

## ANALYSIS OF CAROTENOIDS AND LYCOPENE IN TOMATO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) AND THEIR RETENTION IN TOMATO JUICE

Andrea Mendelová, Alena Andrejiová, Miriam Líšková, Dagmar Kozelová, Ján Mareček

### ABSTRACT

In this work we investigated the effect of variety and processing on the content of carotenoids and lycopene in fruits and Tomato juice from the fruit after heat treatment. The experiment included four varieties of edible tomato for industrial processing (Báb, Žiara PK, Šampion and Roti PK). The concentration of total carotenoids and lycopene were determined spectrophotometrically on UV-VIS spectrophotometer Jenway at a wavelength of 445 and 472 nm. The highest average content of carotenoids in fruits were recorded at a variety Roti PK ( $7.0 \text{ mg}/100 \text{ g}^{-1}$ ) and lowest in variety Báb ( $4.8 \text{ mg}/100 \text{ g}^{-1}$ ). Heat treatment had a statistically significant positive effect on the lycopene content, changes in carotenoid content were not significant. Effect of genotype (variety) for the content of the endpoint was significantly important.

**Keywords:** tomato, carotenoids, lycopene, spektrofotometry

### ÚVOD

Karotenoidy sú značne rozšírené žlté, oranžové, červené a ojedinele i žltozelené pigmenty rastlín, húb, rias, mikroorganizmov a živočíchov. Dnes je známych približne 700 prirodzene sa vyskytujúcich karotenoidných pigmentov (Velíšek, 2002). V rastlinných bunkách vznikajú po nadmernej absorpcii slnečného žiarenia chlorofylom v chloroplastoch, ktoré sa následne zmenia na chromoplasty (Nyíogi, 1999; Johnson 2002). Lycopén je charakterizovaný ako základný karotenoid, od ktorého boli odvodené všetky ostatné karotenoidy (Telef et al., 2006). Rajčiaky a rajčiakové produkty sú hlavným zdrojom nielen lycopénu ale sú považované aj za hlavný zdroj všetkých karotenoidov v ľudskej potrave (Rao, 1999; Shi, 2000). Rajčiaky sú na 80% konzumované vo forme výrobkov ako je šťava, pretlak, kečup, pasta, pyré alebo omáčky, preto sledovanie ich retencie má veľký význam (Gartne et al., 1997, Shi et al, 1999). V prírode sa lycopén vyskytuje v all-*trans* forme a do poly-*cis* formy je izomerizovaný vplyv tepla, svetla a chemických činidiel. *Cis* izoméry sú lepšie rozpustné v tukoch a organických rozpúšťadlách ako formy *trans*, a preto je aj ich využiteľnosť v ľudskom organizme lepšia (Wang et al., 2006). Lycopénu chýba aktivita provitamínu A z dôvodu neprítomnosti  $\beta$ -ionového kruhu, ale i napriek tomu je to významný a najsilnejší antioxidant vyskytujúci sa v prírode (Shi, 2000). Konjugované dvojité väzby dávajú lycopénu silnú antioxidačnú aktivitu, vrátane schopnosti zhášať singletový kyslík a peroxylové radikály. Aktivita zhášať singletový kyslík sa ukázala najväčšia zo všetkých karotenoidov vrátane  $\beta$ -karoténu (Takeoka et al., 2001). Uvádza sa, že lycopén je schopný inaktivovať hydrogenperoxylový a dusitanový radikál. Lycopén je takmer dvakrát aktívnejší než  $\beta$ -karotén v ochrane bielych krviniek pred  $\text{NO}^2$  radikálom (Shi, 1999).

Cieľom práce bolo analyzovať obsah celkových karotenoidov a lycopénu v rôznych odrodách rajčiaka

jedlého a tiež sledovať retenciu a zmeny v obsahu po tepelnom spracovaní na rajčiakovú šťavu.

### MATERIÁL A METÓDY

Do pokusu sme vybrali štyri odrody rajčiaka vhodné na priemyselné spracovanie (Báb, Žiara PK, Šampion, Roti PK). Hodnotenie sme vykonávali v dvoch vegetačných obdobiach (2009 a 2010). Plody sme zberali v plnej technologickej zrelosti, dostatočne vyfarbené. Plody sme analyzovali v čerstvom stave a vo forme rajčiakovej šťavy. Príprava šťavy pozostávala z dôkladného podrtenia plodov. Drť tvorenú z dužiny i šupiek plodov sme vystavili účinku teploty  $95 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu 5 minút. Následne sme zmes prepaširovali a schladili na teplotu  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koncentráciu celkových karotenoidov a lycopénu sme stanovili spektrofotometricky. Ako rozpúšťadlo sme použili acetón. Farbivá sa po rozpustení extrahovali do petroléru. Vlastné stanovenie obsahu karotenoidov a lycopénu sa uskutočnilo meraním absorpcie zložiek v petrolérovom extrakte na spektrofotometri JENWAY pri vlnovej dĺžke 445 a 472 nm. Získané výsledky sme matematicko-štatisticky vyhodnotili.

### VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerné hodnoty obsah karotenoidov za oba sledované ročníky sa v jednotlivých odrodách pohybovali v rozsahu od  $4,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  v odrode Báb  $7,00 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  v odrode Roti PK. Vzájomným testovaním rozdielov medzi odrodami sme zistili štatisticky preukazné rozdiely v obsahu karotenoidov medzi všetkými odrodami vzájomne. Obsah karotenoidov v testovaných odrodách klesal v poradí Roti PK > Šampion > Žiara PK > Báb. Ako uvádza Valšíková (2009) na nutričné zloženie plodov rajčiaka má vplyv genotyp, t.j. pestovaná odroda, stupeň zrelosti plodov, termín zberu ako aj pestovateľské podmienky.

**Tab. 1** Priemerné hodnoty obsahu karotenoidov a homogénne skupiny z LSD testu v čerstvých plodoch rajčiaka jedlého

| Odroda      | karotenoidy<br>(mg.100 g <sup>-1</sup> ) | homogénne<br>skupiny* | +95 % | -95 % |
|-------------|--|-----------------------|-------|-------|
| Báb         | 4,81                                     | a                     | 4,74  | 4,88  |
| Žiara<br>PK | 5,13                                     | b                     | 5,06  | 5,20  |
| Šampion     | 5,85                                     | c                     | 5,77  | 5,92  |
| Roti PK     | 7,00                                     | d                     | 6,93  | 7,07  |

N=4; α=0,01; \*a,b,c,d - priemery označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky významne rozdielne p>0,05

Štatistickým hodnotením sa nám preukazne potvrdil vplyv ročníka i vplyv odrody (p>0,05) na obsah karotenoidov v čerstvých plodoch rajčiaka jedlého.

Dominantným karotenoidom v plode rajčiaka jedlého je lykópén, ktorý podľa **Ollanketa et al. (2001)** predstavuje 80-90 % zo všetkých karotenoidov prítomných v plode rajčiaka jedlého. **Clinton (1999)** uvádza, že obsah lykópénu v plodoch rajčiaka je v intervale od 0,88 až 4,20 mg.100 g<sup>-1</sup>. Podľa našich zistení bol obsah lykópénu vyšší ako uvádza tento autor, v roku 2009 to bolo 4,54 mg.100 g<sup>-1</sup> a v roku 2010 5,58 mg.100 g<sup>-1</sup>. Vzájomným testovaním rozdielov v obsahu lykópénu za oba pokusné ročníky sme zistili štatistické preukazné rozdiely vzájomne medzi všetkými testovanými odrodami.

**Tab. 2** Priemerné hodnoty obsahu lykópénu a homogénne skupiny z LSD testu v čerstvých plodoch rajčiaka jedlého

| Odroda      | lykópén<br>(mg.100 g <sup>-1</sup> ) | homogénne<br>skupiny* | +95 % | -95 % |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| Báb         | 4,11                                 | a                     | 4,03  | 4,19  |
| Žiara<br>PK | 4,51                                 | b                     | 4,43  | 4,59  |
| Šampion     | 5,50                                 | c                     | 5,43  | 5,58  |
| Roti PK     | 6,11                                 | d                     | 6,04  | 6,19  |

N=4; α=0,01; \*a,b,c,d - priemery označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky významne rozdielne p>0,05

**O'Neill et al. (2001)** vo svojich prác zistil, že v plode rajčiaka je zo skupiny karoténových farbív prítomný β-karotén v priemernom množstve 0,61 mg.100 g<sup>-1</sup>, luteín v množstve 0,077 mg.100 g<sup>-1</sup> a lykópén v množstve 2,718 mg.100 g<sup>-1</sup>.

Plody rajčiakov sme v laboratórnych podmienkach spracovali na šťavu. Priemerný obsah karotenoidov v šťave za oba sledované ročníky sa pohybovali od 5,18 mg.100 g<sup>-1</sup> v šťave z odrody Žiara PK po 7,25 mg.100 g<sup>-1</sup> v šťave z odrody Šampion. Najnižší priemerný obsah lykópénu 5,00 mg.100 g<sup>-1</sup> bol nameraný v šťave pripravenej z odrody Žiara PK a najvyšší 6,75 mg.100 g<sup>-1</sup> v šťave z odrody Roti PK. Medzi testovanými vzorkami štiav z hodnotených odrôd sa potvrdili preukazné rozdiely v obsahu karotenoidov aj lykópénu.

**Tab. 3** Priemerné hodnoty obsahu karotenoidov a homogénne skupiny z LSD testu v šťave z rajčiaka jedlého

| Odroda   | karotenoidy<br>(mg.100 g <sup>-1</sup> ) | homogénne<br>skupiny* | +95 % | -95 % |
|----------|--|-----------------------|-------|-------|
| Báb      | 5,18                                     | a                     | 5,08  | 5,28  |
| Žiara PK | 5,32                                     | b                     | 5,22  | 5,42  |
| Roti     | 6,54                                     | c                     | 6,44  | 6,64  |
| Šampion  | 7,25                                     | d                     | 7,15  | 7,35  |

N=4; α=0,01; \*a,b,c,d - priemery označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky významne rozdielne p>0,05

**Tab. 4** Priemerné hodnoty obsahu lykópénu a homogénne skupiny z LSD testu v šťave z rajčiaka jedlého

| Odroda      | lykópén<br>(mg.100 g <sup>-1</sup> ) | homogénne<br>skupiny* | +95 % | -95 % |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------|-------|-------|
| Báb         | 4,69                                 | a                     | 4,62  | 4,77  |
| Žiara<br>PK | 5,00                                 | b                     | 4,92  | 5,08  |
| Šampion     | 6,31                                 | c                     | 6,23  | 6,39  |
| Roti PK     | 6,75                                 | d                     | 6,67  | 6,82  |

N=4; α=0,01; \*a,b,c,d - priemery označené rovnakými písmenami nie sú štatisticky významne rozdielne p>0,05

Hodnotením dynamiky zmien obsahu karotenoidov a lykópénu v tepelne ošetrenej šťave z rajčiaka jedlého sme zistili, že v prípade odrôd Báb, Šampion a Žiara PK došlo po tepelnom spracovaní k zvýšeniu obsahu sledovanej zložky. V šťave z odrody Roti PK bol obsah karotenoidov po spracovaní nižší. Testovaním vplyvu tepelného ošetrenia na retenciu karotenoidov dvojfaktorovou analýzou sa nepotvrdil štatistický preukazný vplyv spracovania na zmenu obsahu karotenoidov. To znamená, že zmeny ktoré nastali neboli štatisticky významné a retencia karotenoidov po tepelnom ošetrení bola dobrá. Testovaním dvojfaktorovou analýzou ANOVA sa potvrdil len vplyv odrody na obsah karotenoidov v plodoch rajčiaka a rajčiakovej šťave, čo už bolo zrejmé aj z výsledkov LSD testu.

**Tab. 5** Štatistická významnosť faktorov na základe dvojfaktorovej ANOVA pre obsah karotenoidov v závislosti na forme rajčiaka jedlého

| Zdroj variability | Suma štvorcov | df | Priemerné štvorce | F        |
|-------------------|---------------|----|-------------------|----------|
| Odroda            | 19,661        | 3  | 6,554             | 11,066** |
| Forma             | 1,143         | 1  | 1,143             | 1,931    |
| odroda*forma      | 3,566         | 3  | 1,189             | 2,007    |
| Chyba             | 14,213        | 24 | 0,592             |          |

\*\* štatistická významnosť p<0,01; df - stupne voľnosti

Obsah lykópénu v šťave z rajčiaka jedlého bol vyšší ako v čerstvých plodoch v prípade všetkých hodnotených odrôd. Pri testovaní vplyvu tepelného ošetrenia na obsah lykópénu, sme zistili štatisticky preukazný rozdiel v obsahu. Vplyvom spracovania vyššie popísanou technológiou došlo k zvýšeniu obsahu lykópénu v šťave z rajčiaka jedlého oproti obsahu v čerstvých plodoch. To znamená, že retencia lykópénu je horšia ako retencia

karotenoidov, ale zmena, ktorá nastala bola pozitívna. Po tepelnom ošetrení dochádza k zvýšeniu obsahu a tiež k lepšej využiteľnosti lykopénu. Schulzová et al. (2005), uvádza, že pri záhreve rajčiakovej dužniny pri teplote blízkej 100 °C je degradácia lykopénu pomalá. Je to dôsledok toho, že niektoré makromolekuly, ako napr. pektín, môžu lykopén ochrániť pred rozkladom.

**Tab. 6** Štatistická významnosť faktorov na základe dvojfaktorovej ANOVA pre obsah lykopénu v závislosti na forme rajčiaka jedlého

| Zdroj variability | Suma štvorcov | df | Priemerné štvorce | F        |
|-------------------|---------------|----|-------------------|----------|
| odroda            | 20,2535       | 3  | 6,7512            | 11,804** |
| forma             | 3,1737        | 1  | 3,1737            | 5,549*   |
| odroda*forma      | 1,6446        | 3  | 0,5482            | 0,959    |
| Chyba             | 13,726        | 24 | 0,5719            |          |

\*\* štatistická významnosť  $p < 0,01$ ; \* štatistická významnosť  $p < 0,05$ ; df - stupne voľnosti

## ZÁVER

Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že sa nám v práci potvrdil vplyv odrody, aj vplyv pestovateľských podmienok, konkrétne klimatických faktorov v danej vegetácii na obsah karotenoidov i lykopénu v plodoch rajčiaka jedlého. Odrodou s veľkým potenciálom oboch sledovaných zložiek bola odroda Roti PK. Relatívne najnižší obsah oboch farbív bol detegovaný v odrode Báb. Z hľadiska spracovateľského môžeme skonštatovať výbornú retenciu karotenoidov a zvýšenie obsahu lykopénu v sledovanom výrobku. Zmeny, či už pozitívne alebo negatívne, ktoré nastali po spracovaní plodov na šťavu za použitia tepla boli zo štatistického hľadiska v prípade karotenoidov bezvýznamné. V prípade lykopénu sme zistili štatisticky preukazne ( $p < 0,05$ ) nárast obsahu lykopénu po spracovaní, čím sa potvrdil pozitívny vplyv tepelného ošetrenia na obsah lykopénu. Ako uvádzajú viaceré literárne zdroje, tepelné ošetrenie má však významný pozitívny vplyv na využiteľnosť karotenoidov i lykopénu v ľudskom organizme.

## LITERATÚRA

CLINTON, S. 1999. Lycopene: Chemistry, biology and implication for human health and disease. In *Nut. Rev.*, vol. 56, 1998, p. 35-51.

GARTNER, C., STAHL, W., SIES, H. 1997. Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. In *Am J Clin Nutr*, vol. 66, 1999, no. 1, p. 116-222.

JOHNSON, E. J. 2002. The role of carotenoids in human health. In *Nutr. Clin Care*, vol. 5, 2002, p. 56-65.

NIYOGI, K. K. 1999. Photoprotection revisited. In *Ann Rev Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, vol. 1999, 50, p. 391-417.

OLLANKETO, M., HARTONEN, K., RIEKOLLA, M. L. 2001. Supercritical carbon dioxide extraction of lycopene in tomato skins. In *European Food Research and Technology*, vol. 121, 2001, no. 4, p. 561-565.

O'NEILL M. E. et al. 2001. A European carotenoid database to assess carotenoid intakes and its use in a five

comparative study. In *British Journal of Nutrition*, vol. 58, 2001, p. 499-507.

RAO, A. V., ZEESHAN, W., AGARWAL, S. 1999. Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. In *Food Res Int.*, vol. 31, 1999, p. 737-741.

SCHULZOVÁ, V., HAJŠLOVÁ, J., BOTKET, P. 2005. Nové poznatky v oblasti hodnotení kvality produktů ekologického zemědělství, [online], Retrieved from the web: <[http://www.phytopsanitary.org/projekty/2005/VVF\\_06\\_2005.pdf](http://www.phytopsanitary.org/projekty/2005/VVF_06_2005.pdf)>.

SHI, J., LE MAGUER, M., KAKADA, Y., LIPTAY, A., NIEKAMP, F. 1999. Lycopene degradation and isomerization in tomato dehydration. In *Food Research International*, vol. 32, 1999, p. 15-21.

SHI, J. 2000. Lycopene in Tomatoes, In Chemical and Physical Properties Affected by Food Processing. In *Food Science and Nutrition*, vol. 40, 2000, no. 1, p. 1-42.

TAKEOKA, R. G., DAO, L., FLESSA, S., GILLESPIE, D., M. 2001. Processing Effects on lycopene Content and Antioxidant Activity of Tomatoes. In *J. Agric Food Chem.*, vol. 49, 2001, p. 3713-3716.

TELEF, N et al. 2006. Sucrose deficiency delays lycopene accumulation in tomato fruit pericarp discs. In *Plant Mol. Biol.*, vol. 2006, 62, p. 453-469.

VALŠÍKOVÁ, M. 2009. Rajčiak jedlý (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In *Zeleninárstvo (poľné pestovanie)*. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. p. 39-45. ISBN 978-80-552-0199-3.

VELÍŠEK, J. 2002. *Chemie potravin 3*, Tábor: OSSIS, 2002, 343 p. ISBN 80-86659-03-8.

WANG, C. Y., CHEN, B. H. 2005. Tomato pulp as source for the production of lycopene powder containing high proportion of cis-isomers. In *Eur Food Res Technol*, 2006, vol. 222, no. 3-4, p. 347-353.

### Acknowledgments:

This work was supported by grant VEGA 1/0282/10 and KEGA 015SPU-4/2001.

### Contact address:

Ing. Andrea Mendelová, PhD. Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Storing and Processing Plant Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia. E-mail: Andrea.Mendelova@uniag.sk

Ing. Alena Andrejiová, PhD. Slovak University of Agriculture, Horticulture and Landscape Engineering Faculty, Department of vegetable, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia. E-mail: Alena.Andrejiova@uniag.sk

Ing. Miriam Lišková, PhD. Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Storing and Processing Plant Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia. E-mail: Miriam.Liskova@uniag.sk

Ing. Dagmar Kozelová, PhD., Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Hygiene and Food Safety, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: Dagmar.Kozelova@uniag.sk

Ing. Ján Mareček, PhD. Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Department of Storing and Processing Plant Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia. E-mail: Jan.Marecek@uniag.sk