

АНТИОКСИДАНТЕН КАПАЦИТЕТ НА ПЛОДОВЕ НА ЧЕРНА БОРОВИНКА

*Р. Динкова, М. Георгиева, К. Василев, К. Михалев,
Н. Йончева, Х. Динков*

*УХТ–Пловдив, Катедра „Консервиране и хладилна технология“,
4000 Пловдив; e-mail: rada_d@abv.bg*

ABSTRACT

Methanol extracts from the fruits of black bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) with different regions (Trojan, Velingrad) of plant material, were analysed for their content of total polyphenols and anthocyanins and antioxidant capacity (DPPH-and FRAP-assay). The correlations between the content of total polyphenols and antioxidant capacity of the analysed samples were good ($R = 0.98-0.99$). The results show that the content of anthocyanins in the extracts contributes significantly to their antioxidant capacity, which is higher in the fruits from the region of Velingrad.

Key words: *Vaccinium myrtillus* L., polyphenols, anthocyanins, DPPH, FRAP

ВЪВЕДЕНИЕ

Множество *in vitro* изследвания показват, че полифенолите на ягодоплодните са мощни хранителни антиоксиданти [1–3]. Въпреки, че все още предстои научното доказване на вероятните механизми, съществуват убедителни доказателства за връзката между антиоксидантната активност на полифенолите на ягодоплодните и човешкото здраве [4].

Антиоксидантната активност зависи в голяма степен от вида на ягодоплодните, като обикновено диворастящите видове имат по-висок общ антиоксидантен потенциал от култивираните [5]. В последно време, обаче, има съобщения за значителни вариации в съдържанието на антоциани при популациите на диворастящи ягодоплодни видове, в частност черна боровинка [6, 7].

Целта на настоящата разработка е да се оценят полифенолното съдържание и антиоксидантния капацитет на плодове на черна боровинка в зависимост от произхода на растителния материал.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За аналитични цели са използвани следните реактиви: DPPH [2,2-дифенил-1-пикрилхидразил], TPTZ [2,4,6-три(2-пиридил)2-триазин] и Trolox [(±)-6-хидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоксилна киселина] (Sigma-Aldrich, Steinheim, Германия); реактив на Folin-Ciocalteu (FC-реактив) (Merck, Darmstadt, Германия); галова киселина монохидрат (Fluka, Buchs, Швейцария). Всички останали реактиви и разтворители са с аналитична чистота.

Използвани са плодове на черна боровинка (*Vaccinium myrtillus* L.) от находища в районите на Велинград и Троян. Плодовете са набрани (реколта 2009 г.) от предварително маркирани растения в средата на характерния за съответния район беритбен период и са транспортирани до лабораторията в рамките на 24 h. След сортиране за отстраняване на незрели, презрели или наранени плодове, разфасовките (~200 g) са поставени в полиетиленови пликове, замразени (-25°C) и съхранявани в замразено състояние (-18°C).

Подготовката на пробите е осъществена в съответствие със схемата от Фигура 1. Приблизително 100 g плодове са размразени при стайна температура и са смлени с пасатор MR 300 Minipimer compact (Braun, Kronberg, Germany). 25 g от плодовата каша са хомогенизирани с 40 mL подкиселен метанол (2300 µL 37% HCl в 1L метанол) в лабораторен дезинтегратор MPW-309 (Mechanika precyzyjna, Warsaw, Poland) за 2 min. Сместа е прехвърлена в ерленмайрова колба от 250 mL с общо 210 mL подкиселен метанол. След престояване в продължение на едно денонощие в хладилни условия (10°C) съдържанието на колбата е филтрирано през нагънат филтър. След изпаряване под вакуум (40°C), концентратът е прехвърлен в мерителна колба от 100 mL и съдържанието е доведено до марката с подкиселена вода (pH 1.5). Полученият базов екстракт (40 mL) е допълнително екстрахиран с етил

ацетат (40 mL) трикратно. Комбинираните екстракти са изпарени под вакуум. Сухият остатък е разтворен в 4 mL метанол – фракция 1. Аналогично е приготвена фракция 2, като са използвани 40 mL от базовия екстракт при pH 7.0. Екстракцията и фракционирането са осъществени трикратно.

ЧЕРНИ БОРОВИНКИ

РАЗМРАЗЯВАНЕ

СМИЛАНЕ

ЕКСТРАКЦИЯ

БАЗОВ ЕКСТРАКТ

(антоциани, фенолни киселини и неантоцианови флавоноиди)

Анализи: TMA; TPP; DPPH; FRAP

ФРАКЦИОНИРАНЕ

ФРАКЦИЯ 1

(фенолни киселини)

Анализи: TPP; DPPH; FRAP

ФРАКЦИЯ 2

(неантоцианови флавоноиди)

Анализи: TPP; DPPH; FRAP

Фигура 1. Схема на опитната постановка

Анализите на общи полифеноли (TPP), общи мономерни антоциани (TMA), радикалоулавяща способност (DPPH-тест) и металоредуцираща способност (FRAP-тест) са осъществени в съответствие с методите описани в [8]. Представените резултати са средноаритметични стойности от най-малко три паралелни определения, като коефициентите на вариация са по-малки от 5%.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Данните за съдържанието на общи полифеноли и общи мономерни антоциани и антиоксидантния капацитет на изследваните проби са представени в Таблица 1.

Като цяло, антиоксидантният капацитет и полифенолното съдържание на базовите екстракти са значително по-високи от тези на фракциите. Наличието на синергизъм при антиоксидантното действие, вероятно, съществено допринася за установените резултати. Съществуват добри корелационни зависимости ($R = 0.98-0.99$) между съдържанието на общи полифеноли и антиоксидантния капацитет на изследваните проби.

Таблица 1. Съдържание на общи мономерни антоциани (ТМА) и общи полифеноли (ТРР) и стойности на антиоксидантния капацитет (DPPH и FRAP) на екстрактите от плодове на черна боровинка в зависимост от района на произход

Анализиран показател	Район на произход на плодовете					
	Базов екстракт	Троян		Базов екстракт	Велинград	
		Фракция 1	Фракция 2		Фракция 1	Фракция 2
ТМА (mg CGE ¹ /100 g)	628.4	-	-	853.2	-	-
ТРР (mg GAE ² /100 g)	1075.4	168.8	146.2	1087.5	121.7	74.4
DPPH (μmol TE ³ /100 g)	6725.0	846.3	813.8	7750.0	850.0	631.3
FRAP (μmol TE ³ /100 g)	7644.4	1295.6	1060.0	10652.8	970.6	555.3

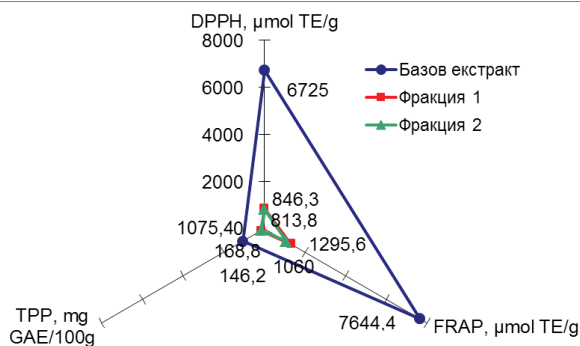
¹Резултатите са изразени като еквиваленти на цианидин 3-глюкозид.

²Резултатите са изразени като еквиваленти на галова киселина.

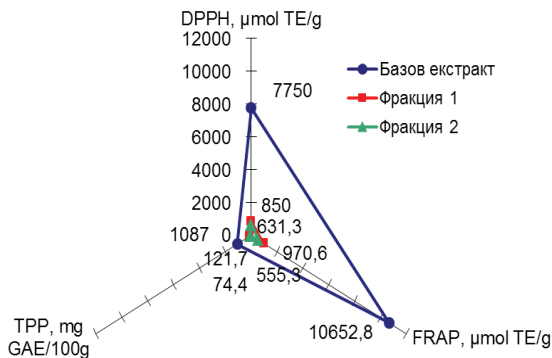
³Резултатите са изразени като еквиваленти на Trolox (водоразтворим аналог на витамин Е).

Интересно е да се отбележи наличието на 15.2–39.4% по-високи стойности на антиоксидантния капацитет при базовите екстракти на плодовете от района на Велинград в сравнение с тези от района на Троян. Този факт може да се обясни с 35.8% по-високото съдържание на общи антоциани при първата проба, тъй като няма съществена разлика в общото полифенолно съдържание. Наличието на подобна зависимост на антоциановото съдържание от произхода е установено наскоро при черните боровинки в Латвия [7] и Финландия [6].

A



B



Фигура 2. Радарна диаграма на антиоксидантния капацитет на екстрактите от плодове на черна боровинка в зависимост от района на произход: A – Троян; B – Велинград.

За комплексното характеризиране на общия антиоксидантен капацитет е приложен подходът на Terashima et al. [9], като радарната диаграма (Фигура 2) е построена на база стойностите за съдържание на общи полифеноли (TPP), металоредуцираща (FRAP) и радикалоулавяща (DPPH) способност. Съществено значение за активността на екстрактите от плодове на черна боровинка имат полифенолни анти-

оксиданти, действащи едновременно като донори на водородни атоми (DPPH-тест) и електрони (FRAP-тест).

ИЗВОДИ

Получените резултати показват, че антоциановото съдържание и антиоксидантния капацитет на екстрактите от плодове на черна боровинка съществено зависят от произхода, което вероятно се дължи на различия в почвените и климатични условия.

БЛАГОДАРНОСТ

Представеното изследване е финансово подпомогнато от фонд „Научни изследвания“ към МОМН (Проект № ДО02-334/20.12.2008 г.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Jakobek, L., Šeruga, M., Novak, I., Medvidović-Kosanović, M. (2007). Flavonols, phenolic acids and antioxidant activity of some red fruits. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 103, 369–378.
2. Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., Wrolstad, R. E. (2002). Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 519–525.
3. Kähkönen, M. P., Hopia, A. I., Heinonen, M. (2001). Berry phenolics and their antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4076-4082.
4. Heinonen, M (2007). Antioxidant activity and antimicrobial effect of berry phenolics – a Finnish perspective. *Molecular Nutrition and Food Research*, 51, 684–691.
5. Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Prior, R. L. (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 4026–4037.
6. Lähti, A. K., Riihinen, K. R., Kainulainen, P. S. (2008). Analysis of anthocyanin variation in wild populations of bilberry (*Vaccinium*

- myrtillus L.) in Finland. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 190–196.
7. Burdulis, D., Ivanauskas, L., Dirse, V., Kazlauskas, S., Razukas, A. (2007). Study of diversity of anthocyanin composition in bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruits. *Medicina (Kaunas)*, 43, 971–977.
 8. Йончева, Н., Георгиева, М., Иванов, Г., Михалев, К., Кондакова, В. (2010). Профил на антиоксидантния капацитет на плодове от различни видове диворастящи ягодоплодни. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 13, 1475–1481.
 9. Terashima, M., Nakatani, I., Harima, A., Nakamura, S., Shiiba, M. (2007). New method to evaluate water-soluble antioxidant activity based on protein structural change. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 165–169.

