

УДК 543:547.56:547.972.2

**Р. Е. Хома, А. Н. Чеботарев, С. В. Топоров, К. И. Ляшенко**Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,  
химический факультет, кафедра аналитической химии,  
ул. Дворянская, 2, Одесса 65082, Украина, e-mail: [alexch@ukr.net](mailto:alexch@ukr.net)

## АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Исследована антиоксидантная активность экстрактов из растительного сырья, обладающего гепатопротекторными свойствами. Сделана сравнительная оценка между содержанием полифенольных соединений и флавоноидов в указанных экстрактах и их антиоксидантной активностью.

**Ключевые слова:** растительные экстракты, гепатопротекторы, антиоксидантная активность, полифенольные соединения, флавоноиды.

Экстракты из растительного сырья являются ценными природными источниками антиоксидантов, обладающими, гепатопротекторными свойствами [1]. Благодаря их окислительно-восстановительной активности указанные вещества обладают противовоспалительными, антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами, а также препятствуют развитию фиброза печени. Однако, на сегодняшний день не существует достаточных литературных данных, о влиянии природы экстрагента и растительного сырья на состав получаемых экстрактов. В связи с этим одной из задач аналитической химии является не только разработка, но и сравнительная характеристика результатов экспрессных и сравнительно недорогих методов анализа доброкачественности экстрактов из растительного сырья [2].

Целью данной работы является установление влияния природы растительного сырья (гепатопротекторов) и экстрагентов на компонентный состав полученных экстрактов и их антиоксидантную активность.

### Методика эксперимента

В качестве объектов исследования выбраны высушенные кукурузные рыльца, трава расторопши, трава бессмертника, трава солянки холмовой, трава эхинацеи (сбор июнь 2011 г., юг. Одесской области). В качестве экстрагентов были выбраны 1-пропанол, 2-пропанол, этанол и диэтиловый эфир.

Для получения экстрактов из растительного сырья аналитическую пробу измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями 1 мм [3]. Навеску (около 1,00 г) помещали в колбу со шлифом емкостью 100 мл, добавляли 30 мл экстрагента, колбу присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 минут. После этого колбу охлаждали до комнатной температуры под струей холодной воды и фильтровали содержимое через бумажный фильтр в мерную колбу емкостью 100 мл (экстракцию повторяли 2 раза указанным выше способом, полученные вытяжки фильтровали в ту же колбу через тот же фильтр). Фильтр промывали выбранным экстрагентом и доводили объем фильтрата растворителем до метки.

Суммарное содержание фенольных соединений в экстрактах определяли спектрофотометрически с использованием фенольного реагента Фолина-Чиокалтеу [3]. Аликвоту (1 мл) экстракта или стандартного раствора 3,4,5-тригидроксобензойной кислоты (20, 40, 60, 80 и 100 мг/л) помещали в мерную колбу емкостью 25 мл, содержащую 9 мл H<sub>2</sub>O. После этого добавляли 1 мл фенольного реагента Фолина-Чиокалтеу и перемешивали. Через 5 мин. добавляли 10 мл 7% раствора Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, доводили H<sub>2</sub>O до 25 мл H<sub>2</sub>O и снова перемешивали. После выдерживания при комнатной температуре в течении 90 мин. измеряли оптическую плотность на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 750 нм в кювете с толщиной слоя 20 мм. Суммарное содержание полифенольных соединений (СПС) в экстрактах определяется количеством эквивалентов 3,4,5-тригидроксобензойной кислоты, содержащейся в 1 мл экстракта (ммоль/л).

Содержание флавоноидов в полученных экстрактах определяли спектрофотометрически [3]. Аликвоту экстракта (4 мл) помещали в мерную колбу емкостью 25 мл, добавляли 2 мл 2% раствора хлорида алюминия в 95% этаноле и доводили объем до метки 95% C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Через 20 минут измеряли оптическую плотность на спектрофотометре СФ-56 при длине волны 410 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Раствор сравнения: 4 мл экстракта помещали в мерную колбу объемом 25 мл, добавляли 1 каплю разведенной хлороводородной кислоты и доводили объем раствора 95% этанолом до метки. Суммарное содержание флавоноидов (СФ, %) в пересчете на авикулярин в абсолютно сухом сырье в процентах вычисляли по формуле

$$СФ = \frac{A \cdot 100 \cdot 100 \cdot 25}{330 \cdot m \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где А - оптическая плотность исследуемого экстракта; 330 - удельный показатель поглощения комплекса авикулярина с хлоридом алюминия при 410 нм; m - масса сырья в граммах; W - убыль массы при высушивании в процентах.

Антиоксидантную активность (АОА) полученных экстрактов определяли потенциометрически с использованием в качестве медиаторной системы Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> [4, 5]. Стеклообразную электрохимическую ячейку заполняли 10 мл 0,015 М К-Na фосфатного буферного раствора (рН = 7,40), добавляли 0,10 мл 1,0 М раствора K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] и 0,1 мл 0,01 М раствора K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Погружали в ячейку платиновый и хлоридсеребрянный (ЭВЛ-1МЗ) электроды, выдерживали систему до установления постоянного значения потенциала (Е). Добавляли аликвоту (0,5 мл) исследуемого раствора и затем вновь измеряли потенциал (Е<sub>1</sub>) и рассчитывали концентрацию антиоксидантов по формуле

$$АОА = \frac{\alpha C_{ox} - C_{red}}{1 + \alpha}, \quad (2)$$

Где  $\alpha = 10^{(E_1 - E_0)/b} \times C_{red} / C_{ox}$ ,  $b = 2,3RT/nF$ ,  $n = 1$ ; E и E<sub>1</sub> - окислительно-восстановительные потенциалы системы, устанавливаемые до и после ввода анализируемого образца антиоксиданта; E<sub>0</sub> - стандартный окислительно-восстановительный потенциал медиаторных систем; C<sub>ox</sub> - концентрация окисленной формы медиатора, моль/л; C<sub>red</sub> - концентрация восстановленной формы медиатора, моль/л; АОА - молярная концентрация эквивалента антиоксидантов, вступившие во взаимодействие с окисленным компонентом медиаторных систем, ммоль/л.

Потенциометрические измерения выполняли с помощью иономера универсального ЭВ-74. Указанные методики отличаются экспрессностью выполнения анализа, относительно невысокой себестоимостью оборудования.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Данные по АОА, СПС и СФ экстрактов из лекарственного растительного сырья представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Суммарное содержание полифенольных соединений (СПС, ммоль/л), флавоноидов (СФ, %) и антиоксидантная активность (АОА, моль/л) экстрактов из растительного сырья

Объекты	Экстрагенты	АОА, ммоль/л	СПС, ммоль/л	СФ, %
Кукурузные рыльца	1-Пропанол	4,37	0	0,24
	2-Пропанол	4,37	0,56	0,24
	Этанол	9,68	2,25	0,24
	Диэтиловый эфир	4,37	1,26	0,27
Трава расторопши	1-Пропанол	0	0	0,42
	2-Пропанол	4,37	0,54	0
	Этанол	4,37	1,26	0,76
	Диэтиловый эфир	4,37	1,50	6,06
Трава бессмертника	1-Пропанол	0	0	0
	2-Пропанол	4,37	0,73	0,46
	Этанол	4,37	1,26	0,78
	Диэтиловый эфир	4,37	0,09	0,24
Трава солянки холмовой	1-Пропанол	0	1,26	0
	2-Пропанол	4,37	0	0,27
	Этанол	4,37	0	0,19
	Диэтиловый эфир	9,68	0	0,06
Трава эхинацеи	1-Пропанол	4,37	0	0,09
	2-Пропанол	0	0	0,09
	Этанол	4,37	0	1,67
	Диэтиловый эфир	4,37	1,03	0,12

Согласно полученным данным, наибольшей извлекающей способностью по отношению к антиоксидантам из кукурузных рылец обладает этанол; из расторопши и бессмертника 2-пропанол, этанол и диэтиловый эфир одинаково извлекают АО, а 1-пропанол практически их не извлекает. В случае солянки холмовой наибольшей извлекающей способностью АО обладает диэтиловый эфир, а 1-пропанол их практически не извлекает. Для эхинацеи 1-пропанол, этанол и диэтиловый эфир одинаково извлекают АО, а 2-пропанол практически их не извлекает.

Таблица 2

Суммарное содержание полифенольных соединений (СПС, ммоль/л), флавоноидов (СФ, %) и антиоксидантная активность (АОА, моль/л) водно-этанольных экстрактов из растительного сырья

Объекты	ω <sub>этанол</sub> , %	АОА, ммоль/л	СПС, ммоль/л	СФ, %
Кукурузные рыльца	50	0	0	0,27
	60	4,4	0,56	0,24
	70	4,4	2,25	0,24
	90	6,4	1,26	0,24
Трава расторопши	50	0	0	0,24
	60	0	0,54	0,24
	70	11	1,26	0,33
	90	12,2	1,50	0,76
Трава бессмертника	50	0	0	0,42
	60	4,4	0,73	0,42
	70	4,4	1,26	0,43
	90	9,8	1,26	0,46
Трава солянки холмовой	50	0	1,26	0,06
	60	0	0	0,09
	70	3,5	0	0,13
	90	5,4	0	0,19
Трава эхинацеи	50	0	0	0,07
	60	0,8	0	0,09
	70	2,5	0	0,23
	90	12,2	1,03	0,67

Для водно-этанольных экстрактов кукурузных рылец, эхинацеи, солянки холмовой, бессмертника и расторопши с возрастанием содержания этанола в его смесях с водой (от 50 до 90 %) увеличивается АОА полученных экстрактов.

Из эхинацеи полифенольные соединения извлекает только диэтиловый эфир, а из солянки холмовой - 1-пропанол (табл. 1). СПС в случае экстрактов бессмертника увеличивается в ряду

1-пропанол < диэтиловый эфир < 2-пропанол < этанол, для расторопши:

1-пропанол < 2-пропанол < этанол < диэтиловый эфир, для кукурузных рылец:

1-пропанол < 2-пропанол < диэтиловый эфир < этанол.

При экстрагировании водно-этанольными растворами с увеличением содержания в них спирта (от 50 до 90 %) содержание полифенольных соединений уменьшается для экстрактов эхинацеи, бессмертника, кукурузных рылец и солянки холмовой в отличие от их антиоксидантной активности (табл. 2).

Из расторопши и солянки холмовой 1-пропанол практически не извлекает флавоноиды, а бессмертника - 2-пропанол (табл. 1).

Содержание флавоноидов в случае эхинацеи увеличивается в ряду

1- пропанол  $\approx$  2-пропанол < диэтиловый эфир <

этанол; для бессмертника:

2- пропанол < 1-пропанол < этанол < диэтиловый

эфир; для расторопши:

1-пропанол < диэтиловый эфир < 1-пропанол < этанол, для

кукурузных рылец:

1-пропанол  $\approx$  2-пропанол « этанол < диэтиловый эфир.

Для эхинацеи наибольшее содержание флавоноидов при экстракции 50 % этанолом, повышение концентрации этанола от 60 до 90 % практически не влияет на СФ; в случае бессмертника, расторопши, кукурузных рылец и солянки холмовой наибольшее СФ для 90 % раствора, а этанола - 60 % (табл. 2).

Таким образом, природа экстрагента, также как и вид растительного сырья существенно влияют на содержание полифенольных соединений, флавоноидов, а также антиоксидантную активность полученных экстрактов. Каждый из указанных показателей является существенно индивидуальным, что согласуется с литературными данными [6, 7].

### Список літератури

1. Ушкалова Е.А. Место Эссенциале Н в современной медицине. // Рац. фармакотер. заболеваний органов пищеварения, 2003. - С. 90-92
2. Atanassova M., Georgieva S., Ivancheva K. Total phenolic and total flavonoid contents, antioxidant capacity and biological contaminants in medicinal herbs // Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. -2011. - V. 46.-No. 1.-P. 81-88.
3. Государственная Фармакопея СССР: Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье / МЗ СССР. - 11-е изд. - М.: Медицина, 1989. - 398 с.
4. Brainina Kh.Z., Ivanova A.V., Sharafutdinova E.N., Lozovskaya E.L., E.I. Potentiometry as a method of antioxidant activity investigation // Talanta. - 2007. -V.71.-P. 13-18.
5. Шарафутдинова Е.Н. Потенциметрия в исследовании антиоксидантной активности объектов растительного происхождения : Автореферат дис. ... канд. хим. наук : 02.00.02 / Ур. гос. техн. ун-т. - Екатеринбург, 2007. -21 с.
6. Rina R., Rafiqzaman M., Hasmah A. Spectrophotometric determination of total phenol and flavonoid content in manjakani (Quercus Infectoria) extracts // Health and the environment journal . - 2011. - V. 2. - No. 1. - P. 9-13.
7. Чеботарьов О.М., Хама Р.С., Прохоренкова Р.С., Чумаченко К.О. Електрохімічні властивості екстрактів з рослинної сировини // Вопросы химии и хим. технол. -2011. - №4(2). - С.269-270.

Стаття надійшла до редакції 14.12.13

**Р. Є. Хома, О. М. Чеботарьов, С. В. Топоров, К. І. Ляшенко**

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова,  
хімічний факультет, кафедра аналітичної хімії,  
вул. Дворянська, 2, Одеса 65026, Україна, e-mail: [alexch@ukr.net](mailto:alexch@ukr.net)

### **АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКСТРАКТІВ ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ**

Досліджено антиоксидантну активність екстрактів з рослинної сировини, що володіє гепатопротекторними властивостями. Зроблена порівняльна оцінка між вмістом поліфенольних сполук і флавоноїдів у зазначених екстрактах та їх антиоксидантною активністю.

**Ключові слова:** рослинні екстракти, гепатопротектори, антиоксидантна активність, поліфенольні сполуки, флавоноїди.

**R. E. Khoma, A. N. Chebotaryov, S. V. Toporov, K. I. Lyashenko**

I.I. Mechnikov Odessa National University,  
Department of Analytical Chemistry,  
Dvoryanskaya St., 2, 65026, Odessa, Ukraine, e-mail: [alexch@ukr.net](mailto:alexch@ukr.net)

### **ANTIOXIDATIVE ACTIVITY OF EXTRACTS FROM PLANTS**

The antioxidative activity of extracts from plants with hepatoprotective properties have been investigated. Make a comparative evaluation between the content of flavonoids and polyphenolic compounds in the extracts and their antioxidant activity.

**Keywords:** plant extracts, hepatoprotectors, antioxidant activity, polyphenolic compounds, flavonoids.