

MORKŲ LAPŲ PESTO PADAŽO SPALVOS POKYČIAI LAIKYMO METU

Greta GRIKŠTAITĖ – PRAPIESTĖ, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: greta.grikstaite-prapieste@vdu.lt

Aurelija PAULAUSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, Augalų biologijos ir maisto mokslų katedra, el. paštas: aurelija.paulauskiene@vdu.lt

Santrauka

Morkų lapai dažniausiai yra išmetami, tačiau jie gali tapti potencialiu maistinių medžiagų šaltiniu. Vienas iš morkų lapų panaudojimo būdų – morkų lapų pesto padažo gamyba. Tyrimo tikslas buvo įvertinti laikymo temperatūros ir trukmės įtaką morkų lapų pesto padažo spalvai. Tyrimai atlikti Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro Augalinių žaliavų kokybės laboratorijoje. Pagamintas morkų lapų pesto padažas buvo laikomas skirtingose temperatūrose: 8, 4 ir -22°C temperatūroje, skirtingą periodą: 14, 26 ir 33 paras. Morkų lapų pesto spalva įvertinta spalvos analizatoriumi ColorFlex (Hunter Lab, JAV), spalvos intensyvumą išreiškiant NBS vienetais. Gauti tyrimų duomenys įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTICA. Eksperimento metu nustatyta, kad laikymo temperatūra ir laikas turi įtakos morkų lapų pesto padažo spalvai. Laikant teigiamoje temperatūroje, padažo spalva patamsėja, o minusinėje temperatūroje pašviesėja. Padažo laikymas -22 °C temperatūroje nepakeičia žalios spalvos intensyvumo net iki 33 dienų, tačiau laikant 4 ir 8 °C temperatūroje, padažo žalios spalvos intensyvumas mažėja. Geltona padažo spalva laikymo metu intensyvėja. b* koordinatės reikšmės esmingai padidėjo jau po 26 dienų, nepriklausomai nuo laikymo temperatūros.

Reikšminiai žodžiai: morkų lapai, pesto padažas, spalva.

Įvadas

Valgomosios morkos (*Daucus carota* L.) kilusios iš Vakarų Azijos. Dabar šios daržovės labiausiai žinomos kaip oranžinės spalvos, bet pirmosios buvo geltonos ir violetinės.

EUROSTAT duomenimis, 2016 m. morkos pateko į svarbiausių Europos Sąjungos (ES) daržovių sąrašą. 2016 m. Lietuvoje užauginta 0,77 % ES morkų, o dirbamas plotas sudarė 1,56 % su ES morkų auginimu susijusios žemės.

Morkos vartojamos kaip šakninė daržovė, o tai reiškia, kad morkų lapai nepriskiriami valgomajai daliai dėl specifinio kartumo ir sutraukiančio skonio. Paprastai lapai apdorojami kaip žemės ūkio atliekos, kurios po derliaus nuėmimo atskiriamos ir naudojamos gyvulių pašarui arba kompostui (Song ir kt., 2018). Morkų lapai dažniausiai yra išmetami, tačiau jie gali tapti potencialiu maistinių medžiagų šaltiniu (Kim ir kt., 2023).

Vienas iš morkų lapų panaudojimo būdų – morkų lapų pesto padažo gamyba. Pesto padažas yra tradicinis itališkas makaronų padažas iš bazilikų, ruošiamas kruopščiai susmulkinant baziliką, sūrį, aukščiausios kokybės pirmojo spaudimo alyvuogių aliejų, riešutus ir česnaką (Mitić-Culafić ir kt., 2014). Morkų lapų pesto padažo gamyba analogiška, tik bazilikai pakeičiami morkų lapais.

Pagrindiniai vartotojų maisto produktų pasirinkimo kriterijai yra vartojimo patogumas, šviežumas, aromatas, spalva ir kokybė. Augalinių produktų spalvą lemia pigmentinės medžiagos, esančios produktuose. Tai pirminiai ir antriniai augalų metabolitai, pasižymintys skirtingu stabilumu ir kitomis savybėmis (Tarasevičiėnė ir kt., 2016). Vienas svarbiausių morkų lapų pesto padažo kokybinių rodiklių – žalios spalvos intensyvumas labai priklauso nuo chlorofilo skilimo intensyvumo, tiksliau chlorofilo b formos virtimu a forma (Aguero ir kt., 2008; Ohtsuka ir kt. 1997). Šviesa, temperatūra, drėgnis, deguonis, etilenas bei chlorofilazės ir kitų fermentų aktyvumas šį procesą gali paspartinti (Yamuchi ir kt. 1991; Jacob-Wilk ir kt., 1999).

Tyrimo tikslas – įvertinti laikymo temperatūros ir trukmės įtaką morkų lapų pesto padažo spalvai.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti morkų lapų pesto padažo spalvą.
2. Įvertinti laikymo temperatūros ir trukmės įtaką padažo spalvos pokyčiams.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai atlikti 2023 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro Augalinių žaliavų kokybės laboratorijoje.

Tyrimų objektas – morkų lapų pesto padažas. Morkų lapai buvo kruopščiai atrinkti, be defektų, nuplauti šaltu (5 °C) vandentiekio vandeniu 3 min. Nuplauti lapai buvo blanširuojami vandens vonioje 90 °C temperatūroje 3 m., po to nedelsiant atvėsinti vandenyje su ledu. Tuomet morkų lapai buvo nusausinti ir sumalti su kitais į receptūrą įtrauktais produktais – česnakų, kepiniais anakardžių riešutais, parmezano sūriu, sumaišyti su ypač grynu alyvuogių aliejumi, paskaninti druska ir pipirais. Receptūra pateikta 1 lentelėje. Malimo procesui naudotas „Philips HR7320/00“ (Philips, Olandija) virtuvinis kombainas. Gautas pesto padažas išfasuotas į sterilius 100 ml stiklinius indelius po 90 g, paviršius padengtas alyvuogių aliejumi (5 g) ir sandariai uždarytas metaliniu dangteliu.

1 lentelė. Morkų lapų pesto padažo (1 kg) receptūra

Table 1. Carrot leaves pesto (1 kg) recipe

Žaliava	Kiekis, g
Morkų lapai (blanširuoti)	285
Anakardžių riešutai	190
Ypač grynas alyvuogių aliejus	355
Česnakai	24
Parmezano sūris	140
Druska	4
Juodieji pipirai	2

Morkų lapai įsigyti iš namų ūkio Druskininkų mieste. Kiti produktai įsigyti prekybos centre „Rimi“.

Atliktas dviejų veiksnių eksperimentas.

- Kontrolinis variantas – šviežias padažas.
- A veiksnys – skirtingos laikymo temperatūros:
 - ✓ A1 – 8 °C temperatūra,
 - ✓ A2 – 4 °C temperatūra,
 - ✓ A3 – -22 °C temperatūra.
- B veiksnys – skirtingas laikymo laikas:
 - ✓ B1 – 14 dienų,
 - ✓ B2 – 26 dienos,
 - ✓ B3 – 33 dienos.

Morkų lapų pesto padažo spalva įvertinta spalvos analizatoriumi „ColorFlex“ (Hunter Lab, JAV). Tyrimai atlikti CIE L*a*b* vienodo kontrasto spalvų erdvėje, kur L* vertė apibūdina šviesumą (juoda, kai L* = 0 ir balta, kai L* = 100), a* vertė apibūdina žalios (a* < 0), b* – geltonos (b* > 0) spalvos intensyvumą išreiškiant NBS vienetais. Prieš kiekvieną matavimų seriją spektrofotometras kalibruotas baltos ir juodos spalvos plokštelėmis.

Gauti tyrimų duomenys įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą „STATISTICA“.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Spalva yra pats svarbiausias parametras, į kurį vartotojai atsižvelgia vertinant produktą (Molyneux ir kt., 2004). Spalvos pokyčiai reiškia cheminius pokyčius, vykstančius paruošimo bei laikymo metu. Spalvos pablogėjimas yra susijęs su maistinės vertės sumažėjimu (Alexieva ir kt., 2014).

Sowmya ir kt. (2022) nustatė, kad kalendrų lapų pesto padažo spalva laikymo metu po 49 dienų reikšmingai pakito. L* koordinatės vertės sumažėjo nuo 39,5 iki 36 NBS vnt., b* koordinatės – nuo 15 iki 13,5 NBS vnt., o a* koordinatės reikšmė pakito nuo -4,1 iki -1,5 NBS vnt.

Atlikto tyrimo metu nustatyta, kad morkų lapų pesto padažo šviesumas – L* koordinatės reikšmė – laikymo metu kito nuo 28,76 iki 33,16 NBS vnt. (žr. 2 lentelę). Koordinatės a* reikšmė, kuri apibūdina pesto padažo žalios spalvos intensyvumą, pakito nuo -6,58 iki 2,12 NBS vnt. Koordinatės b* reikšmė laikymo metu pakito nuo 25,36 iki 28,22 NBS vnt.

2 lentelė. Morkų lapų pesto padažo spalvos pokyčiai NBS vienetais

Table 2. The color changes of carrot leaves pesto during storage, NBS units

Laikymo laikas/ Temperatūra	4 °C	8 °C	-22 °C
L*			
Šviežias padažas	31,29 ± 0,16 a		
14 dienų	30,05 ± 0,06 f	30,81 ± 0,19 c	31,93 ± 0,68 g
26 dienos	28,76 ± 0,17 b	30,82 ± 0,17 c	32,73 ± 0,07 d
33 dienos	28,76 ± 0,17 b	29,58 ± 0,29 e	33,16 ± 0,38 d
a*			
Šviežias padažas	-6,39 ± 0,12 a		
14 dienų	-0,33 ± 0,09 d	0,73 ± 0,16 e	-6,58 ± 0,18 c
26 dienos	1,88 ± 0,07 h	1,24 ± 0,03 f	-5,69 ± 0,09 b
33 dienos	2,12 ± 0,15 i	1,57 ± 0,03 g	-5,66 ± 0,06 b
b*			
Šviežias padažas	25,54 ± 0,12 a		
14 dienų	26,88 ± 0,1 b	26,42 ± 0,15 g	25,36 ± 0,43 a
26 dienos	27,56 ± 0,2 cd	27,37 ± 0,1 c	26,81 ± 0,42 b
33 dienos	28,01 ± 0,3 ef	28,22 ± 0,03 f	27,76 ± 0,12 e

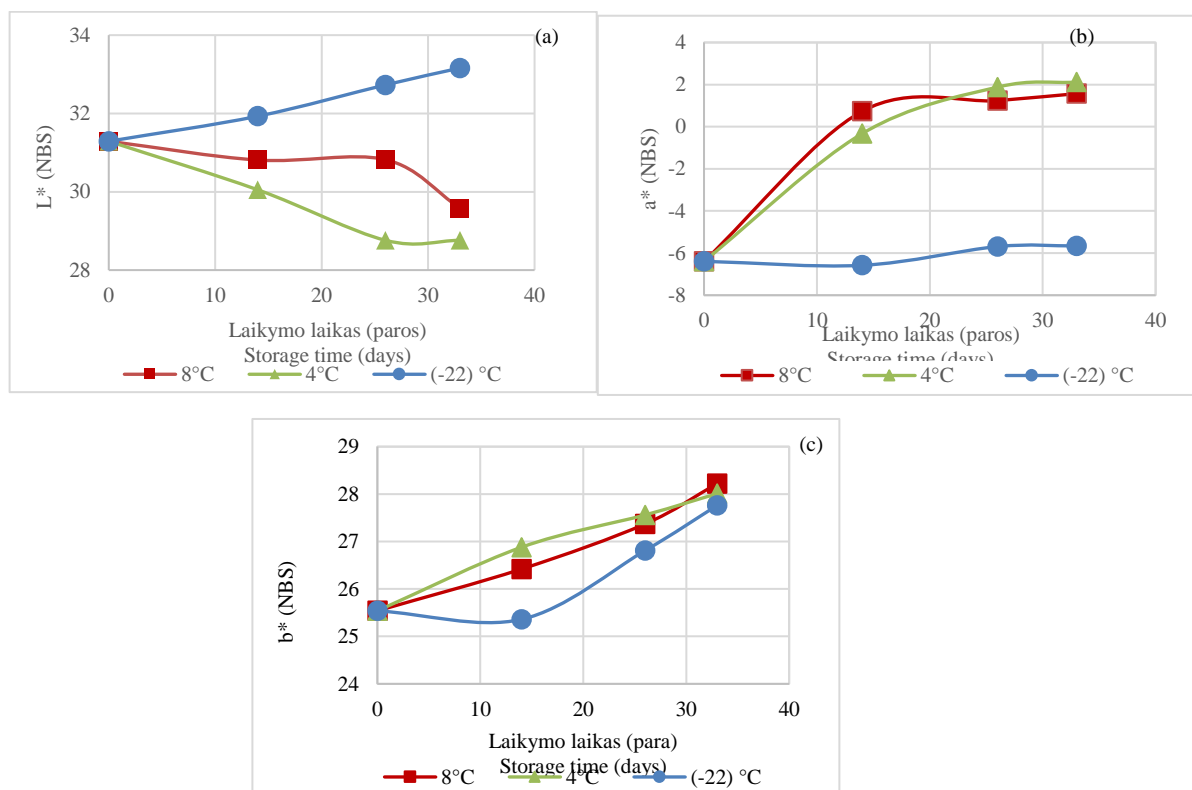
* – vidurkių reikšmės, pažymėtos tomis pačiomis abėcėlės raidėmis, pagal Fišerio LSD testą ($p < 0,05$) iš esmės nesiskiria / Means followed by the same letter do not differ significantly ($p < 0,05$) according to the Fisher LSD test.

Nustatyta, kad laikymo temperatūra ir trukmė daro esminę įtaką morkų lapų pesto padažo šviesumui (L*) (žr. 1 pav. (a)). Lyginant su šviežiu padažu (kontroliniu variantu), padažas, laikytas teigiamose temperatūrose, patamsėjo, o laikytas -

22°C temperatūroje – pašviesėjo. Po 14 laikymo dienų -22°C temperatūroje pastebėti esminiai skirtumai, padažo šviesumas padidėjo nuo 31,29 iki 31,93 NBS vnt., tam įtakos galėjo turėti itin žema laikymo temperatūra (-22 °C), kurioje prasidėjo chlorofilo degradacija. Zhao ir kt. (2020) teigia, kad žema temperatūra gali slopinti chlorofilo biosintezę augaluose, nes slopinama fermentų veikla. Panašios priežastys galėjo padaryti įtaką ir laikant padažą minusinėje temperatūroje ilgą laiką.

Zeppa ir Turon (2014) kokybės bei spalvos pokyčiams nustatyti pagrindiniu parametru pasirinko žalios spalvos intensyvumo parametras a^* . Autoriai teigia, kad a^* koordinatės reikšmės žaliose daržovėse koreliuoja ne tik su žalia spalva, bet ir su teigiamu priimtinumu vartotojams. Zardettoa ir Barbanti (2020) nustatė, kad šviežio baziliko pesto a^* koordinatės vertė laikymo metu didėja laikant 4, 8 ir 12 °C temperatūroje, o tai reiškia, kad padažo žalios spalvos intensyvumas mažėja.

Atlikto tyrimo metu taip pat nustatyti esminiai a^* reikšmės pokyčiai laikymo metu (žr. 1 pav. (b)). Šviežio morkų lapų pesto padažo a^* reikšmė buvo -6,39 NBS vnt. Jau po 14 parų esminiai pokyčiai pastebėti laikant 4 °C ir 8 °C temperatūroje. Ilgėjant laikymo laikui, žalios spalvos intensyvumas mažėjo laikant teigiamoje temperatūroje. Laikant -22 °C temperatūroje taip pat nustatyti esminiai skirtumai, tačiau žalios spalvos intensyvumas išliko mažiausiai pakitęs. Po 33 parų jis buvo -5,66 NBS vnt.



1 pav. Spalvos pokyčiai morkų lapų pesto padažo laikymo metu 4°C, 8°C ir -22°C temperatūroje.
Fig. 1 Color changes of carrot leaves pesto during storage at 4, 8 and -22°C temperatures.

Kaip jau buvo minėta, pesto padažo spalva priklauso nuo chlorofilo skilimo, tačiau kiti ingredientai, pavyzdžiui, aliejus, riešutai taip pat turi įtakos bendrai bazilikų pesto išvaizdai (Masino ir kt., 2008). Bouacida ir kt. (2016) nustatė, kad pesto padažas buvo žalsvai gelsvo atspalvio ir padarė išvadą, jog ne tik chlorofilas lapuose, bet ir alvyvuogių aliejus buvo atsakingas už tai.

Koordinatė b^* nusako padažo geltonos spalvos intensyvumą. Pagal Zardettoa ir Barbanti (2020), geltona pesto padažo spalva laikymo metu linkusi intensyvėti. Atlikto tyrimo rezultatai taip pat parodė esminius b^* koordinatės pokyčius laikymo metu, b^* reikšmė po 14 dienų padidėjo laikant 4 ir 8 °C temperatūroje. Esminiai pokyčiai laikant -22 °C temperatūroje po 14 dienų nustatyti. Po 26 ir 33 dienų ši tendencija išliko tokia pati, nustatyti esminiai pokyčiai laikant 4 ir 8 °C ir -22°C temperatūroje. Po 33 dienų laikant 4 °C temperatūroje b^* koordinatės vertė buvo 28,01, laikant 8°C temperatūroje – 28,22, o -22 °C temperatūroje b^* koordinatės vertė po 33 dienų buvo 27,76 NBS vnt.

Išvados

1. Laikymo temperatūra ir laikas morkų lapų pesto padažo spalvai daro esminę įtaką. Laikant teigiamoje temperatūroje, padažo spalva patamsėja, o minusinėje temperatūroje pašviesėja.
2. Padažo laikymas -22 °C temperatūroje nepakeičia žalios spalvos intensyvumo net iki 33 dienų, tačiau laikant 4 ir 8 °C temperatūroje, padažo žalios spalvos intensyvumas mažėja.
3. Geltona padažo spalva laikymo metu intensyvėja. b^* koordinatės reikšmės esmingai padidėjo jau po 26 dienų, nepriklausomai nuo laikymo temperatūros.

Literatūra

1. Aguero, M. V., Barg, M. V., Yommi, A., Camelo, A., Roura, S. 2008. I, Postharvest changes in water status and chlorophyll content of lettuce (*Lactuca Sativa* L.) and their relationship with overall visual quality. *Journal of Food Science*, Vol 73, No. 1, p. 1750-3841.
2. Alexieva, I. N., Popova, A. T., Brashlyanova, B. P., Jalyazkov, S. P. 2014. Color determination and rheological characteristics of some modified pesto sauces. *International Scientific Practical Conference "Food, Technologies & Health*, p. 137-141.
3. Bouacida, S., Muresan, V., Essaidi, I., Blecker, C., Bouzouita, N., 2016. Pesto sauce type products: influence of beeswax and storage conditions on rheology and colloidal stability. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, Vol. 6 (3), p. 911-920.
4. Yamuchi, N., Watada, A. E. 1991. Regulated chlorophyll degradation in spinach leaves during storage. *Journal of the Phyto and American Society for Horticultural Science*, Vol 116, p. 58-62.
5. Jacob-Wilk, D., Holland, D., Goldchmidt, E. E., Riov, J., Eyal, Y. 1999. Chlorophyll breakdown by chlorophyllase: isolation and functional expression of the Chlase 1 gene from ethylene-treated citrus fruit and its regulation during development. *The Plant Journal*. Vol 20, p. 653-661.
6. Kim, J., Lim, J., Cho, S. 2023. Effect of antioxidant and anti-inflammatory on bioactive components of carrot (*Daucus carota* L.) leaves from Jeju Island *Biological Chemistry*, Vol. 66 (34).
7. Masino, F., Foca, G., Ulrici, A., Arru, L., Antonelli, A., 2008. A chemometric study of pesto sauce appearance and of its relation to pigment concentration. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol.88 (8), p. 1335-1343.
8. Mitić-Culafić, D. S., Pavlović, M., Ostojić, S., Knezević-Vukčević, J. 2014. Antimicrobial effect of natural food preservatives in fresh basil-based pesto spreads. *Journal of Food Processing and Preservation*, Vol. 38, p. 1298-1306.
9. Molyneux, S. L., Lister, C. E., Savage, G. P., 2004. An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse cultivated tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, Vol. 55 (7), p. 537-545.
10. Ohtsuka, T., Ito, H., Tanaka, A., 1997. Conversion of chlorophyll *b* to chlorophyll *a* and the assembly of chlorophyll with apoproteins by isolated chloroplast. *Plant Physiology*, Vol. 113, p. 137-47.
11. Song, R., Ismail, M., Baroutian, S., Farid, M. 2018. Effect of Subcritical Water on the Extraction of Bioactive Compounds from Carrot Leaves. *Food and Bioprocess Technology*, Vol. 11, p. 1895-1903.
12. Sowmya, R. S., Warke, V. G., Mahajan, G. B., Annappure, U. S. 2022. Quality and shelf-life assessment of pesto prepared using herbs cultivated by hydroponics. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, Vol. 30, 100608.
13. Tarasevičienė, Ž., Aleknavičiūtė, O., Velička, A., Černiauskiene, J., Paulauskienė, A., Jurevičienė, V., Krasauskas, A., Televičiūtė, D. 2016. Fotosintezės pigmentų kiekio ir spalvos kitimas mažosiose salotose laikymo metu. *Žemės ūkio mokslai*, Vol. 23(2), p. 65-69.
14. Zardetto, S., Barbanti, D. 2020. Shelf life assessment of fresh green pesto using an accelerated test approach. *Food Packaging and Shelf Life*, Vol. 25, p. 100524.
15. Zeppa, G., Turon, C. 2014. Application of the central composite design approach to define chlorophyll degradation during pesto sauce pasteurization. *Industria Alimentari*, Vol. 53, p. 5-11.
16. Zhao, Y., Han, Q., Ding, Ch., Juang, Y., Liao, J., Chen, T., Fenh, Sh., Zhou, L., Zhang, Z., Chen, Y., Yuan, Sh., Yuan M. 2020. Effect of Low Temperature on Chlorophyll Biosynthesis and Chloroplast Biogenesis of Rice Seedlings during Greening. *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 21, p. 1390.

COLOR CHANGES OF THE CARROT LEAVES PESTO DURING STORAGE

Summary

Carrot leaves are usually thrown away, despite being a potential source of nutrients. One way to use carrot leaves is to make a pesto out of them. The aim of the study was to evaluate how the storage temperature and duration influence the color of the carrot leaves pesto. The research was carried out in the Plant Raw Materials Quality Laboratory of the Open Access Joint Research Center for Land and Forestry of the Academy of Agriculture of Vytautas Magnus University. The produced carrot leaves pesto was stored at different temperatures - 8, 4 and -22°C - and kept respectively for 14, 26 and 33 days. The color of the carrot leaves pesto was assessed with the ColorFlex color analyzer (Hunter Lab, USA), indicating its color intensity in NBS units. The obtained research data was analysed by the two-factor analysis of variance (ANOVA) method, using the computer program "STATISTICA". This experiment has proven that the storage temperature and time affects the color of the carrot leaves pesto. The sauce darkens when it is stored in positive temperature and becomes lighter in negative temperature. The intensity of the green color does not change up to 33 days when the pesto is stored at -22 °C temperature. However, storing pesto at 4 and at 8 °C decreases the intensity of the sauces green color. Meanwhile, the yellow color of the sauce intensifies throughout the storage. The values of the b* coordinate increased substantially after 26 days, regardless of the storage temperature.

Keywords: carrot leaves, pesto, color