

Оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав

Поляков А.В., Фролов Д.И.

Аннотация. В статье проведена оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав. Материалом для исследования послужили свежие травы: базилик душистый, мелисса лекарственная, майоран - орегано, розмарин и тимьян. Анализу подвергались как целые травы, так и их отдельные морфологические части (лист, стебель, ствол). Содержание полифенольных соединений определялось методом с применением реактива Folin-Ciocalteu, а результаты представлялись в виде ГАЕ/г (эквивалент галловой кислоты). Антиоксидантные свойства исследуемых трав определялись спектрофотометрическим методом. Общее содержание полифенолов и антиоксидантная емкость определялись методом экстракции с использованием спирта и воды. Спиртовая экстракция оказала более благоприятное влияние на значительно более высокую концентрацию полифенольных соединений и более высокую антиоксидантную способность, чем водная экстракция. Антиоксидантная способность отдельных трав и их морфологических частей тесно коррелировала с содержанием полифенольных соединений. Наибольшая концентрация полифенолов и одновременно наибольшая антиоксидантная способность наблюдались в листьях трав и целых растениях, наименьшая - в стеблях и черешках. Среди исследованных свежих трав наибольшей концентрацией полифенолов характеризовался розмарин. В пересчете на сухое вещество значительно более высокая концентрация полифенольных соединений и одновременно наибольшая антиоксидантная способность были характерны для душицы и розмарина, затем для тимьяна и мелиссы, а наименьшая - для базилика душистого.

Ключевые слова: травы, антиоксидантная активность, полифенольные соединения.

Для цитирования: Поляков А.В., Фролов Д.И. Оценка содержания фенольных соединений и антиоксидантной способности трав // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 4. С. 20–24.

Evaluation of the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs

Polyakov A.V., Frolov D.I.

Abstract. The article assesses the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs. The material for the study was fresh herbs: sweet basil, lemon balm, marjoram - oregano, rosemary and thyme. Both whole herbs and their individual morphological parts (leaf, stem, trunk) were analyzed. The content of polyphenolic compounds was determined using the Folin-Ciocalteu reagent, and the results were presented as GAE / g (gallic acid equivalent). Antioxidant properties of the studied herbs were determined spectrophotometrically. Total polyphenol content and antioxidant capacity were determined by extraction using alcohol and water. Alcohol extraction had a more favorable effect on significantly higher concentration of polyphenolic compounds and higher antioxidant capacity than water extraction. The antioxidant capacity of individual herbs and their morphological parts closely correlated with the content of polyphenolic compounds. The highest concentration of polyphenols and simultaneously the highest antioxidant capacity were observed in the leaves of herbs and whole plants, the lowest - in stems and petioles. Among the fresh herbs studied, rosemary was characterized by the highest concentration of polyphenols. In terms of dry matter, a significantly higher concentration of polyphenolic compounds and simultaneously the highest antioxidant capacity were characteristic of oregano and rosemary, then thyme and lemon balm, and the lowest - of sweet basil.

Keywords: herbs, antioxidant activity, polyphenolic compounds.

For citation: Polyakov A.V., Frolov D.I. Evaluation of the content of phenolic compounds and antioxidant capacity of herbs. Innovative Machinery and Technology [Innovatsionnaya tekhnika i tekhnologiya]. 2024. Vol. 11. No. 4. pp. 20–24. (In Russ.).

Введение

Травы являются ценным источником активных веществ, благотворно влияющих на организм человека [1]. К таким веществам относятся, среди прочего: флавоноиды, фенольные кислоты и их производные, дубильные вещества, эфирные масла, витамины или минералы [2]. Особое внимание уделяется антиоксидантным веществам, входящим в состав трав, благодаря чему некоторые из них могут использоваться в пищевых продуктах в качестве натуральных консервантов, предотвращая неблагоприятные окислительные процессы и, следовательно, продлевая срок их хранения [3, 4, 5]. Содержание активных веществ в травах может варьироваться, в частности, из-за видовой изменчивости растений, фазы их роста, страны происхождения и сезонной изменчивости окружающей среды [6, 7, 8].

Работа была направлена на сравнение антиоксидантной активности целых растений и отдельных морфологических частей (лист, стебель, ствол) выбранных свежих трав. Кроме того, было также отмечено общее содержание полифенольных соединений с использованием двух методов экстракции: спиртовой и водной.

Объекты и методы исследований

Материалом для исследования послужили свежие травы: базилик душистый, мелисса лекарственная, орегано, розмарин и тимьян. Определения проводились на материале из 3 разных партий и не менее чем в 3 повторениях. Исследовались как целые травы, так и их отдельные морфологические части (лист, черешок, стебель). Антиоксидантные свойства исследуемых трав анализировались спектрофотометрическим методом. Результаты были представлены в виде эквивалентной антиоксидантной емкости Тролокса, (моль Тролокса на 1 г свежей травы). Общее содержание полифенольных соединений определялось методом с применением реактива Folin-Ciocalteu, а результаты представлялись как GAE (эквивалент галловой кислоты, мг галловой кислоты на 1 г свежей травы). Антиоксидантная способность свежей травы и содержание полифенольных соединений анализировались для спиртовой и водной экстракции.

Содержание сухого вещества свежей травы, необходимое для расчета, определялось гравиметрическим методом.

Статистический анализ результатов проводился с использованием программного обеспечения Statistica 10. Результаты подвергались дисперсионному анализу при уровне значимости $p=0,05$.

Результаты и их обсуждение

В таблице 1 представлена антиоксидантная активность свежей зелени с учетом ее отдельных морфологических частей, определенная двумя метода-

ми: с использованием спирта и водная вытяжка. На рисунке 2 представлены эти данные, выраженные в расчете на сухое вещество определенной морфологической части. Почти во всех случаях значительно более высокие результаты были получены при использовании метода спиртовой экстракции. Эти значения были выше на более 100% по сравнению со значениями, полученными при использовании метода водной экстракции, (рисунок 1). Существенных различий между методами не наблюдалось только в случае некоторых морфологических частей (стебли и/или листья) с довольно низкой концентрацией полифенольных соединений.

Антиоксидантная способность отдельных морфологических частей трав сильно различалась. Наибольшая антиоксидантная способность, полученная при обоих способах экстракции, наблюдалась в свежих листьях душицы (от 69,1 амоль Тролокса/1 г - водная экстракция до 102,8 амоль Тролокса/1 г - спиртовая экстракция). Довольно высокие значения были характерны для свежих листьев розмарина

Таблица 1 - Антиоксидантная активность различных морфологических частей свежих лекарственных растений, определенная методом водно-спиртовой экстракции

Трава	Морфологическая часть травы	мкмоль Тролокса / 1 г свежей зелени		Разница (%)
		Водная вытяжка (B)	Экстракция спиртом (C)	
Базилик душистый	целая трава	9,8	13,7	39,8
	лист	17,2	19,5	13,4
	черешок	7,6	7,8	2,6
	корень	4,9	5,1	4,1
Мелисса лекарственная	целая трава	17,7	31,9	80,2
	лист	31,5	66,5	111,1
	черешок	8,8	12,6	43,2
	корень	5,7	9,4	64,9
Орегано (душица обыкновенная)	целая трава	50,8	73,6	44,9
	лист	69,1	102,8	48,8
	черешок	33,6	41,8	24,4
	корень	16,1	17,2	6,8
Тимьян обыкновенный	целая трава	32,3	37,7	16,7
	лист	37,2	52,3	40,6
	черешок	37,1	36,3	-2,2
	корень	25,8	33,8	31
Розмарин	целая трава	40,8	81,1	98,8
	лист	60,5	86,4	42,8
	корень	30,2	34,3	13,6

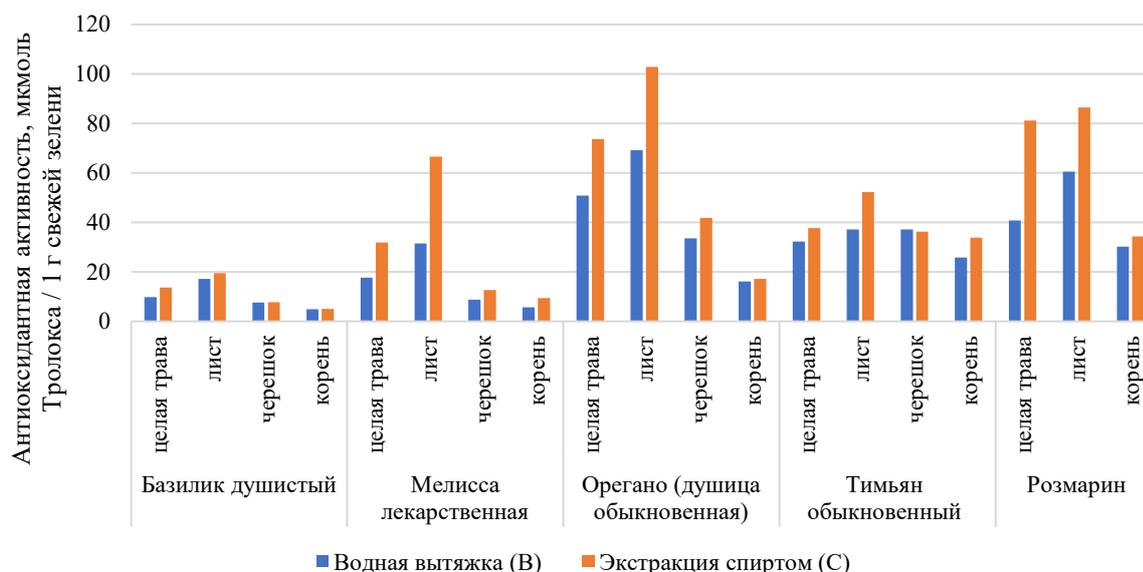


Рис. 1. Сравнение антиоксидантной способности лекарственных растений в зависимости от вида растения, их морфологических частей и метода экстракции

Таблица 2 - Содержание полифенольных соединений в различных морфологических частях свежих лекарственных растений, выделенных методом водной и спиртовой экстракции

Трава	Морфологическая часть травы	ГАЭ (мг/1 г свежей зелени)		Разница (%)
		Водная вытяжка (B)	Экстракция спиртом (C)	
Базилик душистый	целая трава	0,07	0,11	57,1
	лист	0,09	0,14	55,6
	черешок	0,07	0,07	0
	корень	0,06	0,06	0
Мелисса лекарственная	целая трава	0,1	0,31	210
	лист	0,19	0,51	168,4
	черешок	0,04	0,1	150
	корень	0,03	0,08	166,7
Орегано (душица обыкновенная)	целая трава	0,31	0,35	12,9
	лист	0,29	0,57	96,6
	черешок	0,17	0,19	11,8
	корень	0,08	0,1	25
Тимьян обыкновенный	целая трава	0,2	0,35	75
	лист	0,18	0,27	50
	черешок	0,18	0,28	55,6
	корень	0,11	0,15	36,4
Розмарин	целая трава	0,28	0,57	103,6
	лист	0,31	0,69	122,6
	корень	0,24	0,38	58,3

(соответственно 60,5-86,4 амоль Тролокса/1 г) и мелиссы (соответственно 31,5-66,5 амоль Тролокса/1 г). Наименьшая антиоксидантная способность была характерна для базилика душистого (17,2 амоль Тролокса/1 г листьев и 4,9-5,1 амоль Тролокса/1 г стеблей), а также стеблей и стеблей мелиссы (соответственно 8,8 и 5,7 амоль Тролокса/1 г).

Среди исследованных трав антиоксидантная активность свежего розмарина и орегано была значительно выше, чем у остальных трав, т.е. примерно на 27–30 % выше, чем у тимьяна, на 55–57 % выше, чем у мелиссы и на 76–78 % выше, чем у базилика душистого (рисунок 1, таблица 1).

Проведенный дисперсионный анализ показал, что независимо от вида травы и метода анализа, самая высокая антиоксидантная активность наблюдалась в листьях (примерно на 25% выше активности, характерной для всего растения), а самая низкая - в стеблях. Черешки листьев, по сравнению с листьями, показали в среднем на 48% более низкую антиоксидантную активность, тогда как стебли по отношению к листьям более чем на 60% (рисунок 1, таблица 1). Аналогичные взаимозависимости наблюдались в случае отдельных морфологических частей трав, когда результаты были выражены в расчете на содержание сухого вещества.

Антиоксидантная способность лекарственных растений связана с содержанием полифенольных веществ. Количество извлеченных полифенольных соединений из исследованных лекарственных растений зависело от вида растворителя. Во всех растениях при спиртовой экстракции получено более чем в два раза большее содержание этих соединений, чем при водной экстракции (таблица 2, рисунок 2).

Наблюдалось высокое разнообразие содержания полифенольных соединений в отдельных морфологических частях исследованных трав (таблица 2). Наибольшая концентрация полифенольных сое-

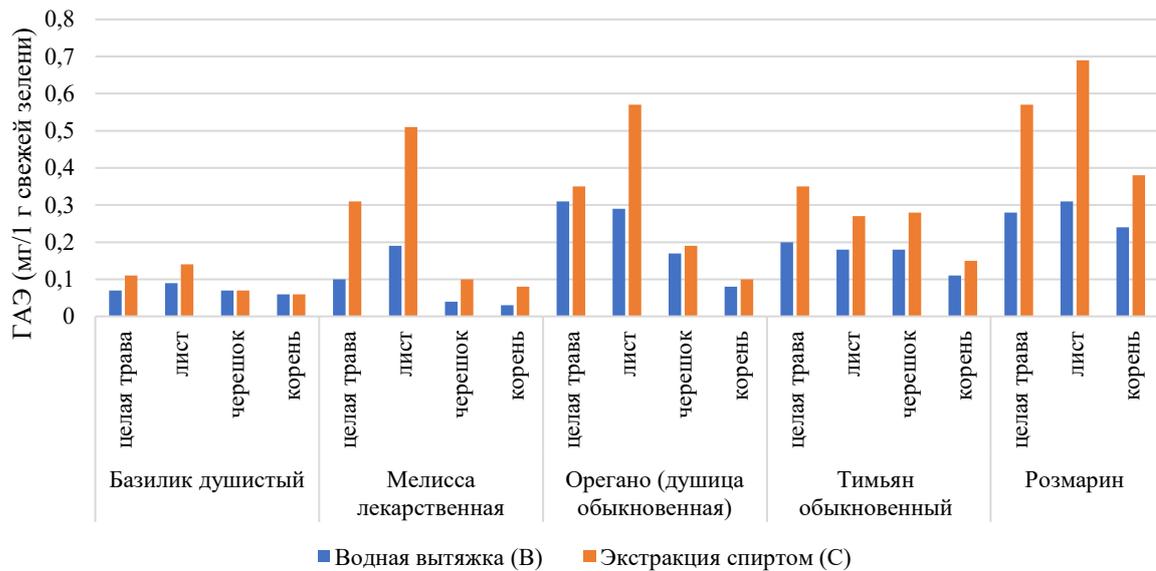


Рис. 2. Сравнение содержания полифенольных соединений в свежих лекарственных растениях, выраженных в галловой кислоте, в зависимости от морфологической части растения и используемого метода экстракции

динений наблюдалась в листьях, затем во всем растении, черешках и стеблях. Наибольшие различия в содержании полифенольных соединений в листьях, черешках и стеблях были обнаружены у мелиссы и душицы (таблица 2, рисунок 2).

Дисперсионный анализ позволил сделать вывод, что независимо от вида травы и метода анализа, наибольшее содержание полифенольных соединений обнаружено в листьях (примерно на 17-18% больше, чем во всем растении), а наименьшее - в стеблях. Черешки листьев по отношению к листьям содержали примерно на 43% меньше соединений, тогда как стебли по отношению к листьям примерно на 60% (рисунок 1). Аналогичные взаимозависимости были получены для антиоксидантной способности отдельных морфологических частей трав (рисунок 2).

Дисперсионный анализ также позволил сделать вывод, что среди исследованных свежих трав больше всего полифенольных соединений содержал розмарин. Эта пряность содержала на 35-45% больше полифенольных соединений, чем орегано и тимьян, примерно на 58% больше, чем мелисса и примерно на 80% больше, чем базилик (рисунок 2, таблица 2).

Статистический анализ результатов, полученных в данной работе, показал, что общее содержание полифенольных соединений в исследуемых травах положительно коррелировало с антиоксидантной активностью при обоих примененных методах извлечения активных соединений из исследуемых трав.

Уравнения регрессии, выражающие корреляцию между содержанием полифенолов в травах и их антиоксидантной способностью:

Водный экстракт: $Y=197,9x-3,13$; $R^2=0,92$

Спиртовой экстракт: $Y=165,8x-8,29$; $R^2=0,78$

В данной работе доказано, что в случае каждо-

го из исследованных лекарственных растений спиртовая экстракция благоприятно повлияла на получение более высокого содержания полифенольных соединений и, следовательно, более высокой антиоксидантной способности этих лекарственных растений. Это свидетельствует о более высокой эффективности экстракции из этих лекарственных растений соединений антиоксидантного характера с использованием спирта.

Выводы

Содержание полифенольных соединений и антиоксидантная способность лекарственных растений различается в зависимости от способа экстракции. Использование спиртовой экстракции позволяет достичь значительно более высокой концентрации полифенольных соединений и, следовательно, антиоксидантной способности, по сравнению со значениями, полученными при водной экстракции. Антиоксидантная способность отдельных морфологических частей травяных растений тесно связана с содержанием полифенольных соединений. Наибольшая антиоксидантная способность и одновременно самая высокая концентрация полифенольных соединений зафиксированы в листьях трав и целых растениях, а наименьшая — в стеблях и черешках листьев. Сравнивая антиоксидантную способность и содержание полифенольных соединений в свежей зелени, самые высокие значения были обнаружены у розмарина, затем у орегано и тимьяна. Самая низкая антиоксидантная способность и одновременно самое низкое содержание полифенольных соединений характерны для свежего базилика.

Литература

- [1] Егорикова К. Ж., Иванова Т. Н. Лечебно-профилактические свойства растительного сырья, используемого для напитков // Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг. – 2019. – С. 211-214.
- [2] Абиласан А. О., Смагулова М. Е. Разработка технологии и рецептуры кисломолочного напитка с добавлением растительного экстракта // Технологии и продукты здорового питания. – 2021. – С. 12-17.
- [3] Чуева В. Д., Алешина Е. С., Дроздова Е. А. Антибактериальные и антиоксидантные свойства экстрактов водного состава лекарственных растений как основа для создания добавок к пищевым продуктам питания // Проблемы экологии южного Урала. – 2021. – С. 233-235.
- [4] Казеева А. Р. и др. Сравнительная оценка антиоксидантной активности корневищ с корнями и травы кровохлебки лекарственной // Медицинский вестник Башкортостана. – 2015. – Т. 10. – №. 4 (58). – С. 75-78.
- [5] Чехани Н. Р. и др. Антиоксидантная активность растений, используемых в этномедицине Тувы // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2012. – №. 6. – С. 66-69.
- [6] Сайбель О. Л. и др. Оценка антиоксидантной активности травы цикория обыкновенного (*Cichorium Intybus* L.) // Acta Biomedica Scientifica. – 2017. – Т. 2. – №. 2 (114). – С. 85-88.
- [7] Li Y. et al. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants // Plant physiology and biochemistry. – 2020. – Т. 148. – С. 80-89.
- [8] Pant P., Pandey S., Dall'Acqua S. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review // Chemistry & Biodiversity. – 2021. – Т. 18. – №. 11. – С. e2100345.

References

- [1] Egorikova K. Zh., Ivanova T. N. Therapeutic and prophylactic properties of plant materials used for beverages // Consumer market: quality and safety of goods and services. - 2019. - P. 211-214.
- [2] Abilasan A. O., Smagulova M. E. Development of technology and formulation of a fermented milk drink with the addition of plant extract // Technologies and healthy food products. - 2021. - P. 12-17.
- [3] Chueva V. D., Aleshina E. S., Drozdova E. A. Antibacterial and antioxidant properties of aqueous extracts of medicinal plants as a basis for creating food additives // Problems of ecology of the Southern Urals. - 2021. - P. 233-235.
- [4] Kazeeva A. R. et al. Comparative assessment of antioxidant activity of rhizomes with roots and herb of common burnet // Medical Bulletin of Bashkortostan. - 2015. - Vol. 10. - No. 4 (58). - P. 75-78.
- [5] Chekhani N. R. et al. Antioxidant activity of plants used in ethnomedicine of Tuva // Bulletin of the Russian State Medical University. - 2012. - No. 6. - P. 66-69.
- [6] Saibel O. L. et al. Assessment of antioxidant activity of common chicory herb (*Cichorium Intybus* L.) // Acta Biomedica Scientifica. - 2017. - Vol. 2. - No. 2 (114). - P. 85-88.
- [7] Li Y. et al. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants // Plant physiology and biochemistry. – 2020. – Т. 148. – P. 80-89.
- [8] Pant P., Pandey S., Dall'Acqua S. The influence of environmental conditions on secondary metabolites in medicinal plants: A literature review // Chemistry & Biodiversity. – 2021. – Т. 18. – No. 11. – P. e2100345.

Сведения об авторах

Information about the authors

<p>Поляков Александр Викторович аспирант кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>	<p>Polyakov Alexander Viktorovich postgraduate student of the department «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 914-73-00 E-mail: ms.varlos@mail.ru</p>
<p>Фролов Дмитрий Иванович кандидат технических наук доцент кафедры «Пищевые производства» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» 440039, г. Пенза, проезд Байдукова/ул. Гагарина, 1а/11 Тел.: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>	<p>Frolov Dmitriy Ivanovich PhD in Technical Sciences associate professor at the department of «Food productions» Penza State Technological University Phone: +7(937) 408-35-28 E-mail: surr@bk.ru</p>