

Функционални храни от плодове и зеленчуци, богати на антиоксиданти

Доц. Мария Крачанова,¹ проф. Христо Крачанов,² н.с. инж. Петко Денев,¹ н.с. Мариана Николова,¹ доц. Васил Карагъзов,³ д-р Антон Славов,³ Ирина Янакиева,¹ инж. Александър Ричнев²

¹Лаборатория по биологично активни вещества, ИОХ с ЦФ – БАН, Пловдив

²Фирма ВИТАНЕА ООД, Пловдив

³Научно-изследователска лаборатория за екологични и функционални храни, НИЛЕФХ при УХТ, Пловдив

Резюме

Изследвани са някои антиоксидантни компоненти в плодове и зеленчуци, култивирани в България. Определено е съдържанието на общи полифенолни съединения и антиоксидантната активност по метода Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC). Наблюдавана е добра корелация между тези два параметъра. Въз основа на получените резултати са подбрани плодове и зеленчукови суровини, които са използвани за получаване на функционални храни с антиоксидантно действие.

Ключови думи: антиоксиданти, плодове, зеленчуци, антиоксидантна активност

Abstract

Functional foods from fruit and vegetables rich in antioxidants

assoc. prof. Maria Kratchanova¹, prof. Christo Kratchanov², eng. Petko Denev¹, Mariana Nikolova¹, assoc. prof. Vasil Karagyozov³, Anton Slavov PhD³, Irina Yanakieva¹, eng. Alexander Richnev²

¹ Laboratory of biologically active substances, IOC CF – BAS, Plovdiv

² VITANEА Ltd. - Plovdiv

³ Laboratory of ecological and functional foods, University of Food Technologies – Plovdiv

The antioxidant components of various fruits and vegetables cultivated in Bulgaria were investigated. Fruits were characterized for their polyphenol content and Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) antioxidant activity. There was a good linear correlation between these two parameters. Fruit and vegetables, which revealed the highest antioxidant activity were chosen as source for production of functional foods, rich in natural antioxidants.

Key words: antioxidants, fruits, vegetables, antioxidant activity

Увод

В последно време бе доказано, че някои от социално значимите заболявания, като атеросклероза, хипертония, захарен диабет II тип, както и много форми на рака, са обусловени от храненето. Същевременно се установи какво огромно положително влияние върху човека има храната, съдържаща биологично-активни компоненти. Откриването на биологично-активните вещества в плодовете и зеленчуците дава началото на една нова ера в пълноценното хранене на човека.^{1,2} Чрез храната могат да се решат проблемите, свързани с окислителните процеси в организма и отстраняването на свободните радикали,³ които участват в патофизиологията на много заболявания: атеросклероза, сърдечно-съдови, израждане на клетките, неправилно функциониране на нервната система и др.

Плодовете и зеленчуците са богати на антиоксиданти, които могат да неутрализират свободните радикали и да блокират окислителните процеси в организма и по-специално липидната пероксидация. По този начин храната може да предпазва от болести. Все повече доказателства разкриват участието на антиоксидантните агенти, като пероксиден радикал (ROO₂), хидроксиден радикал (HO₂), супероксиден анион (O₂⁻) и синглетен кислород (¹O₂) в патофизиологията

на процесите на стареене и множество хронични дегенеративни заболявания, като рак, сърдечно-съдови заболявания, диабет, болест на Алцхаймер, болест на Паркинсон и др.^{4,5} Живите клетки притежават защитна система от антиоксиданти, която има за цел да предпазва от формиране и да улавя образуваните свободни радикали в организма. За да се повишат защитните сили на организма против процесите на пероксидация, се налага прием на антиоксиданти с храната. Повечето антиоксиданти, приемани с диетата, са от растителен произход, като най-богати източници са плодовете, зеленчуците зърнените храни и др. С най-голямо значение за антиоксидантните свойства на тези суровини са полифенолните съединения, каротеноидите, витамини С и Е и др.

Събрани са и редица научни доказателства, според които повишената консумация на тези храни води до намаляване на риска от редица дегенеративни заболявания, като рак^{6,7,8} и сърдечно-съдови болести.^{9,10} Антиоксидантните свойства на растителните суровини се дължат предимно на съдържащите се в тях полифеноли. В зависимост от тяхната химична структура, полифенолните съединения могат да бъдат разделени на 10 групи, най-важна сред които е тази на флавоноидите. От своя страна флавоноидите се разделят на 13 подкласа

с над 4000 представители. Сред най-разпространените класове флавоноиди са: флаволи, катехини, изофлаволи, флаванони, флавоноли, антоцианини и проантоцианини. Съдържането на флавоноиди в растенията зависи както от генетичните им особености, така също и от условията на околната среда. Други фактори, които влияят, са климатични особености, степен на зрялост, покълване, сорт, преработка и условия на съхранение. Интересът към полифенолите, съдържащи се в храната, нарасна след установяването на тяхната роля при превенцията на редица патологични състояния. Много научни доказателства разкриват антитуморната,^{11, 12} антиисхемичната,¹³ антиалергичната и противовъзпалителната активности на флавоноидите.^{14, 15} Тези активности се дължат предимно на тяхното антиоксидантно действие. Много епидемиологични изследвания показват връзката между увеличената консумация на богати на флавоноиди храни и намаляването на риска от сърдечно-съдови заболявания и определени типове рак.^{9, 16, 17} Ето защо консумацията на плодове, зеленчуци и функционални храни, получени от тях, трябва да бъде неизменна част от една добре балансирана диета. Една храна може да се нарече функционална, ако проявява въздействие върху една или повече функции на организма, свързани с подобряване на здравето или с намаляване на риска от заболявания.

Производството на функционални храни, съдържащи антиоксиданти, има важно значение за подобряване на качеството на живот на съвременния човек, а от тук и за населението на земята. Конкретно за България това е особено належащо, тъй като все още този тип хранителни продукти не се произвеждат у нас в необходимото разнообразие и в достатъчно количество.

Материали и методи

Суровини

Всички плодови и зеленчукови суровини са култивирани в България. Плодовете са доставени от производители, а зеленчуците са закупени от нашите пазари. След доставка суровините бяха замразени и съхранявани при -18°C , докато бъдат анализирани.

Екстрахиране на полифенолни съединения

2 g от суровината се нарязва на дребно и се екстрахира двукратно с 80% разтвор на ацетон, подкислен с 0.5% мравчена киселина при хидромодул 10 в продължение на 1 h при непрекъснато разбъркване на магнитна бъркачка. Сместа се центрофугира в продължение на 20 min при 6000 g. Супернатантите се отдекантират, събират и се използват за анализиране на съдържание на общи полифенолни съединения, съдържание на антоцианини и антиоксидантна активност и HPLC определяне на индивидуални полифенолни съединения.

HPLC методи

Катехини, флавоноли и антоцианини са определени количествено на HPLC хроматографска система Millipore Waters 510 UV-VIS с детектор Waters 484, свързан с интегратор Waters 740 Data Modul Att-8. Използва се колона ODS-Hypersil (Hewlett Packard) 200X4.6, 5 μm (Germany).

Определяне на антиоксидантна активност

Метод за определяне на антиоксидантна активност – Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC).⁴

Резултати и дискусия

Антоцианините са клас флавоноиди, отговорни за оцветяването на различни плодове, зеленчуци и цветя в червено, синьо, виолетово, черно и др. Наред с ролята си на природни пигменти, антоцианините притежават и редица здравословни ефекти. Способни са да ускоряват омрежването на колагеновите влакна и по такъв начин да образуват колагеновата матрица на съединителната тъкан (хрущяли, сухожилия и др.). Също така инхибират ензимното разкъсване на колагена по време на възпалителни процеси и така повишават синтезата на мукополизахариди и колаген. Антоцианините притежават силна Р-витаминна активност. Техният ефект в редуциране на капилярната чупливост и пропускливост по интензивност и продължителност на действие е около два пъти по-висок от този на рутина. Антоцианините инхибират ензимната и неензимната деградация на базалната мембрана на колагена в мозъчните капиляри, като по такъв начин

помагат за поддържане и възстановяване на мозъчната тъкан срещу лекарства и различни токсини. Анти-възпалителният ефект на антоцианините се дължи на тяхното подтискащо действие на синтеза на хистамин, серинови протеинази, простагландини и левкотриени. Доказано е, че цианидинът има много добре изразен анти-възпалителен ефект в сравнение с други нестероидни антивъзпалителни лекарства. Наблюдаван е и значителен ефект при понижението на кръвната захар и благоприятен ефект върху метаболизма на холестерола. В клинични условия антоцианините се прилагат при очни смущения, при предпазване и третиране на глаукома, при подобрение на зрението и лекуване на разширени вени. Най-високо съдържание на антоцианини (табл. 1) имат плодовете на черния бъз. Основните багрилни компоненти на изследваните плодове са гликозидите на цианидина. Дренките съдържат също делфинидин и пеларгонидин. Най-бедни на антоцианини са ягодата, червената боровинка и малината.

Флавонолите са друг клас флавоноиди, които се характеризират със силни антиоксидантни свойства. От всички флавоноиди най-висок потенциал за улавяне на водоразтворими и мастноразтворими радикали има флавонолът кверцетин. При експериментелни изследвания кверцетинът показва по-висока антиоксидантна активност от витамините С и Е.

Катехините са клас биологично-активни флавоноиди, които се отличават с високи антиоксидантни свойства и разнообразни терапевтични ефекти. Те намаляват натрупването на атеросклеротични плаки¹⁸ и имат противораков ефект.¹⁹ Други изследвания свързват консумацията на катехини с намален риск от инфаркт, сърдечна недостатъчност и диабет. Катехините от зеления чай действат като природен антибиотик, поради ролята им при потискане на определен етап от репликацията на бактериалната ДНК. По-голямата част от изследваните плодове са бедни на флавоноли (табл. 2). Само червената боровинка съдържа мирецетин в количество, равно на антоцианиновото съдържание. От данните в таблицата се вижда, че всички изследвани суровини съдържат катехини в сравнително голямо количество с изключение на дренките (22 mg/100 g) и

Суровина	Цианидинови гликозиди (mg/100 g)			Гликозиди на Delphinidin (mg/100 g)	Гликозиди на Pelargonidin (mg/100 g)	Гликозиди на Malvidin (mg/100 g)
	Cy-3-Glc Cy-3-Gal	Cy-3-Arab	Cy-3,5-di-Glc			
Арония	169.39	185.71	42.86	-	-	-
Вишна	70.56	56.30	86.32	-	-	-
Дренка	66.53	11.09	8.32	22.18	13.12	-
Касис	255.29	-	40.62	224.35	-	-
Къпина	201.89	51.44	23.49	-	-	-
Малина	140.26	-	6.70	-	-	-
Червена боровинка	51.64	-	26.78	5.55	-	-
Черен бъз	732.42	168.26	166.28	-	-	-
Черна боровинка	125.54	-	-	118.36	5.02	15.24
Ягода	6.40	47.51	14.46	13.63	43.37	-

Табл. 1. Състав и количество на антоцианини в избрани плодове

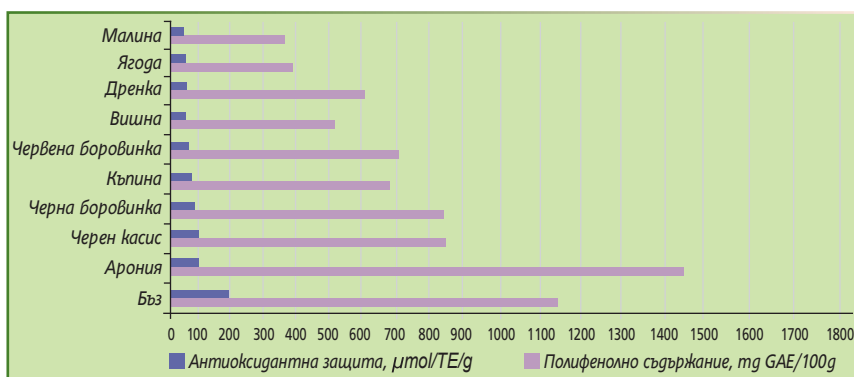
Плодове	Мирецетин (mg/100 g)	Кверцетин (mg/100 g)	Кемпферол (mg/100 g)	Катехин (mg/100 g)	Епикатехин (mg/100 g)
Арония	-	0.52	-	154.29	530.61
Вишна	3.30	0.27	0.98	144.50	279.62
Дренка	3.23	-	0.10	-	21.25
Касис	-	-	0.08	66.53	439.03
Къпина	2.41	0.43	-	49.70	18.83
Малина	-	-	-	27.00	142.56
Червена боровинка	78.42	-	-	164.48	158.75
Черен бъз	-	0.94	-	126.69	-
Черна боровинка	-	0.22	0.24	220.59	229.56
Ягода	-	-	-	54.32	41.93

Табл. 2. Съдържание на флавоноли и катехини в избрани плодове

ягодата, съдържаща катехин и епикатехин по 50 mg/100 g. В по-голяма част от случаите епикатехинът е преобладаващ, особено в аронията, касиса и малината. На фиг. 1 са представени данни за съдържанието на общи полифенолни съединения в изследваните плодове и техните антиоксидантни свойства. Вижда се, че общо взето е налице корелация между полифенолното съдържание и антиоксидантната активност. Само при аронията се наблюдава известно незначително отклонение.

Най-богати на антиоксиданти са аронията, касисът, бъзът, черната боровинка и къпината. По своите вкусови качества обаче малината и ягодата са

на първо място. По тази причина разработихме технология за получаване на диетични нектари от арония, касис, къпина, малина и ягода, подходящи и за диабетици. Нектарите от малина и ягода са обогатени на антиоксиданти чрез добавяне на сок от арония. Данни за съдържанието на антоцианини, полифеноли и антиоксидантна активност на плодови сокове и нектари са показани в табл. 3. Нектарите от арония и къпина бяха изпитани в клиниката по ендокринология при МУ Пловдив. Установено бе, че употребата на диетичен нектар от арония при диабетици води до намаляване на кръвната захар с 10 до 30%.²⁰



Фиг. 1. Антиоксидантна активност и полифенолно съдържание на избрани плодове

Продукти, богати на антоцианини	Антоцианини mg/l	Полифеноли mg/l	ORAC µmol TE/l
Сок АРОНИЯ с гобавена фруктоза	545,2	2934	42188
Нектар АРОНИЯ без захар	260,1	1571	24253
Нектар КЪПИНА без захар	220,1	1280	21470
Нектар ЯГОДА без захар	173,2	1030	18523
Нектар МАЛИНА без захар	34,3	522	8026
Нектар КАСИС без захар	94,2	1119	19229

Табл. 3. Съдържание на антоцианини, полифеноли и антиоксидантна активност на функционални храни от плодове

Друг тип функционални храни, които бяха разработени на базата на плодове, богати на антоцианини, са плодови пюрета. В табл. 4 са показани данни за антиоксидантните свойства на такива пюрета.

В табл. 5 са представени данни за съдържанието на флавоноли в зеленчукови сокове. Прави впечатление, че зеленчуците са по-богати на флавоноли от плодовете. Най-богат източник на мерицитин са червените камби, на кверцетин – спанакът, а на кемпферол – целината.

На фиг. 2 са дадени резултатите за антиоксидантната активност и полифенолното съдържание на зеленчуците. Отново е налице добра корелация между тези два параметъра.

От обичайните за нашата кухня зеленчуци следват да се отбележат червен пипер, праз, зелен фасул, броколи, лук (бял и червен), а от подправките – магданоз, листа от целина, девесил, лютив чушки и копър. Разработени бяха технологии за получаване на консерви, сокове и дресинги от някои от спомена-

Пюре	ORAC µmol TE/g	ПОЛИФЕНОЛИ mg GAE/100g
пюре гренки	55.78	512.16
пюре арония	153.47	1130.76
пюре ягода	44.48	214.40
пюре касис	61.35	528.37
пюре къпина	65.31	379.43
пюре къпина + гренки	54.54	447.65
пюре малина	30.29	240.09
пюре малина+банан	32.25	202.56

Табл. 4. Антиоксидантна активност и полифенолно съдържание на плодови пюрета

Зеленчуци	Мерицитин, mg/L	Кварцетин, mg/L	Кемферол, mg/L
Бамя	–	–	0.88
Броколи	–	–	–
Гъзум	–	–	1.5
Зелен фасул	–	0.16	–
Камби	39	–	–
Карфиол	–	–	–
Целина	–	–	6.8
Копър	–	–	2.8
Лютти чушки	14	–	0.6
Магданоз	–	–	2.4
Спанак	–	31	–
Червени чушки	14	0.32	–

Табл. 5. Съдържание на флавоноли в сок от избрани зеленчуци

тите зеленчуци и подправки, които са предадени за изпитание на различни болнични заведения с цел организиране на редовно производство. Данните за антиоксидантната активност на някои от тези храни са представени в табл. 6.

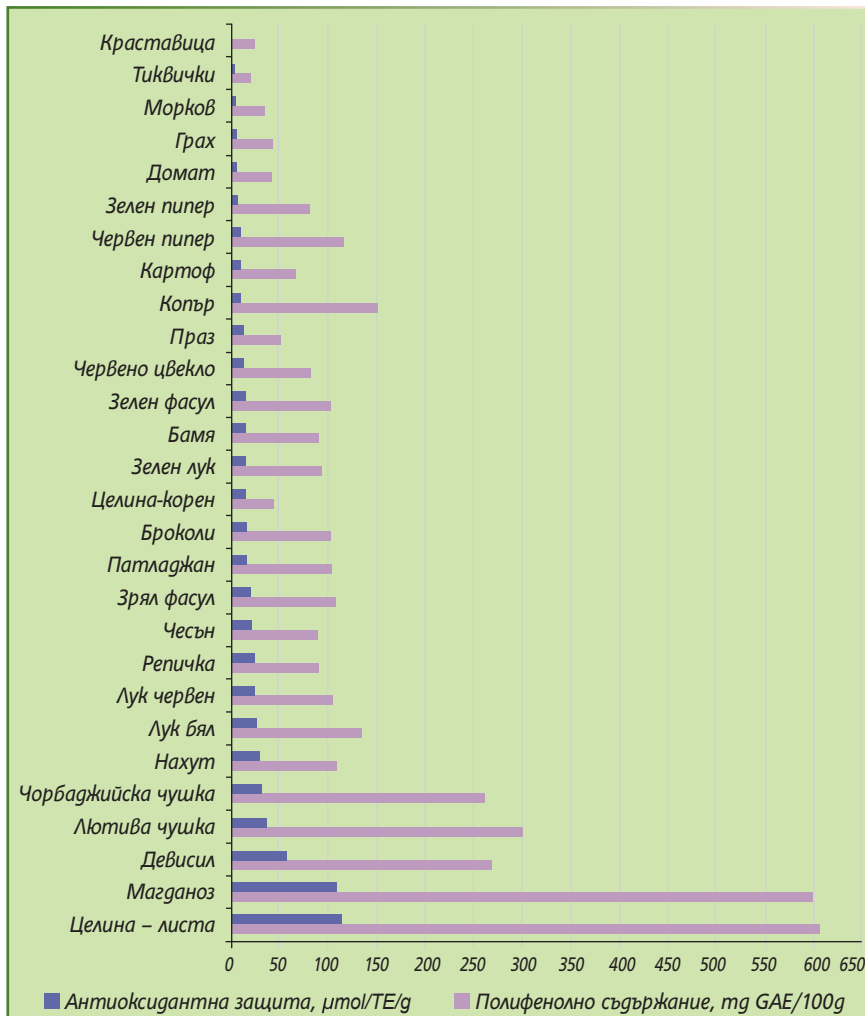
Изводи

Изследваните антоцианинови плодове са богат източник на антиоксиданти

Продукт	ORAC $\mu\text{mol TE/g}$
Пюре червено цвекло	16.0
Салата от червено цвекло	21.1
Смесена зеленчукова консерва	42.4
Консерва червено цвекло	37.1
Консерва спанак	64.1
Пюре от соя	62.2
Салата от зелен фасул	10.12
Салата от зрял фасул	43.1

Табл. 6. Антиоксидантна активност на получените функционални храни от зеленчуци

и се характеризират с висока антиоксидантна активност. Най-богат източник на антиоксидантни компоненти са аронията, бъза и касиса. От друга страна, ягодата и малината се характеризират с най-добри вкусови качества, а плодовете на бъза са вкусово не много приятни. По тази причина бяха произведени диетични плодови нектари от арония, касис и къпина с висока антиоксидантна активност. От ягода и малина бяха произведени нектари с добавка на сок от арония.



Фиг. 2. Антиоксидантна активност и полифенолно съдържание на избрани зеленчуци

От изследваните зеленчуци с най-висока антиоксидантна активност са листните зеленчуци. Това ги прави подходящи за включване в зеленчукови функционални храни в комбинация с други зеленчуци – червено цвекло, зелен фасул, тиквички, моркови, зрял фасул и др. В резултат на изследванията бяха разработени технологии за пюреобразни зеленчукови храни с добра антиоксидантна активност.

Книзопис

- Diplock, A.T., P. J. Agget, M. Ashwell, F. Bornet, E. B. Fern, M. B. Roberfroid. Scientific Concept of Functional Food in Europe: Consensus Document. *British Journal of Nutrition* 1999; 81, Suppl. 1.
- Roberfroid, M. B., What Makes Food Functional, Proceeding of Euro Food Chem. X, 1, Budapest, Hungary, 1999, 3–10.
- Greenwald P., S. S. McDonald Antioxidants and the Prevention of Cancer in „Antioxidants in Human Health and Disease” Ed. J. K. Basce, N. J. Temple and M. L. Garg-CAB International 1999.
- Daies K.J. Oxidative stress, antioxidant defenses and damage removal, repair and replacement systems. *IUBMB life* 2000; 50, 279–289.
- Fenkel T., Holbrook N.J. Oxidants, oxidative stress and the biology of aging. *Nature* 2000, 408, 240–247.
- Ames B. M., Shigena M. K., Hagen T. M. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 1993; 90, 7915–7922.
- Doll R. An overview of the epidemiological evidence linking diet and cancer. *Proc. Nutr. Soc.* 1990; 49, 119–131.
- Dragsted L. O., Strube M., Larsen J. C. Cancer-protective factors in fruits and vegetables: biochemical and biological background. *Pharmacol. Toxicol.* 1993; 72, 116–135.
- Hertog M., Kromhout D., Aravanis C. Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven country study. *Arch. Int. Med.* 1995; 155, 381–386.
- Verlangieri A., Kapeghian J., Dean S., Bush M. Fruit and vegetable consumption and cardiovascular mortality. *Med. Hypotheses* 1985; 16, 7–15.
- Brown J. A review of the genetic effects of naturally occurring flavonoids, anthraquinones and related compounds. *Mutat. Res.* 1980; 75, 243–277.
- Deschner E., Ruperto J., Wong G., Newmark H., Quercetin and rutin as inhibitors of azoxymethanol-induced colonic neoplasia. *Carcinogenesis*, a2, 1991; 1193–1196.

Пълната библиографска справка е на разположение в издателството и може да бъде представена при поискване.