchnykh trudov*. [Young pharmacy – the potential of the future: a collection of scientific papers]. St. Petersburg, 2021, vol. 2, pp. 68–73. (in Russ.).
36. Kurkin V.A., Aznagulova A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 1, pp. 99–105. DOI: 10.14258/jcprm.2017011027. (in Russ.).

37. Kruglov D.S., Agapkina A.S., Svechnikova O.P., Klochkova S.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 73–75. (in Russ.).
38. Krasnyuk Ye.V., Pupykina K.A., Anishchenko I.Ye.. *Bashkirskiy khimicheskij zhurnal*, 2015, vol. 22, no. 3, pp. 79–83. (in Russ.).
39. FS.2.5.0033.15. *Polyni gor'koy trava Artemisiae absinthii herba*. [FS.2.5.0033.15. Wormwood herb Artemisiae absinthii herba]. (in Russ.).
40. Bubenchikova V.N., Levchenko V.N. *Sovremennyye aspekty ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya i syr'ya prirodnogo proiskhozhdeniya v meditsine: sbornik nauchnykh trudov IV nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. [Modern aspects of the use of plant materials and raw materials of natural origin in medicine: a collection of scientific papers IV scientific and practical conference]. Moscow, 2017, pp. 26–30. (in Russ.).
41. Guzhva N.N. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya. Meditsina. Farmatsiya*, 2012, no. 22 (141), pp. 27–34. (in Russ.).
42. Shilova I.V. *Belikovskiy chteniya: sbornik nauchnykh trudov IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Belikov readings: a collection of scientific papers of the IV All-Russian scientific and practical conference]. Pyatigorsk, 2015, pp. 139–140. (in Russ.).
43. Antsyshkina A.M., Zaychikova S.G. *II Gammermanovskiye chteniya: sbornik trudov nauchno-metodicheskoy konferentsii*. [II Hammerman readings: a collection of proceedings of the scientific and methodological conference]. St. Petersburg, 2014, pp. 27–29. (in Russ.).
44. Lar'kina M.S., Kadyrova T.V., Yermilova Ye.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2008, no. 3, pp. 71–74. (in Russ.).
45. Bubenchikova V.N., Stepnova I.V. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 33–46. DOI: 10.19163/2307-9266-2018-6-1-33-46. (in Russ.).
46. Bubenchikova V.N., Stepnova I.V. *Fenol'nyye soyedineniya: svoystva, aktivnost', innovatsii: sbornik nauchnykh trudov X Mezhdunarodnogo simpoziuma «Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty»*. [Phenolic compounds: properties, activity, innovations: collection of scientific papers of the X International Symposium "Phenolic compounds: fundamental and applied aspects"]. Moscow, 2018, pp. 251–254. (in Russ.).
47. Bubenchikova V.N., Azarov A.V. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 2, pp. 622–627. (in Russ.).
48. Fedotova V.V., Chelombit'ko V.A. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina, Farmatsiya*, 2012, no. 10(129), pp. 175–177. (in Russ.).
49. Velichko V.V., Khanina M.A., Rodin A.P. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo gumanitarnogo instituta. Seriya: Mediko-biologicheskkiye nauki*, 2014, no. 1, pp. 16–20. (in Russ.).
50. Velichko V.V., Khanina M.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2013, vol. 68, pp. 20–21. (in Russ.).
51. Garsiya Ye.R., Shamilov A.A., Konovalov D.A. *Sovremennyye dostizheniya farmatsevticheskoy nauki i praktiki: materialy mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 60-letiyu farmatsevticheskogo fakul'teta Vitebskogo gosudarstvennogo ordena Druzhby narodov meditsinskogo universiteta*. [Modern achievements of pharmaceutical science and practice: materials of the international conference dedicated to the 60th anniversary of the Faculty of Pharmacy of the Vitebsk State Order of Friendship of Peoples of the Medical University]. Vitebsk, 2019, pp. 58–61. (in Russ.).
52. Saybel' O.L., Dargayeva T.D., Tsitsilin A.N., Dul V.N. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2016, no. 6, pp. 20–24. (in Russ.).
53. Goncharov N.F. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2009, no. 3(108), pp. 42–43. (in Russ.).
54. Goncharov N.F. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2014, no. 11-1 (182), pp. 187–190. (in Russ.).
55. Goncharov N.F. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*, 2008, vol. 104, no. 5, pp. 49–52. (in Russ.).
56. Zvezdina Ye.V., Sheychenko O.P. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2019, no. 4, pp. 7–12. DOI: 10.29296/25877313-2019-04-02. (in Russ.).
57. Terninko I.I., Nguyen Tkhi Khay Iyen. *Innovatsii v zdorov'ye natsii: sbornik nauchnykh trudov IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem*. [Innovations in the health of the nation: a collection of scientific papers of the IV All-Russian scientific and practical conference with international participation]. St. Petersburg, 2016, pp. 622–627. (in Russ.).
58. Paliy A.Ye., Paliy I.N., Marko N.V., Rabotyagov V.D. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2016, vol. 118, pp. 37–44. (in Russ.).
59. Bubenchikova V.N., Starchak Yu.A. *Nauchnyye vedomosti BelGU. Seriya: Meditsina. Farmatsiya*, 2011, no. 22-2 (117), pp. 203–205. (in Russ.).
60. Krymova A.A., Ushakova L.S., Popova O.I. *Sovremennyye dostizheniya farmatsevticheskoy nauki i praktiki: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy konferentsii, posvyashchennoy 60-letiyu farmatsevticheskogo fakul'teta uchrezhdeniya ob-razovaniya «Vitebskiy gosudarstvennyy ordena Druzhby narodov meditsinskiy universitet»*. [Modern achievements of pharmaceutical science and practice: a collection of scientific papers of the international conference dedicated to the 60th anniversary of the pharmaceutical faculty of the educational institution "Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University"]. Vitebsk, 2019, pp. 81–83. (in Russ.).
61. Gavrilin M.V., Popova O.I., Gubanova Ye.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 4, pp. 99–104. (in Russ.).

62. Kruglov D.S., Il'nykh A.V. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2007, vol. 62, pp. 75–77. (in Russ.).
63. Yefimova K.N., Zhokhova Ye.V. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2017, vol. 20, no. 1, pp. 15–19. (in Russ.). (in Russ.).
64. Shcherbakova Ye.A., Kononov D.A. *Rol' metabolomiki v sovershenstvovanii biotekhnologicheskikh sredstv proizvodstva: sbornik nauchnykh trudov II mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii*. [The role of metabolomics in improving biotechnological means of production: a collection of scientific papers of the II international scientific conference]. Moscow, 2019, pp. 218–222. (in Russ.).
65. Galishevskaya Ye.Ye., Petrichenko V.M. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2010, no. 9, pp. 30–34. (in Russ.).
66. Bubenchikov R.A., Apoytseva A.S. *Fenol'nyye soyedineniya: fundamental'nyye i prikladnyye aspekty. Fenol'nyye soyedineniya: svoystva, aktivnost', innovatsii: sbornik nauchnykh trudov X mezhdunarodnogo simpoziuma*. [Phenolic compounds: fundamental and applied aspects. Phenolic compounds: properties, activity, innovations: a collection of scientific papers of the X International Symposium]. Moscow, 2018, pp. 242–246. (in Russ.).
67. Sukhinina T.V., Shestakova T.S., Petrichenko V.M., Novikova V.V. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2010, no. 12, pp. 35–39. (in Russ.).
68. Valov R.I., Khanina M.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 8–10. (in Russ.).
69. Suina I.O., Termino I.I., Generalova Yu.E., Burtseva Ye.V., Bazanova Ye.S. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2020, no. 2, pp. 197–207. DOI: 10.14258/jcprm.2020026462. (in Russ.).
70. Gulyayev D.K., Belonogova V.D., Mashchenko P.S. *Vestnik VGU. Seriya: Khimiya. Biologiya. Farmatsiya*, 2019, no. 2, pp. 80–87. (in Russ.).
71. Nesterov G.V., Bobkova N.V., Kondrashev S.V., Sidiki A.I. *Yevraziyskiy soyuz uchenykh*, 2019, no. 2-2(59), pp. 41–43. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.59.41-43. (in Russ.).
72. Khanina M.A., Gubin K.V., Rodin A.P., Khanina M.G. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 6, p. 534. (in Russ.).
73. Gubin K.V., Khanina M.A. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Pyatigorsk, 2008, vol. 63, pp. 26–29. (in Russ.).
74. Adzhiakhmetova S.L., Pozdnyakov D.I., Chervonnaya N.M., Mykots L.P., Voronkov A.V., Oganeyan E.T. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2018, vol. 6, no. 2, pp. 121–134. DOI: 10.19163/2307-9266-2018-6-2-121-134. (in Russ.).
75. Kyyamova G.I., Farrukhshina R.R., Khabibrakhmanova V.R., Sysoyeva M.A. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2016, no. 5, pp. 9–12. (in Russ.).
76. Bondarchuk R.A., Kolomiyets N.E. *Byulleten' Sibirskoy meditsiny*, 2011, no. 5, pp. 25–28. (in Russ.).
77. Nasukhova N.M., Shevchuk O.M., Logvinenko L.A. *Farmatsiya i farmakologiya*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 150–163. DOI: 10.19163/2307-9266-2017-5-2-150-163. (in Russ.).
78. 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: a collection of scientific papers]. Izhevsk, 2016, vol. 71, pp. 89–90. (in Russ.).
79. Bulatova I.A. *Molodaya farmatsiya – potentsial budushchego: sbornik nauchnykh trudov IV Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii studentov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiyem*. [Young Pharmacy – the potential of the future: a collection of scientific papers of the IV All-Russian scientific conference of students and graduate students with international participation]. St. Petersburg, 2014, pp. 418–420. (in Russ.).
80. Smolyakova I.M., Avdeyenko S.N., Kalinkina G.I., Zibareva L.N. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 3, pp. 91–94. (in Russ.).

Received November 14, 2022

Revised March 30, 2023

Accepted May 15, 2023

For citing: Kompantseva E.V., Saushkina A.S. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2023, no. 3, pp. 27–45. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20230312090.

