

А.Д. Дунилин, О.В. Тринеева, А.Р. Деева
Фитохимическое исследование цветков

каштана конского различных регионов произрастания

ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет Минобрнауки России

Резюме. Представлены результаты количественного определения некоторых групп биологически активных веществ (БАВ) цветков каштана конского обыкновенного (органических кислот, дубильных веществ и аскорбиновой кислоты) а также определена антиокислительная активность водных извлечений из изучаемого лекарственного растительного сырья. Полученные данные свидетельствуют о тенденциях накопления изучаемых групп БАВ в сырье в зависимости от совокупности природных факторов зоны различных регионов произрастания, а также характеризуют компонентный состав цветков каштана конского. Предложены критерии качества сырья по показателям (в пересчете на абсолютно сухое сырье): содержание суммы дубильных веществ – не менее 3%; содержание аскорбиновой кислоты – не менее 0,03%; содержание суммы органических кислот – не менее 0,5%.

Ключевые слова: Каштан конский, цветки каштана конского, фитохимический состав, сумма биологически активных веществ, антиокислительная активность

Актуальность. Одной из основных проблем современной фармацевтической отрасли в области фитотерапии является расширение сырьевой базы отечественного лекарственного растительного сырья (ЛРС). Каштан конский обыкновенный (*Aesculus hippocastanicum* L.) является перспективным источником биологически активных веществ (БАВ). Семена каштана конского нашли применение в официальной медицине как средство для терапии хронической венозной недостаточности (ХВН), варикозного расширения вен и геморроя. Различные лекарственные формы на их основе обладают кровоостанавливающими, противовоспалительными и обезболивающими фармакологическими эффектами. Однако другие части растения активно применяются в народной медицине, в частности цветки каштана конского используют преимущественно для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы и расстройств пищеварения. Ограниченные сведения о химическом составе и отсутствие нормативной документации на данный вид ЛРС ограничивают его применение в практической медицине и фармации.

Вопросам оценки влияния климатических условий произрастания лекарственных растений на их фитохимический состав посвящено значительное количество работ [1-5]. Тем не менее, в литературе мы не нашли подобных данных для сырья каштана конского. Подобные сравнительные исследования позволяют более обоснованно устанавливать значения числовых критериев отдельных показателей качества при составлении проектов нормативных документации (НД) на ЛРС (в частности цветки каштана конского), а значит, получать стандартное сырье вне зависимости от региона заготовки на всей территории Российской Федерации (РФ). Это, в свою очередь, позволит обеспечить отечественную фармацевтическую промышленность качественным сырьем для получения лекарственных растительных препаратов (ЛРП) и снабжать население доступными, эффективными и безопасными лекарственными средствами растительного происхождения.

Целью работы являлось количественное определение некоторых групп БАВ цветков каштана конского обыкновенного (органических кислот, дубильных веществ и аскорбиновой кислоты) различных регионов произрастания, а также определение антиокислительной активности изучаемого ЛРС для оценки влияния климатических условий на их фитохимический состав.

Материал и методы исследования. Объектом исследования служили высушенные воздушно-теневым методом цветки каштана конского обыкновенного, заготовленные в Ленинградской, Московской, Воронежской, Волгоградской областях и Ставропольском крае во время цветения в 2023 году. Выбор регионов заготовки сырья был обусловлен, во-первых, традиционным естественным ареалом произрастания данного растения (рис. 1) [6], во-вторых, необходимостью оценки влияния совокупности природных факторов окружающей среды на накопление БАВ (на примере органических кислот, дубильных веществ и аскорбиновой кислоты).



Рис. 1. Природный ареал произрастания каштана конского обыкновенного на территории РФ [6]

Совокупные данные о характеристике природных условий в изучаемых регионах заготовки цветков каштана конского за последние 30 лет (на примере Европейской части РФ) приведены в таблице 1. В работе использованы данные официальных сайтов [7-16].

Содержание исследуемых групп БАВ цветков каштана конского определяли с помощью методик, описанных в Государственной фармакопее (ГФ) РФ и другой литературе [17,18].

Определение суммы дубильных веществ в пересчете на танин проводили в соответствии с ОФС.1.5.3.0008.18 ГФ РФ XV изд. «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» методом перманганатометрического титрования [17]. Для определения содержания аскорбиновой кислоты использовали методику ее количественного определения, представленную в ФС.2.5.0106.18 ГФ РФ XV изд. «Шиповника плоды» [17]. Определения содержания суммы органических кислот в пересчёте на яблочную кислоту проводили по методике, изложенной в ФС.2.5.0093 ГФ РФ XV изд. «Рябины обыкновенной плоды» [17]. Антиокислительную активность

(АОА) настоев цветков в пересчете на кверцетин устанавливали в соответствии с известной титриметрической методикой [18].

Таблица 1 - Характеристика природных условий в изучаемых регионах заготовки цветков каштана конского

Климатический фактор	Регион заготовки				
	Ленинградская обл.	Московская обл.	Воронежская обл.	Волгоградская обл.	Ставропольский край
Среднегодовое количество осадков, мм в год	667,7	669	518	363	767
Тип почв	Подзолы глеевые торфянистые и торфяные преимущественно иллювиально-гумусовые	Дерново-подзолистые преимущественно мелко- и неглубокоподзолистые	Черноземы обыкновенные	Черноземы южные	Черноземы южные и обыкновенные мицеллярно-карбонатные (черноземы глубокие карбонатные)
Среднегодовая температура, °С	6,3	5,8	10	12	9,9
Количество солнечных дней	85	105	138	158	140
Климатический пояс	Умеренный				
Тип климата	Атлантико-континентальный	Умеренно континентальный		Континентальный	Умеренно континентальный
Средняя температура января, °С	-7,9	-9	-10	-7	-3,5
Средняя температура июля, °С	+17,5	+18,3	+20	+24	+22,4

Настой из цветков изготавливали в соответствии с ОФС.1.4.1.0018 ГФ РФ XV «Настои и отвары» и ОФС.1.5.3.0012 ГФ РФ XV «Определение коэффициента водопоглощения и расходного коэффициента лекарственного растительного сырья» [17].

Статистическую обработку результатов проводили по ОФС.1.1.0013 ГФ РФ XV изд. «Статистическая обработка результатов физических, физико-химических и химических испытаний» [17].

Полученные результаты и их обсуждение. Из литературных данных известно, что в цветках каштана конского содержатся дубильные вещества, органические кислоты, аскорбиновая кислота, а также другие группы БАВ восстанавливающего характера [19-21]. Результаты количественного определения основных групп БАВ цветков каштана конского различных регионов произрастания представлены в табл. 2.

В результате количественного определения содержания дубильных веществ в цветках каштана конского было выявлено, что наибольшее содержание данных БАВ в пересчете на танин было в сырье, заготовленном от производящего растения на территории в Московской (6,5%) и Ленинградской областей. Меньше всего дубильных

веществ (примерно в 2 раза по сравнению с Московской областью), оказалось в сырье, выращенном в условиях Центрального Черноземья (Воронежской области).

Таблица 2 - Результаты определения содержания изучаемых групп БАВ в цветках каштана конского различных регионов произрастания

Регион произрастания	Содержание БАВ			
	Дубильные вещества, %	Аскорбиновая кислота, %	Органические кислоты, %	Антиокислительная активность настоя, мг/мл
Ленинградская область	5,17±0,40	0,0468±0,0034	0,57±0,032	12,99±0,183
Московская область	6,51±0,51	0,0473±0,0035	0,56±0,031	13,00±0,183
Воронежская область	3,83±0,30	0,0476±0,0035	0,57±0,032	13,07±0,185
Волгоградская область	4,26±0,33	0,0421±0,0030	0,70±0,039	15,02±0,212
Ставропольский край	4,90±0,38	0,0400±0,0030	0,65±0,036	12,98±0,183

При количественном определении аскорбиновой кислоты установлено, что самое высокое ее содержание накапливалось в цветках каштана конского, заготовленных в Воронежской (0,0476 %) и Московской (0,0473%) областях. При этом все изучаемые регионы произрастания показали примерно равное содержание витамина С в сырье.

С точки зрения содержания органических кислот в пересчете на яблочную кислоту самые высокие результаты показали цветки, собранные на территории Ставропольского края (0,65%) и Волгоградской области (0,70%). Сырье из регионов, расположенных в более северных широтах, накапливало органические кислоты в меньших количествах (табл. 2).

По результатам определения антиокислительной активности (АОА) в пересчете на кверцетин настоев из изучаемых цветков каштан конского выявлено, что наибольшее значение данного показателя было характерно для цветков каштана, произраставших в Волгоградской области (15,02 мг/мл).

Результаты статистической обработки экспериментально полученных данных на примере цветков каштана конского, заготовленных на территории Воронежской области приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Метрологическая характеристика методов анализа на примере цветков каштана конского, произрастающих на территории Воронежской области (P = 95 %; n = 6)

X _{ср}	S ²	S	S _{хср}	ΔX	ΔX _{ср}	ε, %	ε _{ср} , %
Дубильные вещества							
3,8284	0,0161472	0,28414	0,116	0,73308	0,29928	19,15	7,82
Аскорбиновая кислота							
0,04761	0,0000112	0,00335	0,00137	0,00861	0,00352	18,08	7,39
Органические кислоты							
0,5689	0,000903	0,03004	0,01227	0,07721	0,03152	13,57	5,54
АОА							
13,0731	0,031032	0,17616	0,07192	0,45273	0,18483	3,46	1,41

Обобщая полученные данные о варьировании содержания изучаемых групп БАВ в цветках каштана конского в зависимости от региона произрастания, можно предложить следующие критерии качества сырья по показателям (в пересчете на абсолютно сухое сырье): содержание суммы дубильных веществ – не менее 3%; содержание аскорбиновой кислоты – не менее 0,03%; содержание суммы органических кислот – не менее 0,5%.

Таким образом, полученные данные, безусловно, демонстрируют высокий потенциал возможных направлений применения цветков каштана конского в фармации и способствуют дальнейшим исследованиям данного ЛРС с целью разработки нормативной документации и создания ЛРП на его основе.

Выводы. По результатам проведенного фитохимического анализа цветков каштана конского обыкновенного различных регионов произрастания получены сведения о тенденциях накопления изучаемых групп БАВ в сырье в зависимости от совокупности природных факторов зоны. Были установлены числовые показатели содержания различных групп веществ и приведена метрологическая характеристика результатов анализа (на примере цветков каштана конского, произрастающих на территории Воронежской области). Таким образом, наибольшее содержание дубильных веществ в пересчете на танин было в цветках, заготовленных на территории Московской (6,5%) и Ленинградской областей. Самое высокое содержание аскорбиновой кислоты накапливалось в цветках каштана конского, собранных в Воронежской (0,0476 %) и Московской (0,0473%) областях. Больше всего органических кислот в составе показали цветки, собранные на территории Ставропольского края (0,65%) и Волгоградской области (0,70%). Наибольшей антиокислительной активностью обладали цветки каштана, произраставшие в Волгоградской области (15,02 мг/мл). Следует отметить, что полученные данные нуждаются в дополнении в части оценки содержания изучаемых групп БАВ за несколько лет. Также необходимо подчеркнуть, что накопление БАВ в ЛРС определяется совокупностью географических и экологических факторов региона произрастания.

Литература / References.

1. Исламова, Ф. И. Структура изменчивости некоторых пряно- ароматических растений по содержанию суммарных антиоксидантов в эколого-географическом эксперименте / Ф. И. Исламова, А. М. Мусаев, Г. К. Раджабов // Овощи России. – 2019. – № 3(47). – С. 87-90. – DOI 10.18619/2072-9146-2019-3-87-90. – EDN SKNIMH.
2. Лягина, Т. О. Определение дубильных веществ в цветках бессмертника песчаного, произрастающих в различных климатических условиях / Т. О. Лягина, А. В. Бабкина // Молодая фармация - потенциал будущего: Итоги конкурсной программы научных работ XIII Всероссийской научной конференции школьников, студентов и аспирантов с международным участием. Сборник материалов конференции, Санкт-Петербург, 01 марта – 11 2023 года. – Санкт-Петербург, 2023. – С. 1447-1450.
3. Тринеева О.В., Сливкин А.И., Сафонова Е.Ф. Состав метаболома крапивы двудомной, произрастающей на территории Центрального Черноземья (обзор) // Химия растительного сырья. 2022. №2.
4. Оценка содержания глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой, произрастающей в некоторых районах Волгоградской области / Яницкая А.В., Куркин В.А., Недилько О.В., Самойлова И.Н., Щербинин А.С., Егоров М.В. // Вестник ВолГМУ. 2015. №4 (56).
5. Трава *Cichorium intybus* L., произрастающего на территории оренбургской области:

ресурсы и фитохимия сырья / Михайлова И.В., Бондаренко А.И., Синеговец А. А., Кузьмичева Н.А., Филиппова Ю.В., Таренкова И.В. // Оренбургский медицинский вестник. 2022. №2 (38).

6. Энциклопедия лекарственных растений [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://lektrava.ru/encyclopedia/kashtan-konskiy/?sphrase_id=181770 (дата обращения: 05.03.2024).

7. Климатическое районирование [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://nationalatlas.ru/tom2/146-150.html> (дата обращения: 05.03.2024).

8. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://egrpr.esoil.ru/content/2proc.html> (дата обращения: 03.03.2024).

9. ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» [Электронный ресурс] // Режим доступа: www.meteo.nw.ru (дата обращения: 03.03.2024).

10. Геоинформационная система «Метео измерения онлайн» [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://thermo.karelia.ru/weather/w_precips.shtml (дата обращения: 05.03.2024).

11. Климатические условия Московской области [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://weatherarchive.ru/Pogoda/Moscow?ysclid=lu4cbzhrsb202423709> (дата обращения: 03.03.2024).

12. 365 по Цельсию [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://pogoda.365c.ru/russia/voronezh/po_mesyacam?ysclid=lu4dwlcen5803644606 (дата обращения: 03.03.2024).

13. Климатические условия Воронежской области [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://hikersbay.com/climate-conditions/russia/voronezh/klimaticheskie-usloviya-v-voronezh.html?lang=ru> (дата обращения: 05.03.2024).

14. Климатические условия Волгоградской области [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://hikersbay.com/climate-conditions/russia/volgograd/klimaticheskie-usloviya-v-volgograd.html?lang=ru> (дата обращения: 03.03.2024).

15. Климат Ставропольского края [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ru.climate-data.org/азия/российская-федерация/ставропольский-край/ставрополь-884/> (дата обращения: 03.03.2024).

16. Количество солнечных дней [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://anyroad.ru/city/weather/sunnydays/сaнкt-петербург,ленинградская-область> (дата обращения: 05.03.2024).

17. Государственная фармакопея Российской Федерации. 15-е изд. Москва, 2023. Т. 1. URL: <http://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/> (дата обращения: 12.03.2024).

18. Способ определения антиокислительной активности: патент RU № 2170930. Дата публикации: 20.07.2001 г. Заявитель(и) и патентообладатель: Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова., авторы Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П. и др.

19. Саушкина, А. С. Фитохимическое исследование листьев и цветков каштана конского обыкновенного / А.С. Саушкина, Л.Н. Савченко, Т.Т. Лихота // III Гаммермановские чтения: Сборник научных трудов научно-методической конференции, Санкт-Петербург, 31 января – 03 2017 года. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 110-113.

20. Owczarek A, Kołodziejczyk-Czepas J, Marczuk P, Siwek J, Wąsowicz K, Olszewska MA. 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 (Basel)*. 2021 Dec 14;14(12):1301. doi: 10.3390/ph14121301. PMID: 34959702; PMCID: PMC8706066.

21. Bielarska AM, Jasek JW, Kazimierzak R, Hallmann E. Red Horse Chestnut and Horse Chestnut Flowers and Leaves: A Potential and Powerful Source of Polyphenols with High Antioxidant Capacity. *Molecules*. 2022 Mar 31;27(7):2279. doi: 10.3390/molecules27072279. PMID: 35408675; PMCID: PMC9000377.

Abstract.

A.D. Dunilin, O.V. Trineeva, A.R. Deeva

Phytochemical study of horse chestnut flowers from different growing regions

Voronezh State University

The article presents the results of quantitative determination of some groups of biologically active substances (BAS) of horse chestnut flowers (organic acids, tannins and ascorbic acid) and also determined the antioxidant activity of medicinal plant raw materials. The data obtained indicate trends in the accumulation of the studied groups of BAS in raw materials, depending on the combination of natural factors of the zone of different growing regions, and also characterize the component composition of the studied medicinal plant raw materials. The criteria for the quality of raw materials according to indicators

(in terms of absolutely dry raw materials) are proposed: the content of the sum of tannins is not less than 3%; the content of ascorbic acid is not less than 0.03%; the content of the sum of organic acids is not less than 0.5%.

Keywords: Horse chestnut, horse chestnut flowers, phytochemical study, amount of biologically active substances, antioxidant activity.

Сведения об авторах: Дунилин Александр Денисович - аспирант кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», инженер-химик, ad.dunilin@gmail.com; Тринеева Ольга Валерьевна - д.фарм.н., проф. кафедры фармацевтической химии и фармацевтической технологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», trineevaov@mail.ru; Деева Арина Романовна - студентка 2 курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», arinadeeva66248@gmail.com.