

**KAROTINOĪDU SATURA IZMAIŅAS NANTES TIPA BURKĀNOS
(*DAUCUS CAROTA L.*) UZGLABĀŠANAS LAIKĀ**

**CAROTENOID CONTENT CHANGES IN NANTES TYPE CARROTS
(*DAUCUS CAROTA L.*) DURING STORAGE**

Ingrīda Augšpole, Tatjana Rakčejeva

Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Pārtikas Tehnoloģijas fakultāte

ingrida.augspole@llu.lv

Abstract. Carrot (*Daucus carota L.*) is a biannual plant that accumulates massive amounts of carotenoid pigments. The current research focuses on the changes of carotenoid composition, i.e., the total carotenoid and β -carotene content in Nantes type carrots during storage in traditional conditions. Carotenoid composition during carrot storage for six months at the temperature 4 ± 1 °C and relative air humidity $89\pm 1\%$ was evaluated using spectrophotometric methods. The results revealed the tendency that total carotenoid content in carrots after six months of storage increased by 31.12–40.97% in average and β -carotene by 7.89–32.99% which is significantly ($p < 0.05$; $\alpha = 0.05$) higher.

Key words: carrot, carotenoid composition, storage

Ievads

Mūsdienās burkāni ir otrs populārākais dārzeņis aiz kartupeļiem. Burkānos ir daudz vitamīnu un minerālvielu. Burkāni ir lielisks dabisko antioksidantu, īpaši karotinoīdu un fenola savienojumu avots. Salīdzinot ar citiem dārzeņiem, burkānos ir visaugstākais β -karotīna saturs, kas piešķir tiem oranžo krāsu un stiprina cilvēka imūnsistēmu. Latvijā no visieciņākajiem var minēt Nantes tipa burkānus.

Karotinoīdi ir galvenie pigmenti, kas nosaka burkānu krāsu un ir svarīgi ar savu provitamīnu un antioksidantu aktivitāti (Rodriguez-Concepcion, Stange, 2013). Senākais pētījums par karotīniem ir meklējams 19. gadsimta sākumā, kad 1831. gadā β -karotīnu no burkānu saknēm izdalīja ķīmiķis H.V. F. Vakenroders Farmācijas institūtā Vācijā (Nollet, Toldrá, 2012). Burkānos identificētie karotinoīdi ir: α - un β -karotīns, luteīns, likopēns, kriptoksantīns, violaksantīns, neoksantīns un anteraksantīns (Sinha, 2011). Karotinoīdu saturs dārzeņos var atšķirties gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi, un to var ietekmēt uzglabāšanas apstākļi un ilgums, šķirne (Rodriguez-Concepcion, Stange, 2013), klimatiskie apstākļi, gadalaiks, ģeogrāfiskā atrašanās vieta, gatavības pakāpe, kultivēšana un pēc ražas apstrāde (Fikselová *et al.*, 2010). Poļu zinātnieki (Gajewski *et al.*, 2010) savā pētījumā noskaidroja, ka augstāks karotinoīdu saturs burkānos raksturīgs vairāk nobriedušām saknēm. Karotinoīdu zuduma galvenais iemesls ir oksidācija. Karotinoīdi ir jutīgi pret sārmainu vidi un apkārtējiem apstākļiem: gaisa skābekli, gaismu, augstu temperatūru, peroksīdiem, metāliem (piemēram, dzelzs) un fermentiem. Burkānos karotinoīdus nomāc antioksidanti, piemēram, tokoferols un askorbīnskābe. β -karotīns ir karotīna forma, kas sastopama galvenokārt burkānos, spinātos, apelsīnos, kartupeļos un tomātos (Biswas *et al.*, 2011). Karotinoīdu krāsa var svārstīties no dzeltenas līdz sarkanai, oranžas ar brūnu toni un līdz pat violetai (Gajewski *et al.*, 2010). Burkānos karotinoīdi ir atbildīgi par oranžās krāsas intensitāti, un to krāsa ir rādītājs augstākai uzturvielu vērtībai (Schulz-Witte, 2011). Burkānu oranžā krāsa galvenokārt ir saistīta ar α - un β -karotīnu, dzeltenā un sarkanā – ar luteīnu un likopēnu, violetā – ar antociānu saturu burkānos (Schulz-Witte, 2011). Burkānu šķirnēm ar izteiktāku oranžo toni ir augstāks β -karotīna saturs (Schulz-Witte, 2011). Violetas krāsas burkāni ir īpaši bagāti ar β -karotīnu un satur 2.2 reizes vairāk karotinoīdu savienojumu, salīdzinot ar oranžas krāsas burkāniem (Schulz-Witte, 2011; Gajewski *et al.*, 2010). Burkāniem, kas satur lielu daudzumu karotīnu pigmentus, karotīni sintezējas un uzkrājas hromoplastā, kas satur likopēna vai β -karotīna kristālus (Britton *et al.*, 2009).

Burkānos esošie karotinoīdi nodrošina 17% no kopējā β -karotīna devas cilvēku uzturā (Matejkova, Petrikova, 2010). β -karotīna antioksidantu aktivitāte darbojas kā A provitamīns, kas cilvēku organismā tiek pārvērsts tikai tad, kad ir nepieciešams, tādējādi novēršot iespējamo toksiskumu. Cilvēkam diennaktī rekomendējami 1–2 mg A vitamīna (Martín-Belloso, Soliva-Fortuny, 2011).

Pētījuma mērķis – izvērtēt Nantes tipa burkānu kopējo karotinoīdu un β -karotīna satura izmaiņas uzglabāšanas laikā tradicionālos apstākļos.

Materiāli un metodes

Pētījuma objekts ir Latvijā Zemgales reģionā audzētu Nantes tipa burkānu šķirnes 'Forto' un hibrīdi 'Bolero' F1, 'Champion' F1 un 'Maestro' F1. Svaigiem burkāniem tūlīt pēc ražas novākšanas un ik pēc divu mēnešu uzglabāšanas aukstuma kamerā $+4\pm 1^\circ\text{C}$ temperatūrā ar relatīvo gaisa mitrumu $89\pm 1\%$ sešu mēnešu laikā noteica kopējo karotinoīdu un β -karotīna saturu.

Kopējie karotinoīdi noteikti spektrofotometriski (Kampuse *et al.*, 2012), izmantojot spektrofotometru 6705 UV/VIS YENWAY (Lielbritānija) pie viļņu garuma 450 nm. Pirms analizēm burkānus sarīvē uz smalkās rīves un homogenizē ar blenderi (*Braun Multiquick 5*, Polija). Analizējamā burkāna paraugu uz analītiskajiem svariem, ar precizitāti 1.0000 ± 0.0005 g, nosver 100 mL koniskajā kolbā. Iesvaram pievieno 20 mL etanola (96%). Paraugu maisa ar magnētisko maisītāju *Magnetic stirrer MS-01* (*Elmi*, Latvija) 15 min, tad tam pievieno 25 mL petrolēteri un maisīšanu turpina vienu stundu. Sagatavoto paraugu iztur 2–3 h, lai šķidrums pilnīgi atslāņojas, un augšējo dzelteno kārtu izmanto karotinoīdu noteikšanai. Kopējo karotinoīdu saturu aprēķina pēc formulas 1:

$$X = \frac{12.5 \times 100 \times KE}{36 \times a} \quad (1)$$

kur:

12.5 un 36 – literatūrā uzrādītie koeficienti, kas raksturo sakarību starp $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ daudzumu un karotīnu attiecību;

a – parauga iesvars, g;

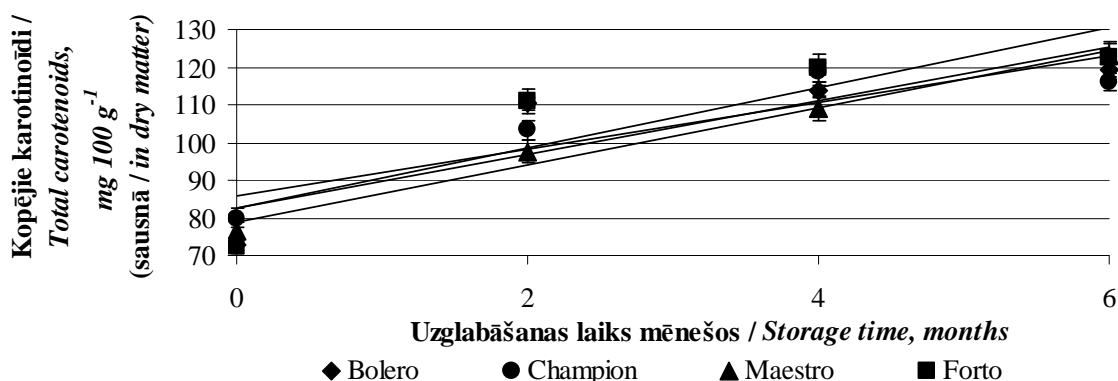
KE – pēc graduēšanas grafika atrastais karotinoīdu ekvivalents.

β -karotīns noteikts spektrofotometriski, izmantojot spektrofotometru 6705 UV/VIS YENWAY (Lielbritānija) pēc metodes (Biswas, 2011), izmantojot β -karotīna kalibrācijas līkni (*Sigma-Aldrich*, Vācija). β -karotīna koncentrācija standartšķīdumos 32.000; 16.000; 8.000; 4.000; 2.000; 1.000; 0.500; 0.250; 0.125; 0.062; 0.031 un 0.015 $\mu\text{g mL}^{-1}$, kā šķīdinātāju izmantojot 99.8% acetonu (*Sigma-Aldrich*, ASV) $+4^\circ\text{C}$ temperatūrā. Standartlīkni ieguva, β -karotīna dažādu koncentrāciju standartšķīdumiem nosakot gaismas absorbciju pie viļņu garuma 449 nm, ko turpmāk izmantoja β -karotīna satura noteikšanai ($\mu\text{g g}^{-1}$) analizētajos burkānu paraugos. Parauga sagatavošana: burkānus sarīvē uz smalkās rīves un homogenizē ar blenderi (*Braun Multiquick 5*, Polija). Ekstrācijai 1.0000 \pm 0.0005 g analizējamā burkānu parauga nosver stikla mēģenē. Pievieno 5 mL atdesēta acetona 99.8%, iztur 15 min $4\pm 1^\circ\text{C}$, periodiski sakratot un samaisot. Iegūto maisījumu centrifugē (*ELMI MG-6MT*, *Elmi*, Latvija). Dzidro filtrātu dekantē un filtrē caur 0.45 μm (25 mm) membrānu filtru, ko savāc atsevišķā mēģenē. Cieto frakciju atkārtoti ekstrahē ar 5 mL acetona 99.8%, kam seko centrifugēšana. Abus ekstraktus apvieno kopā, dekantē un filtrē caur 0.45 μm membrānu filtru. Ekstrakta absorbciju nosaka pie viļņu garuma 449 nm.

Rezultāti un diskusijas

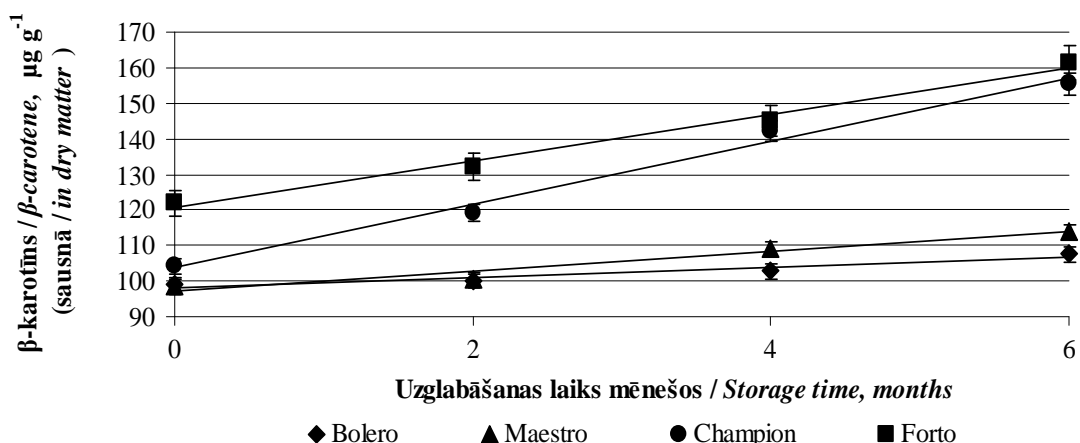
Karotinoīdi ir galvenie pigmenti, kas nosaka burkānu krāsu. Analizējot Latvijā audzētajos Nantes tipa burkānos esošo karotinoīdu saturu tūlīt pēc ražas novākšanas un uzglabāšanas laikā noteikts, ka kopējo karotinoīdu saturs visvairāk palielinājās šķirnei 'Forto' – par 40.97%, vismazāk – burkānu hibrīdam 'Champion' F1 – par 31.12%, salīdzinot ar sākotnējo kopējo karotinoīdu saturu, kas ir būtiski ($p < 0.05$; $\alpha = 0.05$) (1. att.). Burkānus uzglabājot no 4 līdz 6 mēnešiem, kopējais karotinoīdu saturs tajos būtiski ($p > 0.05$) nemainījās.

Iegūtie rezultāti norāda par karotinoīdu biosintēzes norisi burkānos pēc ražas novākšanas (Britton *et al.*, 2009). Zinātniskajā literatūrā ir minēts: karotinoīdu saturs burkānos var atšķirties kvantitatīvi un kvalitatīvi, un to var ietekmēt uzglabāšanas apstākļi, šķirne un gatavības pakāpe (Rodriguez-Concepcion, Stange, 2013). M. Bergers u. c. zinātnieki, pētot burkānu hibrīdus Vācijā, noteica, ka kopējais karotinoīdu saturs tajos pieaug no 8% līdz 23% pie nosacījuma, ka burkānus uzglabā temperatūrā virs sasalšanas punkta (Berger *et al.*, 2008).



1. att. Kopējo karotinoīdu satura izmaiņas burkānu šķirnei un hibrīdiem uzglabāšanas laikā.
 Fig. 1. Changes of total carotenoid content in carrots during storage (by hybrids and cultivar).

β -karotīns ir vispazīstamākais un visvairāk pārstāvētais karotinoīds burkānos. Burkānu oranžā krāsa galvenokārt ir saistīta ar β -karotīna saturu tajos. Burkānu šķirņēm ar izteiktāku oranžo toni ir novērots augstāks β -karotīna saturs (Ayvaz *et al.*, 2012). Iegūtie pētījuma rezultāti liecina, ka Nantes tipa burkānu šķirnes hibrīdiem β -karotīna saturs, līdzīgi kā kopējo karotinoīdu saturs, uzglabāšanas laikā būtiski ($p=0.001$; $\alpha=0.05$) palielinājās, kā arī būtiski atšķīrās starp pētāmo burkānu hibrīdiem ($p=0.030$; $\alpha=0.05$) (2. att.).



2. att. β -Karotīna satura izmaiņas burkānu šķirnei un hibrīdiem uzglabāšanas laikā.
 Fig. 2. Changes of β -carotene content in carrots during storage (by hybrids and cultivar).

Uzglabājot burkānus sešus mēnešus, β -karotīna saturs visvairāk palielinājās burkānu hibrīdam 'Champion' F1 – par 32.99%, vismazāk – 'Bolero' F1 hibrīdam – par 7.89%, salīdzinot ar sākotnējo β -karotīna saturu (2. att.). Eksperimentos iegūtie rezultāti sakrīt ar zinātniskajā literatūrā minēto, proti, β -karotīna saturs burkānos uzglabāšanas laikā palielinās (Sinha, 2011).

Secinājumi

1. Nantes tipa burkānu šķirnes hibrīdos pēc sešu mēnešu uzglabāšanas kopējo karotinoīdu saturs būtiski palielinājās no 31.12% līdz 40.97%.
2. Pēc sešu mēnešu uzglabāšanas Nantes tipa burkānu šķirnes hibrīdos β -karotīna saturs palielinājās no 7.89% līdz 32.99%, salīdzinot ar sākotnējo β -karotīna saturu.
3. Iegūtie rezultāti liecina par karotinoīdu biosintēzes norisi burkānos pēc ražas novākšanas.

Izmantotā literatūra

1. Ayvaz H., Schirmer S., Parulekar Y., Balasubramaniam V. M., Somerville J. A., Daryaei H. (2012). Influence of selected packaging materials on some quality aspects of pressureassisted thermally processed carrots during storage. *LWT – Food Science and Technology*, Vol. 46, p. 437–447.
2. Berger M., Küchler T., Maaßen A., Busch-Stockfisch M., Steinhart H. (2008). Correlations of carotene with sensory attributes in carrots under different storage conditions. *Food Chemistry*, Vol. 106, p. 235–240.
3. Biswas A. K., Sahoo J., Chatli M. K. (2011). A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of β -carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. *LWT–Food Science and Technology*, Vol. 44, Issue 8, p. 1809–1813.
4. Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H. (2009). *Carotenoids. Volume 5: Nutrition and Health*. Verlag Basel: Boston, Berlin, 431 p.
5. Gajewski M., Weglarz Z., Sereda A., Bajer M., Kuczkowska A., Majewski M. (2010). Carotenoid Accumulation by Carrot Storage Roots in Relation to Nitrogen Fertilization Level. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38, p. 71–75.
6. Kampuse S., Berna E., Muizniece-Brasava S., Dukalska L. (2012). Influence of active packaging on the quality of pumpkin – rowanberry marmalade candies. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 67, p. 1135–1143.
7. Martín-Belloso O., Soliva-Fortuny R. (2011). *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. Taylor and Francis Group, LLC: Boca Raton, 410 p.
8. Matejkova J., Petrikova K. (2010). Variation in Content of Carotenoids and Vitamin C in Carrots. *Notulae Scientia Biologicae*, No. 2(4), p. 88–91.
9. Nollet L. M. L. and Toldrá F. (2012). *Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods*. Taylor & Francis Group, LLC: Boca Raton, 956 p.
10. Rodriguez-Concepcion M., Stange C. (2013). Biosynthesis of carotenoids in carrot: an underground story comes to light. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, p. 1–7.
11. Schulz-Witte J. (2011) *Diversität wertgebender Inhaltsstoffe bei Daucus carota L.* Dissertation. Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg, Deutschland, S. 288.
12. Sinha N. K. (2011) *Handbook of Vegetables and Vegetable Processing*. John Wiley and Son: New Delhi, 788 p.

KOPĒJAIS FENOLU, ANTOCIANĪNU UN TANĪNU SATURS SKĀBO ĶIRŠU AUGĻOS UN SPIEDPALIEKĀS

TOTAL CONTENT OF PHENOLS, ANTHOCYANINS AND TANNINS IN SOUR CHERRY FRUIT AND PRESS CAKE

Dalija Segliņa, Inta Krasnova, Anita Olšteine, Daina Feldmane

Latvijas Valsts augļkopības institūts
dalija.segliņa@lvai.lv

Abstract. Sour cherries are important fruit crop worldwide and in Eastern Europe especially. The climate is suitable for cherry growing in Latvia. The productivity of sour cherries has been improved by introducing of new cultivars. Sour cherry fruit have high nutritive value and multiform application. Recently the investigations of raw materials of plant origin became topical due to their high-quality composition. The aim of the research was to determine the content of the polyphenol compounds in sour cherry fruit and in a press cake after juice pressing. The cultivars which are widely grown in Latvia or suitable for Latvian conditions were chosen for the research: 'Latvijas Zemais', 'Zentenes', 'Bulatnikovskaya', 'Orlica', 'Zhukovskaya', 'Shokoladnica' and 'Tamaris'. The objects of the research were frozen fruit and the press cake after juice pressing. The total content of the phenols, anthocyanins and tannins were determined spectrophotometrically. The results of the research showed that sour cherry cultivars grown in Latvia were rich in polyphenol