

DYNAMIKA OBSAHU KAROTENOIDOV A LYKOPÉNU V PLODOCH RAJČIAKA JEDLÉHO (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)
THE DYNAMIC OF CAROTENOIDS AND LYCOPENE CONTENT IN TOMATO FRUITS (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.)

Andrea Mendelová, Ján Mareček, Vladimír Vietoris

ABSTRACT

The aim of our work was to evaluate the changes in carotenoid and lycopene content in 7 varieties of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* MILL.): Báb, Eskort, Premium, Rodik, Roti, Šampion and Žiara. Changes in carotenoid and lycopene content were evaluated during storage at temperatures of 5°C and 21°C. Petroleum ether was used as extraction solvent and extracts of carotenoids and lycopene were analysed by UV-VIS spectrophotometry (Jenway) at wavelength of 445 a 472 nm. Experiments showed that carotenoid and lycopene content increased during the storage of tomato fruits (varieties Báb, Šampion, Žiara, Rodik and Roti) at storage temperature of 21°C. From the point of rising of carotenoid and lycopene content, at 5°C of storage temperature tomato fruits had less suitable conditions comparing to 21° C storage temperature. Content of carotenoids was decreasing in varieties Báb, Šampion, Rodik, Roti and Premium. The results showed that a variety and storage temperature have an influence on carotenoid and lycopene content in tomato fruits. Synthesis of carotenoids and lycopene pigments is improved at higher storage temperatures, when tomato fruits undergo the post harvest maturation.

Key words: tomato, lycopene, carotenoids, spektrofotometry, storage

ÚVOD

Karotenoidy sú jednou z hlavných skupín pigmentov nachádzajúcich sa v zelenine, a ako rastlinné zlúčeniny sú syntetizované iba rastlinami. Zelenine ale i ovociu dávajú intenzívnu žltú, oranžovú alebo červenú farbu. Nachádzajú sa aj v tmavozelených častiach rastlín, spolu s chlorofylom (Belitz et al., 2004).

Z chemického hľadiska sú karotenoidy polymérne zlúčeniny zložené z izoprénových jednotiek. Sú rozpustné v nepolárnych rozpúšťadlách, vrátane tukov a rastlinných olejov, ale sú nerozpustné vo vode (Drdák, 1989; Belitz et al., 2004).

Karotenoidy ako β-karotén, lykopén, luteín, zeaxantín majú antioxidačnú aktivitu, ktorá ochraňuje DNA proti poškodeniu radikálmi, prispieva k prevencii rakoviny a zlepšuje imunitu. Zo všetkých karotenoidov sa za najúčinnější zhášač (quencher) reaktívnych kyslíkových radikálov považuje lykopén (Zanutt et al., 2003).

Lykopén je prirodzenou zložkou krvnej plazmy a niektorých tkanív, kde je jeho zastúpenie omnoho vyššie ako ostatných karotenoidov. Za najdôležitejšie biochemické funkcie lykopénu sa považujú schopnosť zachytávať hydroperoxidové radikály ROO• a inhibovať oxidáciu LDL lipoproteínovej frakcie (Schmidt et al., 2001; 2004). Z toho pravdepodobne vyplývajú aj jeho biologické a zdravotné účinky, najmä zníženie rizika kardiovaskulárnych ochorení (aterosklerózy, cholesterolemie) výskytu rakoviny pľúc, kože, prostaty a zažívacieho traktu (Hartal et al., 2000).

Hlavným zdrojom lykopénu sú rajčiaky (*Lycopersicon esculentum* MILL) a tiež výrobky z nich. Lykopén v rajčiakoch predstavuje 80-90 % všetkých prítomných pigmentov (Ollanketo et al., 2001). Obsah lykopénu v čerstvých rajčiakoch závisí od odrody, stupňa zrelosti a od

klimatických podmienok, pri ktorých boli plody dopestované. Najviac lykopénu sa nachádza v rajčiakovej šupke, asi $12 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, kým celý plod obsahuje len $3,4 \text{ mg}$ lykopénu v 100 g . Lykopén je veľmi citlivý na svetlo, teplo a kyslé prostredie kde dochádza k jeho degradácii (Shi et al., 2000).

Celosvetovo rajčiaky predstavujú dôležitú poľnohospodársku plodinu a tvoria neoddeliteľnú súčasť výživy obyvateľstva. Hoci rajčiaky sa konzumujú prevažne v čerstvom stave, viac ako 80 % ich konzumácie tvoria spracované výrobky ako rajčiakový pretlak, šťava, kečup, rajčiaková múčka a rajčiakové vločky (Drdák, 1989).

MATERIÁL A METODIKA

Cieľom práce bolo analyzovanie obsah karotenoidov a lykopénu v 7 odrodách rajčiakov určených na priemyselné spracovanie. Po pokusu sme použili odrody Báb, Šampion, Žiara, Rodik, Roti, Eskort a Premium. Plody boli dopestované v obci Veľké Úľany, ktorá v rámci agroklimatického územného členenia patrí do veľmi teplej oblasti, v ktorej sú výborné teplotné podmienky na pestovanie teplomilných druhov ovocia a zeleniny. Podľa hodnotenia zrážok patrí záujmová oblasť medzi veľmi suché a najmä v letných mesiac je nutná doplnková závlaha. Zistený pôdny typ je fluvizem, pôda je stredne ťažká, ílovitohlinitá.

Dopestované plody boli zozbierané v rovnakom stupni zrelosti, ktorú sme označili ako plná technologická zrelosť. V tomto období mali plody intenzívne červené vyfarbenie a boli vhodné na ďalšie spracovanie.

Plody rajčiakov sa na obsah karotenoidov a lykopénu analyzovali v čerstvom stave a po skladovaní. Dynamika zmien obsahu sledovaných látok sa hodnotila v priebehu procesu skladovania v rozličných skladovacích podmienkach. Skladovanie sa uskutočnilo v chladiarni pri teplote $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a v nechladenom sklade pri teplote $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$. V nechladenom sklade mali rajčiaky ako plodiny klimakterického typu vytvorené optimálne podmienky na pozberové dozrievanie a syntézu karotenoidov a lykopénu. Dĺžka skladovania v oboch prostrediach bola 48 hodín a 7 dní.

Ako metóda stanovenia karotenoidov a lykopénu sa použila spektrofotometria. Spektrofotometria je najbežnejšia kvantitatívna metóda stanovenia koncentrácie celkových karotenoidov alebo jednotlivých druhov karotenoidov. Ako vhodné rozpúšťadlá sa používajú acetón, benzén, chloroform a dichlormetán (Britton et al., 1995).

V našej práci sa ako rozpúšťadlo použil acetón. Vlastné stanovenie obsahu karotenoidov a lykopénu sa uskutočnilo meraním absorbancie zložiek v petroléterovom extrakte na prístroji JENWAY pri vlnovej dĺžke 445 a 472 nm.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pre zachovanie objektivity merania sa plody rajčiakov zozbierali v rovnakom stupni zrelosti, aby sa eliminoval vplyv rozdielného stupňa zrelosti na obsah sledovaných zložiek.

Výsledky meraní obsahu karotenoidov v čerstvej hmote a po skladovaní sú uvedené v tabuľke 1 a obsahu lykopénu v tabuľke 2.

Tabuľka 1 Obsah karotenoidov [mg. kg⁻¹ čerstvej hmoty] v plodoch rajčiaka jedlého

Vzorka	Čerstvá surovina	Skladovanie 48 hodín pri teplote 21 °C	Skladovanie 48 hodín pri teplote 5 °C	Skladovanie 7 dní pri teplote 21 °C	Skladovanie 7 dní pri teplote 5 °C
Báb	57,25	49,80	54,96	58,58	42,93
Šampion	44,08	43,66	63,74	70,03	44,00
Žiara	46,75	52,09	61,83	66,03	55,53
Rodik	61,25	43,51	53,24	62,97	51,33
Roti	61,25	57,25	51,71	65,45	51,14
Eskort	78,58	87,21	76,33	66,60	85,87
Premium	70,41	71,18	58,39	57,25	58,77

Tabuľka 2 Obsah lykopénu [mg. kg⁻¹ čerstvej hmoty] v plodoch rajčiaka jedlého

Vzorka	Čerstvá surovina	Skladovanie 48 hodín pri teplote 21 °C	Skladovanie 48 hodín pri teplote 5 °C	Skladovanie 7 dní pri teplote 21 °C	Skladovanie 7 dní pri teplote 5 °C
Báb	42,75	35,36	41,01	44,92	35,94
Šampion	47,68	31,88	49,42	59,71	33,47
Žiara	35,07	44,20	48,55	53,04	38,40
Rodik	52,17	30,72	39,71	48,84	37,97
Roti	55,79	44,63	40,14	57,68	39,42
Eskort	52,75	70,14	40,28	55,65	70,86
Premium	56,95	59,56	45,94	45,94	45,94

Obsah karotenoidov v plodoch rajčiakov sa po zbere pohyboval v množstve od 44,08 po 78,58 mg. kg⁻¹. Najvyšší obsah bol v odrodách Eskort (78,58 mg. kg⁻¹) a Premium (70,41 mg. kg⁻¹). Najnižší obsah bol zistený vo vzorkách Šampion (44,08 mg. kg⁻¹) a Žiara (46,75 mg. kg⁻¹).

Obsah lykopénu sa v plodoch po zbere pohyboval v množstve 35,07 – 56,95 mg. kg⁻¹. Najvyšší obsah bol vo vzorke Premium (56,95 mg. kg⁻¹) a tento obsah predstavoval približne 81,36% z celkového obsahu karotenoidov. Aj **Ollanketo et al. (2001)** uvádzajú, že lykopén predstavuje až 80 – 90 % všetkých karotenoidov nachádzajúcich sa v rajčiakoch. Najnižší obsah lykopénu bol nameraný vo vzorke rajčiakov Žiara (35,07 mg. kg⁻¹). V odrode Žiara predstavoval lykopén 75,02 % z celkového obsahu karotenoidov. Ako vo svojich prácach uvádza **Podhájsky (2004, 2005)** obsah karotenoidov a dynamika zmien ich obsahu je v plodoch rajčiakov genotypovo podmienená.

Počas 48-hodinového skladovania pri teplote 21 °C sme zistili v plodoch rozličný charakter zmien. Obsah karotenoidov klesal vo vzorkách Báb, Šampion, Rodik a Roti a tie zmeny boli v rozsahu 4,0 až 17,8 mg. kg⁻¹). Najvýraznejšia zmena bola v odrode Rodik. Stúpajúcu tendenciu mal obsah karotenoidov vo vzorkách Žiara, Eskort a Premium. Obsah karotenoidov v plodoch stúpol o 0,8 až 8,6 mg. kg⁻¹.

Rozdiely v obsahu karotenoidov sme zaznamenali aj počas skladovaní pri teplote 5 °C. Pri tejto teplote obsah karotenoidov vo väčšine vzoriek klesal. Najvýraznejšie vo vzorke Roti o 9,5 mg. kg⁻¹. Pri danej teplote skladovania obsah karotenoidov stúpал vo vzorkách Šampion a Žiara.

Po 7-dňovom pri teplote 21 °C skladovaní mali stúpajúcu tendenciu karotenoidy vo vzorkách Báb, Šampion, Žiara, Rodik a Roti. Zmeny oproti pôvodnému obsahu boli o 1,3 až 26,0 mg. kg⁻¹.

Najvýraznejšie vo vzorkách Šampion (25,95 mg.kg⁻¹) a Žiara 19,2 mg. kg⁻¹). Napriek zvyšujúcemu obsahu karotenoidov by sme teplotu 21 °C odporúčali len na krátkodobé skladovanie plodov pred spracovaním, pretože po 7 dňovom skladovaní začínalo dochádzať k poklesu technologickej kvality plodov. Plody mäkli, znižoval sa v nich obsah refraktometrickej sušiny a obsah organických kyselín. Ako uvádza **Goliáš (1980)** práve mikroorganizmy pri vyšších teplotách skladovania ovocia a zeleniny prednostne ako zdroj energie v intermediálnom metabolizme využívajú organické kyseliny.

Pri skladovaní pri teplote 5 °C bola celková technologická kvalita plodov lepšia. Obsah karotenoidov však vo väčšine odrôd klesal. Stúpajúci charakter mal len vo vzorkách Eskort a Žiara. Pokles obsahu karotenoidov oproti pôvodnému obsahu bol o 4,4 až 11,6 mg. kg⁻¹.

Podobnú dynamiku zmien v jednotlivých odrodách sme zaznamenali aj v obsahu lykopénu.

Počas 48-hodinového skladovania pri teplote 21 °C obsah lykopénu klesol vo vzorkách Báb, Šampion, Rodik a Roti. Zmeny v obsahu boli v rozsahu 21,5 mg.kg⁻¹ (Šampion) až 7,4 mg.kg⁻¹ (Žiara). Počas rovnakej dĺžky skladovania pri teplote 5 °C mal lykopén klesajúcu tendenciu vo vzorkách Báb, Rodik a Roti a ďalej vo vzorkách Eskort a Premium. Stúpajúcu tendenciu podobne ako pri teplote 21 °C mal lykopén vo vzorkách Šampion a Žiara. Vo vzorke Šampion sme namerali 49,42 mg. kg⁻¹ a vo vzorke Žiara 48,55 mg. kg⁻¹.

Po 7-dňovom skladovaní rajčiakov v chladiarni obsah lykopénu klesal vo vzorkách Báb, Šampion, Rodik, Roti a Premium. V odrodách Eskort a Žiara obsah lykopénu stúpol. Pri teplote 21 °C sa obsah lykopénu zvyšoval v odrodách Báb, Šampion, Žiara, Roti a Eskort.

ZÁVER

V procese pozberového dozrievania a skladovania plodov dochádza ku kvalitatívnym i kvantitatívnym zmenám obsahu karotenoidov a lykopénu. V rajčiakoch ako plodinách klimakterického typu by aj po zbere a skladovaní v optimálnych podmienkach malo dochádzať k syntéze farbív.

Pri hodnotení 7 odrôd priemyselných rajčiakov sme zistili rozličnú dynamiku zmien v obsahu karotenoidov a lykopénu. Lepšie predpoklady na syntézu a tým na zvyšovanie obsahu karotenoidov a lykopénu mali plody pri vyšších skladovacích teplotách. Zvýšenie obsahu sledovaných zložiek sme zaznamenali v odrodách Báb, Šampion, Žiara, Rodik a Roti. Z hľadiska zvyšovania obsahu karotenoidov a lykopénu mali plody rajčiakov nevhodné podmienky pri teplote skladovania 5 °C. Obsah karotenoidov klesal v odrodách Báb, Šampion, Rodik, Roti a Premium.

Z práce vyplýva, že na dynamiku zmien v obsahu karotenoidov a lykopénu má vplyv odroda i teplota skladovania. K syntéze karotenoidov a lykopénu lepšie dochádza pri vyšších teplotách skladovania, kedy v plodoch intenzívnejšie prebieha pozberové dozrievanie.

LITERATÚRA

BELITZ, H. D., GROSCH, W., SCHIEBERLE P. 2004. *Food chemistry*. 3. Rev. Ed. Berlin : Springer verlag. 2004, 1070 p. ISBN 3-540-40817-7.

BRITON G. 1996. Carotenoids. In Hendry, G. A., Houghton J.D. *Natural food colorants*. Glasgow : Blackie academic & profesional, 1996, 1088 p. ISBN 0-8247-9682-9.

DRDÁK, M. 1989. *Technológia rastlinných neúdržných potravín*. Bratislava : Alfa. 1989, 304 s. ISBN 80-05-00121-5.

GOLIÁŠ, J. 1980. *Skladování a spracování I. Základy chladírenství*. Brno : Vysoká škola zemědělská v Brne. 1980, 158 s.

- HARTAL, D., ZOHAN, N. 2000. Lycopene. Double functionality. In *International Food Ingredients*, 2000, no. 3, p. 25-26.
- 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.
- PODHÁJSKY, B. 2004. Obsah karotenoidov a lykopénu v plodoch rôznych odrôd rajčiaka jedlého (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In *Veda mladých 2004*, Nitra, SPU, s. 257-262. ISSN 80-8069-419-2-S
- PODHÁJSKY, B. 2005. Karotenoidy – význam vo výžive ľudí a ich obsah v rôznych odrodách rajčiakov (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In *Veda mladých 2005*, Nitra, SPU, s.331-336. ISSN 80-8069-585-7
- SHI, J., MAGUER, M. L. 2000. Lycopene in tomatoes: Chemical and physical properties affected by food processing. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol 40, 2000, no. 1, p.1-42.
- SCHMIDT Š., KLVANOVÁ, J., NIKLOVÁ, I., SEKRETÁR, S. 2001. Význam lykopénu v strave človeka. In: *Sborník přednášek z XXXIX. Mezinárodní konference z technologie a analytiky tuku*. Železná Rudy Špičák : PTZ Unilever ČR, 2001, s. 38-45.
- SCHMIDT Š., VAJDÁK, M., ZÁHRADNÍKOVÁ, L., SEKRETÁR, S., ZEMANOVIČ, J. 2004. Porovnanie rôznych metód extrakcie lykopénu z rajčiakových produktov. In *Bulletin of Food Research*, vol. 43, 2004, no. 1-2, p. 79-88.

Kontaktná adresa:

Ing. Andrea Mendelová, PhD. Katedra skladovania a spracovania rastlinných produktov, FBP, SPU v Nitre Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail Andrea.Mendelova@uniag.sk