

УДК 615.322

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТРАВЫ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *ACHILLEA* L.*

© А.И. Васькова, И.В. Соколова, В.А. Куркин**

Самарский государственный медицинский университет, ул. Чапаевская,
89, Самара, 443099, Россия, v.a.kurkin@samsmu.ru

В статье представлены результаты сравнительного исследования компонентного состава травы некоторых видов рода *Achillea* L., произрастающих на территории Самарской области - тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), тысячелистника хрящеватого (*Achillea cartilaginea* (Ledeb. ex Rchb.) и тысячелистника благородного (*Achillea nobilis* L.). В качестве методов исследования использованы спектрофотометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография.

В результате проведения сравнительного спектрофотометрического анализа водно-спиртовых извлечений травы тысячелистника обыкновенного, тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного выявлено, что кривая поглощения их УФ-спектров обусловлена в основном гидроксикоричными кислотами, в частности, хлорогеновой и кофейной кислотами (290 нм и 330 нм). При добавлении раствора алюминия (III) хлорида в водно-спиртовые извлечения из травы тысячелистника изучаемых видов наблюдается bathochromный сдвиг длинноволновой полосы в области 400 нм, обусловленный флавоноидами.

Определено, что содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид и абсолютно сухое сырье в исследуемых образцах сырья составило: в траве тысячелистника обыкновенного - $0.68 \pm 0.01\%$, в траве тысячелистника хрящеватого - $0.65 \pm 0.02\%$, в траве тысячелистника благородного - $0.69 \pm 0.02\%$.

При использовании метода ВЭЖХ в водно-спиртовых извлечениях из вышеописанных видов идентифицированы хлорогеновая кислота, цинарозид, космосин, апигенин и лютеолин. Кроме того, в водно-спиртовом извлечении травы тысячелистника благородного выявлено наличие кофейной кислоты.

Содержание космосина в пересчете на абсолютно сухое сырье в исследуемых образцах сырья составило: в траве тысячелистника обыкновенного - $0.61 \pm 0.01\%$, в траве тысячелистника хрящеватого - $0.56 \pm 0.02\%$, в траве тысячелистника благородного - $0.62 \pm 0.02\%$.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке нормативной документации на лекарственное растительное сырье «Тысячелистника трава» для включения в Государственную фармакопею Российской Федерации.

Ключевые слова: тысячелистник, *Achillea*, трава, флавоноиды, фенилпропаноиды, спектрофотометрия, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Для цитирования: Васькова А.И., Соколова И.В., Куркин В.А. Сравнительное исследование компонентного состава травы некоторых видов рода *Achillea* L. // Химия растительного сырья. 2024. №1. С. 140–147. DOI: 10.14258/jcprm.20240113002.

Введение

Род *Achillea* L. является одним из крупнейших родов семейства Астровые (*Asteraceae*) и включает в себя около 200 видов многолетних травянистых растений, произрастающих на территории Европы, Азии и части Северной Америки. На территории Российской Федерации и стран СНГ зафиксировано 45 видов, из них на территории европейской части РФ - 17 видов, а также их многочисленные гибридные формы. Произрастает практически во всех регионах, в основном предпочитая лесные, лесостепные и степные зоны на суходольных лесных лугах, луга степных и луговых склонов гор, светлые разреженные леса, залежи, пустыри, края полей и дорог [1–6]. В настоящее время среди обширного перечня видов рода *Achillea* L. в Государственную Фармакопею Российской Федерации XIV издания включен только один – тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) [7].

* Данная статья имеет электронный дополнительный материал (приложение), который доступен читателям на сайте журнала. DOI: 10.14258/jcprm.20240113002s

** Автор, с которым следует вести переписку.

Трава тысячелистника обыкновенного, используемая в качестве лекарственного растительного сырья (ЛРС), является источником ряда биологически активных веществ (БАВ): эфирное масло, флавоноиды, фенилпропаноиды (гидроксикоричные кислоты), кумарины, алкалоид ахиллеин, горькие и дубильные вещества, смолы, минеральные вещества [8–16]. Препараты тысячелистника обладают желчегонными, гепатопротекторными, кровоостанавливающими, противовоспалительными, антибактериальными свойствами [17–20]. Также некоторыми учеными была выявлена антиоксидантная активность [21–23].

Ранее нами были проведены исследования, направленные на совершенствование методик качественного и количественного анализа травы тысячелистника обыкновенного (ТСХ-анализ и спектрофотометрия) [24, 25]. Однако остается нерешенным вопрос диагностики примесных видов, являющихся близкородственными к целевому лекарственному растению. В частности, к таким видам, произрастающим в Самарской области, относятся тысячелистник благородный (*Achillea nobilis* L.) и тысячелистник хрящеватый (*Achillea cartilaginea* (Ledeb. ex Rchb.)). В траве тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного также содержатся флавоноиды (производные апигенина, лютеолина и др.) и фенилпропаноиды (хлорогеновая кислота и др.), поэтому актуальным является вопрос сравнительного анализа травы тысячелистника обыкновенного и его близкородственных видов.

В этом отношении полезно сочетание таких методов исследования, как спектрофотометрия и высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ). Принимая во внимание то обстоятельство, что доминирующим флавоноидом травы тысячелистника обыкновенного является космосиин (7-О-β-D-глюкопиранозид апигенина) [24, 26], представляется целесообразным проведение оценки количественного содержания данного флавоноида в исследуемых видах рода *Achillea* L. С одной стороны, это создает перспективу внедрения ВЭЖХ в фармакопейный анализ травы тысячелистника обыкновенного, а с другой, – позволяет выявить какие-либо отличительные хемотаксономические признаки с точки зрения диагностики данного сырья.

Цель настоящей работы – сравнительное исследование компонентного состава травы некоторых видов рода *Achillea* L.

Экспериментальная часть

В качестве материалов использовалась трава тысячелистника обыкновенного, тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного, собранные в период массового цветения в 2022 г. в Самарской области. Сушка сырья проводилась естественным способом под навесом без доступа прямых солнечных лучей.

В качестве метода исследования суммы флавоноидов использована спектрофотометрия в соответствии с ОФС.1.2.1.1.0003.15 «Спектрофотометрия в ультрафиолетовой и видимой областях» ГФ РФ XIV изд. [7]. Спектральные характеристики водно-спиртовых извлечений оценивали на спектрофотометре Specord 40 (Analytik Jena AG, Германия) в диапазоне длин волн 190–500 нм в кюветах с толщиной слоя 10 мм.

Количественное определение содержания суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид и абсолютно сухое сырье в исследуемых образцах сырья осуществляли в соответствии с методикой, разработанной ранее [25].

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид и абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле

$$X = \frac{D \times m_0 \times 30 \times 25 \times 2 \times 100 \times 100}{D_0 \times m \times 2 \times 25 \times 25 \times (100 - W)},$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора; D_0 – оптическая плотность раствора СО цинарозида; m – масса сырья, г; m_0 – масса СО цинарозида, г; W – потеря в массе при высушивании, %.

Далее полученные водно-спиртовые извлечения из травы тысячелистника исследуемых видов были проанализированы методом ВЭЖХ. Перед хроматографическим анализом водно-спиртовые извлечения (1 : 30) дополнительно фильтровали через мембранный фильтр Milipore (0.22 мкм). В качестве метода анализа использована обращенно-фазовая хроматография в градиентном режиме на высокоэффективном жидкостном хроматографе «МАЭСТРО ВЭЖХ» ООО «Интерлаб» (колонка ВЭЖХ Ультра 150 мм × 3 мм; С18 5 мкм). Температура колонки поддерживалась при 30 °С. Подвижная фаза: ацетонитрил (ПФА) - 1% раствор уксусной кислоты (ПФБ), скорость элюирования – 1 мл/мин. Профиль градиента представлен в таблице 1.

УФ-детектирование проводилось при длине волны 340 нм, диапазон чувствительности 0.5.

В качестве стандартов использованы три доминирующих флавоноида (апигенин, космосин и цинарозид), выделенные из травы тысячелистника с помощью колоночной хроматографии на силикагеле в условиях градиентного элюирования смесями растворителей хлороформ-этанол в различных соотношениях и идентифицированные с помощью УФ-, ¹H-ЯМР-, ¹³C-ЯМР-спектроскопии.

Растворы стандартных образцов готовили следующим образом: точную навеску (0.003 г) предварительно высушенной субстанции переносили в мерную колбу вместимостью 25 мл, растворяли в 96% этаноле и доводили объем раствора до метки тем же растворителем.

С целью проверки пригодности хроматографической системы проводили 5-кратное хроматографирование 10 мкл раствора извлечения травы тысячелистника обыкновенного. В дальнейшем рассчитывали следующие показатели: эффективность колонки, разрешение между пиками, фактор асимметрии. В результате расчетов были получены следующие результаты (табл. 2).

Содержание космосина в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле

$$X = \frac{S > m_0 > V > V_2 > 100 > 100}{S_0 > m > V_0 > V_1 > (100 - W)},$$

где S – среднее значение площади пика космосина испытуемого раствора, вычисленное из хроматограмм раствора испытуемого образца; S₀ – среднее значение площади пика раствора СО космосина, вычисленное из хроматограмм раствора СО космосина; V – объем извлечения, мл; V₁ – объем вводимой пробы раствора испытуемого образца, мкл; V₀ – объем раствора СО космосина, мл; V₂ – объем вводимой пробы раствора СО космосина, мкл; m – масса сырья, г; m₀ – масса СО космосина, г; W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Обсуждение результатов

В результате проведения сравнительного спектрофотометрического анализа водно-спиртовых извлечений травы тысячелистника обыкновенного, тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного (рис. 1–6 электронного приложения) выявлено, что кривая поглощения их УФ-спектров обусловлена в основном гидроксикоричными кислотами, в частности, хлорогеновой и кофейной кислотами (290 нм и 330 нм). При добавлении раствора алюминия (III) хлорида в водно-спиртовые извлечения из травы тысячелистника изучаемых видов наблюдается батохромный сдвиг длинноволновой полосы в области 400 нм, обусловленный флавоноидами.

В условиях дифференциальной спектрофотометрии (рис. 2, 4, 6 электронного приложения) в УФ-спектрах водно-спиртовых извлечений обнаружен максимум поглощения при 400±2 нм, что характерно для флавонов, в частности, апигенина, лютеолина и их гликозидов (космосин, цинарозид и др.) (рис. 7 и 8 электронного приложения).

Изучение УФ-спектров раствора космосина (рис. 7 электронного приложения), являющегося доминирующим флавоноидом травы тысячелистника обыкновенного, позволило выявить максимум поглощения при длине волны 340±2 нм. Сопоставимые спектральные характеристики имеет и цинарозид (рис. 8 электронного приложения).

Данный длинноволновый максимум использован в качестве аналитической длины волны в методике качественного анализа данного флавоноида, а также при изучении компонентного состава травы тысячелистника обыкновенного, тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного, так как в этой области поглощения находятся не только флавоноиды, но и гидроксикоричные кислоты (в частности, хлорогеновая и кофейная кислоты – в области 330±2 нм).

Таблица 1. Профиль градиента хроматографического разделения

Время, мин	ПФА, %	ПФБ, %	Режим
0–3	15	85	Изократический
3–12	15→20.4	85→79.6	Линейный градиент
12–22	20.4→40.0	79.6→60	Линейный градиент
22–25	40.0→80.0	80.0→20.0	Линейный градиент
25–35	80	20	Изократический

При ВЭЖХ-анализе извлечения травы тысячелистника в указанных условиях хроматографирования идентифицированы хлорогеновая кислота, цинарозид, космосиин, апигенин и лютеолин (рис. 1–3).

Кроме того, в водно-спиртовом извлечении травы тысячелистника благородного выявлено наличие кофейной кислоты. Время удерживания пиков представлены в таблице 3.

В результате проведенного сравнительного анализа водно-спиртовых извлечений травы тысячелистника обыкновенного, тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного методами спектрофотометрии и ВЭЖХ получены следующие данные о количественном содержании флавоноидов (табл. 4).

Таблица 2. Определение пригодности хроматографической колонки

Параметр хроматографической колонки	Значение	Нормативный показатель
Эффективность колонки	8747	Не менее 5000 теоретических тарелок
Разрешение между наиболее близкими пиками	1.75	Не менее 1.5
Фактор асимметрии	1.09	Не более 1.5

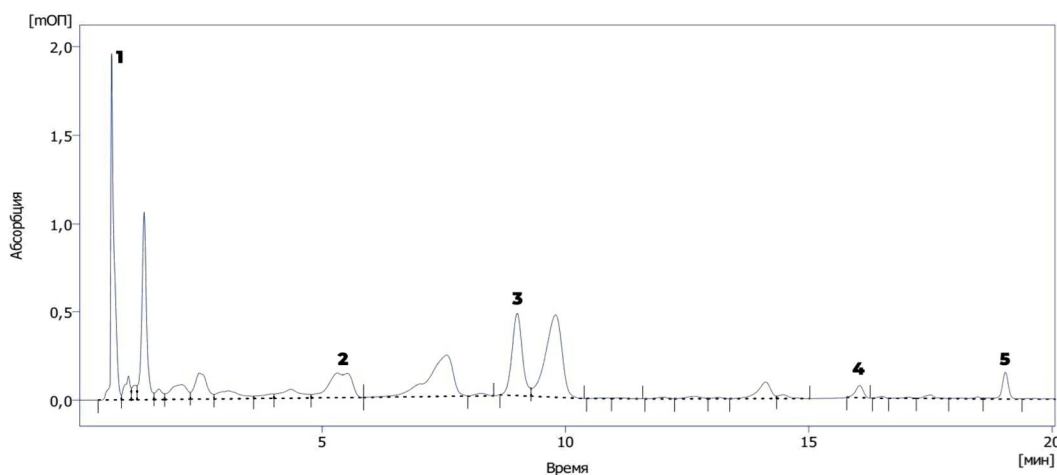


Рис. 1. ВЭЖХ-хроматограмма извлечения из травы тысячелистника обыкновенного. Обозначения: 1 – хлорогеновая кислота; 2 – цинарозид; 3 – космосиин; 4 – лютеолин; 5 – апигенин

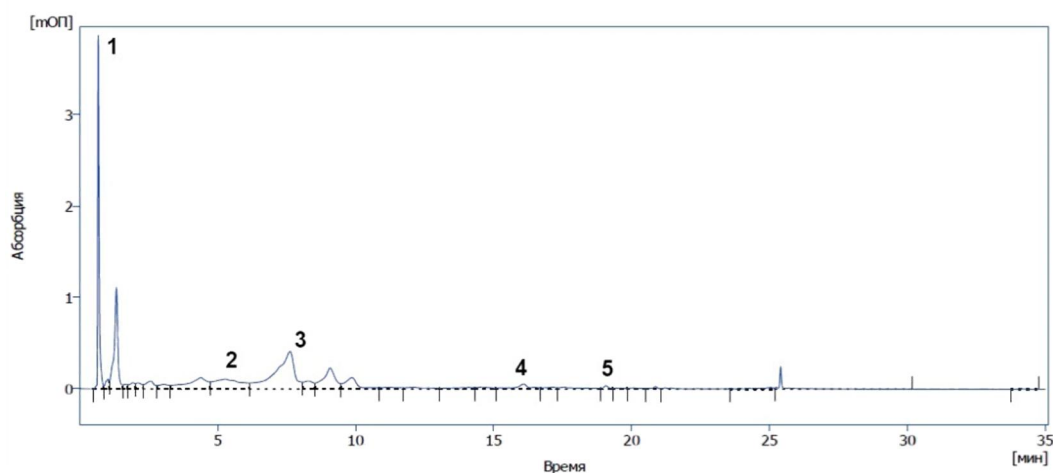


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма извлечения из травы тысячелистника хрящеватого. Обозначения: 1 – хлорогеновая кислота; 2 – цинарозид; 3 – космосиин; 4 – лютеолин; 5 – апигенин

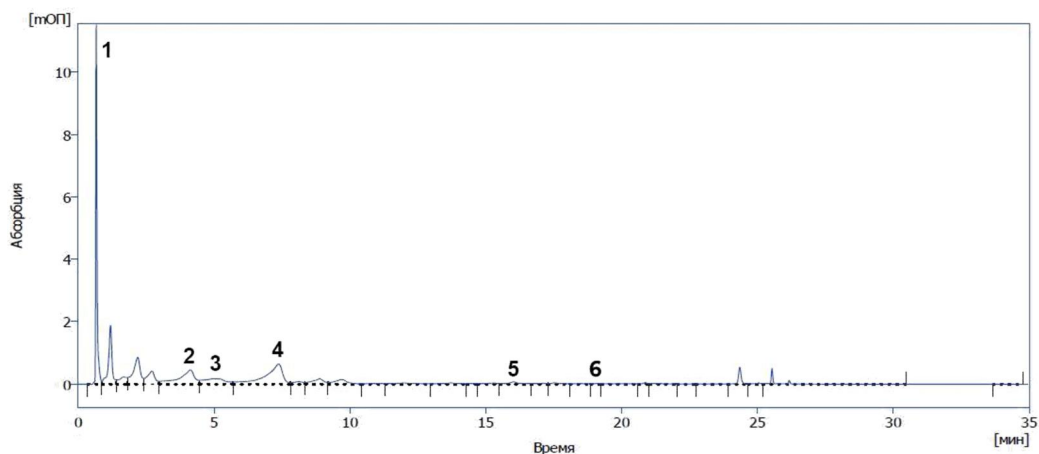


Рис. 3. ВЭЖХ-хроматограмма извлечения из травы тысячелистника благородного. Обозначения: 1 – хлорогеновая кислота; 2 – кофейная кислота; 3 – цинарозид; 4 – космосин; 5 – лютеолин; 6 – апигенин

Таблица 3. Время удерживания пиков на хроматограммах извлечений и стандартных образцов

Флавоноид	Время удерживания на хроматограмме, мин			
	Стандартные образцы	Трава тысячелистника обыкновенного	Трава тысячелистника хрящеватого	Трава тысячелистника благородного
Хлорогеновая кислота (1)	1.35	1.34	1.32	1.18
Кофейная кислота (2)	–	–	–	2.19
Цинарозид (2)	5.55	5.48	5.29	4.99
Космосин (3)	9.02	9.01	9.07	8.89
Лютеолин (4)	16.01	16.05	16.09	16.03
Апигенин (5)	19.04	19.15	19.07	19.07

Таблица 4. Содержание флавоноидов в объектах исследования

Образец	Содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид и а.с.с., %	Содержание космосина, %
Трава тысячелистника обыкновенного	0.68±0.01	0.61±0.01
Трава тысячелистника хрящеватого	0.65±0.02	0.56±0.02
Трава тысячелистника благородного	0.69±0.02	0.62±0.01

Заключение

Таким образом, в результате проведения сравнительного спектрофотометрического анализа водно-спиртовых извлечений травы тысячелистника обыкновенного, тысячелистника хрящеватого и тысячелистника благородного выявлено, что кривая поглощения их УФ-спектров обусловлена в основном гидроксикоричными кислотами, в частности, хлорогеновой и кофейной кислотами (290 и 330 нм). При добавлении раствора алюминия (III) хлорида в водно-спиртовые извлечения из травы тысячелистника изучаемых видов наблюдается bathochromный сдвиг длинноволновой полосы в области 400 нм, обусловленный флавоноидами.

В условиях дифференциальной спектрофотометрии в УФ-спектрах водно-спиртовых извлечений сырья исследуемых видов обнаружен максимум поглощения при 400 ± 2 нм, что характерно для флавонов, в частности, апигенина, лютеолина и их глюкозидов (космосин, цинарозид и др.).

Определено, что содержание суммы флавоноидов в пересчете на цинарозид и абсолютно сухое сырье в исследуемых образцах сырья составило: в траве тысячелистника обыкновенного - $0.68 \pm 0.01\%$, в траве тысячелистника хрящеватого - $0.65 \pm 0.02\%$, в траве тысячелистника благородного - $0.69 \pm 0.02\%$.

При ВЭЖХ-анализе извлечения травы тысячелистника в указанных условиях хроматографирования идентифицированы хлорогеновая кислота, цинарозид, космосин, апигенин и лютеолин (рис. 1–3). Кроме того, в водно-спиртовом извлечении травы тысячелистника благородного выявлено наличие кофейной кислоты.

Содержание космосирина в пересчете на абсолютно сухое сырье в исследуемых образцах сырья составило: в траве тысячелистника обыкновенного - $0.61 \pm 0.01\%$, в траве тысячелистника хрящеватого - $0.56 \pm 0.02\%$, в траве тысячелистника благородного - $0.62 \pm 0.02\%$.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности определения методом ВЭЖХ содержания космосирина как доминирующего и диагностически значимого флавоноида ЛРС «Тысячелистника обыкновенного трава» с целью определения подлинности и качества сырья данного растения.

Дополнительная информация

В электронном приложении к статье (DOI: <http://www.doi.org/10.14258/jcprtm.20240113002s>) приведен дополнительный экспериментальный материал, раскрывающий основные положения, изложенные в статье.

Финансирование

Данная работа финансировалась за счет средств бюджета Самарского государственного медицинского университета. 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. Флора СССР / под ред. В.Л. Комарова. М.; Л., 1961. С. 78–123.
2. Киселева К.В., Майоров С.Р., Новиков В.С. Флора средней полосы России: Атлас-определитель. М., 2010. С. 217.
3. Борский М.Н. Изменчивость и таксономия видов рода *Achillea* L. (подрода *Achillea*) Европейской России: дис. ... канд. биол. наук. М., 2017. 220 с.
4. Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 2: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные). М., 2003. 665 с.
5. Шанцер И.А. Растения средней полосы Европейской части России // Полевой атлас. М., 2007. С. 320–322.
6. Киселева Т.Л., Смирнова Ю.А. Лекарственные растения в мировой медицинской практике: государственное регулирование номенклатуры и качества. М., 2009.
7. Государственная фармакопея РФ XIV изд. М., 2018. Т. I-IV. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>.
8. Верниковская Н.А., Темердашев З.А. Идентификация и хроматографическое определение фенольных соединений в тысячелистнике обыкновенном // Аналитика и контроль. 2012. №2. С. 188–195.
9. Комаров Б.А. Элементный состав тысячелистника обыкновенного // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2018. №3. С. 158–161.
10. Покровская И.С., Мазова О.В., Апыхтин Н.Н., Племенков В.В. Хемотаксономия тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) // Химия растительного сырья. 2009. №3. С. 85–88.
11. Быкова Е.Е., Пунегов В.В., Мишуков В.П. Содержание и компонентный состав эфирного масла *Achillea millefolium* L. в условиях культуры // Вестник Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2009. №3(137). С. 26–28.
12. Калинин Г.И., Дембицкий А.Д., Березовская Т.П. Химический состав эфирных масел некоторых видов тысячелистника флоры Сибири // Химия растительного сырья. 2000. №3. С. 13–17.
13. Шаталова Н.В., Первышина Г.Г., Ефремов А.А. и др. Содержание некоторых биологически активных веществ в траве тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), произрастающего в Красноярском крае // Химия растительного сырья. 2002. №3. С. 13–16.
14. Vitalini S., Beretta G., Iriti M., Orsenigo S., Basilico N., Dall'Acqua S., Iorizzi M., Fico G. Phenolic compounds from *Achillea millefolium* L. and their bioactivity // Acta Biochimica Polonica. 2011. Vol. 58, no. 2. Pp. 203–209.
15. Дьякова Н.А. Изучение минерального комплекса травы тысячелистника обыкновенного // Альманах молодой науки. 2022. №4(47). С. 38–41.
16. Рябинина Е.И., Зотова Е.Е., Пономарева Н.И. Фитохимическое исследование полифенольного комплекса из травы тысячелистника обыкновенного // Наука и современность. 2011. №9-2. С. 65–69.
17. Асланова Д., Кароматов И.Д. Тысячелистник обыкновенный в народной и научной фитотерапии // Биология и интегративная медицина. 2018. №1(18). С. 167–186.
18. Чусовитина К.А., Карпунин М.Ю. Фармакологические особенности тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) // Аграрное образование и наука. 2019. №4. С. 31.

19. Lakshmi T., Geetha R.V., Anitha R. et al. Yarrow (*Achillea millefolium* Linn.) A herbal medicinal plant with broad therapeutic use – A review // International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research. 2011. Vol. 9. Pp. 136–141.
20. Генатулина Г.Н., Астафьева О.В., Жаркова З.В. Оценка противомикробного и сенсибилизирующего действия биологически активных веществ экстрактов тысячелистника обыкновенного и тысячелистника мелкоцветкового // Прикаспийский вестник медицины и фармации. 2020. №1 (2). С. 26–31. DOI: 10.17021/2020.1.2.26.31.
21. Варданян Л.Р., Атабекян Л.В., Айрапетян С.А., Варданян Р.Л. Антиоксидантная активность этилацетатного экстракта разных видов тысячелистника (*Achillea* L.) // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 61–68. DOI: 10.14258/jcprm.2018033697.
22. Тарун Е.И., Кухта А.Н., Небокаткина А.А., Курченко В.П. Антиоксидантная активность экстрактов цветов и листьев тысячелистника // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2022. №3. С. 57–65. DOI: 10.46646/SAKH-2020-2-174-177.
23. Ahmadi A., Ezzatpanah H., Asgary S. et al. Phytochemical, Antioxidant and Antimicrobial Activity of the Essential Oil from Flowers and Leaves of *Achillea millefolium* subsp. *millefolium* // Journal of Essential Oil Bearing Plants. 2017. Vol. 20. Pp. 395–409. DOI: 10.1080/0972060X.2017.1280419.
24. Васькова А.И., Куркин В.А. Актуальные аспекты качественного и количественного анализа тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) // Аспирантский вестник Поволжья. 2022. №22(4). С. 40–46. DOI: 10.55531/2072-2354.2022.22.4.40-46.
25. Васькова А.И., Куркин В.А. Разработка подходов к стандартизации травы тысячелистника обыкновенного // Фармация. 2022. №71 (4). С. 12–18.
26. Калошина Н.А., Нешта И.Д. Флавоноиды *Achillea millefolium* // Химия природных соединений. 1973. №2. С. 273.

Поступила в редакцию 26 мая 2023 г.

После переработки 7 июля 2023 г.

Принята к публикации 28 августа 2023 г.

Vaskova A.I., Sokolova I.V., Kurkin V.A.* A COMPARATIVE STUDY OF THE COMPONENT COMPOSITION OF THE HERBS OF SOME SPECIES OF THE GENUS *ACHILLEA* L.

Samara State Medical University, Chapaevskaya st., 89, Samara, 443099, Russia, e-mail: v.a.kurkin@samsmu.ru

The article presents the results of a comparative study of the component composition of herbs of some species of the genus *Achillea* L. growing in the Samara region - common yarrow (*Achillea millefolium* L.), cartilaginous yarrow (*Achillea cartilaginea* (Ledeb. ex Rchb.) and noble yarrow (*Achillea nobilis* (L.). Spectrophotometry and high performance liquid chromatography were used as methods of investigation.

As a result of comparative spectrophotometric analysis of water-alcoholic extracts of common yarrow herbs, yarrow cartilaginous herbs and noble yarrow herbs revealed that the absorption curve of their UV spectra is due mainly to hydroxycinnamic alcohols, in particular chlorogenic and caffeic acids (290 nm and 330 nm). When aluminum (III) chloride solution was added to the water-alcoholic extracts of yarrow herb from the studied species, a bathochromic shift of the long-wave band at 400 nm was observed due to the flavonoids.

The content of total flavonoids in the plant raw material is: common yarrow - 0.68±0.01%, cartilaginous yarrow - 0.65±0.02%, noble yarrow - 0.69±0.02%.

Chlorogenic acid, cynaroside, cosmosiin, apigenin and luteolin were identified in water-alcoholic extracts from the above described species using HPLC method. In addition, the presence of caffeic acid was detected in the water-alcoholic extracts of noble yarrow herbs.

The content of cosmosiin in the plant raw material is: common yarrow - 0.61±0.01%, cartilaginous yarrow - 0.56±0.02%, noble yarrow - 0.62±0.02%.

The results of the study can be used in the development of regulatory documentation for medicinal plant material "Yarrow herb" for inclusion in the State Pharmacopoeia of the Russian Federation.

Keywords: yarrow, *Achillea*, herbs, flavonoids, phenylpropanoids, spectrophotometry, high performance liquid chromatography.

For citing: Vaskova A.I., Sokolova I.V., Kurkin V.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2024, no. 1, pp. 140–147. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.20240113002.

References

1. *Flora SSSR*. [Flora of the USSR], ed. V.L. Komarov. Moscow, Leningrad, 1961, pp. 78–123. (in Russ.).
2. Kiseleva K.V., Mayorov S.R., Novikov V.S. *Flora sredney polosy Rossii: Atlas-opredelitel'*. [Flora of central Russia: Key Atlas]. Moscow, 2010, p. 217. (in Russ.).
3. Borskiy M.N. *Izmenchivost' i taksonomiya vidov roda Achillea L. (podroda Achillea) Yevropeyskoy Rossii: dis. ... kand. biol. nauk*. [Variability and taxonomy of species of the genus Achillea L. (subgenus Achillea) of European Russia: dis. ... cand. biol. sciences]. Moscow, 2017, 220 p. (in Russ.).
4. Gubanov I.A., Kiseleva K.V., Novikov V.S., Tikhomirov V.N. *Illyustrirovannyi opredelitel' rasteniy Sredney Rossii. T. 2: Pokrytosemennyye (dvudol'nyye: razdel'nolepестnyye)*. [Illustrated guide to plants of Central Russia. Vol. 2: Angiosperms (dicots: dioecytes)]. Moscow, 2003, 665 p. (in Russ.).
5. Shants'er I.A. *Polevoy atlas*. [Field atlas]. Moscow, 2007, pp. 320–322. (in Russ.).
6. Kiseleva T.L., Smirnova Yu.A. *Lekarstvennyye rasteniya v mirovoy meditsinskoy praktike: gosudarstvennoye regulirovaniye nomenklatury i kachestva*. [Medicinal plants in world medical practice: state regulation of nomenclature and quality]. Moscow, 2009. (in Russ.).
7. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF XIV izd.* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV edition]. Moscow, 2018, vol. I-IV. URL: <http://femb.ru/femb/pharmacopea.php>. (in Russ.).
8. Vernikovskaya N.A., Temerdashev Z.A. *Analitika i kontrol'*, 2012, no. 2, pp. 188–195. (in Russ.).
9. Komarov B.A. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2018, no. 3, pp. 158–161. (in Russ.).
10. Pokrovskaya I.S., Mazova O.V., Apykhtin N.N., Plemenkov V.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2009, no. 3, pp. 85–88. (in Russ.).
11. Bykova Ye.Ye., Punegov V.V., Mishurov V.P. *Vestnik Instituta biologii Komi nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniya RAN*, 2009, no. 3(137), pp. 26–28. (in Russ.).
12. Kalinkina G.I., Dembitskiy A.D., Berezovskaya T.P. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2000, no. 3, pp. 13–17. (in Russ.).
13. Shatalina N.V., Pervyshina G.G., Yefremov A.A. et al. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2002, no. 3, pp. 13–16. (in Russ.).
14. Vitalini S., Beretta G., Iriti M., Orsenigo S., Basilico N., Dall'Acqua S., Iorizzi M., Fico G. *Acta Biochimica Polonica*, 2011, vol. 58, no. 2, pp. 203–209.
15. D'yakova N.A. *Al'manakh molodoy nauki*, 2022, no. 4(47), pp. 38–41. (in Russ.).
16. Ryabinina Ye.I., Zotova Ye.Ye., Ponomareva N.I. *Nauka i sovremennost'*, 2011, no. 9–2, pp. 65–69. (in Russ.).
17. Aslanova D., Karomatov I.D. *Biologiya i integrativnaya meditsina*, 2018, no. 1(18), pp. 167–186. (in Russ.).
18. Chusovitina K.A., Karpukhin M.Yu. *Agrarnoye obrazovaniye i nauka*, 2019, no. 4, p. 31. (in Russ.).
19. Lakshmi T., Geetha R.V., Anitha R. et al. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 2011, vol. 9, pp. 136–141.
20. Genatullina G.N., Astaf'yeva O.V., Zharkova Z.V. *Prikaspiyskiy vestnik meditsiny i farmatsii*, 2020, no. 1 (2), pp. 26–31. DOI: 10.17021/2020.1.2.26.31. (in Russ.).
21. Vardanyan L.R., Atabekyan L.V., Ayrapetyan S.A., Vardanyan R.L. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 61–68. DOI: 10.14258/jcprm.2018033697. (in Russ.).
22. Tarun Ye.I., Kukhta A.N., Nebokatkina A.A., Kurchenko V.P. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya*, 2022, no. 3, pp. 57–65. DOI: 10.46646/SAKH-2020-2-174-177. (in Russ.).
23. Ahmadi A., Ezzatpanah H., Asgary S. et al. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 2017, vol. 20, pp. 395–409. DOI: 10.1080/0972060X.2017.1280419.
24. Vas'kova A.I., Kurkin V.A. *Aspirantskiy vestnik Povolzh'ya*, 2022, no. 22(4), pp. 40–46. DOI: 10.55531/2072-2354.2022.22.4.40-46. (in Russ.).
25. Vas'kova A.I., Kurkin V.A. *Farmatsiya*, 2022, no. 71 (4), pp. 12–18. (in Russ.).
26. Kaloshina N.A., Neshta I.D. *Khimiya prirodnikh soyedineniy*, 1973, no. 2, p. 273. (in Russ.).

Received May 26, 2023

Revised July 7, 2023

Accepted August 28, 2023

Сведения об авторах

Васькова Анастасия Игоревна – аспирант,
a.i.vaskova@samsmu.ru

Соколова Ирина Владимировна – главный специалист
научно-образовательного центра «Фармация»,
i.v.sokolova@samsmu.ru

Куркин Владимир Александрович – заведующий
кафедрой фармакогнозии с ботаникой и основами
фитотерапии, доктор фармацевтических наук,
Kurkinvladimir@yandex.ru

Information about authors

Vaskova Anastasia Igorevna – graduate student,
a.i.vaskova@samsmu.ru

Sokolova Irina Vladimirovna – chief specialist of the
scientific and educational center "Pharmacy",
i.v.sokolova@samsmu.ru

Kurkin Vladimir Aleksandrovich – Head of the Department
of Pharmacognosy with Botany and Basics of Herbal
Medicine, Doctor of Pharmaceutical Sciences,
Kurkinvladimir@yandex.ru