

ФАРМАЦЕВТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ, ФАРМАКОГНОЗИЯ / PHARMACEUTICAL CHEMISTRY,
PHARMACOGNOSY

ЭКОЛОГО-ФИТОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИСТЬЕВ ЯСНОТКИ ПУРПУРНОЙ В УСЛОВИЯХ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

Научная статья

Гюльбякова Х.Н.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0001-6334-7632;

¹Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (xristnik[at]yandex.ru)

Аннотация

Яснотка пурпурная (*Lamium purpureum L.*) – широко распространенное растение на территории Северного Кавказа. Известно, что место произрастания значительно влияет на качественное и количественное содержание биологически активных соединений в растениях. Поэтому целью данной работы явилось проведение фитохимического исследования листьев яснотки пурпурной и изучение содержания биологически активных веществ в зависимости от места произрастания. Для реализации поставленной цели необходимо было изучить химический состав сырья; провести количественное определение дубильных веществ, флавоноидов и аскорбиновой кислоты в сырье из местообитаний, отличающихся уровнем техногенной нагрузки; изучить макро- и микроэлементный состав листьев яснотки с целью установления экологической чистоты сырья.

Объектом для настоящего исследования послужило сырье яснотки пурпурной, заготовленное в июле 2022 года в разных районах г. Пятигорска, отличающихся уровнем загрязнения окружающей среды. Для идентификации и определения количественного содержания биологически активных веществ были использованы химические и физико-химические методы анализа. Практическая значимость работы заключается в обосновании перспективности дальнейшего изучения листьев яснотки пурпурной для создания лекарственных средств на ее основе. Результаты исследования могут быть использованы для проведения экологического мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: яснотка пурпурная, биологически активные вещества, флавоноиды, таниды, кислота аскорбиновая, урбанизированная среда.

ECOLOGICAL AND PHYTOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF PURPLE DEADLY LEAF IN URBANIZED
ENVIRONMENTS

Research article

Gyulbyakova K.N.^{1,*}

¹ORCID : 0000-0001-6334-7632;

¹Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

* Corresponding author (xristnik[at]yandex.ru)

Abstract

Purple deadly (*Lamium purpureum L.*) is a widespread plant in the North Caucasus. It is known that the place of growth significantly affects the qualitative and quantitative content of biologically active compounds in plants. Therefore, the aim of this work was to conduct a phytochemical study of leaves and to study the content of biologically active substances depending on the place of growth. To fulfil this objective it was necessary to study the chemical composition of raw materials; to carry out quantitative determination of tannins, flavonoids and ascorbic acid in raw materials from habitats differing in the level of anthropogenic load; to study the macro- and microelemental composition of the leaves of purple loosestrife in order to establish the ecological purity of raw materials.

The object of the present study was the raw material of purple deadly harvested in July 2022 in different districts of Pyatigorsk, differing in the level of environmental pollution. Chemical and physicochemical methods of analysis were used to identify and quantify the content of biologically active substances. The practical significance of the work lies in the substantiation of the prospects of further study of leaves of purple deadly leaf for the creation of medicines based on it. The results of the study can be used for ecological monitoring of the environment.

Keywords: purple deadly, biologically active substances, flavonoids, tannins, ascorbic acid, urbanized environment.

Введение

Яснотка пурпурная (*Lamium purpureum L.*) – многолетнее травянистое растение, распространенное почти по всей Европе (за исключением Крайнего Севера), по всей территории России; встречается между кустарниками, около жилищ, заборов, дорог и на сорных местах. Растет почти на всех, а особенно на хорошо аэрируемых, известковых, суглинистых почвах с хорошим водоснабжением [1].

Биологическую ценность яснотки пурпурной обуславливают входящие в ее состав биологически активные соединения. В траве яснотки пурпурной содержатся полисахариды, флавоноиды, таниды, каротиноиды, витамин С, аминокислоты [1]. В эксперименте биологически активные вещества (БАВ) сырья яснотки пурпурной проявляют противовоспалительную, антибактериальную, и антиоксидантную активность [1].

Накопление в растениях биологически активных веществ во многом зависит от места их произрастания [2], [3], [4]. Несмотря на достаточные сырьевые запасы яснотки пурпурной на территории Северо-Кавказского региона, их

использование в лечебных целях ограничено антропогенной трансформацией природной среды региона. Лекарственное растительное сырье, заготовленное на территориях, подвергнутых антропогенной трансформации, может быть загрязнено тяжелыми металлами и являться источником поступления токсичных веществ в организм человека. Кроме того, необходимо проанализировать влияние условий урбанизированной среды на содержание в растениях биологически активных соединений, обуславливающих их терапевтическое действие. Поскольку многие из фармакологически ценных веществ играют существенную роль в формировании экологической устойчивости растений, их концентрация может значительно изменяться в условиях антропогенной нагрузки [5], [6], [7], [8].

Целью работы явилось изучение изменения количественного состава некоторых БАВ листьев яснотки пурпурной в зависимости от степени антропогенной трансформации окружающей среды и изучение элементного состава сырья, заготовленного на территории с высоким уровнем антропогенного воздействия.

Методы и принципы исследования

Исследования проводили на территории г. Пятигорска. Листья яснотки пурпурной были заготовлены в июле 2022 г. Сбор сырья осуществляли в трех районах города, которые отличались степенью антропогенного воздействия: Бештаугорский заказник (экологически чистая территория), центр города (территория с умеренным уровнем антропогенного воздействия) и промышленная зона вблизи городской автотрассы с интенсивным движением (территория с высоким уровнем антропогенного воздействия). Листья яснотки пурпурной высушивали естественным путем в хорошо проветриваемых помещениях, не допуская попадания прямых солнечных лучей.

Для исследования БАВ готовили извлечения из сырья (в соотношении 1:50), используя в качестве экстрагента воду и спирт этиловый 70% [2], [3].

Идентификацию БАВ в сырье проводили по общепринятым методикам [2], [3], [9]. Для количественного определения в сырье флавоноидов, танинов и кислоты аскорбиновой использовали методики, рекомендованные ГФ XIV издания. Количественный анализ танинов проводили методом перманганатометрического титрования, для анализа флавоноидов использовали дифференциальную спектрофотометрию. Содержание кислоты аскорбиновой определяли методом титрования раствором 2,6-дихлорфенолиндофенолята натрия [2], [3], [9].

Определение элементного состава листьев яснотки пурпурной осуществляли методом полуколичественного спектрального анализа с использованием кварцевого спектрографа ДФС-8-1 (Россия) [2].

Основные результаты

Качественными реакциями в образцах листьев яснотки пурпурной подтверждено присутствие танинов, флавоноидов и аскорбиновой кислоты (табл. 1), что доказывает их биологическую ценность.

Таблица 1 - Результаты качественного анализа извлечений из листьев яснотки пурпурной

БАВ	Качественная реакция	Аналитический эффект	Результат
Аскорбиновая кислота	Реакция с раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола	Исчезновение синей окраски	+
Таниды	Реакция с раствором хлорида железа (III)	Сине-черное окрашивание	+
	Реакция с бромной водой	Желто-оранжевый осадок	+
Флавоноиды	Реакция Цинке	Красное окрашивание	+
	Реакция с раствором аммиака	Желтое окрашивание	+

Результаты количественного определения содержания основных групп биологически активных веществ в листьях яснотки пурпурной, произрастающих в условиях различного уровня антропогенной нагрузки, представлены в таблицах 2-4.

Таблица 2 - Содержание флавоноидов в листьях яснотки пурпурной в пересчете на рутин

№ образца	Объект 1, %	Объект 2, %	Объект 3, %
1	1,690±0,0052	1,861±0,0065	2,262±0,0053
2	1,628±0,0041	1,798±0,0073	2,235±0,0048
3	1,654±0,0072	1,830±0,0058	2,202±0,0076
Среднее значение	1,657	1,830	2,233

Таблица 3 - Содержание танидов в листьях яснотки пурпурной в пересчете на танин

№ образца	Объект 1, %	Объект 2, %	Объект 3, %
1	5,17±0,387	6,34±0,305	7,64±0,482
2	5,43±0,263	6,51±0,221	7,87±0,318
3	5,26±0,412	6,74±0,323	7,92±0,270
Среднее значение	5,29	6,53	7,81

Таблица 4 - Содержание аскорбиновой кислоты в листьях яснотки пурпурной

№ образца	Объект 1, %	Объект 2, %	Объект 3, %
1	0,138±0,0072	0,126±0,0081	0,114±0,0075
2	0,140±0,0084	0,122±0,0063	0,105±0,0062
3	0,135±0,0080	0,120±0,0079	0,109±0,0087
Среднее значение	0,138	0,123	0,109

Полученные данные позволяют установить значительные различия в содержании групп БАВ в листьях яснотки пурпурной в зависимости от интенсивности антропогенной трансформации места произрастания растения. В случае фенольных соединений (флавоноидов и танидов), наблюдалось увеличение содержания данных БАВ в листьях яснотки пурпурной, произрастающей в зоне активного антропогенного воздействия. Так, минимальное количество флавоноидов было в образцах сырья растений, произрастающих в Бештаугорском заказнике (1,66%), а максимальное (2,23%) – в зоне высокой антропогенной нагрузки (табл. 2). Полученные результаты подтверждают гипотезу о благоприятном влиянии флавоноидов на стрессоустойчивость растений в условиях неблагоприятной окружающей среды [10]. Максимальное содержание танидов также выявлено в образцах сырья, заготовленного на территории с высоким уровнем загрязнения (7,81%) (табл. 3). Таким образом, можно предположить, что активный синтез танидов, как и флавоноидов, является фактором адаптации растений к неблагоприятным условиям среды [2], [3], [8].

Что касается содержания кислоты аскорбиновой, то данные, представленные в таблице 4, свидетельствуют о противоположной тенденции: минимальное содержание витамина С (0,109%) было определено в сырье, заготовленном на территории с высоким уровнем антропогенного воздействия. Этот факт можно объяснить следующими процессами: снижением интенсивности фотосинтеза растений в условиях антропогенного воздействия и повышенным расходом кислоты аскорбиновой как антиоксиданта на нейтрализацию токсичных веществ [2], [8], [10].

При анализе возможности использования в лечебных целях растений, произрастающих на урбанизированной территории, в первую очередь, необходимо оценить экологическую чистоту сырья. Накопление различных элементов в растении зависит от экологического состояния почвы и от способности каждого растения поглощать из почвы и накапливать химические элементы [3], [4], [5]. Поэтому представляло интерес изучить элементный состав листьев яснотки пурпурной, заготовленной в экологически неблагоприятной зоне. В листьях яснотки пурпурной было обнаружено 36 элементов. Основными по содержанию были фосфор (2500 мкг/кг), медь (35 мкг/кг), цинк (50 мкг/кг), марганец (200 мкг/кг), калий (20 мкг/кг).

Таблица 5 - Элементный состав листьев яснотки пурпурной

Образец сырья (объект 3)			
Элемент	Содержание мкг/кг	Элемент	Содержание мкг/кг
Никель	10	Марганец	200
Кобальт	<3	Хром	10
Ванадий	10	Вольфрам	<3
Молибден	1	Бериллий	<1
Медь	30	Барий	0,3
Свинец	8	Литий	<20
Цинк	30	Кадмий	<10
Мышьяк	<100	Стронций	0,3
Сурьма	<30	Цирконий	<30
Олово	<3	Скандий	<3
Фосфор	2500	Лантан	<100
Галлий	<3	Гафний	<30
Висмут	<1	Ниобий	<30
Таллий	<10	Тантал	<10

Германий	<3	Иттрий	<10
Серебро	<0,1	Иттербий	<3
Титан	<30	Ртуть	<30
Калий	20	Индий	<3

Примечание: навеска сырья: 4,8962 г; зола: 0,5875 г; знак: <- меньше порога обнаружения

ГФ XIV издания регламентирует предельно допустимое содержание тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах. Результаты нашего исследования свидетельствуют, что содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка в листьях яснотки пурпурной не превышает допустимых норм (табл. 6).

Таблица 6 - Содержание токсичных элементов в листьях яснотки пурпурной

Элемент	Содержание в сырье, мг/кг	Норматив содержания в сырье по ГФ XIV, мг/кг
Свинец	0,008	≤6
Кадмий	<0,01	≤1
Ртуть	<0,03	≤0,1
Мышьяк	<0,1	≤0,5

Таким образом, можно сделать вывод, что сырье яснотки пурпурной является экологически чистым, так как не накапливает содержащиеся в почве токсические элементы.

Заключение

В результате проведенного исследования нами установлено, что в листьях яснотки пурпурной, произрастающей в условиях с высоким уровнем антропогенного воздействия, а, следовательно, и техногенной нагрузки, выявлено повышенное содержание флавоноидов и танинов, что свидетельствует об их значительном вкладе в антиоксидантную систему растений этого вида. В то же время отмечается снижение уровня содержания аскорбиновой кислоты, очевидно, менее эффективной в данных условиях. На основании данных, полученных при определении элементного состава, доказано, что сырье яснотки пурпурной является экологически чистым, так как не накапливает содержащиеся в почве токсичные элементы. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования в фармации яснотки пурпурной, произрастающей в условиях урбанизированной среды Северного Кавказа.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Гюльбякова Х.Н. Идентификация и количественное определение флавоноидов в траве яснотки пурпурной / Х.Н. Гюльбякова, О.И. Попова, В.М. Саджая // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов. — Волгоград: Волгоградский государственный медицинский университет, 2013. — С. 43-44.
2. Гюльбяков Н.Р. Изменение числовых показателей и содержания дубильных веществ в коре липы мелколистной в зависимости от места произрастания / Н.Р. Гюльбяков, С.А. Давыдова, Х.Н. Гюльбякова // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. — Пятигорск, 2021. — С. 24-29.
3. Гюльбякова Х.Н. Динамика содержания биологически активных веществ в коре липы мелколистной в зависимости от степени техногенного загрязнения / Х.Н. Гюльбякова // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — № 6-2(120). — С. 164-168. — DOI: 10.23670/IRJ.2022.120.6.062.
4. Глухов А.З. Динамика содержания биологически активных веществ в цветках *Sambucus nigra* L. в зависимости от степени техногенного загрязнения / А.З. Глухов, Н.А. Виноградова // Промышленная ботаника. — 2018. — Т. 18. — № 3. — С. 29-34.
5. Виноградова Н.А. Эколого-фитохимические особенности цветков бузины черной *Sambucus nigra* L. В условиях урбанизированной среды / Н.А. Виноградова // Биосфера. — 2021. — Т. 13. — № 4. — С. 180-187.
6. Орловская Т.В. Изучение коры липы сердцелистной с целью создания новых лекарственных средств / Т.В. Орловская, Х.Н. Гюльбякова, Н.Н. Гужва [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2013. — № 2. — С. 427.

7. Неверова О.А. Особенности изменений некоторых физиолого-биохимических и биофизических показателей у древесных растений в условиях промышленного города / О.А. Неверова // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения. — Ижевск: Ижевская ГСХА, 2005. — С. 220-222.
8. Бухорина И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварничина, К.Е. Ведерников. — Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. — 216 с.
9. Государственная фармакопея РФ. — XIV изд. — М.: Научн. центр экспертизы средств медицинского применения, 2018. — Т. IV. — URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/1/index.html (дата обращения: 26.02.2021).
10. Сарбаева Е.В. Физиологические механизмы адаптации *Thuja Occidentalis* L. в условиях урбанизированной среды / Е.В. Сарбаева, О.Л. Воскресенская // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: мат. Всерос. науч. конф. — Йошкар-Ола: МарГУ, 2006. — С. 331-332.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gjul'bjakova H.N. Identifikacija i kolichestvennoe opredelenie flavonoidov v trave jasnotki purpurnoj [Identification and Quantitative Determination of Flavonoids in the Purple Deadly Leaves] / H.N. Gjul'bjakova, O.I. Popova, V.M. Sadzhaja // Razrabotka, issledovanie i marketing novoj farmacevticheskoj produkcii: sbornik nauchnyh trudov [Development, Research and Marketing of New Pharmaceutical Products: a collection of scientific papers]. — Volgograd: Volgograd State Medical University, 2013. — P. 43-44. [in Russian]
2. Gjul'bjakov N.R. Izmenenie chislovyh pokazatelej i sodержaniya dubil'nyh veshhestv v kore lipy melkolistnoj v zavisimosti ot mesta proizrastaniya [Changes in Numerical Indices and Tannin Content in the Bark of Small-leaved Lime Depending on the Place of Growth] / N.R. Gjul'bjakov, S.A. Davydova, H.N. Gjul'bjakova // Razrabotka, issledovanie i marketing novoj farmacevticheskoj produkcii [Development, Research and Marketing of New Pharmaceutical Products]. — Pyatigorsk, 2021. — P. 24-29. [in Russian]
3. Gjul'bjakova H.N. Dinamika sodержaniya biologicheski aktivnyh veshhestv v kore lipy melkolistnoj v zavisimosti ot stepeni tehnogennogo zagryaznenija [Dynamics of the Biologically Active Substances Content in the Bark of Small-leaved Lime Depending on the Degree of Technogenic Pollution] / H.N. Gjul'bjakova // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Scientific Research Journal]. — 2022. — № 6-2(120). — P. 164-168. — DOI: 10.23670/IRJ.2022.120.6.062. [in Russian]
4. Gluhov A.Z. Dinamika sodержaniya biologicheski aktivnyh veshhestv v cvetkah Sambucus nigra L. v zavisimosti ot stepeni tehnogennogo zagryaznenija [Dynamics of the Content of Biologically Active Substances in the Flowers of Sambucus nigra L. Depending on the Degree of Technogenic Pollution] / A.Z. Gluhov, N.A. Vinogradova // Promyshlennaja botanika [Industrial Botany]. — 2018. — Vol. 18. — № 3. — P. 29-34. [in Russian]
5. Vinogradova N.A. Jekologo-fitohimicheskie osobennosti cvetkov buziny chernoj Sambucus nigra L. V uslovijah urbanizirovannoj sredy [Ecological and Phytochemical Characteristics of Black Elderberry Sambucus nigra L. Flowers in an Urbanized Environment] / N.A. Vinogradova // Biosfera [Biosphere]. — 2021. — Vol. 13. — № 4. — P. 180-187. [in Russian]
6. Orlovskaja T.V. Izuchenie kory lipy serdcelistnoj s cel'ju sozdaniya novyh lekarstvennyh sredstv [A Study of Heartleaf Lime Bark in Order to Create New Medicines] / T.V. Orlovskaja, H.N. Gjul'bjakova, N.N. Guzhva [et al.] // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija [Modern Problems of Science and Education]. — 2013. — № 2. — P. 427. [in Russian]
7. Neverova O.A. Osobennosti izmenenij nekotoryh fiziologo-biohimicheskikh i biofizicheskikh pokazatelej u drevesnyh rastenij v uslovijah promyshlennogo goroda [Specifics of Changes in Some Physiological, Biochemical and Biophysical Indicators in Woody Plants in Industrial City Conditions] / O.A. Neverova // Sovremennye problemy agrarnoj nauki i puti ih reshenija [Modern Problems of Agrarian Science and Ways of Their Solution]. — Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2005. — P. 220-222. [in Russian]
8. Buhorina I.L. Jekologo- biologicheskie osobennosti drevesnyh rastenij v urbanizovannoj sredе [Ecological and Biological Features of Woody Plants in Urbanized Environment] / I.L. Buharina, T.M. Povarnicina, K.E. Vedernikov. — Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2007. — 216 p. [in Russian]
9. Gosudarstvennaja farmakopeja RF [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. — XIV ed. — M.: Scientific Centre for Expertise of Means of Medical Use, 2018. — Vol. IV. — URL: http://resource.rucml.ru/feml/pharmacopia/14_4/HTML/1/index.html (accessed: 26.02.2021). [in Russian]
10. Sarbaeva E.V. Fiziologicheskie mehanizmy adaptacii Thuja Occidentalis L. v uslovijah urbanizirovannoj sredy [Physiological Mechanisms of Adaptation of Thuja Occidentalis L. in Urbanized Environment] / E.V. Sarbaeva, O.L. Voskresenskaja // Principy i sposoby sohraneniya bioraznoobrazija: mat. Vseros. nauch. konf [Principles and Methods of Biodiversity Conservation: mat. of All-Russia Scientific Conference]. — Yoshkar-Ola: MarSU, 2006. — P. 331-332. [in Russian]