

АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ЭХИНАЦЕИ ПУРПУРНОЙ

Е. И. Тарун¹⁾, М. М. Заруба¹⁾, Н. А. Жарская¹⁾, В. П. Курченко²⁾

¹⁾ Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, ул. Долгобродская, 23/1, 220070, г. Минск, Беларусь, kbb@useu.by

²⁾ Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, bsu@bsu.by

Проведен анализ состава и содержания биологически активных веществ в 4 экстрактах эхинацеи пурпурной, полученные с использованием различных экстрагентов: метанола, этанола, хлороформа и воды. Из общего состава выделены соединения, содержащие спиртовые группы и непредельные связи, способные определять антиоксидантную активность. Получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина от логарифма концентрации экстрактов эхинацеи, из которых графически определены показатели IC₅₀, которые находились в пределах 0,81–1,7·10⁻³ %. Экстракты эхинацеи восстанавливали флуоресценцию флуоресцеина до 88–94 % при концентрации образцов 0,1–1 %.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, экстракты эхинацеи, флуоресцеин.

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF ECHINACEA PURPLE EXTRACTS

E. I. Tarun¹⁾, M. M. Zaruba¹⁾, N. A. Zharskaya¹⁾, V. P. Kurchenko²⁾

¹⁾ International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Dolgobrodskaya str., 23/1, 220070, Minsk, Belarus, kbb@useu.by

²⁾ Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus, bsu@bsu.by

The analysis of the composition and content of biologically active substances in 4 extracts of purple echinacea obtained using various extractants: methanol, ethanol, chloroform and water was carried out. Compounds containing alcohol groups and unsaturated bonds capable of determining antioxidant activity were isolated from the total composition. The dependences of the fluorescence intensity of fluorescein on the logarithm of the concentration of Echinacea extracts were obtained, from which the IC₅₀ values were graphically determined, which were in the range of 0,81–1,7·10⁻³%. Echinacea extracts restored fluorescein fluorescence to 88–94% at a sample concentration of 0,1–1%.

Keywords: antioxidant activity, extracts of echinacea, fluorescein.

<https://doi.org/10.46646/SAKH-2025-1-392-395>

Наиболее важными компонентами эхинацеи пурпурной являются алкилами́ды, полисахариды, гликопротеины, флавоноиды и фенольные соединения, которые включают производные кофейной кислоты, такие как кофейная кислота, цикориевая кислота, кафтаровая кислота, хлорогеновая кислота и эхинакозид. В дополнение к этим компонентам мы также определили, что филлоксантобилины, В-фелландрен, ацетальдегид, диметилсульфид, камфен, гексанал, α-пинен и лимонен присутствуют во всех тканях растений, независимо от вида [1]. Благодаря своему химическому составу, эхинацея используется в медицине. Она обладает иммуномодулирующими, противовоспалительными, противовирусными, противомикробными, а также антиоксидантными свойствами [2-4]. Эхинацея используется при простуде, кашле, бронхите, инфекциях верхних дыхательных путей, инфекциях мочевыводящих путей и некоторых воспалительных состояниях.

Метод определения антиоксидантной активности (АОА) по отношению к активированным формам кислорода (АФК) основан на измерении интенсивности флуоресценции окисляемого

соединения и ее уменьшении под воздействием АФК [5]. При взаимодействии флуоресцеина со свободными радикалами происходит тушение его флуоресценции, восстановить которую можно при добавлении в систему веществ, проявляющих антиоксидантные свойства. В качестве таких веществ использовали 4 экстракта эхинацеи пурпурной, полученные с использованием различных экстрагентов: метанола, этанола, хлороформа и воды. В зависимости от использованного экстрагента полученные экстракты от одного вида растения будут различаться по составу биологически активных веществ. Это связано с тем, что в состав растений входят вещества, различающиеся растворимостью в зависимости от полярности использованного растворителя. В связи с этим, представляется целесообразным провести анализ биологически активных веществ, входящих в лекарственные растения путем экстракции различными экстрагентами.

Было отобрано 44 вещества, обладающих антиоксидантной активностью. Метанольной экстракцией выделено 12 веществ, этанольной – 16, хлороформом – 20 и водной экстракцией – 20 веществ. Некоторые из веществ выделялись двумя, тремя или всеми четырьмя экстрагентами. В процентном соотношении большая часть веществ получена водными экстрактами – 61,57 %, этанольные экстракты составляли 43,59 %, метанольные – 41,46 % и экстракты хлороформа составляли 36,61 %. Выделенные соединения разделены на группы и представленные в таблице 1.

Таблица 1

Биологически активные соединения, обладающие антиоксидантной активностью

№	Название вещества	Метанол	Этанол	Хлороформ	Вода
		относительное содержание в %			
1	Фенольные соединения с одной гидроксильной группой			1,24	14,2
2	Фенольные соединения с двумя гидроксильными группами		5,85	7,33	32,04
3	Фенольные соединения с неопределёнными заместителями			1,24	
4	Фенольные и циклические соединения с эфирными группами в качестве заместителей			1,24	6,54
5	Циклические соединения с одной гидроксильной группой	14,82	5,8	5,64	7,33
6	Циклические соединения с двумя и тремя гидроксильными группами		5,35		2,42
7	Циклические соединения с одной двойной связью в заместителе	4,67	7,32	7,03	
8	Циклические соединения с двумя двойными связями в заместителе	3,92	2,47	5,17	
9	Неопределённые соединения, содержащие спиртовые группы	1,50	1,44	0,59	
10	Сложные эфиры, содержащий две спиртовые группы		1,07	0,91	3,56
11	Сложные эфиры, содержащие остатки неопределённых кислот	1,09	2,20	5,79	0,45
12	Неопределённые кислоты	10,83	15,47	4,57	2,02
13	Неопределённые соединения	8,00			
14	Альдегиды			1,07	4,21

Антиоксидантную активность способны оказывать спиртовые группы, содержащиеся в фенольных, циклических, неопределённых соединениях и сложных эфирах, альдегидные груп-

пы, эфирные группы, содержащиеся в качестве заместителей в фенольных и циклических соединениях, а также непредельные связи, содержащиеся в фенольных и циклических соединениях в качестве заместителей, в непредельных кислотах и непредельных соединениях. Общее процентное содержание соединений, содержащих эти группы, представлено в таблице 2.

Таблица 2

Вещества, содержащие спиртовые, альдегидные, эфирные группы и непредельные связи

№	Название	Метанол	Этанол	Хлороформ	Вода
		относительное содержание в %			
1	Соединения со спиртовыми группами	16,32	19,51	15,71	59,55
2	Соединения с альдегидными группами			1,07	4,21
3	Соединения с эфирными группами			1,24	6,54
4	Непредельные соединения	28,51	27,46	23,8	2,47
	<i>Всего</i>	44,83	46,97	41,82	72,77

Водные экстракты содержат наибольшее количество соединений со спиртовыми, альдегидными и эфирными группами. В гораздо меньшем количестве соединения со спиртовыми группами выделены экстракцией в этаноле, метаноле и хлороформе. В большей степени этими экстрагентами выделены вещества, содержащие непредельные связи.

В ходе исследования ингибирования реакций свободных радикалов, генерируемых в системе Фентона, получены зависимости интенсивности флуоресценции флуоресцеина (А) от логарифма концентрации всех образцов экстрактов эхинацеи, из которых графически определены основные показатели антиоксидантной активности: A_{max} - интенсивность флуоресценции, соответствующая максимальному ингибированию свободных радикалов, выраженная в %, C_{max} - концентрация экстракта, при которой достигается A_{max} и IC_{50} - концентрация экстракта, при которой достигается 50% ингибирования свободных радикалов, представленные в таблице 3.

Экстракты эхинацеи начинают проявлять АОА при концентрации 10^{-6} %. При последующем увеличении концентрации экстрактов наблюдается увеличение подавления действия свободных радикалов. Самый высокий показатель A_{max} (94 %) получен для метанольного экстракта. Экстракт хлороформа повышал флуоресценцию флуоресцеина до 93 % при концентрации на порядок выше. Показатель A_{max} для водного экстракта (90 %), полученный при такой же концентрации, что и метанольный экстракт, на 4 % ниже. Самый низкий показатель A_{max} получен для экстракта этанола (88 %). Минимальный показатель IC_{50} получен для водного экстракта ($0,81 \cdot 10^{-3}$ %), что свидетельствует о его наибольшей антиоксидантной активности.

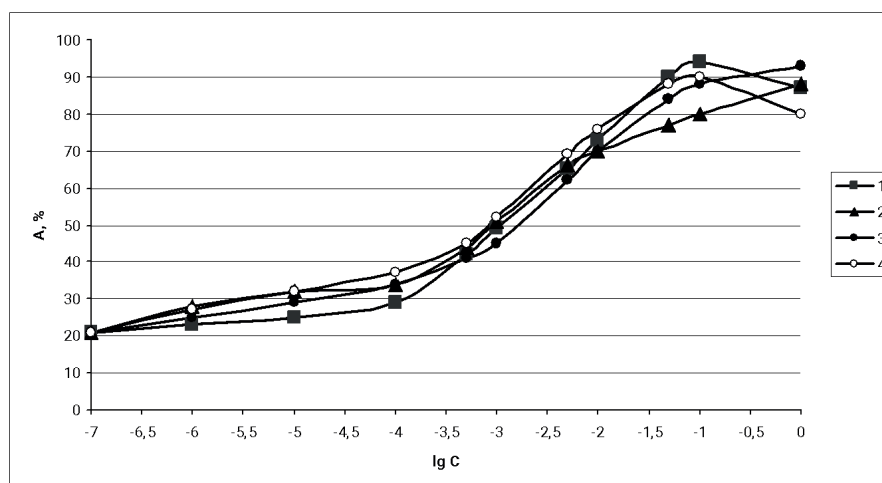
Таблица 3

Показатели антиоксидантной активности экстрактов эхинацеи

№	Экстрагент	A_{max} , %	C_{max} , %	$IC_{50} \cdot 10^{-5}$, %
1	метанол	94	0,1	1,10
2	этанол	88	1	0,90
3	хлороформ	93	1	1,70
4	вода	90	0,1	0,81

Показатель A_{max} метанольного экстракта (94 %) получен при концентрации 0,1 %. При такой концентрации этанольный экстракт восстанавливает флуоресценцию флуоресцеина до 80 %, что на 14 % ниже (рис. (1) и (2)). Показатели IC_{50} метанольного и этанольного экстрактов очень близки ($1,10$ и $0,90 \cdot 10^{-3}$ %). В этанольном экстракте обнаружено большее количество соединений, содержащих спиртовые группы, тогда как в метанольном экстракте большее количество непредельных соединений.

Показатель $A_{\max}$ водного экстракта (90 %) получен при концентрации 0,1 %. При такой концентрации экстракт хлороформа восстанавливает флуоресценцию флуоресцеина до 88 %, что на 2 % ниже (рис. (3) и (4)). Показатель IC_{50} водного экстракта в 2 раза ниже аналогичного показателя экстракта хлороформа ($1,70 \cdot 10^{-3}$, %). Водный экстракт показывает более высокую АОА. Количество соединений, содержащих спиртовые группы, полученных водной экстракцией, в 3,8 раза выше, чем в экстракте хлороформа. Количество соединений, содержащих альдегидные группы, полученных водной экстракцией, в 4 раза выше, чем в экстракте хлороформа. Количество соединений, содержащих эфирные группы, полученных водной экстракцией, в 5,3 раза выше, чем в экстракте хлороформа. Количество соединений, содержащих непредельные связи, полученных водной экстракцией, в 9,6 раз ниже, чем в экстракте хлороформа.



Зависимость интенсивности флуоресценции флуоресцеина (A) от логарифма концентрации (C) метанольного экстракта (1), этанольного экстракта (2), экстракта в хлороформе (3) водного экстракта эхинацеи (4)

Минимальный показатель IC_{50} , полученный для водного экстракта свидетельствует о том, что соединения, содержащие спиртовые группы, могут играть более значительную роль для достижения антиоксидантного эффекта. Однако, показатели IC_{50} , полученные для метанольного и этанольного экстрактов, довольно близки к аналогичному показателю водного экстракта, хотя количество непредельных соединений, выделенных метанольной и этанольной экстракцией, в 2 раза ниже, чем количество соединений со спиртовыми группами, выделенные водной экстракцией. Таким образом, непредельные связи также вносят существенный вклад в проявление антиоксидантной активности.

Библиографические ссылки

1. Исследование физиологически активных веществ в препарате эхинацеи пурпурной / А. В. Брыкалов [и др.] // Химия растительного сырья. 2008. № 3. С.89-91.
2. Robinson W.E. l-Chicoric acid, an inhibitor of human immunodeficiency virus type 1 (HIV-1) integrase, improves on the in vitro anti-HIV-1 effect of Zidovudine plus a protease inhibitor (AG1350) // Antiviral Res. 1998. Vol 39 (2). P. 101-111.
3. Wacker A., Hilbig W. Virushemmung mit Echinacea purpurea// Planta Medica. 1978. Vol 33 (1). P. 89-102.
4. Comparison of chemical components and antioxidant capacity of different Echinacea species/ B. D. Sloley [et al.] // J.Pharm. Pharmacol. 2001. Vol. 53 (6). P. 849-857.
5. Тарун Е.И., Данькова А.В., Пырко А.Н. Антиоксидантная активность гексагидрохинолонов // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2019. № 2. С. 77-83.