

## MIKROKAPSULIAVIMUI NAUDOJAMOS MEDŽIAGOS ĮTAKA GERVUOGIŲ SULČIŲ MILTELIŲ SPALVAI

**Simona MAŽEIKAITĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: [simona.mazeikaite@vdu.lt](mailto:simona.mazeikaite@vdu.lt)

**Živilė TARASEVIČIENĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: [zivile.taraseviciene@vdu.lt](mailto:zivile.taraseviciene@vdu.lt)

**Indrė ČECHOVIČIENĖ**, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: [indre.cehoviciene@vdu.lt](mailto:indre.cehoviciene@vdu.lt)

### Santrauka

Spalva – viena iš svarbiausių juslinių savybių, todėl aktualu kuo ilgiau išlaikyti ją stabilią. Tam gali būti pasitelkiami įvairūs būdai, stabdantys biologiškai aktyvių junginių skilimą, vienas iš jų – mikrokapsuliuojimas. Tyrimas buvo atliktas 2023 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Atviros prieigos žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro Augalinių žaliavų kokybės laboratorijoje. 'Orkan', 'Brzezina' ir 'Polar' veislių gervuogių sulčių ir jų miltelių spalva nustatyta spektrofotometru ColorFlex, naudojant CIELab sistemą ( $L^*a^*b^*$ ). Tamsiausių spalvą 'Orkan' ir 'Polar' gervuogių sulčių milteliams suteikė 20 %, o 'Brzezina' – 30 % maltodekstrino priedas. Raudoniausių atspalvį 'Orkan' ir 'Polar' veislių gervuogių sulčių milteliams suteikė 30 % inulino, o 'Brzezina' – 30% maltodekstrino priedas. Geltoniausių atspalvį suteikė 30 % inulino priedas 'Orkan' ir 'Polar' veislių, o 30 % maltodekstrino priedas – 'Brzezina' veislės liofilizuotoms gervuogių sultims (milteliams).

**Reikšminiai žodžiai:** spalva, gervuogių sultys, maltodekstrinas, inulinas.

### Įvadas

Mikrokapsuliuojimo technologija yra bendras terminas, naudojamas apibūdinti procesams, kai tam tikros medžiagos naudojamos apgaubti kitas, siekiant pagerinti jų tirpumą, poliškumą, padidinti jų stabilumą apsaugant nuo išorinių veiksnių, tokių kaip šviesos, šilumos ir deguonies poveikio. Įkapsuliuota medžiaga vadinama vidine faze ar šerdimi, o kapsuliuojimui naudojama medžiaga – apvalkalu ar membrana (Yan ir kt., 2022). Kapsuliuojimas prisideda prie produkto stabilumo didinimo ir prailgina galiojimo laiką, atlieka pagrindinį vaidmenį gerinant pagrindinių medžiagų fizines savybes, tokias kaip jų tirpumas, hidrofiliškumas ir lipofiliškumas, taip pat apsaugo nuo bet kokio nemalonaus skonio ir kvapų, susijusių su pagrindine medžiaga, taip pagerindamas bendrą produkto kokybę (Bu ir kt., 2021).

Gervuogių didelė maistinė vertė, jose gausu fenolinių junginių, tokių kaip fenolinės rūgštys, taninai ir antocianinai, kurie teigiamai veikia ne tik fizinę, bet ir protinę žmogaus sveikatą. Antocianinai pasižymi dideliu antioksidaciniu aktyvumu, todėl gervuogių vartojimas sumažina širdies, kraujagyslių, neurologinių ligų, vėžio, diabeto riziką (Yamashita, ir kt., 2017). Šie junginiai yra nestabilūs ir lengvai skyla, todėl apsaugojimui galima naudoti mikrokapsuliuojimą, stabdantį pigmentinių junginių skilimą, bei spalvos pasikeitimą (Xu ir kt., 2024).

Spalva yra viena iš svarbiausių maisto produktų juslinių savybių, taip pat sukianti tam tikrus vartotojų lūkesčius produkto skoniui. Maisto produktų spalva neretai pasitelkiama vertinant jų kokybę. Mokslinių tyrimų rezultatai rodo, kad įvairių maisto produktų ir gėrimų spalvos, atspalvio, šviesumo ar sodrumo pokytis daro esminį poveikį vartotojų maisto pasirinkimui. Dažniausiai intensyvesnės spalvos maisto produktai pasižymi intensyvesniu skoniu (Spence, 2024). Be to, gaminio spalva turi išlikti stabili visą galiojimo laiką, išblukusi spalva sukelia neigiamas asociacijas vartotojui.

**Tyrimo tikslas** – nustatyti mikrokapsuliuojimui naudojamos medžiagos įtaką gervuogių sulčių miltelių spalvai.

Išsikeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti natūralių ir mikrokapsuliuotų gervuogių sulčių spalvą.
2. Įvertinti mikrokapsuliuojimui naudojamos medžiagos ir jos koncentracijos įtaką gervuogių sulčių miltelių spalvai.

### Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimas atliktas 2023 metais Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Atviros prieigos žemės ir miškų jungtinio tyrimų centro Augalinių žaliavų kokybės laboratorijoje.

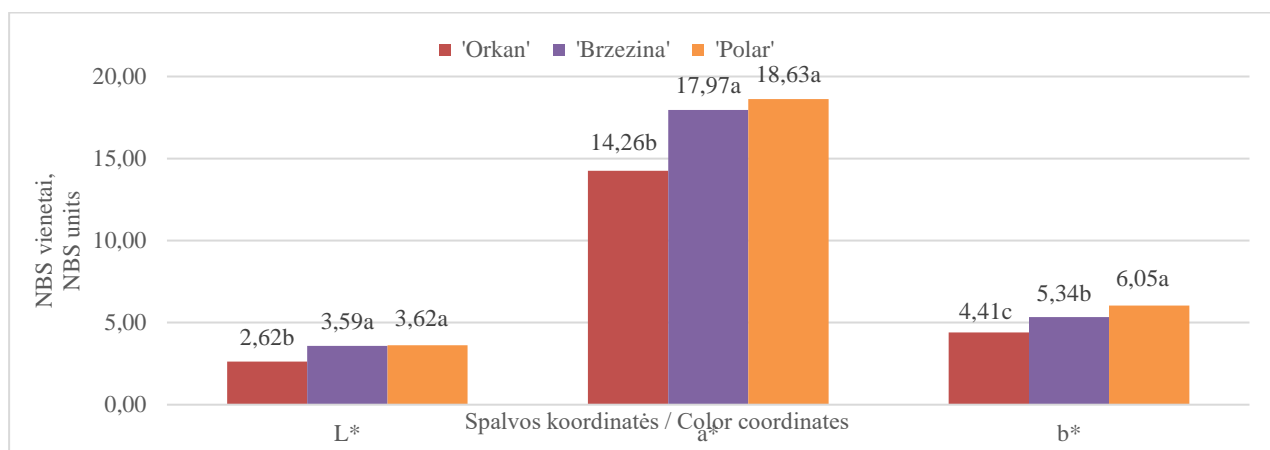
Tyrimo metu buvo tiriamos 'Orkan', 'Polar', 'Brzezina' veislių gervuogių (*Rubus spp.* L) sultys ir jų milteliai. Sultys sumaišytos su 10 %, 20 % ir 30 % 14-17 dekstrozės ekvivalentų kukurūzų maltodekstrinu ir cikorijų inulynu. Mikrokapsuliuojimui buvo naudojamas liofilizavimo metodas (džiovinimas šalčiu). Sultys su priedais buvo šaldomos kameroje -35°C temperatūroje, po to gervuogių sultys buvo liofilizuotos 3 paras sublimatoriuje SCANVAC CoolSafe.

Gervuogių sulčių ir jų miltelių spalva nustatyta spektrofotometru ColorFlex, naudojant CIELab sistemą (Hunter Associates Laboratory Inc., USA). Nustatytos  $L^*$ ,  $a^*$  ir  $b^*$  koordinatės, išreikštos NBS vienetais.

Tyrimų duomenys įvertinti dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTICA 10. Statistinis patikimumas tarp duomenų vertintas Fisher LSD testu. Skirtumai statistiškai patikimi, kai ( $p < 0,05$ ).

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Atlikus tyrimus nustatyta, kad tamsiausios buvo 'Polar' veislės gervuogių sultys ( $L^* = 3,62$  NBS), o šviesiausios – 'Orkan' ( $L^* = 2,62$  NBS), šių sulčių šviesumas skyrėsi esmingai,  $p \leq 0,05$ . Intensyviausia raudona spalva išsiskyrė 'Polar' veislės sultys ( $a^* = 18,63$  NBS), o mažiausiai intensyvia – 'Orkan' ( $a^* = 14,26$  NBS), šių veislių gervuogių sulčių raudona spalva skyrėsi esmingai,  $p \leq 0,05$ . Vertinant spalvos koordinatės  $b^*$  vertes nustatyta, kad sulčių geltonumas esmingai skyrėsi ir vyravo nuo 4,41 ('Orkan' veislė) iki 6,05 ('Polar' veislė) NBS vienetų (žr. 1 pav.) Spalva ypatingai svarbus rodiklis ne tik kalbant apie maisto produktų kokybę, bet ir apie maisto žaliavas, kurios gali būti naudojamos kaip natūralių dažiklių šaltinis. Tosun (2008) tyrė vartojimo brandą pasiekusių gervuogių spalvą ir nustatė, kad jų spalvos  $L^*$  koordinatės vertė buvo 17,35 NBS vnt.,  $a^* = 10,41$  NBS vnt., o  $b^* = 3,62$  NBS vnt. Lyginant su šiame straipsnyje tirtomis sultimis, natūralios uogos yra šviesesnės, raudonas atspalvis nežymiai skiriasi, uogos pasižymi intensyvesniu geltonumu nei sultys.



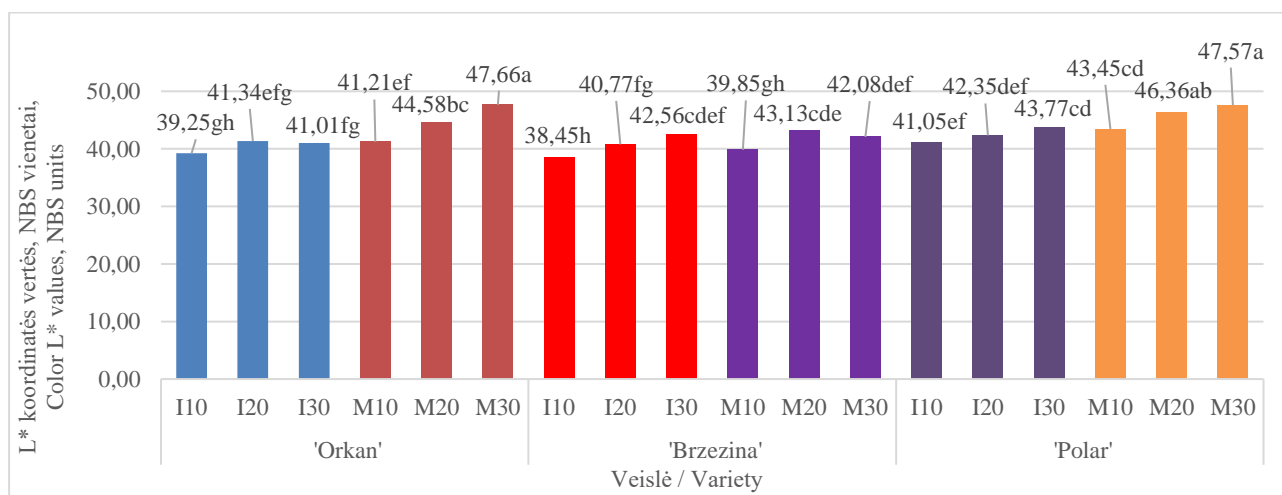
Pastaba\*: tarp variantų pažymėtų ne ta pačia raide (a, b...) yra esminiai skirtumai ( $p \leq 0,05$ ).

Note\*: there are significant differences between values in the columns marked with a different letter (a, b...) ( $p \leq 0,05$ ).

**1 pav.** Skirtingų veislių gervuogių sulčių spalvos koordinačių ( $L^*a^*b^*$ ) vertės, NBS vienetai.

**Fig. 1.** Color coordinates ( $L^*a^*b^*$ ) values of different varieties of blackberry juoce, NBS units.

Įvertinus  $L^*$  koordinatės vertes, galima teigti, kad 'Orkan' ir 'Polar' veislių gervuogių sulčių milteliai tamsiausi buvo su 30 % maltodekstrino, o šviesiausi su 10 % inulino priedu. Vertinant 'Brzezina' veislės gervuogių sulčių miltelių spalvą nustatyta, kad tamsiausią atspalvį suteikė 20 % maltodekstrino, o šviesiausių – 10% inulino priedas, vertės esmingai skiriasi,  $p \leq 0,05$ . Palyginus su natūraliomis gervuogių sultimis, 'Brzezina' veislės gervuogių sulčių milteliai tapo šviesesni,  $L^*$  koordinatės vertės padidėjo nuo 3,59 iki 43,13 NBS vienetų (žr. 2 pav.). Pagal Yamashita ir kt. (2017), mikrokapsuliavimui naudojant 10 ir 20 dekstrozės ekvivalentų maltodekstriną,  $L^*$  koordinatės vertės, atitinkamai buvo 34,34 ir 41,94 NBS vienetai.



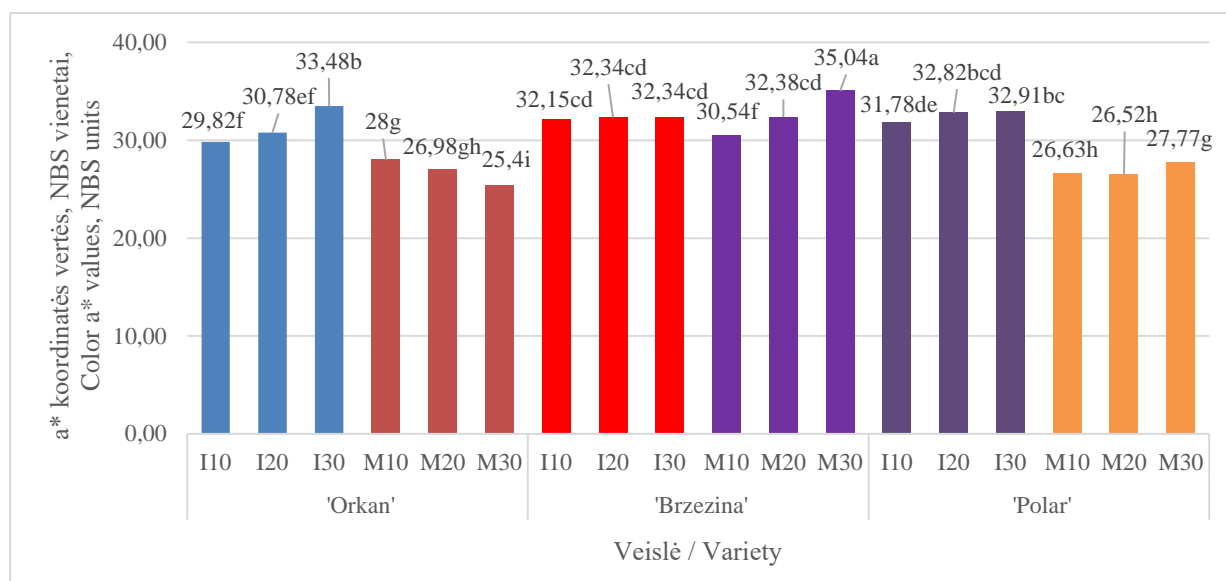
Pastaba\*: tarp variantų pažymėtų ne ta pačia raide (a, b...) yra esminiai skirtumai ( $p \leq 0,05$ ). I10 – 10 % inulino priedas, I20 – 20 % inulino priedas, I30 – 30 % inulino priedas, M10 – 10 % maltodekstrino priedas, M20 – 20 % maltodekstrino priedas, M30 – 30 % maltodekstrino priedas.

Note\*: there are significant differences between variants marked with a different letter (a, b...) ( $p \leq 0,05$ ). I10 – 10% inulin additive, I20 – 20% inulin additive, I30 – 30% inulin additive, M10 – 10% maltodextrin additive, M20 – 20% maltodextrin additive, M30 – 30% maltodextrin additive.

**2 pav.** Mikrokapsuliuotų gervuogių sulčių, naudojant skirtingas medžiagas ir jų kiekius,  $L^*$  spalvos koordinatės vertės, NBS vienetai.

**Fig. 2.**  $L^*$  color coordinate values of microencapsulated blackberry juice using different materials and their quantities, NBS units.

Gervuogėse esantys antocianinai yra vandenyje tirpūs pigmentai, lemiantys uogų raudonos, violetinės spalvos atspalvius (Laokuldilok ir kt., 2015). Raudoniausiu atspalviu išsiskyrė 'Orkan' ir 'Polar' veislės gervuogių sulčių milteliai su 30 % inulino priedu (atitinkamai 33,48 ir 32,91 NBS vienetai), o 'Brzezina' – su 30 % maltodekstrino priedu (35,04 NBS vienetai). Esmingai didžiausia a\* koordinatės vertė išsiskyrė 'Brzezina' veislės gervuogių sulčių milteliai su 30 % maltodekstrino priedu (žr. 3 pav.). Yamashita ir kt. (2017) tyrimų rezultatai rodo, kad gervuogių sulčių raudonos spalvos stabilumą lemia didelis kiekis antocianinų.

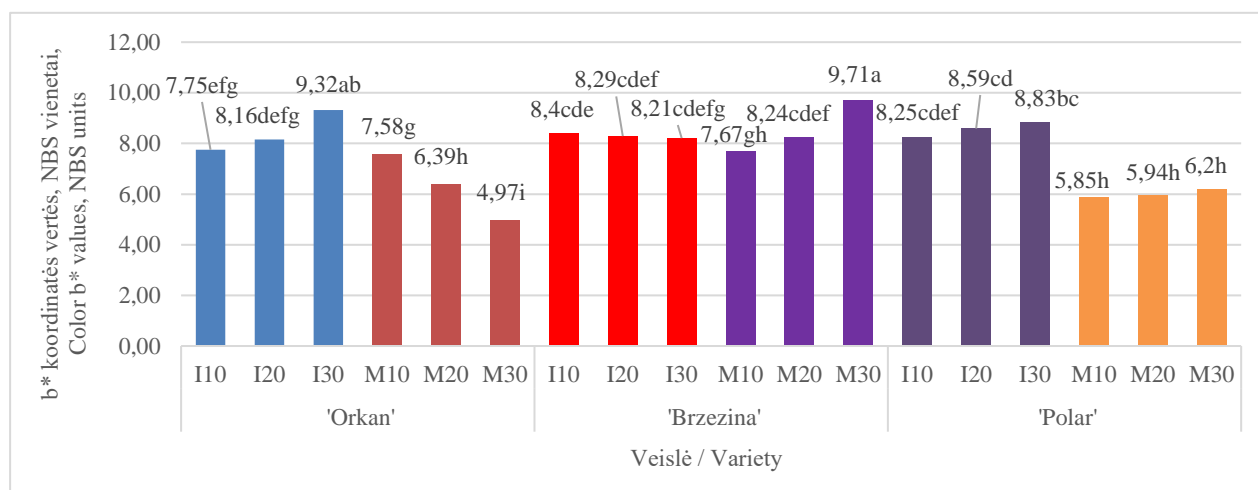


Pastaba\*: tarp variantų pažymėtų ne ta pačia raide (a, b...) yra esminiai skirtumai ( $p \leq 0,05$ ). I10 – 10 % inulino priedas, I20 – 20 % inulino priedas, I30 – 30 % inulino priedas, M10 – 10 % maltodekstrino priedas, M20 – 20 % maltodekstrino priedas, M30 – 30 % maltodekstrino priedas.

Note\*: there are significant differences between variants marked with a different letter (a, b...) ( $p \leq 0,05$ ). I10 – 10% inulin additive, I20 – 20% inulin additive, I30 – 30% inulin additive, M10 – 10% maltodextrin additive, M20 – 20% maltodextrin additive, M30 – 30% maltodextrin additive.

3 pav. Mikrokapsuliuotų gervuogių sulčių, naudojant skirtingas medžiagas ir jų kiekius, a\* spalvos koordinatės vertės, NBS vienetai.  
Fig. 3.. a\* color coordinate values of microencapsulated blackberry juice using different materials and their quantities, NBS units.

Įvertinus spalvos b\* koordinatės vertes 'Orkan' ir 'Polar' veislės sulčių milteliai geltoniausi kapsuliuojant su 30 % inulino priedu (atitinkamai 9,32 ir 8,83 NBS vienetai), 'Brzezina' – su 30 % maltodekstrino priedu (9,71 NBS vienetai) (žr. 4 pav.).



Pastaba\*: tarp variantų pažymėtų ne ta pačia raide (a, b...) yra esminiai skirtumai ( $p \leq 0,05$ ). I10 – 10% inulino priedas, I20 – 20% inulino priedas, I30 – 30% inulino priedas, M10 – 10% maltodekstrino priedas, M20 – 20% maltodekstrino priedas, M30 – 30% maltodekstrino priedas.

Note\*: there are significant differences between variants marked with a different letter (a, b...) ( $p \leq 0,05$ ). I10 – 10% inulin additive, I20 – 20% inulin additive, I30 – 30% inulin additive, M10 – 10% maltodextrin additive, M20 – 20% maltodextrin additive, M30 – 30% maltodextrin additive.

4 pav. Mikrokapsuliuotų gervuogių sulčių, naudojant skirtingas medžiagas ir jų kiekius, b\* spalvos koordinatės vertės, NBS vienetai.  
Fig. 4. b\* color coordinate values of microencapsulated blackberry juice using different materials and their quantities, NBS units.

Yamashita ir kt. (2017) nustatė, kad maltodekstrinas, turintis mažesnę dekstrozę ekvivalentų skaičių, uogoms suteikia mėlynesnę atspalvį. Gervuogių sulčių milteliai gali būti naudojami kaip natūrali dažanti ir naudą sveikatai teikianti medžiaga funkcinuose maisto produktuose.

## Išvados

1. Esmingai tamsesnės ir raudonesnės buvo 'Polar' ir 'Brzezina' veislių gervuogių sultys.
2. Esmingai tamsiausių ir raudoniausių atspalvį gervuogių sulčių milteliams suteikė 30 % maltodekstrino priedas.
3. Gervuogių sulčių milteliai su inulino priedu išsiskyrė intensyvesne raudona ir geltona spalva.

## Literatūra

1. Bu, Y., He, W., Zhu, L., Zhu, W., Li, J., Liu, H., Li, X. 2021. Effects of different wall materials on stability and umami release of microcapsules of Maillard reaction products derived from Aloudidae aloidi. *Food Science & Technology*, Vol. 56, p. 6484–6496.
2. Yan, C., Kim, S. R., Ruiz, D. R., Farmer, J. R. 2022. Microencapsulation for food applications: A review. *ACS Applied Bio Materials*, Vol. 5 (12), p. 5497–5512.
3. Xu, Y., Yan, X., Zheng, H., Ji, L., Wu, X., Xu, J., Zhen, Z. 2024. The application of encapsulation technology in the food Industry: Classifications, recent Advances, and perspectives. *Food Chemistry*, X. Vol. 21, p. 1–14.
4. Spence, C. 2024. Chapter 2 – *On the psychological effects of food color*. Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages (Second Edition). p. 33–60.
5. Yamashita, C., Chung, M. S., Santos, C., Mayer, C. R. M., Moraes, I. C. F., Branco, I. G. 2017. Microencapsulation of an anthocyanin-rich blackberry (*Rubus spp.*) by-product extract by freeze-drying. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 84, p. 256–262.
6. Laokuldilok, T., Kanha, N. 2015. Effects of processing conditions on power properties of black glutinous rice (*Oryza sativa* L.) bran anthocyanins produced by spray drying and freeze drying. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 64, p. 405–411.
7. Tosun, I., Ustun, N. S., Tekguler, B. 2008. Physical and chemical changes during ripening of blackberry fruits. *Agricultural Sciences*, Vol. 65, p. 87–90.

## THE INFLUENCE OF THE MICROENCAPSULATION MATERIAL ON THE COLOR OF BLACKBERRY JUICE POWDER

### Summary

Color - one of the most important sensory attributes, therefore it is relevant to maintain it stable for as long as possible. Various methods can be employed to achieve this, inhibiting the degradation of bioactive compounds, one of which is microencapsulation. The study was conducted in 2023 at the Open Access Land and Forest Research Center of Vytautas Magnus University Agriculture Academy in the Plant Raw Material Quality Laboratory. The color of blackberry juice and its powders of 'Orkan', 'Brzezina', and 'Polar' varieties was determined using a ColorFlex spectrophotometer, the CIELab system (L\*a\*b\*). The darkest color for 'Orkan' and 'Polar' freeze-dried blackberry juices was achieved with a 20% addition of maltodextrin, while for 'Brzezina', it was 30%. The reddest hue for 'Orkan' and 'Polar' varieties was attained with a 30% addition of inulin, and for 'Brzezina', it was 30% maltodextrin. The yellowest was blackberry juice powder with 30% addition of inulin for 'Orkan' and 'Polar' varieties, and by 30% maltodextrin for 'Brzezina' freeze-dried blackberry juice.

**Keywords:** color, blackberry juice, maltodextrin, inulin.