

Антиоксидантна активност и полифенолен състав на български сортове домати

Ана Атанасова¹, гл. ас. д-р Петко Денев²,
гл. ас. д-р Иванка Тринговска¹,
гл. ас. д-р Станислава Грозева¹, доц. д-р Даниела Ганева¹

¹Институт по зеленчукови култури „Марица“, Пловдив

²Институт по органична химия с център по фитохимия –
Българска академия на науките, Лаборатория по биологично
активни вещества, Пловдив

Резюме

Изследването е проведено с четири сорта домати, предназначени за свежа консумация, отличаващи се по маса и цвят на плода. Сортове „Идеал“, „Наслада“ и „Розалина роса“ се отнасят към групата на едрите домати с маса от 101 до 200 г, докато сорт „Розов блян“ е много едър с маса на плода над 200 г. Най-високо съдържание на общи полифеноли (61.34 mg/100 g) и рутин (3.20 mg/100 g) е установено в плодовете на сорт „Идеал“. Този сорт се отличава и с най-висока антиоксидантна активност, измерена и по двата използвани метода (9.7 μmol TE/g за ORAC и 5.14 μmol GAE/g за HORAC). Установена е добра корелация между съдържанието на общи полифеноли и антиоксидантната активност на изследваните плодове ($R^2=0.966$ за ORAC и $R^2=0.887$ за HORAC). Направеното проучване показва, че сорт „Идеал“ може да бъде отличен като богат източник на полифенолни антиоксиданти и присъствието му в ежедневната диета може да има благоприятен ефект при превенция на заболявания, свързани с оксидативен стрес.

Ключови думи: домати, полифеноли, ORAC, HORAC, антиоксиданти

Antioxidant Activity And Polyphenol Composition Of Bulgarian Tomato Varieties

Ana Atanasova¹, assist. prof. Petko Denev, PhD², assist. prof. Ivanka Tringovska, PhD¹, assist. prof. Stanoslava Grozeva, PhD¹,
assoc. prof. Daniela Ganeva, PhD¹

¹Vegetable Crops Research Institute, Plovdiv

²Institute of Organic Chemistry with Centre of Phytochemistry – Bulgarian Academy of Sciences, Laboratory of Biologically Active Substances, Plovdiv

Abstract

The study was conducted with four tomato cultivars, intended for direct consumption, and distinguished by fruit weight and color. Varieties Ideal, Naslada and Rozalina Rosa pertain to the group of large fruit tomatoes with average mass of the fruit in the range 101g–200 g, while variety Rozov Blian is very large with fruit weight over 200g. The highest contents of total polyphenols (61.34 mg/100 g) and rutin (3.20 mg/100 g) were found in fruits of Ideal variety. This variety was distinctive also with the highest antioxidant activity, measured by both methods used (9.7 μmol TE/g for ORAC and 5.14 μmol GAE/g for HORAC). A good correlation between the content of total polyphenols and antioxidant activity of the studied fruits ($R^2=0.966$ for ORAC and $R^2=0.887$ for HORAC) was observed. The performed study indicates that Ideal variety could be distinguished as a rich source of polyphenol antioxidants and its presence in the daily diet may have a beneficial effect in the prevention of diseases associated with oxidative stress.

Key words: tomatoes, polyphenols ORAC, HORAC, antioxidants

Въведение

Доматите (*Solanum lycopersicum* L.) са един от най-консумираните зеленчуци в света. В резултат на редица проучвания е установена връзка между ежедневно консумацията на домати плодове като основен източник на антиоксиданти и намаляване на риска от сърдечно-съдови заболявания и различни форми на рак^{1, 15, 10}. Основните антиоксиданти, проучени в домати, са ликопен, β -каротен, аскорбинова киселина и витамин E³.

Друга голяма група биологично активни вещества с изяви антиоксидантни свойства са полифенолите. Епидемиологични проучвания сочат, че повишената консумация на храни, богати на фенолни съединения, води до намален риск от различни заболявания^{14, 17}. Основните класове полифенолни съединения в домати са флавоноидите и фенолните киселини. От флавоноидите присъстват кверцетин, нарингенин, кемпферол, които се срещат предимно под формата на гликозиди¹². Антиоксидантните свойства на тези съединения се влияят силно от химичната им структура. Така например кверцетин и рутин се характеризират с високи стойности на антиоксидантна активност, измерени посредством ORAC метода, което показва, че тези компоненти имат добра способност да улавят и неутрализират биологично важните пероксидни радикали, образувани вследствие на метаболитните процеси в организма. Рутинът е основният флавоноид, присъстващ в домати. Установено е, че той притежава антихипергликемични и антиканцерогенни свойства, а също така в комбинация с други флавоноиди повишава тяхната антимикробна активност^{2, 5, 6}. От групата на фенолните киселини в най-висока концентрация в домати плодове е хлорогеновата киселина, следвана от кафеената. Съществуват данни, че хлорогеновата киселина и нейните изомери, а също и кафеената киселина, притежават антиоксидантни свойства и защитават ДНК в различна степен от разрушаващото действие на свободните радикали¹⁶.

Доматът е основен зеленчук, присъстващ на българската трапеза. През последните години интересът към българските сортове домати непрекъснато нараства. Наред със стопански важните показатели, като добив, устойчивост на болести и неприятели, селекцията на български сортове е насочена към повишаване на съдържанието на някои антиоксиданти, като ликопен, β -каротен и витамин С. От друга страна, все още количеството и съставът на полифенолните компоненти и антиоксидантната активност на български сортове домати са недостатъчно проучени. Целта на настоящото проучване е да се определи антиоксидантната активност, количеството и състава на полифенолни компоненти в някои български сортове домати.

Материал и методи

Растителен материал: Експериментът е изведен при полски условия в ИЗК „Марица“ – Пловдив през 2012 г. със сортове „Идеал“, „Наслада“, „Розалина роса“ (едри плодове, с маса на плода до 200 г) и „Розов блян“ (много едр, с маса на плода над 200 г).

Подготовка на пробите за анализ: 300–400 г средна проба от домати плодове в степен на пълна зрелост е лиофилизирана, стрита на блендер и съхранена при -20° C до анализа.

Екстракция на полифенолните компоненти: Към 0.5 г лиофилизирана проба са прибавени 20 ml 80% ацетон. Извличането на фенолните компоненти е извършено на ултразвукова вана за 20 min при стайна температура.

Определяне на общи полифеноли: Общото количество на полифенолите е определено спектрофотометрично при дължина на вълната 765 nm по метода на Singleton and Rossi¹¹.

Определяне на индивидуални фенолни съединения в домати плодове: Хроматографското определяне е осъществено на система за високоефективна течна хроматография Agilent 1200 с UV-DAD детектор при дължина на вълната 320 nm и 365 nm. Използвана е мобилна фаза А 0.5% оцетна киселина, В: метанол, pH=2.7, в условия на градиентно елуиране.

Oxygen Radical Absorbance Capacity – ORAC метод: Използван е методът, разработен от Ou et al.⁸ с някои модификации, описани подробно от Denev et al.⁴

Hydroxyl Radical Averting Capacity – HORAC метод: Методът е разработен от Ou et al. dimethylsulfoxid и измерва комплексообразуващата способност на даден антиоксидант в условия на реакция на Фентън, предизвикана от взаимодействие между Co(II) и H_2O_2 .

Статистическа обработка: Данните са представени като средна стойност от три повторения \pm стандартно отклонение (SD) и са обработени чрез Duncan's Multiple Range Test при $P < 0.05$ за разделяне на средните стойности.

Резултати и обсъждане

Данните, представени в табл. 1, показват, че сортовете домати, включени в настоящото изследване, са предназначени за свежа консумация, два от сортовете са с червен цвят на плода, докато другите два са с розов цвят. По отношение на средната маса „Идеал“, „Наслада“ и „Розалина роса“, съгласно IUPOV, попадат в групата на едрите домати с маса от 101 до 200 г. Въпреки това, между тях се наблюдават статистически различия – сорт „Наслада“ е с по-едри плодове от „Идеал“ и „Розалина роса“. Сорт „Розов блян“ се отличава с два пъти по-едри плодове.

От изследваните сортове „Идеал“ се отличава с

| Сорт | Средна маса на плода | Цвят | Направление |
|---------------------------------|----------------------|--------|------------------|
| „Идеал“ | 137.50c | червен | свежа консумация |
| „Наслада F ₁ “ | 159.25b | червен | свежа консумация |
| „Розалина роса F ₁ “ | 139.25c | розов | свежа консумация |
| „Розов блян“ | 378.50a | розов | свежа консумация |

A, b, c – стойностите, отбелязани с еднакви букви, са статистически неразличими според Duncan's Multiple Range Test, при $p \leq 0.05$

Табл. 1. Характеристика на изследваните сортове български домати

най-високо съдържание на общи полифеноли и рутин. Количеството на общите полифеноли е 1.4 пъти по-високо от това на останалите сортове, а съдържанието на рутин е около 2.1 пъти по-високо. Сортовете „Наслада“, „Розалина роса“ и „Розов блян“ не се различават статистически помежду си по отношение на количеството на тези компоненти (фиг. 1). Проведените от различни автори проучвания показват, че в дребноплодните домати количеството на полифенолите е по-високо в сравнение с тези с нормална големина^{13, 15}. В настоящото проучване тази тенденция се наблюдава само при сортовете „Наслада“ и „Идеал“. При сравнение на сортовете „Розалина роса“, „Наслада“ и „Розов блян“ се установява, че въпреки статистически доказаните разлики в масата на плодовете, съдържанието на общи полифеноли и рутин е еднакво. Това дава основание да се счита, че по-голямата маса на плода не винаги предполага по-ниско съдържание на флавоноиди. Според Stewart et al.¹³ генотипът е основният фактор, определящ съдържанието на фенолни компоненти при домати, отглеждани при еднакви климатични условия.

Количествата на хлорогеновата и кафеената киселина варират в границите от 2.03–3.68 mg/100 g свежа маса (хлорогенова киселина) и 0.14–0.64 mg/100 g свежа маса (кафеена киселина), без съществени разлики между сортовете.

| Сорт | Хлорогенова киселина, mg/100 g свежа маса | Кафеена киселина, mg/100 g свежа маса |
|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| „Идеал“ | 3.01±0.09 ns | 0.20±0.03 ns |
| „Наслада F ₁ “ | 2.03±0.27 ns | 0.64±0.68 ns |
| „Розалина роса F ₁ “ | 3.68±1.98 ns | 0.14±0.07 ns |
| „Розов блян“ | 2.46±0.34 ns | 0.33±0.01 ns |

Ns – стойностите са статистически неразличими според Duncan's Multiple Range Test, при $p \leq 0.05$

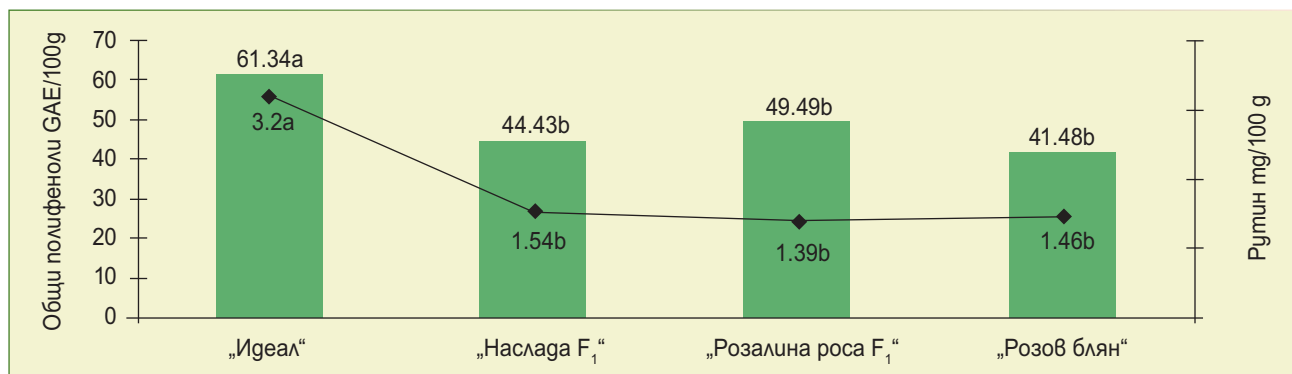
Табл. 2. Съдържание на хлорогенова и кафеена киселина в български сортове домати

Стойностите на антиоксидантната активност на изследваните сортове домати са представени на фиг. 2. Сорт „Идеал“ се отличава с най-висока антиоксидантна активност, измерена по ORAC и HORAC методите. Това може да бъде обяснено с по-високото съдържание на общи полифеноли и рутин при този сорт. При останалите три сорта не се наблюдават съществени различия в антиоксидантната активност.

В литературата съществуват данни за зависимост между антиоксидантната активност и полифенолното съдържание при домати плодове⁷. Подобна тенденция е установена и в настоящото изследване, което се потвърждава от високите коефициенти на корелация между тези два показателя (фиг. 3). Следователно антиоксидантният капацитет на домати-те до голяма степен се определя от количеството на полифенолните съединения, съдържащи се в тях.

Заклучение

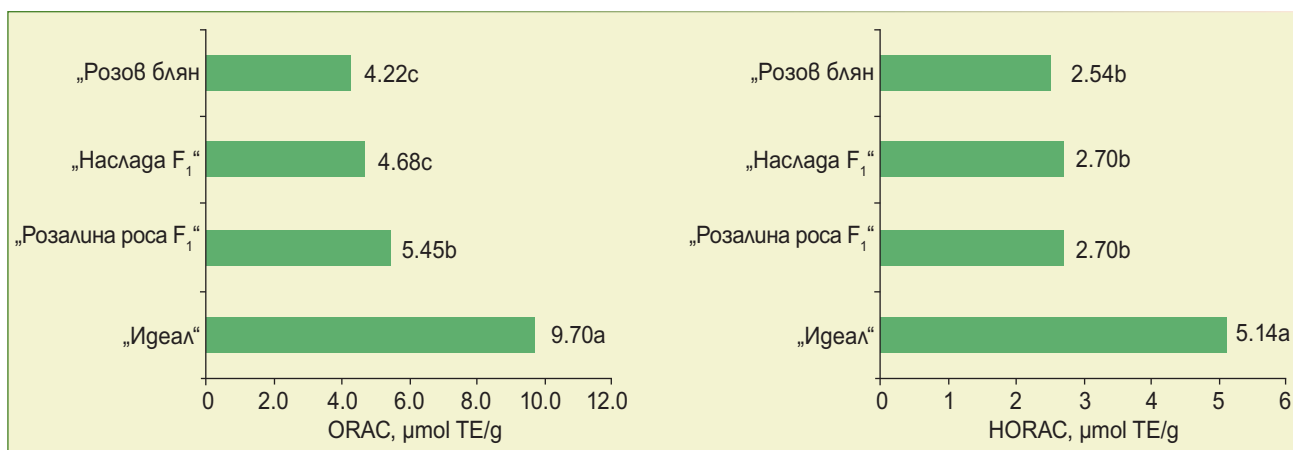
Данните от HPLC анализа показват, че сорт „Идеал“ е с най-високи стойности на рутин 3.20 mg/100 g свежа маса, а спектрофотометричният анализ определя този сорт като най-богат източник на общи полифеноли – 61.34 mg/100 g свежа маса. Сорт „Идеал“ се отличава и с най-висока антиоксидантна активност, измерена и по двата метода (9.7 $\mu\text{mol TE/g}$ за ORAC и



A, b, c – стойностите, отбелязани с еднакви букви, са статистически неразличими според Duncan's Multiple Range Test, при $p \leq 0.05$

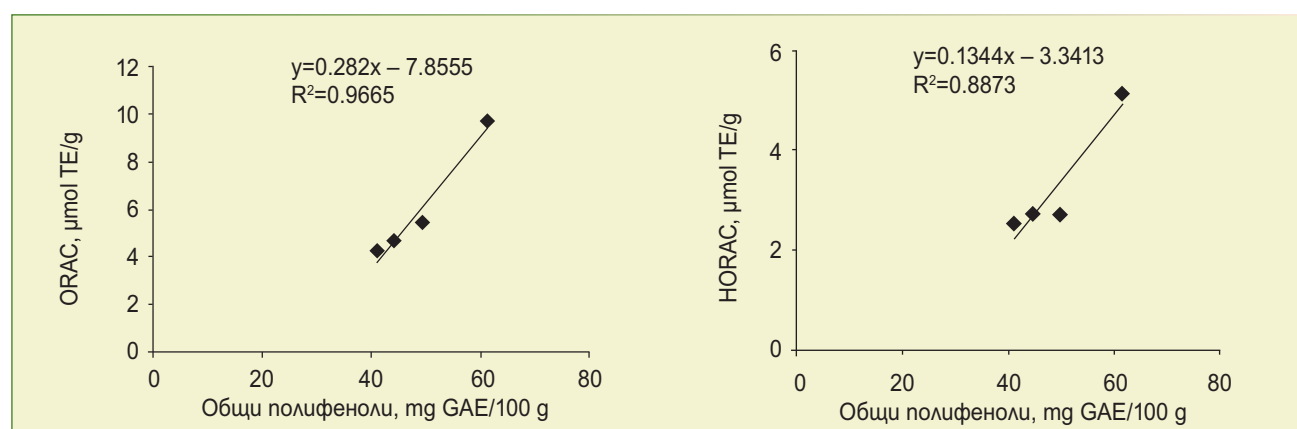
Фиг. 1. Съдържание на общи полифеноли и рутин в изследваните български сортове домати





A, b, c – стойностите, отбелязани с еднакви букви, са статистически неразличими според Duncan's Multiple Range Test, при $p < 0.05$

Фиг. 2. Антиоксидантна активност на български сортове домати



Фиг. 3. Корелация между съдържанието на общи полифеноли и антиоксидантна активност на български сортове домати

5.14 µmol GAE/g за HORAC). Следователно от изследваните проби този сорт може да бъде отличен като най-богат източник на полифенолни антиоксиданти и присъствието му в ежедневната диета може да има благоприятен ефект при превенцията на заболявания, свързани с оксидативен стрес.

Благодарност

Настоящото изследване е осъществено благодарение на финансовата подкрепа на проект ДМУ 03/76 към Фонд „Научни изследвания“, Министертво на образованието и науката.

Книгопис

- Agarwal S, Rao VA. Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. – *CMAJ*, 2000, 163(6):739–744.
- Arima H, Ashida H, Genn-ichi-Danno. Rutin enhanced antibacterial activities of flavonoids against *Bacillus cereus* and *Salmonella enteritidis*. – *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 2002, 66(5):1009–1014.
- Beutner S, Bloedorn B, Frixel S, Hernández Blanco I, Hoffmann T, Martin HD, Mayer B, Noack P, Ruck C, Schmidt M, Schülke I, Sell S, Ernst H, Haremza S, Seybold G, Sies H, Stahl W, Walsh R. Quantitative assessment of antioxidant properties of natural colorants and phytochemicals: Carotenoids, flavonoids, phenols, and indigoids. The role of β -carotene in antioxidant functions. – *J. Sci. Food Agr*, 2001, 81:559–568.
- Denev P, Ciz M, Ambrozova A, Lojek I, Yanakieva I, Krachanova M. Solid phase extraction of berries'antocyanins and evaluation of their antioxidative properties. – *Food Chem*, 2010, 123:1055–1061.

- Kamalakkannan N., Prince SMP. Antihyperglycaemic and antioxidant effect of rutin, a polyphenolic flavonoid, in streptozotocin-induced diabeticwistar rats. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 2006;98:97-103.
- Lin JP, Yang JS, Lin JJ, Lai KC, Lu HF, Ma CY, Wu SCR, Wu KC, Chueh FS, Wood GW, Chung JG. Rutin inhibits human leukemia tumor growth in a murine xenograft model *in vivo*. *Environ. – Toxicol.*, 2012, 27(8):480–484.
- Olajire AA, Azeze L. Total antioxidant activity, phenolic, flavonoid and ascorbic acid contents of Nigerian vegetables. – *Afr. J. Food Sci. Technol*, 2011, 2(2):22–29.
- Ou B., Hampsh-Woodill M, Prior RL. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. – *J. Agric. Food Chem*, 2001, 49:4619–4626.
- Ou B, Hampsh-Woodill M, Flanagan J, Deemer EK, Prior RL, Huang D. Novel fluorometric assay for hydroxyl radical prevention capacity using fluorescein as the probe. – *J. Agric. Food Chem*, 2002, 50:2772–2777.
- Sesso DH, Buring EJ, Zhang MS, Norkus PE, Gaziano MJ. Dietary and plasma lycopene and the risk of breast cancer. – *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev*, 2005, 14(5):1074–1081.
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. – *Am. J. Enol. Vitic.*, 1965;16:144–158.
- Slimestad R, Verheul M. Review of flavonoids and other phenolics from fruits of different tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivars. – *J. Sci. Food Agr*. 2009;89:1255–1270.
- Stewart AJ, Bozonnet S, Mullen W, Jenkins GI, Lean MEJ, Crozier A. Occurrence of flavonols in tomatoes and tomato-based products. – *J. Agric. Food Chem*. 2000;48:2663–2669.
- Terao J, Kawai Y, Murota K. Vegetable flavonoids and cardiovascular disease. *Asia. Pac. J. Clin. Nutr.*, 2008, 17(S1):291–293.
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. Tomatoes and cardiovascular health. – *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2003, 43:1–18.
- Xu JG, Hu QP, Liu Y. Antioxidant and DNA-protective activities of chlorogenic acid isomers. – *J. Agric. Food Chem.*, 2012, 60:11625–11630.
- Yomamoto T, Yoshemura M, Yamaguchi F, Kouchi T, Tsuji R, Saito M, Obata A, Kikuchi M. Anti-allergic activity of naringenin chalcone from a tomato skin extract. – *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 2004;68(8):1706–1711.