



Стандартизация жидких водных и водно-спиртовых извлечений из цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.)

А. Д. Дунилин , О. В. Тринеева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ»). 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1

✉ Контактное лицо: Тринеева Ольга Валерьевна. E-mail: trineevaov@mail.ru

Резюме

Введение. Фитотерапия представляет собой интегративный метод профилактики и лечения заболеваний на основе комплекса биологически активных веществ (БАВ) растительного происхождения. Каштан конский обыкновенный признан ценным источником растительного сырья: его семена используются в доказательной медицине для лечения венозной недостаточности, цветки – в традиционной практике благодаря выраженным сосудотонизирующим, противовоспалительным, антиоксидантным и гиполипидемическим свойствам. Это делает цветки каштана конского перспективным лекарственным растительным сырьем (ЛРС) с многообещающим терапевтическим потенциалом. Жидкие лекарственные формы (ЖЛФ) на основе ЛРС обладают рядом преимуществ, определяющих их востребованность в фармацевтической практике и среди потребителей. В связи с этим одним из актуальных направлений фармации является разработка новых отечественных фитопрепаратов в виде настоев, настоек и жидких экстрактов на основе цветков данного растения с потенциальным венотонизирующим, капилляропротекторным и антиоксидантным действием.

Цель. Целью работы являлось получение и стандартизация опытных лабораторных образцов водных и водно-спиртовых извлечений из цветков каштана конского обыкновенного для последующего обоснования оптимальной жидкой лекарственной формы.

Материалы и методы. Сравнительное исследование водных и водно-спиртовых извлечений из цветков каштана конского, заготовленных в Воронежской области в период цветения 2024 г., проводилось для настоев (1:10), настоек (1:5) методами мацерации, дробной мацерации и перколяции, а также жидкого экстракта (1:1) по методикам Государственной фармакопеи РФ XV (ОФС.1.4.1.0019 «Настойки», ОФС.1.4.1.0021 «Экстракты», ОФС.1.4.1.0018 «Настои и отвары»). Для полученных лабораторных образцов ЖЛФ разрабатывали методики идентификации и количественного определения флавоноидов и сапонинов, а также веществ-антиокислителей с оценкой их выхода в опытные лабораторные образцы ЖЛФ по отношению к содержанию в исходном сырье, а также стандартизировали по показателям «описание», «сухой остаток», «спирт этиловый», «тяжелые металлы» согласно соответствующим ОФС.

Результаты и обсуждение. Получены опытные лабораторные образцы водных и водно-спиртовых ЖЛФ на основе цветков каштана конского (настой, настойки, экстракт жидкий), проведена их стандартизация по показателям, изложенным в нормативной документации, разработаны методики количественного определения целевых групп БАВ – флавоноидов, сапонинов, антиокислительной активности и суммы антиокислителей в пересчете на аскорбиновую кислоту. Наиболее высокое содержание веществ-антиокислителей, флавоноидов и сапонинов отмечено для экстракта жидкого (1:1), что позволяет рекомендовать данную форму в качестве оптимальной из исследованных.

Заключение. Таким образом, цветки каштана конского являются перспективным ЛРС, на основе которого могут быть разработаны эффективные и безопасные отечественные фитопрепараты. В качестве одной из перспективных ЖЛФ из цветков каштана благодаря высокой концентрации БАВ можно рекомендовать жидкий экстракт как самостоятельную лекарственную форму для приема внутрь, а также в составе композиций наружных мягких лекарственных форм, что согласуется с современными тенденциями развития фармацевтического рынка флеботропных препаратов.

Ключевые слова: цветки каштана конского, жидкие лекарственные формы, флавоноиды, сапонины, антиокислительная активность

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. А. Д. Дунилин проводил заготовку, пробоподготовку сырья, получил опытные лабораторные образцы водно-спиртовых ЖЛФ, провел их стандартизацию и разработал методики определения целевых групп биологически активных веществ, а также обозначил все рисунки и таблицы, отражающие основные результаты работы. О. В. Тринеева

осуществляла научное консультирование по полученным результатам, подготовила разделы «Заключение» и «Результаты и обсуждение». Текст статьи написан совместно.

Для цитирования: Дунилин А. Д., Тринеева О. В. Стандартизация жидких водных и водно-спиртовых извлечений из цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2026;15(3):180–194. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2026-15-3-2271>

Поступила в редакцию: 14.01.2026

Поступила после рецензирования: 24.02.2026

Принята к публикации: 26.08.2026

Standardization of liquid aqueous and aqueous-alcoholic extracts from *Aesculus hippocastanum* L. flowers

Aleksandr D. Dunilin , Olga V. Trineeva 

Voronezh State University (VSU). 1, Universitetskaya ploshchad', Voronezh, 394018, Russia

✉ **Corresponding author:** Olga V. Trineeva. **E-mail:** trineevaov@mail.ru

Abstract

Introduction. Phytotherapy represents an integrative method for disease prevention and treatment using complexes of biologically active substances (BAS) of plant origin. *Aesculus hippocastanum* L. is recognized as a valuable source of plant material: its seeds are used in evidence-based medicine for venous insufficiency treatment, while flowers are utilized in traditional practice due to their pronounced venotonic, anti-inflammatory, antioxidant, and hypolipidemic properties. This establishes *Aesculus hippocastanum* L. flowers as promising medicinal plant raw material (MPRM) with substantial therapeutic potential. Liquid dosage forms (LDF) based on MPRM possess multiple advantages ensuring their demand in pharmaceutical practice and among consumers. Accordingly, developing new domestic phytopreparations as infusions, tinctures, and liquid extracts from these flowers with potential venotonic, capillary-protective, and antioxidant effects constitutes a relevant direction in pharmacy.

Aim. To obtain and standardize experimental laboratory samples of aqueous and aqueous-alcoholic extracts from *Aesculus hippocastanum* L. flowers for the subsequent substantiation of the optimal liquid dosage form.

Materials and methods. A comparative study of aqueous and aqueous-alcoholic extracts from *Aesculus hippocastanum* L. harvested in the Voronezh Region during the flowering period of 2024 was conducted for infusions (1:10), tinctures (1:5) prepared by maceration, fractional maceration, and percolation methods, and liquid extract (1:1) according to the State Pharmacopoeia of the Russian Federation, XV edition (GPM.1.4.1.0019 «Tinctures», GPM.1.4.1.0021 «Extracts», GPM.1.4.1.0018 «Infusions and decoctions»). For the obtained LDF laboratory samples, identification and quantitative determination methods for flavonoids, saponins, and antioxidants were developed with yield assessment relative to raw material content, alongside standardization by «Description», «Dry residue», «Ethyl alcohol», and «Heavy metals» parameters per relevant GPM requirements.

Results and discussion. Experimental aqueous and hydroalcoholic LDF samples (infusion, tinctures, liquid extract) based on *Aesculus hippocastanum* L. flowers were obtained and standardized according to regulatory documentation requirements. Methods for quantitative determination of target BAS groups – flavonoids, saponins, antioxidant activity, and total antioxidants expressed as ascorbic acid – were developed. The liquid extract (1:1) showed the highest content of antioxidants, flavonoids, and saponins, recommending it as the optimal form among those studied.

Conclusion. *Aesculus hippocastanum* L. flowers represent promising MPRM for developing effective and safe domestic phytopreparations. Due to high BAS concentration, liquid extract is recommended as an oral dosage form and component of topical semisolid dosage forms, aligning with current phlebotonic drug market trends.

Keywords: *Aesculus hippocastanum* L. flowers, liquid dosage forms, flavonoids, saponins, antioxidant activity

Conflict of interest. The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Contribution of the authors. Aleksandr D. Dunilin performed raw material collection and sample preparation, obtained experimental hydroalcoholic LDF laboratory samples, conducted their standardization, developed methods for target bioactive substance group determination, and prepared all figures and tables reflecting main results. Olga V. Trineeva provided scientific consultation on results and authored the «Conclusion» and «Results and discussion» sections. The article text was written collaboratively.

For citation: Dunilin A. D., Trineeva O. V. Standardization of liquid aqueous and aqueous-alcoholic extracts from *Aesculus hippocastanum* L. flowers. *Drug development & registration*. 2026;15(3):180–194. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2026-15-3-2271>

Received: 14.01.2026

Revised: 24.02.2026

Accepted: 26.08.2026

ВВЕДЕНИЕ

Фитотерапия является неотъемлемой частью жизни человека уже на протяжении многих тысячелетий. В настоящее время фитотерапия сочетает в себе традиционные знания и современные научные методы, представляя собой интегрированный подход к терапии на основе комплекса биологически активных веществ (БАВ), выделяемых из лекарственного растительного сырья (ЛРС). Наиболее эффективно фитотерапия может быть использована для профилактики и лечения патологий желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой, нейроэндокринной, мочевыделительной и репродуктивной систем [1–6]. Одним из перспективных источников ЛРС является каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), растение рода конский каштан (*Aesculus* L.), семейства конскокаштановых (*Hippocastanaceae* A. Rich.). Естественный ареал произрастания данного растения ограничен территорией Балканского полуострова. Однако благодаря своим декоративным и лекарственным свойствам каштан широко культивируется по всему миру, в том числе на территории Российской Федерации (РФ). На данный момент в официальной медицине в части терапии хронических венозных заболеваний используются семена каштана конского и лекарственные препараты на их основе. Семена растения характеризуются исключительно высоким содержанием БАВ, в первую очередь тритерпеновых сапонинов (не менее 3 % в пересчете на эсцин согласно требованиям ФС.2.5.0117 Государственной фармакопеи (ГФ) РФ)¹ [7–8]. В народной медицине используются и другие части растения, такие как цветки, кора, почки и листья. Согласно данным литературы [9–12], цветки каштана конского содержат широкий спектр БАВ, включая полифенольные соединения, стерины, сапонины, полисахариды и другие компоненты, обладающие флеботропным, капилляропротекторным, гиполипидемическим, противовоспалительным, гепатопротекторным и антиагрегантным эффектом [13–15]. Это делает цветки каштана конского перспективным ЛРС с многообещающим терапевтическим потенциалом.

Жидкие лекарственные формы (ЖЛФ) на основе ЛРС характеризуются целым рядом преимуществ, обуславливающих их высокую востребованность как в фармацевтической практике, так и среди потребителей. К основным достоинствам жидких форм относятся простота получения с использованием стандартных технологических методов, например таких, как настаивание, мацерация или перколяция, легкий способ дозирования и введения в организм, а также их ценовая доступность [6, 16–19]. В связи с этим одним из актуальных направлений фармации является разработка новых отечественных лекарственных

растительных препаратов (ЛРП) в виде настоев, настоек и жидких экстрактов на основе цветков данного растения с потенциальным венотонизирующим, капилляропротекторным и антиоксидантным действием.

Цель работы – получение и стандартизация опытных лабораторных образцов водных и водно-спиртовых извлечений из цветков каштана конского обыкновенного для последующего обоснования оптимальной жидкой лекарственной формы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сравнительное исследование проводили для извлечений из высушенных цветков каштана конского, приготовленных по типу настоев (1:10), настоек (1:5), полученных различными способами (мацерации, дробной мацерации и перколяции), и экстракта жидкого (1:1) по стандартным фармакопейным методикам (ОФС.1.4.1.0019 «Настойки» и ОФС.1.4.1.0021 «Экстракты», «Настои и отвары» ОФС.1.4.1.0018 ГФ РФ XV). В качестве экстрагента при получении настоя использовали воду очищенную, для спиртосодержащих форм использовали спирт этиловый с концентрацией 70 % как наилучший для извлечения целевых групп БАВ – флавоноидов и сапонинов, что было показано нами ранее при разработке методики их количественного определения в изучаемом ЛРС [9, 20]. Все исследуемые извлечения готовили из цветков, заготовленных на территории Воронежской области (51.834028 с.ш., 39.382854 в.д.) в период массового цветения в 2024 году, что соответствовало ранее полученным результатам комплексного фитохимического исследования, где были установлены оптимальные сроки заготовки данного ЛРС [21]. В сырье предварительно определяли содержание суммы флавоноидов, сапонинов и веществ-антиоксидантов по ранее разработанным и валидированным спектрофотометрическим методикам [9, 20].

Для соблюдения принципа сквозной стандартизации в полученных опытных образцах водных и водно-спиртовых извлечений (далее ЖЛФ) проводилась разработка методик идентификации и количественного определения основных целевых групп БАВ цветков – флавоноидов и сапонинов. Оценивали переход БАВ в полученные лабораторные образцы ЖЛФ из исходного сырья для обоснования оптимальной ЖЛФ. Помимо этого, проводилась оценка антиоксидантной активности в соответствии с известной спектрофотометрической методикой, основанной на взаимодействии извлечения из ЛРС, содержащего БАВ-восстановители, с растворами медиаторной системы, состоящей из растворов ферроцианида и феррицианида калия, взятых в соотношении 1:1 [20].

Стандартизацию образцов ЖЛФ дополнительно проводили по показателям «описание», «сухой остаток», «спирт этиловый», «тяжелые металлы» на основании требований соответствующих ОФС. Коэффициент водопоглощения для сырья, составивший 3,1 мл/г, определяли на основании ОФС.1.5.3.0012 «Определе-

¹ Государственная фармакопея Российской Федерации XV изд. Доступно по: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> Ссылка активна на: 06.01.2026.

ние коэффициента водопоглощения и расходного коэффициента лекарственного растительного сырья». Также был определен коэффициент спиртопоглощения для цветков каштана конского, равный 2,5 мл/г. Статистическая обработка данных проведена в соответствии с рекомендациями ОФС ГФ РФ XV издания при использовании ПО Microsoft Office Excel.

При разработке методик использовали стандартные образцы (СО) рутина (CAS № 153-18-4; степень чистоты не менее 99 %; срок годности до 10.2027 г.) и β-эсцина (CAS № 6805-41-0; степень чистоты не менее 99 %; срок годности до 06.2026 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В исследуемых лабораторных образцах ЖЛФ проводили количественное определение флавоноидов и сапонинов как целевых групп БАВ, для чего разрабатывались соответствующие методики. Способы определения суммы флавоноидов и сапонинов в опытных образцах ЛФ, согласно принципам сквозной стандартизации, базировались на ранее разработанных и валидированных методиках количественного определения суммы флавоноидов и сапонинов в цветках каштана конского [9]. При разработке ме-

тодик экспериментально подобраны оптимальные аликвоты исследуемых ЖЛФ, а также последовательность и число их разведений для получения испытуемого раствора.

Методики определения флавоноидов в ЛФ в пересчете на рутин (таблица 1). Для определения суммы флавоноидов в мерную колбу вместимостью Vk_1 мл помещали а мл испытуемой ЖЛФ, объем раствора доводили до метки 95%-м спиртом этиловым и перемешивали (раствор А). Отбирали a_1 мл раствора А в мерную колбу вместимостью Vk_2 мл и добавляли 2,0 мл 2%-го раствора алюминия хлорида в 95%-м спирте этиловом, объем раствора доводили до метки 95%-м спиртом этиловым и перемешивали (раствор Б). Оптическую плотность полученного раствора Б (раствора А в случае определения в настое) измеряли на спектрофотометре через 50 мин после добавления алюминия хлорида в кювету с толщиной слоя 10 мм при длине волны 407 ± 2 нм. В качестве раствора сравнения использовали раствор, содержащий такой же объем аликвоты ЖЛФ или ее разведения a_1 (раствора А), доведенного 95%-м спиртом этиловым до метки в мерной колбе вместимостью Vk_2 мл.

Параллельно измеряли оптическую плотность раствора СО рутина.

Таблица 1. Условия определения суммы флавоноидов в экспериментальных образцах ЖЛФ

Table 1. Conditions for determining the amount of flavonoids in experimental samples of LDF

Аликвота ЖЛФ (а, мл) Liquid dosage form (LDF) aliquot (a, mL)	Vk_1 , мл (раствор А) Vk_1 , mL (solution A)	Аликвота разведения (a_1 , мл) Dilution aliquot (a_1 , mL)	Vk_2 , мл (раствор Б) Vk_2 , mL (solution B)	Расчетная формула Calculation formula
Настой Infusion				
1	25	–	–	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 100}$
Настойка (метод мацерации) Tincture (maceration method)				
2,5	25	2,5	25	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 1000}$
Настойка (метод дробной мацерации) Tincture (fractional maceration method)				
1	50	–	–	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 50}$
Настойка (метод перколяции) Tincture (percolation method)				
2,5	25	2,5	50	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P \cdot 20}{A_0 \cdot a}$
Жидкий экстракт Liquid extract				
2,5	25	1,0	50	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 2}$

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

Приготовление раствора СО рутина: в мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 1,0 мл 0,05%-го спиртового раствора рутина (0,0500 г растворили в мерной колбе объемом 100 мл), добавляли 2,0 мл 2%-го раствора алюминия хлорида в 95%-м спирте этиловом и доводили объем раствора 95%-м спиртом до метки. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре через 50 мин после добавления алюминия хлорида в кювету с толщиной слоя 10 мм при длине волны 407 ± 2 нм. Раствор сравнения: в мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 1,0 мл 0,05%-го РСО рутина и доводили объем раствора 95%-м спиртом до метки.

Вид дифференциальных спектров поглощения комплексов алюминия с флавоноидами ЖЛФ на основе цветков каштана конского представлен на рисунке 1. Максимумы поглощения на полученных спектрах совпадали по положению с максимумом поглощения комплекса алюминия хлорида с рутином, что дало основание проводить пересчет общей суммы на данный флавоноид. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин (X) в процентах в ЖЛФ вычисляли по формулам (таблица 1), где A – оптическая плотность исследуемого раствора после взаимодействия с $AlCl_3$; A_0 – оптическая плотность раствора СО рутина после взаимодействия с $AlCl_3$; a – аликвота ЖЛФ,

взятая на анализ, мл; a_0 – масса СО рутина, г; P – содержание основного вещества в СО рутина, %. Результаты определения суммы флавоноидов в пересчете на рутин в лабораторных образцах водно-спиртовых ЖЛФ представлены в таблице 3.

На следующем этапе исследования была разработана методика количественного определения суммы тритерпеновых сапонинов в пересчете на β -эсцин в полученных лабораторных образцах ЖЛФ на основе цветков каштана конского. В соответствии с принципами сквозной стандартизации за основу была взята ранее разработанная и валидированная методика количественной оценки суммы сапонинов в данном растительном сырье.

Методики определения суммы сапонинов в ЖЛФ в пересчете на β -эсцин. Для определения суммы сапонинов а мл ЛФ (таблица 2) помещали в выпарительную чашку и упаривали на кипящей водяной бане до суха. Затем сухой остаток дважды обрабатывали хлороформом по 5 мл. Объединенный хлороформный раствор упаривали на водяной бане при температуре не выше $80^\circ C$, остаток высушивали и к полученному сухому остатку добавляли 5 мл кислоты серной концентрированной (V_{K_1}), перемешивали и термостатировали при температуре $70^\circ C$ 30 мин, полученный раствор охлаждали (раствор А). Объем a_1 мл раство-

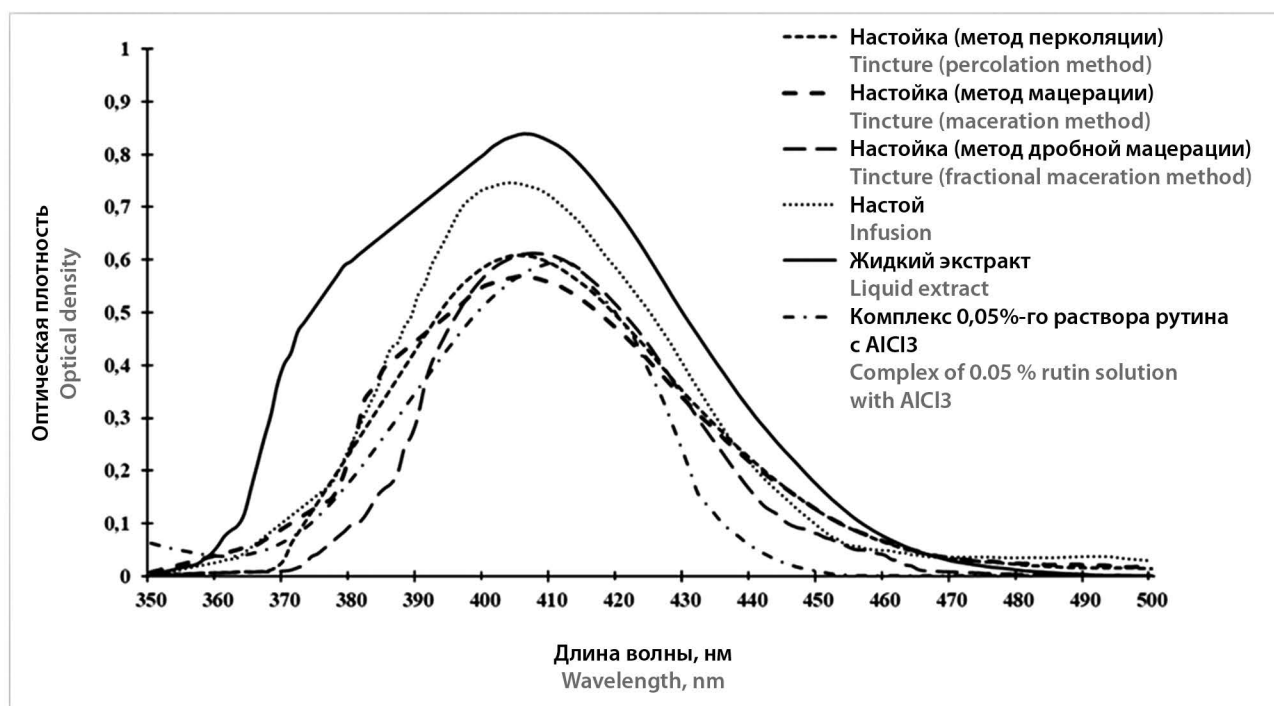


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 1. Дифференциальные спектры поглощения комплексов алюминия с флавоноидами жидких лекарственных форм на основе цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.)

Figure 1. Differential absorption spectra of aluminum complexes with flavonoids of liquid dosage forms based on *Aesculus hippocastanum* L. flowers

Таблица 2. Условия определения суммы сапонинов в экспериментальных образцах ЖЛФ

Table 2. Conditions for determining the amount of saponins in experimental samples of LDF

Аликвота ЖЛФ (a , мл) LDF Aliquot (a , mL)	Vk_1 , мл (раствор А) Vk_1 , mL (solution A)	Аликвота разведения (a_1 , мл) Dilution aliquot (a_1 , mL)	Vk_2 , мл (раствор Б) Vk_2 , mL (solution B)	Аликвота разведения (a_2 , мл) Dilution aliquot (a_2 , mL)	Vk_3 , мл (раствор В) Vk_3 , mL (solution C)	Расчётная формула Calculation formula
Настой Infusion						
1	5	0,5	10	0,5	5	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 100}$
Настойка (метод мацерации) Tincture (maceration method)						
0,5	5	0,5	10	0,5	5	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 100}$
Настойка (метод дробной мацерации) Tincture (fractional maceration method)						
0,5	5	0,5	10	1,0	5	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 200}$
Настойка (метод перколяции) Tincture (percolation method)						
0,5	5	0,5	10	0,5	5	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 100}$
Жидкий экстракт Liquid extract						
0,5	5	0,5	10	0,5	10	$X, \% = \frac{A \cdot a_0 \cdot P}{A_0 \cdot a \cdot 50}$

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

ра А доводили мерной пипеткой до общего объема 10 мл кислотой серной концентрированной (Vk_2 , раствор Б). Затем a_2 мл раствора Б доводили мерной пипеткой до общего объема Vk_3 мл кислотой серной концентрированной (Vk_3 , раствор В). Оптическую плотность полученного окрашенного раствора измеряли на спектрофотометре в кювете с толщиной слоя 10 мм при длине волны 322 ± 3 нм. Раствором сравнения выступала кислота серная концентрированная.

Параллельно измеряли оптическую плотность раствора СО β-эсцина, приготовленного в аналогичных условиях: 1,0 мл раствора А доводили до общего объема 10 мл кислотой серной концентрированной, перемешивали и термостатировали при температуре 70 °С 30 мин, полученный раствор охлажда-ли (раствор Б). Далее к 1,0 мл раствора Б добавляли количественно мерной пипеткой кислоту серную концентрированную, доводили до общего объема 10 мл и перемешивали (раствор В). Затем 1 мл раствора В разводили кислотой серной концентрированной в соотношении 1:10 (раствор Г). Раствор использовали свежеприготовленным. Вид спектров поглощения продуктов взаимодействия кислоты серной

концентрированной с сапонинами лабораторных образцов ЖЛФ на основе цветков каштана конского представлен на рисунке 2.

Приготовление раствора СО β-эсцина: около 0,05 г (точная навеска) СО β-эсцина помещали в мерную колбу вместимостью 100 мл, добавляли 50 мл спирта этилового 95%-го, перемешивали и доводили объем раствора спиртом до метки (раствор А). Срок годности раствора – 1 мес.

Содержание суммы тритерпеновых сапонинов в пересчете на β-эсцин (X) в процентах в ЖЛФ вычисляли по формулам (таблица 2), где A – оптическая плотность испытуемого раствора В; A_0 – оптическая плотность стандартного образца (раствор Г); a – аликвота ЖЛФ, взятая на анализ, мл; a_0 – масса стандартного образца, г. Результаты количественного определения суммы тритерпеновых сапонинов в пересчете на β-эсцин в лабораторных образцах жидких ЛФ представлены в таблице 3.

Одним из потенциальных видов фармакологической активности ввиду значительного содержания в изучаемом сырье соединений фенольной природы

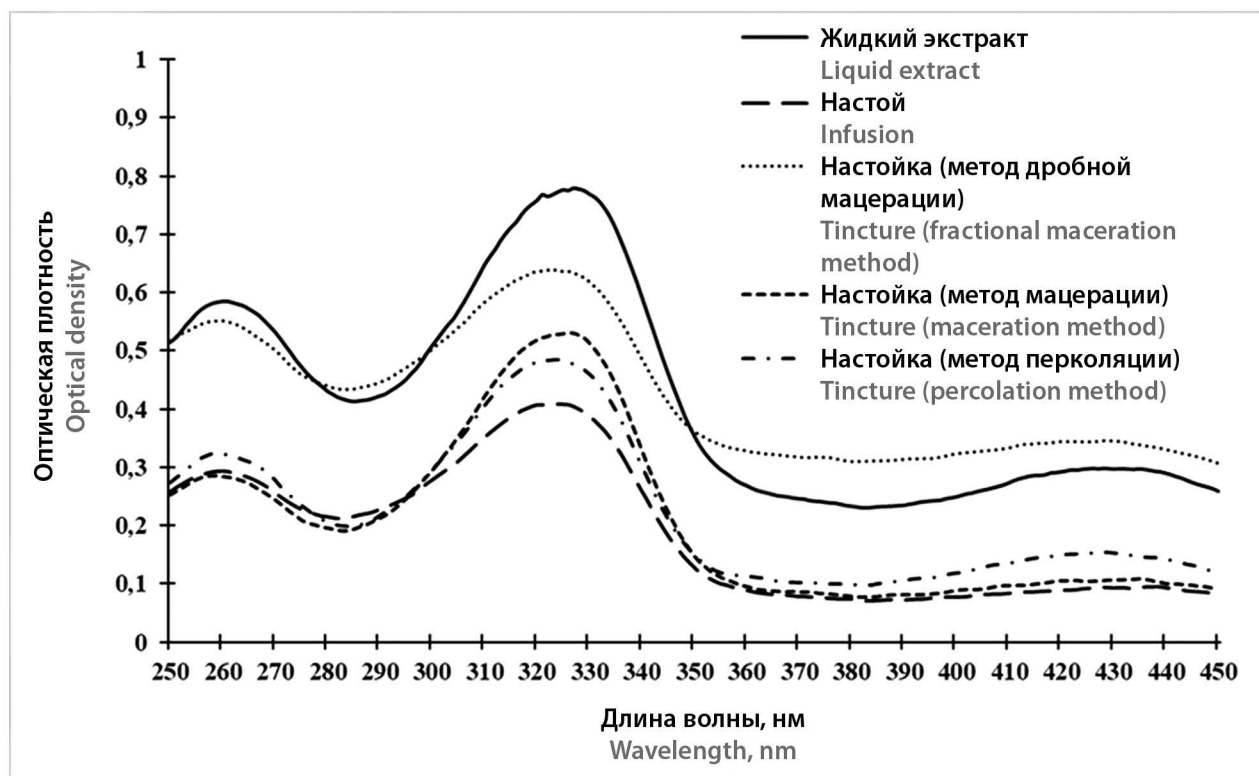


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 2. Спектры поглощения продуктов взаимодействия кислоты серной концентрированной с сапонинами лабораторных образцов жидких лекарственных форм на основе цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.)

Figure 2. Absorption spectra of products of interaction of concentrated sulfuric acid with saponins of laboratory samples of liquid dosage forms based on *Aesculus hippocastanum* L. flowers

(флавоноидов [9] и лейкоантоцианов) может являться антиокислительная активность (АОА). Оценку АОА проводили в соответствии с известной спектрофотометрической методикой [20], основанной на взаимодействии извлечения из ЛРС, содержащего БАВ-восстановители, с растворами медиаторной системы, состоящей из растворов ферроцианида и феррицианида калия, взятых в соотношении 1:1. Под действием БАВ, способных восстанавливать Fe^{3+} в Fe^{2+} , происходит снижение содержания в растворе $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ и рост концентрации $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$, что сопровождается гипохромным смещением максимума поглощения при длине волны 420 нм на спектре поглощения медиаторной пары. Результаты представлены в таблице 3.

Однако у используемой методики имелись ограничения по используемому растворителю. В спиртовых растворах медиаторная пара выпадала в осадок, поэтому было принято решение разбавлять спиртосодержащие ЖЛФ в соотношении 1:25. Таким образом, при помощи уравнения градуировочной зависимости (рисунок 3) вычисляли АОА спиртосодер-

жащих ЖЛФ в пересчете на кислоту аскорбиновую в г/мл раствора по формулам в зависимости от областей концентрации аскорбиновой кислоты:

$$\text{АОА} \cdot 10^{-5}, \frac{\text{г}}{\text{мл}} = \frac{(1,022 - A) \cdot 25}{0,1887 \cdot 1},$$

$$\text{АОА} \cdot 10^{-5}, \frac{\text{г}}{\text{мл}} = \frac{(0,9076 - A) \cdot 25}{0,0654},$$

где A – оптическая плотность исследуемого раствора в максимуме поглощения.

Вид спектров поглощения ЖЛФ на основе цветков каштана конского в присутствии медиаторной пары $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ представлен на рисунке 4.

Суммарное содержание БАВ-антиокислителей в спиртосодержащих ЖЛФ в пересчете на кислоту аскорбиновую вычисляли по формуле:

$$\Sigma \text{АО}, \% = \frac{\text{АОА} \cdot 25 \cdot 100}{1},$$

где АОА – вычисленное ранее значение.

Таблица 3. Результаты определения БАВ в полученных водно-спиртовых ЖЛФ на основе цветков каштана конского

Table 3. The results of the determination of BAS in the obtained water-alcohol LDF based on horse chestnut flowers

БАВ/ЖЛФ BAS/LDF	Настой Infusion	Настойка (дробная мацерация) Tincture (fractional maceration)	Настойка (мацерация) Tincture (maceration)	Настойка (перколяция) Tincture (percolation)	Жидкий экстракт Liquid extract
Сумма флавоноидов, % Sum of flavonoids, %	0,062 ± 0,002	0,105 ± 0,003	0,335 ± 0,011	0,402 ± 0,013	1,395 ± 0,045
Сумма сапонинов, % Sum of saponins, %	0,070 ± 0,001	0,090 ± 0,001	0,160 ± 0,002	0,140 ± 0,002	0,460 ± 0,006
Антиокислительная активность, ×10 ⁻⁵ , г/мл Antioxidant activity, ×10 ⁻⁵ , g/mL	2,352 ± 0,186	11,828 ± 0,684	13,408 ± 3,661	10,939 ± 0,682	32,196 ± 10,244
Сумма антиокислителей в пересчете на аскорбиновую кислоту, % Sum of antioxidants in terms of ascorbic acid, %	0,012 ± 0,001	0,296 ± 0,017	0,335 ± 0,092	0,274 ± 0,017	0,805 ± 0,256

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

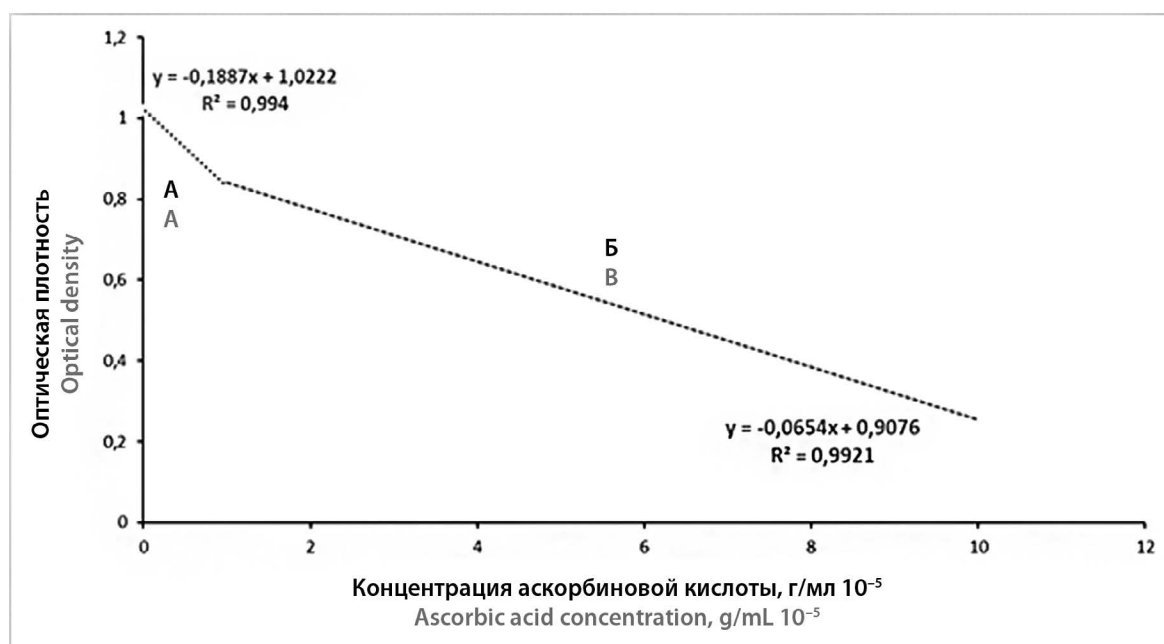


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 3. Градуировочные графики:

A – область концентрации аскорбиновой кислоты от 0,01 до 1 г/мл, ×10⁻⁵; **Б** – область концентрации аскорбиновой кислоты от 1 до 10 г/мл, ×10⁻⁵

Figure 3. Calibration graphs:

A – ascorbic acid concentration range from 0.01 to 1 g/mL, ×10⁻⁵; **B** – ascorbic acid concentration range from 1 to 10 g/mL, ×10⁻⁵

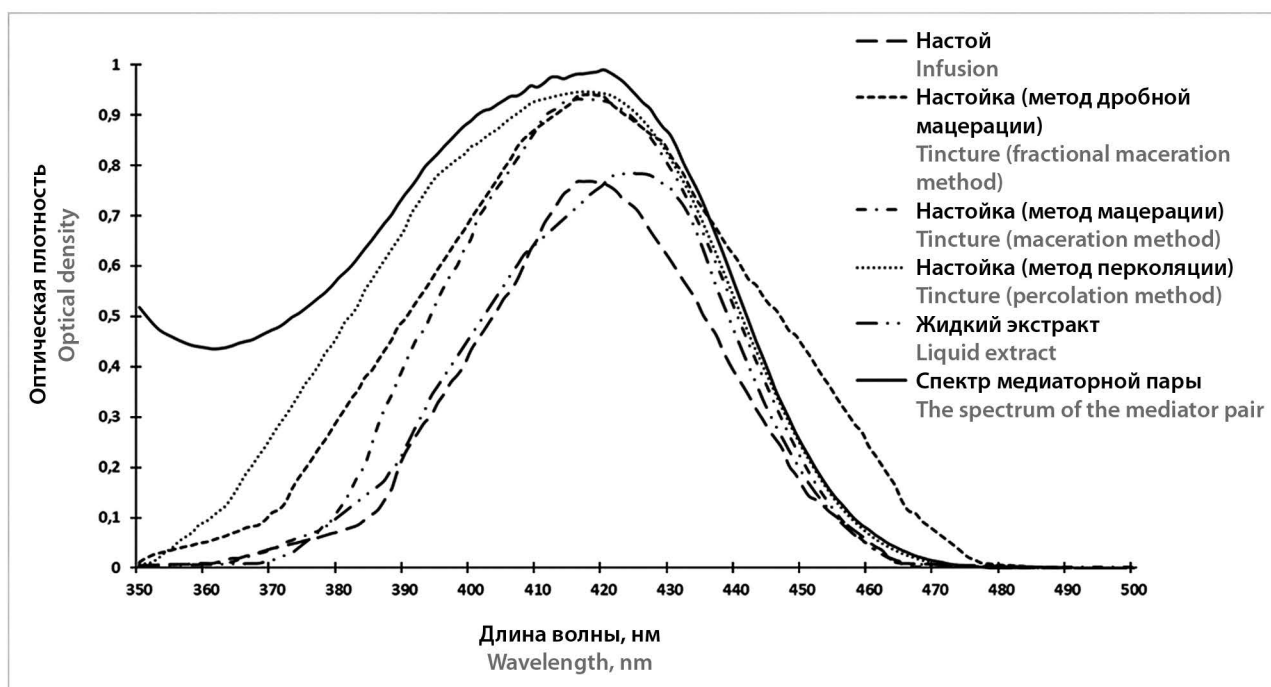


Рисунок предоставлен авторами
The figure was provided by the authors

Рисунок 4. Спектр поглощения жидких лекарственных форм на основе цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.) в присутствии медиаторной пары $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

Figure 4. Absorption spectrum of liquid dosage forms based on *Aesculus hippocastanum* L. flowers in the presence of the mediator pair $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

Антиокислительную активность настоя в пересчете на кислоту аскорбиновую в г/мл раствора вычисляли по формуле:

$$\text{АОА} \cdot 10^{-5}, \frac{\text{г}}{\text{мл}} = \frac{0,9076 - A}{0,0654},$$

Суммарное содержание БАВ-антиокислителей в настое в пересчете на кислоту аскорбиновую и абсолютно сухое сырье вычисляли по формуле:

$$\Sigma \text{АО}, \% = \frac{\text{АОА} \cdot 100 \cdot 100}{20}.$$

Результаты стандартизации изучаемых ЖЛФ приведены в таблице 4. Анализ фармакопейных показателей качества ЖЛФ на основе цветков каштана выявил более высокие значения сухого остатка и плотности у жидкого экстракта, что также косвенно может свидетельствовать о лучшем переходе БАВ в данную ЛФ. Однако выход БАВ для других ЛФ также высок.

Содержание тяжелых металлов не превышало допустимых нормативной документацией (НД) показателей.

Таким образом, полученные данные демонстрируют, что способ получения, а также используемый экстрагент существенно влияют на извлечение БАВ в ЖЛФ. По результатам эксперимента настой цветков каштана конского обладает наименьшими числовыми показателями по содержанию сумм флавоноидов и сапонинов, проявляя меньшую АОА, по сравнению с водно-спиртовыми ЖЛФ из-за ограниченной экстрагирующей способности воды.

Среди настоек по содержанию суммы антиокислителей (АО) в пересчете на аскорбиновую кислоту лидируют настойки, полученные методом мацерации и перколяции (в пределах ошибки определения), однако настойка, полученная методом мацерации, уступает по содержанию суммы флавоноидов настойке, полученной методом перколяции, что позволяет предположить, что с помощью данного метода, помимо флавоноидов, лучше извлекаются другие группы БАВ, также проявляющие АОА. Высокая АОА жидкого экстракта может быть связана со значительным содержанием в нем не только флавоноидов, но и других АО (лейкоантоцианов, фенолосоединений и т. д.).

Таблица 4. Показатели качества ЖЛФ на основе цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.)
Table 4. Quality indicators of LDF based on *Aesculus hippocastanum* L. flowers

Показатель качества Quality indicator	Настой Infusion	Настойка (дробная мацерация) Tincture (fractional maceration)	Настойка (мацерация) Tincture (maceration)	Настойка (перколяция) Tincture (percolation)	Жидкий экстракт Liquid extract
Описание Description	Жидкость светло-коричне- вого цвета, мутная, запах специфичный, сладкова- тый Light brown, turbid liquid with a characteristic sweet- tish odor	Жидкость желто-коричне- вого цвета, прозрачная, оса- док отсутствует, запах спе- цифичный, сладковатый Yellow-brown, transparent li- quid without sediment; cha- racteristic sweettish odor	Жидкость коричневого цве- та, прозрачная, осадок от- сутствует, запах специфич- ный, сладковатый Brown, transparent liquid wi- thout sediment; characteristic sweettish odor	Жидкость темно-коричневого цвета, прозрачная, возможно присутствие осадка, запах спе- цифичный, сладковатый Dark brown, transparent liquid; a slight sediment may be pre- sent; characteristic sweettish odor	Жидкость насыщенного тем- но-коричневого цвета, не- прозрачная, возможно при- сутствие осадка, выраженный специфичный сладковатый запах Deep dark brown, opaque li- quid; a sediment may be pre- sent; pronounced characteristic sweettish odor
pH	6,01	-	-	-	-
Плотность, г/мл Density, g/mL	-	0,897	0,896	0,895	0,991
Тяжелые металлы, % Heavy metals, %	-	≤0,001			≤0,01
Сухой остаток, % Dry residue, %	0,135 ± 0,001	0,104 ± 0,0003	0,173 ± 0,002	0,155 ± 0,0004	0,939 ± 0,004
Содержание спирта, % Alcohol content, %	-	68,06 %	66,58 %	68,06 %	65,08 %

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

Таблица 5. Материальный баланс по флавоноидам/сапонидам для полученных образцов ЖЛФ
Table 5. Material balance of flavonoids/saponins for the obtained LDF samples

Взято ЛРС, г Medicinal plant raw material (MPRM) taken, g	Содержание флавоноидов/ сапонинов в ЛРС, г Content of flavonoids/ saponins in MPRM, g	Получено ЛФ, мл Obtained dosage form (DF), mL	Содержание флавоноидов/ сапонинов в ЛФ, г Content of flavonoids/ saponins in DF, g	Эффективность экстракции Extraction efficiency	
				флавоноидов flavonoids	сапонинов saponins
Настой (1 : 10) Infusion (1 : 10)					
5,0	0,148/0,068	50	0,031/0,035	Выход (степень использования ЛРС), % Output (degree of MPRM usage), %	
Всего Total	0,148/0,068	Потери Losses Всего Total	0,116/0,033 0,148/0,068	21,15	51,47
				Расходный коэффициент Consumption coefficient	
				4,61	1,94
				Остаточное содержание БАВ в ЛРС, % Residual content of BAS in MPRM, %	
				78,85	48,53
Настойка (1 : 5), метод дробной мацерации Tincture (1 : 5), fractional maceration method					
20,0	0,590/0,272	100	0,105/0,009	Выход (степень использования ЛРС), % Output (degree of MPRM usage), %	
Всего Total	0,590/0,272	Потери Losses Всего Total	0,485/0,182 0,590/0,272	17,83	33,09
				Расходный коэффициент Consumption coefficient	
				5,78	3,02
				Остаточное содержание БАВ в ЛРС, % Residual content of BAS in MPRM, %	
				82,14	66,91
Настойка (1 : 5), метод мацерации Tincture (1 : 5), maceration method					
10,0	0,295/0,136	50	0,1674/0,080	Выход (степень использования ЛРС), % Output (degree of MPRM usage), %	
Всего Total	0,295/,136	Потери Losses Всего Total	0,128/0,056 0,295/0,136	56,73	58,82
				Расходный коэффициент Consumption coefficient	
				1,76	1,70
				Остаточное содержание БАВ в ЛРС, % Residual content of BAS in MPRM, %	
				43,2	41,18
Настойка (1 : 5), метод перколяции Tincture (1 : 5), percolation method					
10,0	0,295/0,136	50	0,2009/0,07	Выход (степень использования ЛРС), % Output (degree of MPRM usage), %	
Всего Total	0,295/0,136	Потери Losses Всего Total	0,094/0,066 0,295/0,136	68,10	51,47
				Расходный коэффициент Consumption coefficient	
				1,47	1,94
				Остаточное содержание БАВ в ЛРС, % Residual content of BAS in MPRM, %	
				31,9	48,53
Жидкий экстракт (1 : 1) Liquid extract (1 : 1)					
50,0	1,475/0,680	50	0,697/0,230	Выход (степень использования ЛРС), % Output (degree of MPRM usage), %	

Взято ЛРС, г Medicinal plant raw material (MPRM) taken, g	Содержание флавоноидов/ сапонинов в ЛРС, г Content of flavonoids/ saponins in MPRM, g	Получено ЛФ, мл Obtained dosage form (DF), mL	Содержание флавоноидов/ сапонинов в ЛФ, г Content of flavonoids/ saponins in DF, g	Эффективность экстракции Extraction efficiency	
				флавоноидов flavonoids	сапонинов saponins
Всего Total	1,475/0,680	Потери Losses Всего Total	0,778/0,450 1,475/0,680	47,27	33,82
				Расходный коэффициент Consumption coefficient	
				2,12	2,96
				Остаточное содержание БАВ в ЛРС, % Residual content of BAS in MPRM, %	
				57,73	66,18

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

Минимальное количество сапонинов отмечено в настое ($0,070 \pm 0,001$ %), тогда как при переходе к настойкам, полученным методами мацерации и перколяции, содержание возрастает практически в 2 раза (до $0,140-0,160 \pm 0,002$ %). Настойка, полученная дробной мацерацией ($0,090 \pm 0,001$ %), лишь немного превосходит настой, что указывает на ограниченную эффективность данного варианта и экстрагента по сравнению с классической мацерацией и перколяцией. Наиболее высоким уровнем сапонинов характеризуется жидкий экстракт ($0,460 \pm 0,006$ %), что значительно превосходит все остальные изучаемые ЖЛФ и позволяет отнести его к формам с максимальным содержанием сапонинов.

В результате проведенного исследования полученных образцов ЖЛФ на основе цветков каштана конского можно заключить, что жидкий экстракт характеризуется наиболее высоким содержанием БАВ (сухой остаток, сумма флавоноидов и сапонинов). Жидкий экстракт также показал сравнительно высокие показатели АОА и содержания БАВ восстановительного характера (таблица 3). Это может объясняться тем, что жидкий экстракт получают при более длительном времени экстракции с дополнительным концентрированием второй части экстракта, что способствует более полному переходу БАВ из растительного сырья.

На дальнейшем этапе работы был рассчитан материальный баланс по флавоноидам и сапонином для полученных лабораторных образцов ЖЛФ на основе цветков каштана конского. Результаты представлены в таблице 5.

Исходя из рассчитанных параметров, можно сделать вывод, что одной из оптимальных ЖЛФ для изучаемого ЛРС с точки зрения выхода сапонинов является настойка (1:5), изготовленная методом мацерации. В сравнении с остальными изучаемыми ЛФ для нее были характерны наибольшая эффективность экстракции целевой группы БАВ (58,82 %) и минимальные потери (остаток 41,18 %). Настойка (1:5), полученная

по методу перколяции, также показывает хорошие результаты с выходом 51,47 % и расходным коэффициентом 1,94. Эта же водно-спиртовая ЖЛФ показала большую эффективность экстракции флавоноидов и меньшие их потери.

Жидкий экстракт (1:1) также является предпочтительной ЖЛФ благодаря максимальной концентрации сапонинов, флавоноидов и наибольшему абсолютному их выходу (0,23 г и 0,70 г в 50 мл соответственно). Несмотря на большой расход ЛРС, оптимизация процесса экстракции при масштабировании и внедрении в заводское производство может позволить поднять процентный выход целевых групп БАВ.

Согласно проведенным исследованиям оценки содержания в жидком экстракте флавоноидов и сапонинов могут быть рекомендованы следующие режимы дозирования данной ЖЛФ (таблица 6). Для расчета использовали рекомендуемые для взрослых величины суточного потребления рутина для восполнения адекватного уровня, а также рекомендации по дозированию суммы тритерпеновых сапонинов в пересчете на β -эсцин, изложенные в инструкции по медицинскому применению ЛРП «Эскузан»¹. Суммарный режим дозирования разработанного жидкого экстракта может составлять 2–3 мл жидкого экстракта 3 раза в день.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены опытные лабораторные образцы водно-спиртовых ЖЛФ на основе цветков каштана конского (настой, настойки, экстракт жидкий), проведена их стандартизация по показателям, изложенным в нормативной документации, разработаны методики количественного определения целевых групп БАВ – флавоноидов, сапонинов, антиокислительной актив-

¹ Государственный реестр лекарственных средств. Доступно по: https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=c1cdab38-a0a4-4b3b-be19-1672330b2635 Ссылка активна на: 06.01.2026.

Таблица 6. Рекомендации по режиму дозирования жидкого экстракта цветков каштана конского обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.)

Table 6. Recommendations on the dosage regimen of liquid extract of *Aesculus hippocastanum* L. flowers

Показатель Indicator	Содержание, мг/мл Content, mg/mL	Рекомендуемый норматив для включения в ИД, мг/мл Recommended standard for inclusion in the regulatory documentation, mg/mL	Суточная потребность / рекомендуемая доза Daily requirement / recommended dose	Режим дозирования Dosage regimen
Флавоноиды (в пересчете на рутин) Flavonoids (in terms of rutin)	13,95 ± 0,45	Не менее 10 At least 10	30–100 мг 30–100 mg	От 5 мл жидкого экстракта (прием по 1 чайной ложке 1 раз в день) From 5 mL of liquid extract (taking 1 teaspoon once a day)
Сапонины (в пересчете на β-эсцин) Saponins (in terms of β-escin)	4,60 ± 0,06	Не менее 4 At least 4	10 мг 3 раза в день 10 mg 3 times a day	2–3 мл жидкого экстракта (3 раза в день) 2–3 mL of liquid extract (3 times a day)

Таблица предоставлена авторами
The table was provided by the authors

ности и суммы антиоксидантов в пересчете на аскорбиновую кислоту. Наиболее высокое содержание веществ-антиоксидантов, флавоноидов и сапонинов отмечено для экстракта жидкого (1:1), что позволяет рекомендовать данную форму в качестве оптимальной из исследованных.

Таким образом, цветки каштана конского являются перспективным ЛРС, на основе которого могут быть разработаны эффективные и безопасные отечественные ЛРП. В качестве одной из перспективных ЖЛФ из цветков каштана благодаря высокой концентрации БАВ можно рекомендовать жидкий экстракт как самостоятельную лекарственную форму для приема внутрь, а также в составе композиций наружных мягких лекарственных форм, что согласуется с современными тенденциями развития фармацевтического рынка флеботропных препаратов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ферубко Е. В., Трумпе Т. Е., Курманова Е. Н., Колхир В. К., Сидельникова Г. Ф., Громакова А. И. Использование фитопрепаратов ФГБНУ ВИЛАР в медицине. *Вопросы биологической, медицинской и фармакологической химии*. 2016;6(19):11–15.

2. Brendler T., Brinckmann J. A., Daoust M., He H., Masé G., Steffan K., Williams M. Suitability of botanical extracts as components of complex mixtures used in herbal tea infusions-challenges and opportunities. *Frontiers in pharmacology*. 2022;13:1013340. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1013340>

3. Petrovska B. B. Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*. 2012;6(11):1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849>

4. Pan S.-Y., Litscher G., Gao S.-H., Zhou S.-F., Yu Z.-L., Chen H.-Q., Zhang S.-F., Tang M.-K., Sun J.-N., Ko K.-M. Historical perspective of traditional indigenous medical practices: the current renaissance and conservation of herbal resources. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014;2014:525340. <https://doi.org/10.1155/2014/525340>

5. Goldman P. Herbal medicines today and the roots of modern pharmacology. *Annals of Internal Medicine*. 2001;135(8):594–600. https://doi.org/10.7326/0003-4819-135-8_part_1-200110160-00010

6. Salm S., Rutz J., van den Akker M., Blaheta R. A., Bachmeier B. E. Current state of research on the clinical benefits of herbal medicines for non-life-threatening ailments. *Frontiers in Pharmacology*. 2023;14:1234701. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1234701>

7. Savarino P., Colson E., André J., Gerbaux P. Horse Chestnut Saponins-Escins, Isoescins, Transescins, and Desacylescins. *Molecules*. 2023;28(5):2087. <https://doi.org/10.3390/molecules28052087>

8. Owczarek A., Kołodziejczyk-Czepas J., Marczuk P., Siwek J., Wąsowicz K., Olszewska M. A. Bioactivity Potential of *Aesculus hippocastanum* L. Flower: Phytochemical Profile, Antiradical Capacity and Protective Effects on Human Plasma Components under Oxidative/Nitrative Stress In Vitro. *Pharmaceuticals*. 2021;14(12):1301. <https://doi.org/10.3390/ph14121301>

9. Дунилин А. Д., Тринеева О. В., Ковалева Т. Ю. Разработка и валидация методики определения флавоноидов в цветках каштана конского различных регионов произрастания. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2024;23(3):224–234. <https://doi.org/10.37903/vsgma.2024.3.28>

10. Дунилин А. Д., Тринеева О. В., Платонова Е. А., Магерамова Э. М. Содержание фитостероидов в цветках каштана конского и перспективы разработки препаратов

на их основе. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация.* 2025;1:131–139.

11. Дунилин А. Д., Тринеева О. В. Вариабельность состава аминокислот и органических кислот цветков каштана конского обыкновенного. *Биофармацевтический журнал.* 2024;16(3):39–43. <https://doi.org/10.30906/2073-8099-2024-16-3-39-43>
12. Дунилин А. Д., Тринеева О. В., Деева А. Р. Фитохимическое исследование цветков каштана конского различных регионов произрастания. *Прикладные информационные аспекты медицины.* 2024;27(1):116–122.
13. Дунилин А. Д., Чистякова А. С., Гудкова А. А. Оценка возможных видов активности β-эсцина методом компьютерного моделирования. В сб.: Сборник трудов 8-й Международной научно-методической конференции «Пути и формы совершенствования фармацевтического образования. Актуальные вопросы разработки и исследования новых лекарственных средств». 31 марта – 02 апреля 2022 г. Воронеж: Воронежский государственный университет; 2022. С. 185–190.
14. Idris S., Mishra A., Khushtar, M. Phytochemical, ethanomedicinal and pharmacological applications of escin from *Aesculus hippocastanum* L. towards future medicine. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology.* 2020;31(5):20190115. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2019-0115>
15. Каюмов Х. Н., Халимова Ф. Т., Кароматов И. Д. Перспективное лекарственное растение каштан конский. *Биология и интегративная медицина.* 2025;4(76):463–488. <https://doi.org/10.24412/cl-34438-2025-476-463-488>
16. Дунилин А. Д., Чистякова А. С., Куролап М. С., Евсиков Ф. Д. Маркетинговые исследования лекарственных растительных препаратов на основе семян каштана конского обыкновенного, представленных в аптечном ассортименте на фармацевтическом рынке города Воронежа. *The Scientific Heritage.* 2021;79:15–17. <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-79-1-15-17>
17. Abubakar A. R., Haque M. Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences.* 2020;12(1):1–10. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_175_19
18. Azwanida N. N. A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal and Aromatic Plants.* 2015;4(3):1000196.
19. Zhang Q.-W., Lin L.-G., Ye W.-C. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese medicine.* 2018;13:20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>
20. Дунилин А. Д., Тринеева О. В., Ларина А. О., Давыдов И. В. Исследование антиокислительной активности цветков каштана конского различных регионов произрастания методом дифференциальной спектрофотометрии. *Прикладные информационные аспекты медицины.* 2025;28(1):109–118.
21. Дунилин А. Д., Тринеева О. В., Воронин А. А. Особенности заготовки растительного сырья каштана конского обыкновенного цветков в условиях Ботанического сада имени профессора Б. М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета. *Гербариум.* 2025;2(4):9–16. <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-47>

REFERENCES

1. Ferubko E. V., Trumpe T. E., Kurmanova E. N., Kolkhir V. K., Sidel'nikova G. F., Gromakova A. I. Human use of FGBNU VILAR phytopreparations. *Problems of biological, medical and pharmaceutical Chemistry.* 2016;6(19):11–15. (In Russ.)
2. Brendler T., Brinckmann J. A., Daooust M., He H., Masé G., Steffan K., Williams M. Suitability of botanical extracts as components of complex mixtures used in herbal tea infusions-challenges and opportunities. *Frontiers in pharmacology.* 2022;13:1013340. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1013340>
3. Petrovska B. B. Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews.* 2012;6(11):1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849>
4. Pan S.-Y., Litscher G., Gao S.-H., Zhou S.-F., Yu Z.-L., Chen H.-Q., Zhang S.-F., Tang M.-K., Sun J.-N., Ko K.-M. Historical perspective of traditional indigenous medical practices: the current renaissance and conservation of herbal resources. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 2014;2014:525340. <https://doi.org/10.1155/2014/525340>
5. Goldman P. Herbal medicines today and the roots of modern pharmacology. *Annals of Internal Medicine.* 2001;135(8):594–600. https://doi.org/10.7326/0003-4819-135-8_part_1-200110160-00010
6. Salm S., Rutz J., van den Akker M., Blaheta R. A., Bachmeier B. E. Current state of research on the clinical benefits of herbal medicines for non-life-threatening ailments. *Frontiers in Pharmacology.* 2023;14:1234701. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1234701>
7. Savarino P., Colson E., André J., Gerbaux P. Horse Chestnut Saponins-Escins, Isoescins, Transescins, and Desacylescins. *Molecules.* 2023;28(5):2087. <https://doi.org/10.3390/molecules28052087>
8. Owczarek A., Kołodziejczyk-Czepas J., Marczuk P., Siwek J., Wąsowicz K., Olszewska M. A. Bioactivity Potential of *Aesculus hippocastanum* L. Flower: Phytochemical Profile, Antiradical Capacity and Protective Effects on Human Plasma Components under Oxidative/Nitrative Stress In Vitro. *Pharmaceuticals.* 2021;14(12):1301. <https://doi.org/10.3390/ph14121301>
9. Dunilin A. D., Trineeva O. V., Kovaleva T. Yu. Development and validation of a methodology for the determination of flavonoids in horse chestnut flowers of various growing regions. *Vestnik of the Smolensk State Medical Academy.* 2024;23(3):224–234. (In Russ.) <https://doi.org/10.37903/vsgma.2024.3.28>
10. Dunilin A. D., Trineeva O. V., Platonova E. A., Magerramova E. M. The content of phytosterols in horse chestnut flowers and prospects for the development of drugs based on them. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy.* 2025;1:131–139.
11. Dunilin A. D., Trineeva O. V. Variability in the composition of amino and organic acids of horse chestnut flowers. *Russian Journal of Biopharmaceuticals.* 2024;16(3):39–43. (In Russ.) <https://doi.org/10.30906/2073-8099-2024-16-3-39-43>
12. Dunilin A. D., Trineeva O. V., Deeva A. R. Phytochemical study of horse chestnut flowers from different growing regions. *Applied Information Aspects of Medicine.* 2024;27(1):116–122. (In Russ.)

13. Dunilin A. D., Chistyakova A. S., Gudkova A. A. Evaluation of possible types of beta-escin activity by computer modeling. In: Proceedings of the 8th International Scientific and Methodological Conference "Ways and forms of improving pharmaceutical education. Current issues of development and research of new medicines". March 31 – April 02, 2022 Voronezh: Voronezh State University; 2022. P. 185–190. (In Russ.)
14. Idris S., Mishra A., Khushtar, M. Phytochemical, ethanomedicinal and pharmacological applications of escin from *Aesculus hippocastanum* L. towards future medicine. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*. 2020;31(5):20190115. <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2019-0115>
15. Kayumov Kh. N., Khalimova F. T., Karomatov I. D. Promising medicinal plant horse chestnut. *Biology and integrative medicine*. 2025;4(76):463–488. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/ci-34438-2025-476-463-488>
16. Dunilin A. D., Chistyakova A. S., Kurolap M. S., Evsikov F. D. Marketing research of herbal drugs based on horse chestnut seeds, presented in the pharmacy assortment at the pharmaceutical market of the city Voronezh. *The Scientific Heritage*. 2021;79:15–17. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/9215-0365-2021-79-1-15-17>
17. Abubakar A. R., Haque M. Preparation of Medicinal Plants: Basic Extraction and Fractionation Procedures for Experimental Purposes. *Journal of Pharmacy & Bioallied Sciences*. 2020;12(1):1–10. https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS_175_19
18. Azwanida N. N. A Review on the Extraction Methods Use in Medicinal Plants, Principle, Strength and Limitation. *Medicinal and Aromatic Plants*. 2015;4(3):1000196.
19. Zhang Q.-W., Lin L.-G., Ye W.-C. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese medicine*. 2018;13:20. <https://doi.org/10.1186/s13020-018-0177-x>
20. Dunilin A. D., Trineeva O. V., Larina A. O., Davydov I. V. Investigation of the antioxidant activity of horse chestnut flowers in various growing regions by differential spectrophotometry. *Applied and It Research In Medicine*. 2025;28(1):109–118. (In Russ.)
21. Dunilin A. D., Trineeva O. V., Voronin A. A. Features of harvesting plant raw materials of horse chestnut flowers in the conditions of the Botanical Garden named after Professor Boris M. Kozo-Polyansky Voronezh state university. *Herbarium*. 2025;2(4):9–16. (In Russ.) <https://doi.org/10.33380/3034-3925-2025-2-4-47>