

**ПОЛУЧАВАНЕ НА БИОАКТИВНИ ЕКСТРАКТИ ОТ ОТПАДЪЦИ ОТ АРТИШОК  
(*CYNARA SCOLYMUS L.*)**

**С. Бояджиева, Г. Ангелов, С. Георгиева**  
*Институт по Инженерна химия-БАН*  
*Ул. Акад. Г. Бончев, бл. 103, 1113 София*  
[gang@bas.bg](mailto:gang@bas.bg)

**RECOVERY OF BIOACTIVE SUBSTANCES FROM ARTICHOKE WASTE BIOMASS  
(*CYNARA SCOLYMUS L.*)**

**S. Boyadzhieva, G. Angelov, S. Georgieva,**  
*Institute of Chemical Engineering, Bulgarian Academy of Sciences,*  
*Acad. G .Bonchev st., Block 103, 1113 Sofia, Bulgaria*  
[gang@bas.bg](mailto:gang@bas.bg)

**ABSTRACT**

The process of solvent extraction of waste biomass of artichoke is studied. The extracts are analyzed for total amount of extracted mass and for content of polyphenols and flavonoids, which are the main bioactive components with antioxidant properties. The operational conditions for production of extracts enriched with active substances are determined. Also, the antioxidant activity of extracts is quantified in view of their eventual applications in parapharmaceutical and cosmetic compositions, as well as in functional food formulations.

**Keywords:** *Globe artichoke, solid-liquid extraction, polyphenols, flavonoids, antioxidant activity*

**Въведение**

Артишокът (*Cynara scolymus L.*) е многогодишно зеленчуково растение от сем. Сложноцветни, традиционно за страните от Средиземноморието, където годишното му производство е около 770 000 тона (~ 60% от световното производство) [3]. Множество проучвания са доказали, че артишокът притежава ценни лечебни свойства - противотуморни, антиоксидантни, понижавачи холестерола, диуретични, противовъзпалителни, противогъбични, антибактериални и др. Като функционална храна, артишокът се препоръчва за намаляване на риска от редица заболявания като чревни инфекции, запек, неинсулинозависим диабет, затлъстяване, остеопороза и рак на дебелото черво [5,11]. В сравнение с други зеленчуци, артишокът съдържа високи нива на полифенолни съединения, на което се дължат и неговите антиоксидантни свойства. Биологично активното действие на артишока се дължи основно на фенолните киселини, от които най-важните са хлорогеновата, 1,5-ди-О-кафеоилхинова и 3,5-ди-О-кафеоилхинова киселини [3,5]. Изследванията показват, че листата са богати на флавоноиди (като лутеолин, апигенин, цинарин), а в стъблата се натрупват предимно производните на моно- и дикафеоил-хиновите киселини [8,11].

Ядивните части на артишока са големите съцветия, които представляват около 30-40% от чистото му тегло. Тъй като само централната част на съцветието се консумира, съотношението “ядлива фракция/обща биомаса” е твърде ниско (по-малко от 15-20% от общата растителна биомаса). Отпадните продукти от артишока - стъбла и листа, представляват около 80% от биомасата и могат да бъдат използвани като суровина за хранителни добавки и антиоксиданти [1,6,7,9].

Екстракцията на биоактивни съединения от биомаса с разтворител се прилага широко в промишлеността. Въпреки че традиционните екстракционни техники използват големи количества екстрагент и изискват по-продължително време на контакт, те си остават най-

разпространените и предпочитани методи за екстракция поради сравнително простата схема на процеса и оборудване.

Целта на това изследване е да се определят условията за извличане на максимално количество екстракт при водна екстракция на отпадна биомаса от артишок, както и да се определи съдържанието на основните биоактивни компоненти в екстрактите с оглед използването им за фармако-козметични приложения или като хранителни добавки.

## **Материали и методи**

### ***Суровина***

Като суровина са използвани стъбла и листа от Артишок (*Cynara scolymus L.*), реколта 2013г., култивирани в България в района на Троян.

### ***Използвани реактиви***

За определяне на общото съдържание на полифеноли и флавоноиди са използвани Folin-Ciocalteu реагент (2N, Sigma), галова киселина (Sigma), безводен  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , етанол (96%, Валерус).  $\text{DPPH}^+$  (Sigma) и метанол (99.9% LabScan) са използвани за определяне на антиоксидантния капацитет на екстрактите.

### ***Екстракционна процедура***

Остатъчните продукти бяха екстрахирани по метода на конвенционалната течно-твърда екстракция. Стъблата и листата бяха изсушени на стайна температура при нормална аерация и смлени в домакински блендер до пудра. Екстракцията беше провеждана при различни температури и различно отношение между течна и твърда фаза, в клатачна машина (Gyrotory Water Bath Shaker, model G76, New Brubwick Scientrific, USA) и на обратен хладник (при температурата на кипене на екстрагента). Като екстрагент беше използвана вода. Беше изследвано и развитието на процеса във времето (кинетика) при различни температури.

### ***Анализи***

Анализирани са общото количество полифеноли, общо количество флавоноиди и добив на сух екстракт. В хода на процеса на оптимизация е изследвана кинетиката на екстракционния процес, влиянието на съотношението на растителната суровина и разтворителя (хидромодул) и влиянието на температурата върху процеса. Определен е и антиоксидантния капацитет на екстракта, получен при оптималните условия.

### ***Определяне на общото съдържание на полифеноли и общо съдържание на флавоноиди***

Общото съдържание на полифеноли в екстрактите е определяно спектро-фотометрично по метода на Singleton&Rossi [12] чрез реагента Folin-Ciocalteu. Измерванията бяха направени с UV-VIS-spectrophotometer (UNICAM<sup>®</sup>-Helios  $\beta$ ), при дължина на вълната 765 nm. Общото количество полифеноли е изразено като грамове галова киселина за грам суровина или за грам сух екстракт.

Общото съдържание на флавоноиди е определяно по методиката на Ordonez&Gomez[10], както следва: равни количества от всеки екстракт и 2%  $\text{AlCl}_3$  се смесват и се измерва екстинкцията след 1 час при 420 nm. Общото количество флавоноиди е изчислявано спрямо калибровъчна права за кварцетин.

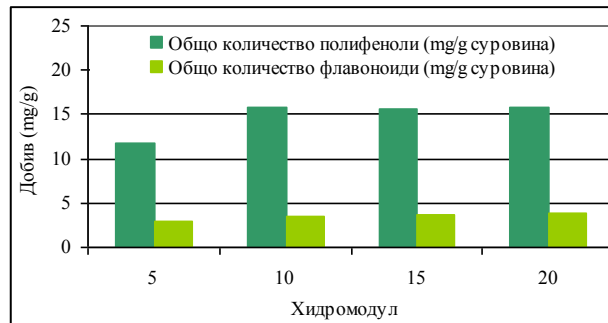
### ***Антиоксидантен капацитет***

Антиоксидантният капацитет на екстрактите е определян по метода DPPH [2]. Той се основава на цветна реакция между азотния атом (от DPPH) и водородния атом от хидроксилната група на антиоксидантното съединение. Графично антиоксидантният капацитет е изразен чрез грамовете DPPH, които се неутрализират от един грам сух екстракт.

## **Резултати и обсъждане**

Както е известно, степента на екстракция зависи от условията на провеждане - температура, налягане, вид на екстрагента, време на контакт, отношение твърда/течна фаза. При определяне влиянието на основните параметри, първоначално беше изследвана екстракцията на целевите компоненти при атмосферно налягане и вариране на хидромодула.

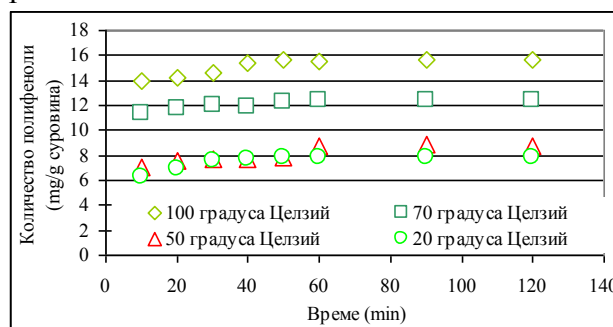
Целта е да се избере минималното количество екстрагент, при което се извличат максимално количество целеви компоненти. Бяха проведени експерименти при различни съотношение екстрагент/твърда фаза: от 5/1 до 20/1. Резултатите от предишни изследвания върху екстракция на растителни суровини показват, че два часа контакт на екстрагента със суровината обикновено са повече от необходимото за достигане на равновесие и приключване на масообменния процес. За сигурност екстракцията в този случай е провеждана в продължение на два часа. Резултатите са представени на фигура 1. Според тях, при съотношение 5/1 количеството екстрагент не е достатъчно, докато при съотношения 10/1, 15/1 и 20/1 се получават по-високи и приблизително еднакви добиви на активни вещества - полифеноли около 15 mg/g и флавоноиди около 3,5 mg/g.



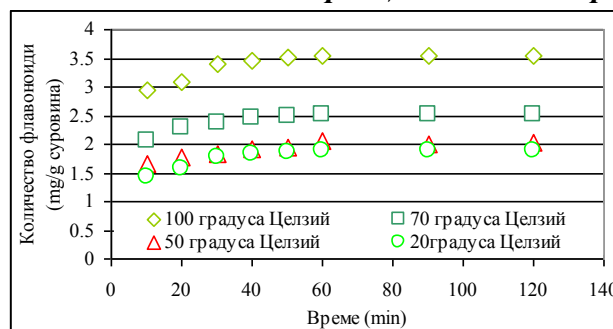
**Фиг. 1. Добиви при различен хидромодул**

От икономическа гледна точка по-изгодното съотношение е 10/1, което осигурява високо извличане при по-ограничен обем на екстрагента. По тази причина следващите изследвания са провеждани при този хидромодул.

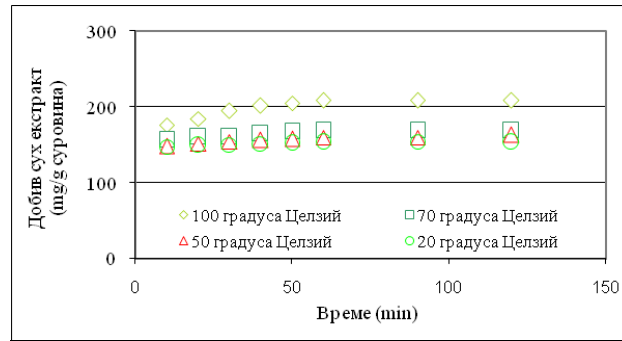
Времетраенето на процеса, необходимо за максимално екстрахиране на суровината, беше определено чрез кинетично изследване, проследяващо развитието на процеса във времето. Резултатите са представени на фигури 2 а-в. От тях се установява, че след около 60 минути кривата на екстракция при всички целеви продукти достига плато, след което не се извличат допълнителни количества. Това означава, че 60 минути контакт е достатъчното и оптимално време за екстракция.



**Фиг. 2а. Кинетика на екстракцията на полифеноли**

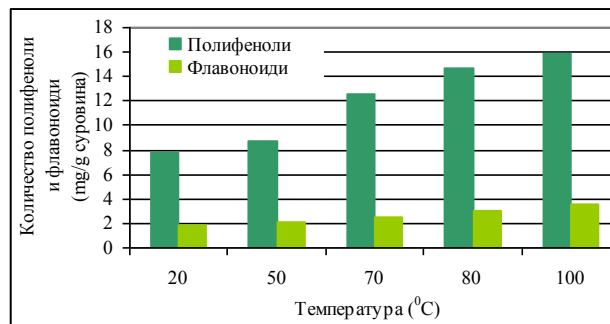


**Фиг. 2б. Кинетика на екстракцията на флавоноиди**



**Фиг. 2в. Кинетика на екстракцията на тотален екстракт**

Влиянието на температурата върху добива на екстрахираните компоненти е несъществено до около 50-70<sup>0</sup>С, след което се подобрява значително (виж фигури 2а,2б и 3). Най-високият добив се получава при температурата на кипене на екстрагента (вода). Той е около 2 пъти по-голям от добива при 50<sup>0</sup>С.



**Фиг. 3. Влияние на температурата върху добива на биоактивните компоненти**

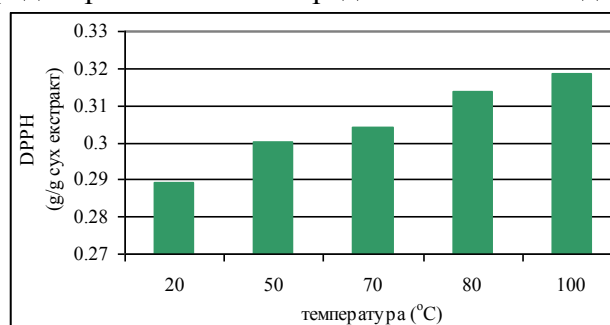
Концентрацията на изследваните биоактивни компоненти в сухия екстракт при различни температури е представена в таблица 1.

**Таблица 1. Съдържание на полифеноли и флавоноиди в сухия екстракт**

| Температура (°C) | Полифеноли (mg/g сух екстракт) | Флавоноиди (mg/g сух екстракт) |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 20               | 25,35                          | 6,15                           |
| 50               | 27,49                          | 6,46                           |
| 70               | 36,54                          | 7,28                           |
| 100              | 38,01                          | 7,55                           |

**Антиоксидантен капацитет**

Фенолните съединения притежават антиоксидантно действие, дължащо се на отдаване на водороден атом или електрон, който стабилизира и неутрализира свободните радикали, като по този начин се предотвратява тяхното вредно окислително действие [4].



**Фиг. 4. Антиоксидантен капацитет на екстрактите при различни температури**

На фигура 4 е представен антиоксидантния капацитет на екстрактите, получени при различни температури. Максимални стойности на антиоксидантния капацитет (АОК) се достигат при температура 100<sup>0</sup>С. Констатира се очевидна пропорционалност между стойностите на АОК и количествата на екстрахираните биоактивни компоненти, на които се дължат антиоксидантните качества на изследваната суровина артишок.

### Заклучение

Това изследване представя резултатите от оптимизацията на процеса на екстракция на отпадна биомаса от артишок - листа и стъбла. Определени са оптималните условия за провеждане на екстракционния процес: максимални количества от изследваните биоактивни компоненти (полифеноли и флавоноиди), както и максимален добив на тотален екстракт се получават при хидромодул 10/1, продължителност на контакта 1 час и температура 100<sup>0</sup>С. Получените резултати са приложими за организиране на производство на продукти с фармако-козметични приложения или хранителни добавки.

### Литература

1. Abu-Reidah I.M., D. Arraez-Roman, A. Segura-Carretero, A. Fernandez-Gutierrez, 2013. Extensive characterisation of bioactive phenolic constituents from globe artichoke (*Cynara scolymus* L.) by HPLC–DAD-ESI-QTOF-MS, *Food Chemistry*, 141, 2269–2277
2. Brand-Williams W., M.E. Cuvelier, C. Berset, 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensmit.-Wissensch. und Technol.*, 28, 25-30
3. Ciancolini A., M. Alignan, M. A. Pagnotta, J. Miquel, G. Vilarem, P. Crinò, 2013. Morphological characterization, biomass and pharmaceutical compounds in Italian globe artichoke genotypes, *Industrial Crops and Products*, 49, 326–333
4. da Silva J.M., N.Darmon, Y.Fenandez, S.Mitjavila, 1991. Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds, *Journ. Agric. Food and Chem.*, 39, 1549-1552
5. Fratianni F., M. Tucci, M. De Palma, R. Pepe, F. Nazzaro, 2007. Polyphenolic composition in different parts of some cultivars of globe artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. *scolymus* (L.) Fiori), *Food Chemistry*, 104, 1282–1286
6. Lattanzio V., P. A. Kroon, V. Linsalata, A. Cardinali, 2009. Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients, *Journal of Functional Foods*, 1, 131-144
7. Miadokova E., S. Nadova, V. Vlckova, V. Duhova, M. Kopaskova, L. Cipak, 2008. Antigenotoxic effect of extract from *Cynara cardunculus* L., *Phytotherapy Research*, 22, 77–81
8. Morales F., A. Cartelat, A. Alvarez-Fernandez, I. Moya, Z. G. Cerovic, 2005. Time-Resolved spectral studies of blue-green fluorescence of Artichoke (*Cynara cardunculus* L. Var. *Scolymus*) leaves: Identification of Chlorogenic acid as one of the major fluorophores and age-mediated changes, *Journal Agricultural Food Chemistry*, 53, 9668-9678
9. Negro D., V. Montesano, S. Grieco, P. Crupi, G. Sarli, A. De Lisi, G. Sonnante, 2012. Polyphenol compounds in Artichoke plant tissues and varieties, *Journal of Food Science*, 77, 244-252
10. Ordonez A.A.L., J.D.Gomez, M.A.Vattuone, M. Isla, 2006. Antioxidant activities of *Sechuim Edule* (Jack.) Swartz extracts, *Food Chemistry*, 97, 452-458
11. Pandino G., S. Lombardo, G. Mauromicale, G. Williamson, 2011. Phenolic acids and flavonoids in leaf and floral stem of cultivated and wild *Cynara cardunculus* L. genotypes, *Food Chemistry*, 126, 417–422
12. Singleton V., J. A. Rossi, 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *American Journal of Enology and Viticulture*, 16, 144-158