

BIOLOGIŠKAI AKTYVIŲ MEDŽIAGŲ KIEKIAI ŽELĖ SALDAINIUOSE SU BUROKĖLIŲ PRIEDAIS

Sandra KALVAITIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: sandrakalvaitiene@gmail.com

Judita ČERNIAUSKIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: judita.cerniauskiene@vdu.lt

Santrauka

Burokėlis (*Beta vulgaris* L.) yra vertinga daržovė, pasižyminti dideliu biologiškai aktyvių junginių kiekiu, todėl gali būti naudojami maisto produktų maistinei vertei didinti. Juos perdirbant, burokėliai įgauna tinkamą tekstūrą ir gali būti pritaikomi įvairių produktų, įskaitant desertus, gamyboje. Tačiau svarbu, įvertinti kaip skirtingi apdorojimo būdai veikia galutinio produkto kokybines savybes. Šio tyrimo tikslas – įvertinti braškinių želė saldinių, praturtintų skirtingais būdais apdorotų burokėlių šakniastiebių priedais, kokybę. Tyrimo metu buvo analizuojami dviejų apdorojimo būdų (virti ir kepti) burokėlių šakniavaisiai, kurie buvo panaudoti želė saldinių gamyboje. Standartiniais metodais želė saldiniuose buvo nustatyti betalainų (betacianinų ir betaksantinų), bendras flavonoidų ir bendras fenolinių junginių kiekiai bei DPPH aktyvumas. Tyrimo rezultatai parodė, kad saldiniuose su 15 proc. ir 30 proc. keptų burokėlių priedu buvo esminiai didžiausias bendras fenolinių junginių kiekis, o didžiausias bendras flavonoidų kiekis nustatytas su 15 proc. keptų burokėlių priedu. Tyrimo metu pastebėta tendencija, kad keptų burokėlių priedas didino, o virtų – mažino šių junginių kiekius saldiniuose. Didžiausias betaksantinų, betacianinų ir DPPH aktyvumo kiekis nustatytas saldiniuose su keptais burokėliais.

Reikšminiai žodžiai: bioaktyvieji junginiai, burokėliai, kokybė, želė saldiniai.

Įvadas

Želė saldinių paklausa auga, o vartotojai tampa sąmoningesni savo maisto pasirinkimuose, ieškodami sveikesnių produktų (Silveira et al., 2025).

Pasaulio sveikatos organizacija suaugusiam žmogui, kurio kūno masės indeksas yra normalus, rekomenduoja per dieną suvartoti apie 25–50 g cukraus, todėl pagal šias rekomendacijas tinkamesni produktai su sumažintu cukraus kiekiu (Wruss et al., 2015). Dėl šios priežasties vis didesnis dėmesys skiriamas naudingesnių saldumynų kūrimui, kurie išlaikytų patrauklias juslines savybes.

Vartotojai siekia rinktis maistą, kuriame būtų daugiau organizmui naudingų medžiagų, gerinančių sveikatą ir savijautą, tačiau neprarandančių skonio ir tekstūros. Vaisių ir daržovių vartojimas yra svarbi sveikos gyvensenos dalis, todėl siekiant pajavairinti želė saldinių asortimentą ir skatinti naudingą mitybą, didelis dėmesys skiriamas tokių produktų maistinės vertės didinimui. Atsižvelgiant į tai, šio tyrimo tikslas – ištirti uogų ir daržovių naudojimą želė saldiniuose, atliekant fizikocheminę analizę ir nustatant bendrą vartotojų priimtinumą (Salančė et al., 2015).

Raudonasis burokėlis (*Beta vulgaris*) – natūrali šakninė daržovė, pasižyminti gausiu fitocheminių ir bioaktyvių junginių kiekiu bei dėl savo teigiamo poveikio gerinant įvairius klinikinius ir patologinius rodiklius (Mirmiran et al., 2020). Šiose daržovėse randamas elementų, skaidulų ir biologiškai aktyvių medžiagų kompleksas, kurių dalis išlieka net ir po terminio apdorojimo (Abdo et al., 2020). Tačiau virimas ir kepimas sumažina dalį betalainų, kylanti temperatūra pažeidžia ląsteles ir keičia bioaktyvių junginių kiekius. Antioksidacinis aktyvumas po terminio apdorojimo dažnai padidėja (Ravichandarn et al. 2013; Ramos et al. 2018).

Atsižvelgiant į šias savybes, želė saldinių gamybai buvo pasirinkta uogų ir daržovių kombinacija – braškės ir burokėlių šaknys. Šios žaliavos produktui suteikia natūralią ir malonią tekstūrą, specifinį skonį bei patrauklią spalvą, nes jose esantys pigmentai leidžia išgauti sodrius atspalvius nenaudojant sintetinių dažiklių. Tokiu būdu galima sukurti patrauklios išvaizdos desertinį gaminį, kurio kokybė būtų pagerinta bioaktyviaisiais junginiais.

Tyrimo tikslas – nustatyti ir palyginti skirtingai apdorotų burokėlių priedo įtaką braškinių želė saldinių kokybei.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Nustatyti ir palyginti betalainų (betaksantinas, betacianinas) kiekį braškiniuose želė saldiniuose su skirtingai apdorotų burokėlių priedu.

2. Nustatyti ir palyginti braškinių želė saldinių su skirtingai apdorotų burokėlių priedu bendrą fenolinių junginių ir bendrą flavonoidų kiekį bei antioksidacinį aktyvumą.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai atlikti 2025–2026 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agronomijos fakulteto augalinių maisto žaliavų kokybės tyrimų laboratorijoje, Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijoje bei Atviros prieigos Žemės ir miškų jungtinių tyrimų centro Augalinių žaliavų kokybės tyrimų laboratorijoje.

Tyrimų objektas buvo želė saldainiai su skirtingai apdorotų burokėlių šakniavaisių priedais:

Veiksny A – priedo kiekis: be priedo, 15 %, 30 % ir 45 %.

Veiksny B – burokėlių šakniavaisių apdorojimo būdas: virti ir kepti.

Želė saldainių gaminimas. Braškių tyrė buvo pasterizuota 75 °C temperatūroje 15 s. Burokėliai buvo paruošti dviem skirtingais būdais: viena dalis burokėlių buvo virta (7–10 cm skersmens gumbai, virti 50 min.), kita dalis – kepta (7–10 cm skersmens gumbai, kepti 190 °C temperatūroje 1 val. 20 min.). Po terminio apdorojimo burokėliai buvo nulupti, susmulkinti iki vientisos masės. Želė saldainiai buvo pagaminti pagal 1 lentelėje pateiktą receptūrą.

1 lentelė. Želė saldainių receptūra

Table 1. Composition of jelly candies

Sudedamosios dalys <i>Ingredients</i>	Kiekis, g <i>Net weight, g</i>						
	1	2	3	4	5	6	7
Braškių tyrė <i>Strawberry puree</i>	100	85	85	70	70	55	55
Medus <i>Honey</i>	10	10	10	10	10	10	10
Citrinų sultys <i>Lemon juice</i>	8	8	8	8	8	8	8
Želatina <i>Gelatin</i>	6	6	6	6	6	6	6
Vanduo <i>Water</i>	15	15	15	15	15	15	15
Virtų burokėlių masė <i>Boiled beetroot mass</i>	-	15	-	30	-	45	-
Keptų burokėlių masė <i>Roasted beetroot mass</i>	-	-	15	-	30	-	45

Paruošta braškių tyrė ir burokėlių masė buvo sumaišytos iki homogeniškos konsistencijos. Želatina brinkinta vandenyje, ištirpinta ir įmaišyta į vaisių–daržovių masę. Į mišinį įdėtas medus ir citrinų sultys, užtikrinant tolygų ingredientų pasiskirstymą. Gautas mišinys pašildytas iki visiškai želatinos ištirpimo, vengiant virimo. Paruošta masė supilta į silikonines formas ir atvėsinta iki kambario temperatūros, po to laikoma šaldytuvo sąlygomis, kol visiškai susiformavo želė struktūra.

Cheminės saldainių analizės buvo atliktos trimis pakartojimais. Standartizuotais metodais želė saldainiuose buvo nustatyta:

- Betalainų (betaksantinas, betacianinas) kiekiai (mg kg^{-1}) – spektrofotometrinio metodu, naudojant etanolio (50 % v/v) tirpiklį pagal F. C. Stintzingo ir kt. (2003) bei T. Basavaraja ir kt. (2022) metodus. Spektrofotometru LABOMED UVD – 3200 (JAV) absorbcija matuojama esant 535 nm betacianinų ir 483 nm betaksantinų kiekiui nustatyti. Gautas absorbcijos naudojamos kiekvieno mėginio betalainų koncentracijai apskaičiuoti. Betacianinų ir betaksantinų kiekybiniam nustatymui taikomos molekulinės masės (MW) ir molinės masės koeficientai (ϵ) ($\text{MW} = 550 \text{ g/mol}$; $\epsilon = 60\,000 \text{ L/mol cm H}_2\text{O}$ tirpale) ir ($\text{MW} = 308 \text{ g/mol}$; $\epsilon = 48\,000 \text{ L/mol cm H}_2\text{O}$ tirpale).

- Bendras fenolinių junginių kiekis (mg GAE g^{-1}) – spektrofotometrinio metodu naudojant Folin-Ciocalteu metodą (Singleton et al., 1999). 1 g mėginio ekstrahuotas 10 ml 75 % etanoliu 1 val. orbitalinėje purtyklėje (D–91126 Vibramax) 1200 aps. min. greičiu. Tada ekstraktas centrifuguotas 10 min. 3000 aps. min. greičiu ir nufiltruotas. 0,2 ml ekstrakto skiesta 5 ml distiliuoto vandens, įpilta 0,2 ml Folin – Ciocalteu reagento ir 1 ml 20 % Na_2CO_3 . Po 30 min. laikymo tamsoje, kambario temperatūroje, spektrofotometru (LABOMED UVD – 3200) išmatuota absorbcija 765 nm bangos ilgyje.

- Bendras flavonoidų kiekis (mg QE g^{-1}) – spektrofotometrinio metodu, naudojant kvercetino standartą ir kalibravimo kreivę; rezultatai išreikšti kvercetino ekvivalentais (QE) pagal Quettier ir kt. (2000). 0,5g tiriamos medžiagos buvo užpilta 75 proc. etanolio ir ekstrahuojama 1 val. purtant automatinėje purtyklėje (1200 rpm). Po ekstrakcijos buvo imamas 0,6 ml ekstrakto, į ekstraktą pilama 10 ml AlCl_3 , 1 ml etanolio 96 % ir 1 ml natrio acetato (1M). 40 min. laikomas tamsoje. Vėliau mišinys buvo supiltas į kiuvetę ir spektrofotometru (LABOMED UVD – 3200) 415 nm bangos ilgyje išmatuota absorbcija. Kaip tuščias mėginys buvo naudotas 96 % etanolis.

- Antioksidacinis aktyvumas (%) – DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazilo hidrato) radikalo surišimo metodu (Brand-Williams et al., 1995). 1 g sutrintos žaliavos užpilta 10 ml metanolio tirpalo ir purtyta 30 min., tada ekstraktas centrifuguotas (ROTOFIX 32A, Hettich zentrifugen) 15 min. 4000 aps. min. – 1 greičiu. Gautas ekstraktas sumaišytas su 3 ml paruošto DPPH tirpalo. Absorbcija išmatuota spektrofotometru 515 nm bangos ilgyje.

Tyrimų duomenys įvertinti dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (ANOVA), naudojant kompiuterinę programą STATISTICA. Siekiant įvertinti tiriamųjų duomenų reikšmių sklaidą, buvo apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai. Vidurkių skirtumų statistinis patikimumas nustatytas taikant Fišerio LSD testą, esant 95 proc. tikimybei ($p < 0,05$).

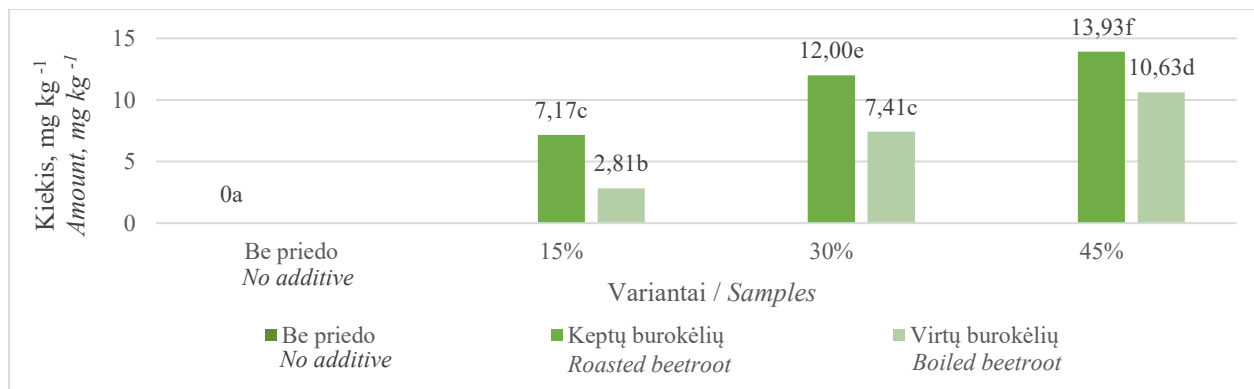
Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Betalainai – tai raudoni ir geltoni valgomųjų burokėlių pigmentai. Nuo violetinės iki raudonos spalvos junginiai yra betacianinai, o nuo geltonos iki oranžinės – betaksantinai. Betalainai, įskaitant betacianinus ir betaksantinus, yra

pagrindiniai burokėlių junginiai. Šie pigmentai, žinomi dėl savo priešuždegiminių ir antioksidacinių savybių, burokėliams suteikia ryškia spalvą ir yra natūralūs maisto dažikliai (Stoica et al. 2025).

Atlikti tyrimai parodė, kad iš betalainų esminiai daugiausia buvo nustatyta betacianino ir betaksantino saldiniuose su keptais burokėliais (žr. 1 pav.). Kitų mokslininkų tyrimai parodė, kad virimas labai sumažina betalainus (iki 60 proc.). Tokie praradimai atsiranda dėl jų tirpumo vandenyje, dėl to mažėja ir spalvos intensyvumas. Kepimas orkaitėje taip pat mažina betalainus, bet mažiau nei virimas, nes nėra išplovimo į vandenį (Mohsen et al., 2024; Sawicki, Wickowski 2017).

Atlikti tyrimai parodė, kad esminiai daugiausia betacianino buvo želė saldinių su 45 proc. keptų burokėlių, o mažiausiai – saldiniuose su 15 proc. virtų burokėlių, atitinkamai 13,93 mg kg⁻¹ ir 2,81 mg kg⁻¹ (žr. 1 pav.). Naudoto priedo dydis esminiai darė įtaką betacianino kiekiui želė saldiniuose.



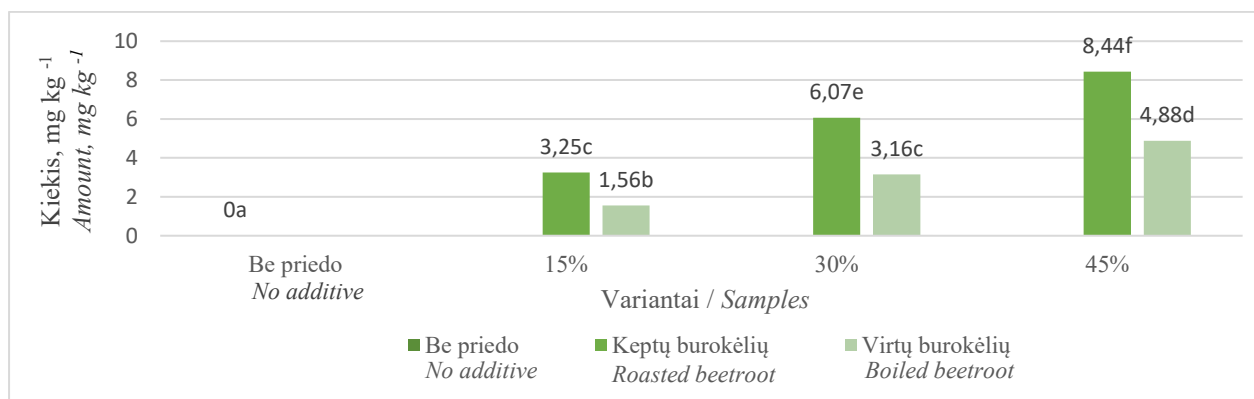
*Vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$

* Mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

1 pav. Betacianų kiekis želė saldiniuose, mg kg⁻¹

Fig 1. Content of betacyanins in jelly candies, mg kg⁻¹

Esminiai daugiausia betaksantino buvo želė saldiniuose su 45 proc. keptų burokėlių, o mažiausiai – saldiniuose su 15 proc. virtų burokėlių, atitinkamai 8,44 mg kg⁻¹ ir 1,56 mg kg⁻¹ (žr. 2 pav.).



*Vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$

* Mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

2 pav. Betaksantinų kiekis želė saldiniuose, mg kg⁻¹

Fig 2. Content of betaxanthins in jelly candies, mg kg⁻¹

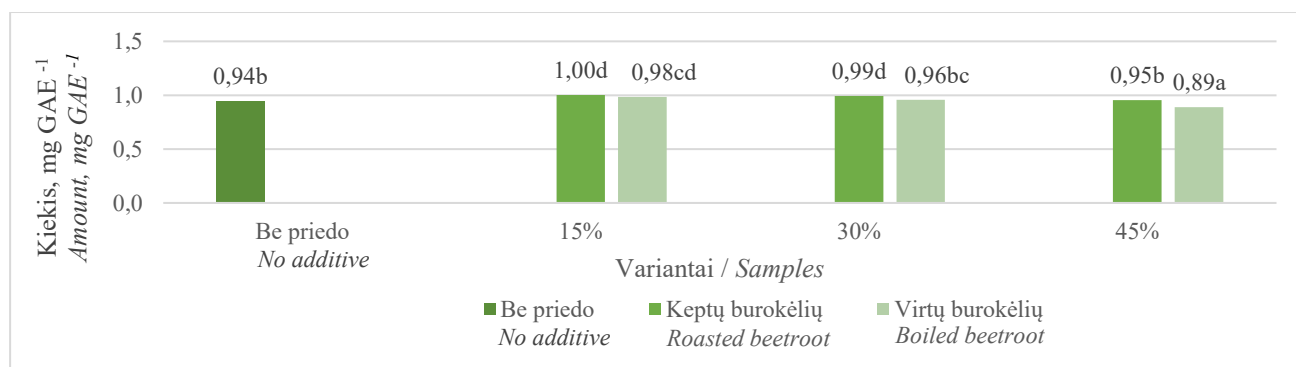
Raudonosiose daržovėse yra daug fenolinių junginių ir flavonoidų, kurie pasižymi stipriu biologiniu poveikiu, pavyzdžiui, antioksidaciniu, priešuždegiminiu, priešnavikiniu ir trombocitų agregaciją slopinančiu poveikiu. Flavonoidų vartojimas teigiamai susijęs su gyvenimo trukmės padidėjimu ir širdies bei kraujagyslių ligų sergamumo sumažėjimu. Be to, karotenoidų ir fenolio junginių vartojimas su maistu yra susijęs su daugelio degeneracinių ligų prevencija (Ramos et al., 2015).

Atitinkamų produktų antioksidacinį potencialą lemia polifenoliniai junginiai, įskaitant fenolio rūgštis ir flavonoidus (Jakubczyk et al., 2024). Braškėse yra daug polifenolių, flavonoidų, o perdirbimas keičia jų koncentracijas. Tai svarbūs bioaktyvūs junginiai, turintys antioksidacinį poveikį (Klopotek et al., 2005). Anot mokslininkų, terminis apdorojimas sumažina flavonoidų kiekį, tačiau kai kurie junginiai gali padidėti, kai temperatūros įtakoje išardomos ląstelių sienelės, o fenoliniai junginiai išlaisvinami. Todėl nedidelis ar trumpas kaitinimas gali padidinti minėtų junginių kiekį (Salazar-Orbea et al., 2022). Todėl tyrime braškės kaitintos trumpai ir neaukštoje temperatūroje.

Tyrimais nustatyta, kad bendras fenolinių junginių kiekis tirtuose želė saldiniuose svyravo nuo 0,89 iki 1,00 mg GAE g⁻¹ (žr. 3 pav.). Braškiniuose želė saldiniuose be burokėlių priedo fenolinių junginių kiekis buvo 0,94 mg GAE g⁻¹. Tyrimas parodė, kad bendras fenolinių junginių kiekis želė saldiniuose reikšmingai priklausė nuo terminio burokėlių apdorojimo tipo (virti/kepti) ir nuo priedo dydžio. Saldiniuose su 15 proc. ir 30 proc. keptų šakniagumbių priedais

nustatytas didžiausias fenolinių junginių kiekis. Statistiškai reikšmingo skirtumo tarp keptų ir virtų burokėlių su 15 proc. priedu nenustatyta. Želė saldainių gamyboje panaudoti 30 proc. ir 45 proc. burokėlių priedai esminiai mažino fenolinių junginių kiekį, ypač mėginiuose su virtais burokėliais. Įvertinus burokėlių apdorojimo būdą išryškėjo tendencija, kad virti burokėliai esminiai mažino bendrą fenolinių junginių kiekį, lyginant su keptų burokėlių priedu.

Literatūroje aprašoma, kad virimas vandenyje dažnai daro įtaką didesniems fenolinių junginių nuostoliams (Bárta et al., 2020). A. Razzak ir kt. (2023) bendriniai tyrimai su daržovėmis parodė, kad virimas turi didžiausią poveikį bendrai galutiniams junginiams, lyginant su kitais terminiais apdorojimo metodais. Todėl galima daryti prielaidą, kad virtų burokėlių panaudojimas želė saldainių gamyboje gali turėti įtakos bendro fenolinių junginių kiekio mažėjimui, ypač panaudojus didesnį priedo kiekį.



*Vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0.05$

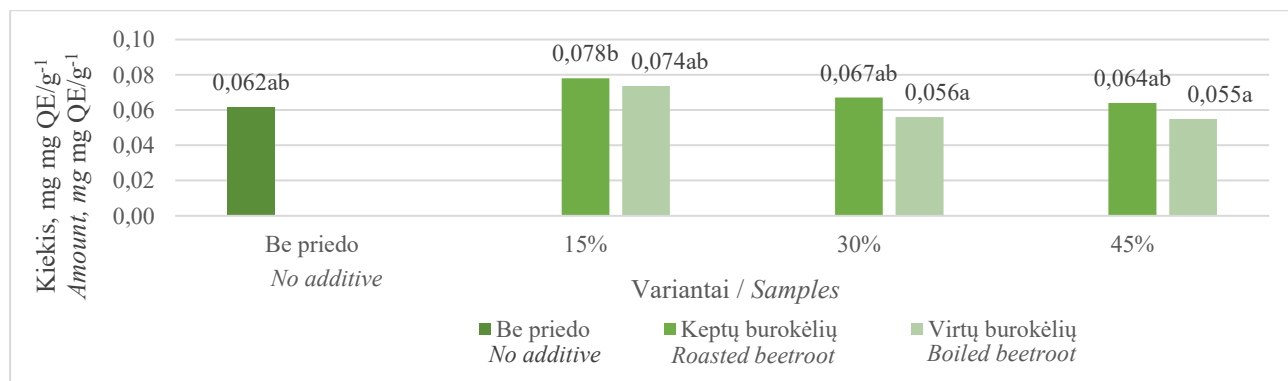
* Mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

3 pav. Bendras fenolinių junginių kiekis želė saldainiuose, mg GAE g⁻¹

Fig. 3. Phenolic compounds content of jelly candies, mg GAE g⁻¹

Flavonoidai – tai augalinių pigmentų grupė, natūralūs junginiai, padedantys apsaugoti tiek augalą, tiek žmogaus organizmą nuo oksidacinio streso (Mirmiran et al., 2020).

Bendras flavonoidų kiekis tirtuose želė saldainiuose svyravo nuo 0,055 iki 0,078 mg QE g⁻¹. Saldainiuose be priedų flavonoidų kiekis buvo 0,062 mg QE g⁻¹. Įvertinus skirtingai apdorotų burokėlių šakniavaisių priedų įtaką nustatyta, kad saldainiuose su virtais burokėliais flavonoidų kiekis buvo mažesnis nei su keptais. Esminiai didžiausias jų kiekis nustatytas želė saldainiuose su 15 proc. keptų burokėlių priedu. Tyrimai parodė, kad didesnis keptų burokėlių priedas mažino bendrą flavonoidų kiekį želė saldainiuose, tačiau reikšmingai nesiskyrė nuo saldainių be priedo (žr. 4 pav.).



*Vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0.05$

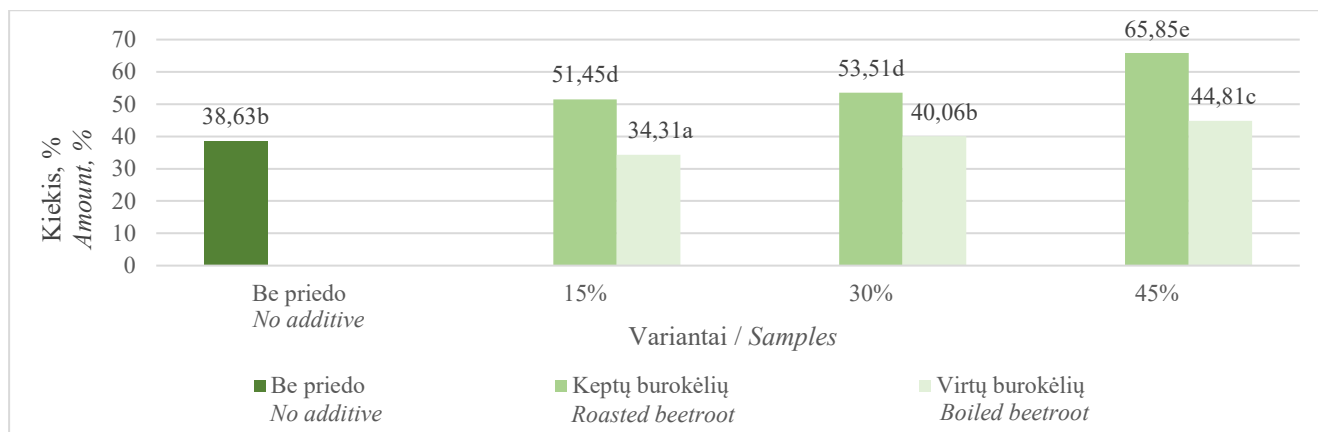
* Mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

4 pav. Bendras flavonoidų kiekis želė saldainiuose, mg QE g⁻¹

Fig. 4. Flavonoids content in jelly candies, mg QE g⁻¹

DPPH yra stabilus laisvasis radikalas, laboratoriniuose tyrimuose plačiai naudojamas vertinti antioksidantų gebėjimą neutralizuoti laisvuosius radikalus. Burokėliuose aptinkami biologiškai aktyvūs junginiai, galintys atiduoti elektroną arba vandenilio atomą, taip neutralizuodami DPPH radikalą (Čanadanović-Brunet et al., 2011).

Atlikti tyrimai parodė, kad DPPH aktyvumas priklausė nuo terminio apdorojimo būdo ir priedo dydžio (žr. 5 pav.). Esminiai didžiausias antioksidacinis aktyvumas nustatytas saldainiuose, kuriuose buvo 45 proc. keptų burokėlių, o mažiausias nustatytas saldainiuose, kuriuose buvo 15 proc. virtų burokėlių, atitinkamai 65,85 proc. ir 34,63 proc. Tai rodo, kad burokėlių kiekis ir jų terminio apdorojimo būdas turėjo reikšmingą įtaką antioksidaciniam aktyvumui.



*Vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis statistiškai patikimai skiriasi, kai $p < 0,05$

* Mean means marked with different letters differ statistically significantly when $p < 0.05$

5 pav. Antioksidacinis aktyvumas želė saldainiuose, %

Fig 5. Antioxidant activity of jelly candies, %

Mokslininkai L. Zhang ir kt. (2023) tyrė antioksidacinio aktyvumo DPPH kitimą, priklausomai nuo terminio apdorojimo būdo daigintuose žemės riešutuose. Nustatyta, kad virimas esminiai mažina antioksidacinį aktyvumą, lyginant su garinimu, o keptuose arba apdorotuose mikrobangomis riešutuose DPPH buvo esminiai didesnis. Šiame tyrime atlikta analizė patvirtina šią tendenciją, nes saldainiuose su skirtingo dydžio keptų burokėlių priedais esminiai didėjo antioksidacinis aktyvumas.

Išvados

1. Esminiai didžiausias betalainų, tiek betacianų, tiek ir betaksantinų kiekiai buvo nustatyti želė saldainiuose su 45 proc. keptų burokėlių šakniavaisių priedu, o mažiausias – su 15 proc. virtų burokėlių.
2. Saldainiuose su 15 proc. ir 30 proc. keptų burokėlių priedu buvo esminiai didžiausias bendras fenolinių junginių kiekis, o didžiausias bendras flavonoidų kiekis nustatytas su 15 proc. keptų burokėlių priedu. Mažiausias fenolinių junginių kiekis nustatytas saldainiuose su 45 proc. virtų burokėlių priedu, o mažiausias flavonoidų kiekis nustatytas saldainiuose su 30 ir 45 proc. virtų burokėlių priedu. Keptų burokėlių priedas didino, o virtų – mažino šių junginių kiekius.
3. Esminiai didžiausias antioksidacinis aktyvumas DPPH buvo nustatytas saldainiuose su 45 proc. keptų burokėlių šakniavaisių priedu, o mažiausias – su 15 proc. virtų burokėlių.

Literatūra

1. Abdo, E., El-Sohaimy, S., Shaltout, O., Abdalla, A., & Zeitoun, A. (2020). Nutritional evaluation of beetroots (*Beta vulgaris* L.) and its potential application in a functional beverage. *Plants*, 9(12), 1752.
2. Bárta, J., Bártová, V., Šindelková, T., Jarošová, M., Linhartová, Z., Mráz, J., ... & Laknerová, I. (2020). Effect of boiling on colour, contents of betalains and total phenolics and on antioxidant activity of colourful powder derived from six different beetroot (*Beta vulgaris* L. var. *conditiva*) cultivars. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70(4), 377-385.
3. Basavaraja, T., Joshi, A., Sethi, S., Arora, B., Tomar, B. S., Varghese, E., & Yadav, A. (2022). Extraction procedure of betalains pigments from hardy beetroot matrix and its stabilization. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10), e16844.
4. Čanadanović-Brunet, J. M., Savatović, S. S., Četković, G. S., Vulić, J. J., Djilas, S. M., Markov, S. L., & Cvetković, D. D. (2011). Antioxidant and antimicrobial activities of beet root pomace extracts. *Czech journal of food sciences*, 29(6), 575.
5. Jakubczyk, K., Melkis, K., Janda-Milczarek, K., & Skonieczna-Żydecka, K. (2023). Phenolic compounds and antioxidant properties of fermented beetroot juices enriched with different additives. *Foods*, 13(1), 102.
6. Klopotek, Y., Otto, K., & Böhm, V. (2005). Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. *Journal of agricultural and food chemistry*, 53(14), 5640-5646.
7. Mirmiran, P., Houshialsadat, Z., Gaeini, Z., Bahadoran, Z., & Azizi, F. (2020). Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases. *Nutrition & metabolism*, 17(1), 3.
8. Mohsen, E., Ezzat, M. I., Sallam, I. E., Zaafar, D., Gawish, A. Y., Ahmed, Y. H., ... & Issa, M. Y. (2024). Impact of thermal processing on phytochemical profile and cardiovascular protection of *Beta vulgaris* L. in hyperlipidemic rats. *Scientific Reports*, 14(1), 27539.

9. Ramos, J. A., Furlaneto, K. A., De Mendonça, V. Z., de Carvalho Mariano-Nasser, F. A., Lundgren, G. A., Fujita, E., & Vieites, R. L. (2017). Influence of cooking methods on bioactive compounds in beetroot. *Semina: Ciências Agrárias*, 38(3), 1295-1301.
10. Razzak, A., Mahjabin, T., Khan, M. R. M., Hossain, M., Sadia, U., & Zzaman, W. (2023). Effect of cooking methods on the nutritional quality of selected vegetables at Sylhet City. *Heliyon*, 9(11).
11. Ravichandran, K., Saw, N. M. M. T., Mohdaly, A. A., Gabr, A. M., Kastell, A., Riedel, H., ... & Smetanska, I. (2013). Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. *Food research international*, 50(2), 670-675.
12. Salanță, L. C., Tofană, M., Pop, C., Socaci, S., Pop, A., & Nagy, M. (2015). Physicochemical properties and sensory evaluation of jelly candy made from carrots and strawberries.
13. Salazar-Orbea, G. L., García-Villalba, R., Bernal, M. J., Hernández, A., Tomás-Barberán, F. A., & Sánchez-Siles, L. M. (2023). Stability of phenolic compounds in apple and strawberry: Effect of different processing techniques in industrial set up. *Food Chemistry*, 401, 134099.
14. Sawicki, T., & Wiczowski, W. (2018). The effects of boiling and fermentation on betalain profiles and antioxidant capacities of red beetroot products. *Food chemistry*, 259, 292-303.
15. da Silveira, M. F., Efraim, P., Silva, M. J. V., de Aro, J. D. N., Fadini, A. L., de Castilho Queiroz, G., ... & Queiroz, M. B. (2025). Improving the nutritional profile of jelly candies. *Applied Food Research*, 5(2), 101099.
16. Stintzing, F. C., Schieber, A., & Carle, R. (2003). Evaluation of colour properties and chemical quality parameters of cactus juices. *European food research and technology*, 216(4), 303-311.
17. Stoica, F., Răpeanu, G., Rațu, R. N., Stănciuc, N., Croitoru, C., Țopa, D., & Jităreanu, G. (2025). Red beetroot and its by-products: A comprehensive review of phytochemicals, extraction methods, health benefits, and applications. *Agriculture*, 15(3), 270.
18. Wruss, J., Waldenberger, G., Huemer, S., Uygun, P., Lanzerstorfer, P., Müller, U., ... & Weghuber, J. (2015). Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 46-55.
19. Zhang, L., Qu, H., Xie, M., Shi, T., Shi, P., & Yu, M. (2023). Effects of different cooking methods on phenol content and antioxidant activity in sprouted peanut. *Molecules*, 28(12), 4684.

AMOUNTS OF BIOACTIVE COMPOUNDS IN JELLY CANDIES WITH BEETROOT ADDITIVES

Abstract

Beetroot (*Beta vulgaris L.*) is a valuable vegetable with a high content of bioactive compounds. Therefore, it can be used to increase the nutritional value of food products. When processed, beetroot develops a suitable texture and can be used in the production of various products, including desserts. However, it is important to assess how different processing methods affect the qualitative properties of the final product. The aim of this study is to assess the quality of strawberry jelly candies enriched with beetroot root additives processed in different ways. During the study, beetroots processed using two methods (boiled and roasted) were analyzed and used in the production of jelly candies. Contents of betalains (betacyanins and betaxanthins), flavonoids, phenolic compounds and DPPH activity were determined in jelly candies using standard methods. The research results showed that candies containing 15% and 30% roasted beetroot additive had the highest total phenolic compound content, while the highest total flavonoid content was found in candies with 15% roasted beetroot. The study also observed a trend that the addition of roasted beetroot increased, whereas boiled beetroot decreased, the levels of these compounds in the candies. The highest levels of betaxanthins, betacyanins and DPPH activity were found in baked beetroot candies. The levels of phenolic compounds and flavonoids did not differ significantly between the tested variants.

Keywords: beetroot, bioactive compounds, jelly candies, quality.